

SEBARAN DAN KERAGAMAN GENETIK POPULASI
***Hoya multiflora* Blume (ASCLEPIADACEAE) DI TAMAN**
NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO DAN
SUKAMANTRI TAMAN NASIONAL
GUNUNG HALIMUN SALAK

SRI RAHAYU



SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2010

BTNGGP

P3

0373

**SEBARAN DAN KERAGAMAN GENETIK POPULASI
Hoya multiflora Blume (ASCLEPIADACEAE) DI TAMAN
NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO DAN
SUKAMANTRI TAMAN NASIONAL
GUNUNG HALIMUN SALAK**

SRI RAHAYU



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2010**

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi saya yang berjudul "Sebaran dan Keragaman Genetik Populasi *Hoya multiflora* Blume (*Asclepiadaceae*) di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Sukamantri Taman Nasional Gunung Halimun Salak" adalah merupakan disertasi hasil penelitian saya sendiri, dengan arahan komisi pembimbing. Disertasi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program studi sejenis di perguruan tinggi manapun. Semua sumber informasi yang berasal dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan oleh penulis lain yang digunakan dalam penulisan disertasi ini telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Bogor, Oktober 2010

Sri Rahayu
NRP. G361060091

ABSTRACT

SRI RAHAYU. 2010. **Distribution and Genetic Diversity of *Hoya multiflora* Blume (*Asclepiadaceae*) Populations at Gunung Gede Pangrango National Park and Sukamantri of Gunung Halimun Salak National Park.** Under direction of alm. MUHAMMAD JUSUF, SUHARSONO, CECEP KUSMANA and ROCHADI ABDULHADI.

Hoya multiflora is one of the valuable germplasm in Indonesia that has been utilized as ornamental and medicinal plants. This epiphytic plant faces problems in decreasing habitat. Study on population distribution, habitat and genetic diversity of this species has been conducted at the Gunung Gede Pangrango National Park (GGPNP) and Sukamantri of Gunung Halimun Salak National Park (GHSNP). According to this observation, the populations of this species were found at the Bodogol Research Station of GGPNP and Sukamantri of GHSNP at elevation of 700 - 900 m above sea level (asl). There were also two individual plants observed at Situ Gunung of GGPNP at 1000 m asl and there is no evidence of this species at GGPNP and Sukamantri at above 1000 m asl. The populations showed the clumped type of dispersion (Morisita's Index = 1.35) indicated environment characterized by patchy resources. According to the type of its parachutes type seed dispersal by wind, the direction and speed of wind coupled with the topography will affect to the distribution of this species. This plant also recorded to evolve association with several species of ants in the location but not in the obligate type. *H. multiflora* have been utilized various species of trees as phorophyte, especially which have inhabitant by ants. The preference was at the phorophyte provided media i.e. humus dependent. The type of vegetation as habitat was varied at dominant species and density. The habitat condition was varied at canopy cover (30-90 %), light intensity (30-80%), temperature (25-32 °C) and air humidity (70-98 %). Population genetic diversity studies consist of morphological and AFLP-DNA markers from 6 sub populations, 3 sub populations from Bodogol and 3 sub populations from Sukamantri. The data was run on POPGENE 32 software. The population diversity was low based on both morphological characters and AFLP-DNA markers. The genetic differentiation among sub population is moderate to high, therefore it needs conservation. According to cluster analysis based on morphological characters and AFLP-DNA markers, 6 sub populations were classified as five populations, i.e. two population at Bodogol and three populations at Sukamantri.

Keywords: AFLP, *Asclepiadaceae*, distribution, genetic diversity, habitat, *Hoya multiflora*, morphological variation, population genetic.

RINGKASAN

SRI RAHAYU. Sebaran dan Keragaman Genetik Populasi *Hoya multiflora* Blume (*Asclepiadaceae*) di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Taman Wisata Alam Sukamantri Gunung Salak. Dibawah bimbingan alm. MUHAMMAD JUSUF, SUHARSONO, CECEP KUSMANA dan ROCHADI ABDULHADI.

Hoya multiflora Blume (*Asclepiadaceae*) merupakan salah satu tumbuhan epifit yang penting secara ekonomi karena telah diperdagangkan secara internasional sebagai tanaman hias dan digunakan secara tradisional sebagai obat sakit perut dan artritis. Sebagai epifit, tumbuhan ini mengalami ancaman gangguan habitat seiring dengan semakin tingginya laju deforestasi. Penelitian mengenai sebaran terkait dengan keragaman habitat dan genetik di dalam populasi maupun antar populasi perlu dilakukan. Informasi yang diperoleh dapat dipergunakan dalam tindakan konservasi baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*, serta bermanfaat dalam usaha seleksi dan pemuliaan sebagai tanaman hias pot.

Penelitian sebaran dan keragaman habitat populasi *H. multiflora* telah dilakukan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP), dan Sukamantri Gunung Salak, Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS), Jawa Barat, dari bulan Juni 2008 hingga Nopember 2009. Penelitian keragaman genetik dilakukan dengan menggunakan variasi karakter ciri morfologi dan penanda AFLP. Penelitian keragaman morfologi dilakukan terhadap tanaman koleksi asal Stasiun Penelitian Bodogol TNGGP dan TWA Sukamantri G. Salak yang dipelihara di bawah naungan paranet 65 % pada media campuran cacahan batang pakis, kokopit dan arang (1:1:1), di Darmaga. Analisis keragaman AFLP dilakukan di Laboratorium Biorin, Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi IPB, Darmaga.

Sebaran populasi *H. multiflora* di TNGGP tidak merata pada semua lokasi, yaitu di Stasiun Penelitian Bodogol pada elevasi 700-900 m dpl, dan tidak dijumpai pada elevasi di atas 900 m dpl. Pada elevasi 1000 m dpl di Situ Gunung di jumpai dua individu, sedangkan pada elevasi lebih dari 1000 m dpl yaitu di Cibodas dan Gunung Putri tidak dijumpai jenis ini. Populasi juga masih dijumpai di TWA Sukamantri yang menurut bukti herbarium tahun 1836 pernah ditemukan di lokasi tersebut. Selain dipengaruhi ketinggian tempat, distribusi *H. multiflora* dipengaruhi oleh cara pemencaran bijinya melalui angin dan habitat tempat tumbuh. Sebagai tumbuhan dengan tipe biji parasut, pemencaran melalui angin dapat menempuh jarak yang jauh ketika angin bertiup kencang, maupun jarak dekat pada saat angin bertiup sangat lambat. Pemencaran melalui angin ini sangat terpengaruh oleh arah, kecepatan dan ketinggian angin, yang pada lokasi tertentu dapat berbelok dan berubah jika menemui penghalang berupa perbukitan yang terjal. Pemencaran biji *H. multiflora* dalam jarak dekat juga dipengaruhi pula oleh model penyebaran semut, karena semut termasuk agen pemencar yang membawa biji *H. multiflora* ke sarangnya. Berdasarkan penghitungan Indeks Morisita, *H. multiflora* memiliki tipe persebaran mengelompok (*clumped*). Tipe persebaran mengelompok di duga akibat pengaruh semut.

Keberadaan semut juga berpengaruh dalam pemilihan forofit (pohon tumpangan), meskipun tidak semua *H. multiflora* tumbuh di sarang semut. Pemilihan forofit didasarkan pada ketersediaan tempat berhumus yang

menyediakan tempat tumbuh bagi tumbuhan ini. Terdapat empat cara penempelan *H. multiflora* pada forofit, yaitu pada sarang semut, pada lekukan kulit pohon yang kasar (*Cyathea contaminans*, *Pandanus furcatus* dan *Pinus merkusii*), pelepah (*C. contaminans*, *P. furcatus* dan *Daemonorops rubra*) serta pada perakaran *Asplenium* spp.. Berdasarkan zonasi tumbuhan epifit pada forofit, *H. multiflora* terletak pada zona B (batang di atas satu meter) dan C (pangkal percabangan).

Habitat tempat tumbuh *H. multiflora* berupa hutan alam maupun hutan tanaman dengan kerapatan jarang hingga rapat (75 - 425/Ha), tutupan tajuk jarang hingga rapat (30 - 90%) dan intensitas cahaya rendah hingga tinggi (30-80 %). *H. multiflora* dapat tumbuh pada pohon dari fase sapihan, sapling maupun pohon dan tidak memiliki preferensi khusus terhadap jenis forofit. Kerapatan pohon berpengaruh terhadap jumlah *H. multiflora*, semakin banyak pohon cenderung semakin banyak individu *H. multiflora*. Kerapatan pohon berkaitan dengan tutupan tajuk dan intensitas cahaya matahari yang diterima. Pada kerapatan pohon yang rendah (di bawah 100/Ha) yang mempunyai tutupan tajuk 30-40 % dengan intensitas cahaya matahari 60 - 80 %, suhu udara mikro 31-32 °C dan kelembaban udara mikro 70-76 %, *H. multiflora* tumbuh lebih lambat yang ditunjukkan dengan ruas batang pendek, ukuran daun dan bunga kecil, daun berwarna lebih kuning, ukuran batang lebih kecil dan pendek serta tidak bercabang. Kondisi ini dapat menghambat proses reproduksi dan berimplikasi pada rendahnya aliran genetik melalui pertukaran polen. Pada kerapatan pohon yang tinggi (>400/Ha) yang mempunyai tutupan tajuk 70-90 % dan intensitas cahaya matahari 30-40 %, suhu udara mikro 25-26 °C dan kelembaban udara mikro 88-98 %, *H. multiflora* tumbuh subur yang ditandai dengan banyaknya cabang yang tumbuh hingga mencapai lebih dari 50 cabang, ukuran batang besar dan panjang, daun lebar dan hijau serta ukuran bunga besar dan jumlah bunga banyak. Kondisi ini menghasilkan suasana optimum dengan kehadiran sarang semut maupun kadaka yang berperan sebagai substrat lebih banyak dan menjamin tumbuhan dapat bereproduksi secara normal.

Berdasarkan analisis keragaman karakter morfologi dan DNA-AFLP, 3 sub populasi Bodogol dianggap sebagai 2 populasi yang berbeda, yaitu sub populasi 1 dan 2 merupakan populasi yang sama, sedangkan sub populasi 3 merupakan populasi yang berbeda. Sub populasi 4, 5 dan 6 di Sukamantri masing-masing merupakan populasi yang berbeda. Analisis keragaman morfologi maupun AFLP menunjukkan tingkat keragaman yang rendah di dalam populasi dan menunjukkan nilai keragaman antar populasi sedang pada karakter morfologi dan tinggi pada marka AFLP. Kondisi ini menunjukkan tingkat kepentingan yang cukup untuk dilakukannya konservasi dengan memperhatikan keterwakilan sampel dari populasi yang berbeda. Keragaman morfologi tidak selalu sama dengan keragaman DNA (AFLP) karena keragaman morfologi merupakan ekspresi dari gen yang berinteraksi dengan lingkungan.

Strategi konservasi *in-situ* bagi tumbuhan ini memerlukan beragam tipe vegetasi pada elevasi di bawah 1000 m dpl dengan berbagai tingkat kerapatan pohon, sedangkan untuk konservasi *ex-situ* diperlukan sampel berdasarkan keterwakilan populasi dan pemeliharaan dengan kondisi naungan antara 30-80 %.

@ Hak Cipta milik IPB, tahun 2010
Hak Cipta dilindungi Undang Undang

- 1) *Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebut sumber:*
 - a. *Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.*
 - b. *Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB*
- 2) *Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.*

SEBARAN DAN KERAGAMAN GENETIK POPULASI
Hoya multiflora Blume (ASCLEPIADACEAE)
DI TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO DAN
SUKAMANTRI TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN
SALAK

SRI RAHAYU

Disertasi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor
pada Program Studi Biologi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2010

Penguji pada Ujian Tertutup: 1. Dr. Tatik Chikmawati
2. Dr. Tukirin Partomiharjo

Penguji pada Ujian Terbuka: 1. Prof. Dr. Iskandar Zulkarnaen Siregar
2. Dr. Ir. Harry Santoso

Judul Disertasi : Sebaran dan Keragaman Genetik Populasi *Hoya multiflora* Blume (*Asclepiadaceae*) di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Sukamantri Taman Nasional Gunung Halimun Salak

Nama : Sri Rahayu

NRP : G 361060091

Program Studi : BIOLOGI

Disetujui;

Komisi Pembimbing

Alm. Dr.Ir. Muhammad Jusuf
Ketua

Dr. Ir. Suharsono, DEA
Acting Ketua

Prof. Dr. Ir. Cecep Kusmana, MS.
Anggota

Prof. (Riset) Dr. Rochadi Abdulhadi
Anggota

Diketahui;

Ketua Program Studi Biologi

Dekan Sekolah Pascasarjana

Dr. Ir. Dedy Duryadi Solihin, DEA Prof. Dr. Ir. Khairil A. Notodiputro, M.S.

Tanggal Ujian : 6 Oktober 2010

Tanggal Lulus : 24 OCT 2010

PRAKATA

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kesempatan serta rahmat Nya sehingga disertasi ini selesai disusun.

Pada kesempatan ini, kami ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Komisi Pembimbing, yaitu Bapak Almarhum Dr. Ir. Muhammad Jusuf (Ketua), Bapak Dr. Suharsono (acting Ketua), Bapak Prof. Dr. Ir. Cecep Kusmana, MS., dan Bapak Prof. (Riset) Dr. Rochadi Abdulhadi yang telah meluangkan waktu dalam membimbing dan memberikan banyak pengarahan dalam penelitian dan penyusunan disertasi.
2. Penguji luar komisi: Ibu Dr. Tatik Chikmawati, Bapak Dr. Tukirin Partomiharjo, Bapak Prof. Dr. Iskandar Zulkarnaen Siregar, dan Bapak Dr. Harry Santoso atas kesediaan sebagai penguji luar komisi pada ujian tertutup yang telah memberikan banyak masukan demi perbaikan disertasi.
3. Ketua Program Studi, Bapak Dr. Dedy Duryadi Solihin, Ka Dep Biologi-FMIPA-IPB, Dekan dan Wakil Dekan FMIPA, dan Pengelola SPS IPB atas bantuan, saran dan kemudahan dalam pengurusan administrasi.
4. Kepala Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi LIPI dan jajarannya, Kepala Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan jajarannya, Kepala Taman Nasional Gunung Halimun Salak dan jajarannya, Kepala Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi IPB/Lab. Biorin dan jajarannya yang telah memberikan ijin dan bantuan demi terlaksananya penelitian ini.
5. Bapak Kepala Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI dan Ibu Dr. Irawati (mantan Kepala KRB), Bapak Deputi IPH-LIPI (Prof. Dr. Endang Sukara), Bapak Sestama LIPI (Prof. Dr. Rochadi Abdulhadi), Ibu Kepala BOK-LIPI dan Ibu Dr. Siti Nuramaliati Priono (mantan Ka BOK-LIPI) atas dukungannya sehingga saya mendapatkan Karyasiswa LIPI untuk menempuh Program S3 di IPB.
6. Pengelola Program Insentif Peneliti dan Perkayasa LIPI-DIKNAS tahun 2009 dan 2010 yang telah banyak membantu dalam pendanaan penelitian ini.
7. Dr. A. Farajallah, Dr. Rika Rafiuddin, Dr. Triatmowidi, rekan staf peneliti KRB (Rosniatai A. Risna MSi, Ir. Yayan WCK, Ir. Kartika Ning Tyas, MS dan Ir. Syamsul Hidayat), rekan staf peneliti P2 Bio-LIPI (Dr. Laode Alhamd dan Dr. Joeni S. Rahajoe), Dra. Lilih R Chasanah MSi, Rini Apriani SSi, serta para sahabat dan rekan seperjuangan di BIO, IPK dan AGR atas diskusi yang bermanfaat.
8. Suami dan anak-anak tercinta, Ibu Bapak, Ibu Bapak Mertua alm, keluarga Kakak-kakak dan Adik-adik serta kerabat yang mendoakan, memberikan bantuan dan mendorong semangat
9. Berbagai pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah turut mendoakan, membantu dan memberikan semangat.

Mudah-mudahan amal baik mereka semua mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Bogor, Oktober 2010
Sri Rahayu

RIWAYAT HIDUP

Penulis di lahirkan di Rembang pada tanggal 30 September 1968 dari ayah Mukarno dan ibu Kartinah. Pada tahun 1995 penulis menikah dengan Akhmad Arif Amin dan dikarunia dua orang putri bernama Syifauroh Khoirul Amin (14 th) dan Fatimatuz Zahroh Nurul Amin (13 th).

Pendidikan sarjana ditempuh di Jurusan Biologi sub program Biologi Populasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, lulus tahun 1991. Pada tahun 1998 penulis melanjutkan ke jenjang magister sains pada Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor Jurusan Biologi, sub bidang Biologi Tumbuhan dan lulus pada tahun 2001. Pada tahun 2006 penulis mendapat kesempatan melanjutkan pendidikan program doktor pada Program Studi Biologi Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor melalui program Karya Siswa LIPI.

Pada tahun 1992 penulis bekerja sebagai staf riset pada perusahaan konsultan AMDAL Perkebunan, dan pada tahun 1993 bekerja sebagai asisten peneliti tidak tetap di SEAMEO-BIOTROP. Pada tahun 1994 penulis di terima sebagai Pegawai Negeri Sipil di Kebun Raya Bogor – LIPI sebagai staf peneliti.

Sejak bekerja sebagai peneliti di Kebun Raya Bogor menekuni penelitian Biologi Hoya Indonesia dan telah menulis beberapa makalah mengenai Biologi Hoya yang di terbitkan di jurnal ilmiah Nasional. Mendapatkan dana riset mengenai domestikasi Hoya dari Program Riset Kompetitif LIPI tahun 2004. Telah menghasilkan satu varietas baru yang diberi nama Hoya Kusnoto yang merupakan mutan dari *Hoya diversifolia* Blume yang pada saat ini sedang didaftarkan hak PVT (Perlindungan Varietas Tanaman)-nya oleh LIPI. Selain itu, penulis juga menjadi anggota komisi pembimbing mahasiswa sarjana dan magister di IPB dalam penulisan skripsi dan tesis mengenai Hoya.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kerangka Teoritis.....	6
1.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah	8
1.4 Kerangka Pemikiran	9
1.5 Tujuan Penelitian	10
1.6 Manfaat Penelitian	10
1.7 Novelty	12
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Biologi Hoya.....	13
2.2 Biologi dan Persebaran Epifit.....	25
2.3 Struktur dan Genetika Populasi	27
2.4 Genetika Populasi dan Konservasi	30
2.5 Pengukuran Variasi Genetik menggunakan Marka AFLP	31
2.6 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	33
III. PERSEBARAN POPULASI DAN KERAGAMAN HABITAT <i>Hoya multiflora</i> DI TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN SALAK DAN TAMAN WISATA ALAM SUKAMANTRI GUNUNG SALAK	39
3.1 Pendahuluan	39
3.2 Bahan dan Metode	41
3.3 Hasil dan Pembahasan	43
3.4 Kesimpulan	56
IV. KERAGAMAN GENETIK POPULASI <i>Hoya multiflora</i> DI TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN SALAK DAN TAMAN WISATA ALAM SUKAMANTRI GUNUNG SALAK	57
4.1 Pendahuluan	57
4.2 Bahan dan Metode	59
4.3 Hasil dan Pembahasan	63
4.4 Kesimpulan	73
V. PEMBAHASAN UMUM	75
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	85
6.1 Kesimpulan	85
6.2 Saran	86
VII. DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	99

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan teknik molekuler dalam analisis biodiversitas	31
Tabel 3.1 Keberadaan <i>H. multiflora</i> di TNGGP	44
Tabel 3.2 Keberadaan <i>H. multiflora</i> pada berbagai habitat di Bodogol	45
Tabel 3.3 Penempelan <i>H. multiflora</i> pada berbagai habitat di Bodogol	46
Tabel 3.4 Keberadaan <i>H. multiflora</i> pada berbagai habitat di Sukamantri	49
Tabel 3.5 Penempelan <i>H. multiflora</i> pada berbagai habitat di Sukamantri	50
Tabel 4.1 Lokasi asal sampel <i>H. multiflora</i> dan habitatnya	60
Tabel 4.2 Karakter morfologi <i>H. multiflora</i> dan frekuensinya	64
Tabel 4.3 Nilai keragaman morfologi populasi <i>H. multiflora</i> di Bodogol-Sukamantri	65
Tabel 4.4 Kesamaan dan jarak genetik populasi <i>H. multiflora</i> berdasarkan karakter morfologi	67
Tabel 4.5 Keragaman AFLP populasi <i>H. multiflora</i> Bodogol-Sukamantri	69
Tabel 4.6 Kesamaan dan jarak genetik populasi <i>H. multiflora</i> berdasarkan karakter AFLP	71
Tabel 5.1 Pembagian sub populasi <i>H. multiflora</i> Bodogol berdasarkan perbedaan tipe habitat	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Skema kerangka pemikiran dan alur penelitian	11
Gambar 2.1 Berbagai variasi bentuk mekar bunga Hoya	14
Gambar 2.2 Skema bunga <i>H. multiflora</i>	15
Gambar 2.3 Buah dan biji <i>H. multiflora</i>	16
Gambar 2.4 Daerah asal penyebaran Hoya	18
Gambar 2.5 Contoh kariotipe Hoya dengan kromosom B	20
Gambar 2.6 <i>H. multiflora</i> : kecambah, dan cabang berbunga,	25
Gambar 3.1 Penyebaran <i>H. multiflora</i> di Bodogol TNGGP	45
Gambar 3.2 Forofit <i>H. multilora</i> di Bodogol	47
Gambar 3.3 Penyebaran <i>H. multiflora</i> di Sukamantri	48
Gambar 3.4 Forofit <i>H. multilora</i> di Sukamantri	50
Gambar 3.5 Skema gelombang angin pegunungan	52
Gambar 4.1 Populasi asal sampel <i>H. multiflora</i>	59
Gambar 4.2 Keragaman morfologi <i>H. multiflora</i>	66
Gambar 4.3 Dendogram jarak populasi <i>H. multiflora</i> berdasarkan keragaman morfologi	68
Gambar 4.4 Pola pita potongan DNA hasil analisis AFLP	70
Gambar 4.5 Dendogram jarak genetik marka AFLP	71
Gambar 5.1 Penyebaran <i>H. multiflora</i> berdasarkan zonasi pohon forofit ...	79
Gambar 5.2 Dendogram jarak individu contoh <i>H. multiflora</i> berdasarkan AFLP	81
Gambar 5.3 Sebaran sampel <i>H. multiflora</i> di Bodogol berdasarkan karakter morfologi dengan habitat sebagai faktor diskriminan	83

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Enam Belas Target GSPC.....	101
Lampiran 2 Tabel Data Herbarium <i>H. multiflora</i> asal P. Jawa.....	102
Lampiran 3 Tabel Data Habitat <i>H. multiflora</i> di Bodogol	103
Lampiran 4 Tabel Data Habitat <i>H. multiflora</i> di Sukamantri	104
Lampiran 5 Hasil Analisis Komponen Utama Faktor Habitat.....	105
Lampiran 6 Tabel Deskriptor dalam Pengamatan Karakter Morfologi	106
Lampiran 7 Metode Isolasi DNA	107
Lampiran 8 Metode Uji Kualitas dan Kuantitas DNA.....	108
Lampiran 9 Tahapan Analisis AFLP.....	109
Lampiran 10 Langkah-langkah Skoring AFLP menggunakan SAGA.....	111
Lampiran 11 Data Hasil skoring Karakter Morfologi.....	113
Lampiran 12 Hasil Analisis Keragaman Genetik Nei pada <i>H. multiflora</i> berdasarkan Karakter Morfologi menggunakan Program POPGENE 32	115
Lampiran 13 Data Hasil Skoring Marka AFLP	117
Lampiran 14 Hasil Analisis Keragaman Genetik Nei pada <i>H. multiflora</i> berdasarkan Penanda AFLP menggunakan Program POPGENE 32	119
Lampiran 15 Pola Angin Lapisan 3000 kaki.....	121

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hoya spp. (*Asclepiadaceae*) yang dikenal dengan nama umum Hoya, merupakan tumbuhan epifit merambat yang terdapat di daerah tropis. Tumbuhan ini mulai populer sebagai tanaman hias eksotis di Eropa, Amerika Serikat dan Australia, karena bentuk bunganya yang unik dan indah. Selain dapat dikembangkan sebagai tanaman hias, Hoya dimanfaatkan oleh penduduk setempat sebagai bahan obat tradisional (Zachos 1998). Penelitian eksploratif juga menunjukkan potensi Hoya sebagai bahan insektisida hayati untuk pemberantasan pradewasa nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus* yang merupakan vektor bagi virus penyebab demam berdarah (Cahyadi 2005; Kusumawati 2005; Mukharam 2005; Rustandi 2005).

Perdagangan internasional jenis-jenis Hoya semakin meningkat, sehingga berimplikasi pada peningkatan eksploitasi di alam. Namun demikian, perhatian terhadap potensi maupun keberadaannya belum memadai, terutama di daerah aslinya. Secara alami Hoya tersebar di daerah Asia Tenggara dan sekitarnya dengan keragaman jenis terbesar diperkirakan terdapat di kawasan Malesia terutama di wilayah Indonesia (Kleijn & van Don Kelaar 2001, Wanntorp *et al.* 2006; Goyder 2008). Indonesia diperkirakan memiliki sekitar 30 % kekayaan jenis Hoya dunia. Dari 150-200 jenis Hoya yang terdapat di dunia (Burton 1992), Indonesia diperkirakan memiliki sekitar 50-60 jenis (Rahayu 1999).

Seiring dengan peningkatan perdagangan internasional yang diimbangi dengan peningkatan eksploitasi tumbuhan pada habitat aslinya, keberadaan Hoya di alam menjadi semakin terancam. Setiap tumbuhan yang bernilai ekonomi dan digunakan dalam perdagangan internasional sebaiknya diketahui status kelangkaannya. Saat ini belum ada status konservasi yang resmi atau belum ada data bagi jenis-jenis Hoya menurut IUCN karena belum dilakukan studi populasi, meskipun tumbuhan ini telah menjadi komoditi perdagangan internasional. Selain itu, kepentingan konservasi suatu jenis sebaiknya tidak hanya didasarkan pada tingkat kelangkaan jumlah individu, melainkan perlu juga memperhatikan tingkat kelangkaan gen dan keunikan habitatnya. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan IUCN (2001), suatu tumbuhan disebut dalam keadaan terancam, antara lain jika

terjadi penyusutan populasi. Penyusutan populasi Hoya di alam menjadi tidak terhindarkan manakala terjadi kerusakan dan atau alih fungsi kawasan hutan dalam skala luas dan terus menerus. Hoya adalah tumbuhan epifit yang keberadaannya di alam sangat bergantung kepada keberadaan pepohonan hutan sebagai forofit (pohon tumpangan). Menurut BAPLAN-DEPHUT (2008), laju deforestasi di Indonesia mencapai 1,17 juta hektar per tahun, yang tentunya akan berpengaruh besar bagi penyusutan populasi Hoya di alam. Tindakan konservasi yang menyeluruh sangat diperlukan untuk menghindari punahnya jenis-jenis potensial meskipun belum dibuktikan manfaatnya secara langsung bagi kehidupan masyarakat. Menurut konsep CBD (2000), setiap komponen sumberdaya hayati yang membentuk ekosistem dengan lingkungannya memiliki peranan yang sama pentingnya sebarangpun kecil peran tersebut.

Convention on Biological Diversity (CBD) merupakan kesepakatan negara-negara anggota mengenai pentingnya konservasi keanekaragaman hayati. Tiga tujuan utama pembentukan CBD yaitu konservasi keanekaragaman hayati, pemanfaatan berkelanjutan dari setiap komponen sumberdaya hayati, dan pembagian keuntungan yang adil dari pemanfaatan sumberdaya genetik (CBD 2000). Khusus untuk konservasi tumbuhan tertuang dalam *Global Strategy for Plant Conservation* (GSPC) (CBD 2002). GSPC memiliki empat tujuan utama yaitu (1) menghentikan laju proses kehilangan keanekaragaman tumbuhan (2) Mengharmoniskan organisasi-organisasi yang bergerak dalam konservasi tumbuhan (3) Meningkatkan pendekatan ekosistem dengan fokus pada peran utama tumbuhan dalam ekosistem dan (4) Menyediakan pilot studi bagi CBD dalam membuat target. Terdapat 16 butir target (Lampiran 1) dalam strategi konservasi keanekaragaman tumbuhan. Salah satu target (no 2) adalah pendugaan awal status konservasi bagi semua jenis tumbuhan yang diketahui pada tingkat nasional, regional maupun internasional. Target-target GSPC tersebut dapat dicapai melalui beberapa langkah pengamanan, penelitian dan pemanfaatan secara lestari sebagaimana dikemukakan oleh Alikodra dan Syaukani (2004) yaitu mengamankan (*save it*), mempelajari (*study it*) dan memanfaatkan (*use it*).

Pemerintah Indonesia yang ikut meratifikasi dan menjadi anggota CBD juga telah mengeluarkan peraturan perundang-undangan dalam bidang konservasi

sumberdaya hayati melalui UU no 5 th 1990 tentang KONSERVASI SUMBERDAYA ALAM HAYATI DAN EKOSISTEMNYA. Undang-undang tersebut dilengkapi dengan penetapan peraturan pemerintah yang terkait, yaitu PP no 7 th 1999 tentang PENGAWETAN JENIS TUMBUHAN DAN SATWA serta PP no 8 TH 1999 tentang PEMANFAATAN JENIS TUMBUHAN DAN SATWA LIAR (DEPHUT 2004). Pada Pasal 5 UU no 5 th 1990 Konservasi sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya dilakukan melalui tiga kegiatan (tiga pilar konservasi) yaitu, perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya dan pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya.

Pengawetan jenis dapat dilakukan melalui dua kegiatan, yaitu pengawetan jenis dan ekosistemnya serta pengawetan jenis. Pengawetan jenis dilakukan terhadap jenis yang dilindungi maupun jenis yang tidak dilindungi. Jenis yang dilindungi ditetapkan berdasarkan peraturan pemerintah atas dasar tingkat bahaya kepunahan dan populasi yang jarang. Jenis-jenis yang dilindungi tidak diperkenankan untuk dipelihara dan diperdagangkan. Penetapan jenis-jenis yang dilindungi dapat berubah-ubah sesuai dengan tingkat bahaya kepunahan dan perkembangan kondisi populasi jenis yang bersangkutan. Pengawetan jenis yang dilindungi dan jenis yang tidak dilindungi dapat dilakukan di dalam kawasan konservasi (*in situ*) maupun di luar kawasan (*ex-situ*). Pengelolaan jenis diluar habitatnya (*ex-situ*) juga memiliki keuntungan tersendiri, misalnya di Kebun Raya (Frankel & Soul 1991). Pengawetan jenis terkait dengan pemanfaatan lestari dilakukan dengan cara melakukan penangkaran dan perbanyakan, hasil penangkaran dan perbanyakan dapat dipelihara dan diperdagangkan.

Mengingat besarnya laju kerusakan habitat di Indonesia, konservasi secara *ex-situ*, terutama di Kebun Raya menjadi tindakan yang penting. Konservasi *ex-situ* yang baik perlu dukungan pertimbangan pengetahuan keragaman genetik atau genetika populasi, terutama agar koleksinya memenuhi seluruh genotipe yang mewakili anggota populasi. Hal ini diperlukan untuk menjamin terpeliharanya keragaman genetik yang juga akan diperlukan jika dibutuhkan dalam program reintroduksi ke habitat alaminya (Young *et al.* 2000). Studi genetika populasi juga dapat digunakan untuk meramalkan bagaimana kondisi suatu populasi atau

spesies dapat bertahan ataukah menuju ke arah kepunahan (Frankel & Soul 1991). Studi keragaman genetika populasi dapat pula berperan sebagai landasan dalam usaha domestikasi dan pemuliaan suatu jenis tumbuhan hutan (Brown & Hardner 2000; Finkeldey 2005). Hal ini sesuai dengan strategi konservasi Hoya melalui pemanfaatan secara lestari dengan pengembangan sebagai tanaman hortikultura.

Keragaman populasi biasanya ditentukan pada tingkat jenis atau pada tingkat di bawah jenis. Mengingat banyaknya jumlah jenis Hoya seperti telah dikemukakan sebelumnya dan belum ada yang memiliki data keragaman genetiknya, maka kajian genetika populasi dapat dikerjakan dengan memilih satu jenis terlebih dahulu. Sebagai langkah awal, dipilih jenis yang dapat mewakili persebaran geografis luas, yaitu *Hoya multiflora* Blume, yang memiliki penyebaran dari India hingga Papua.

H. multiflora Blume adalah salah satu jenis Hoya yang berpotensi ekonomi tinggi. Jenis ini memiliki nama daerah kimandjel (Priangan) atau areuy cukankan (Sunda), kompiong (Bali), intalun (Sulut), malacui (Bugis), "the shooting stars" (Inggris) dan "hoya avatar" (perdagangan Internasional). Tumbuhan ini dimanfaatkan sebagai tanaman hias di berbagai negara, baik di negara-negara Eropa, Amerika Serikat, Australia maupun Asia (Hodgkiss 2007). Sebagai tanaman hias, jenis ini cenderung lebih disukai bila dibandingkan dengan jenis Hoya lainnya di Indonesia karena memiliki batang pendek dan tidak merambat, mudah dalam perawatan dan termasuk rajin berbunga. Manfaat lain *H. multiflora* adalah sebagai bahan obat tradisional yaitu untuk sakit perut di India (Ambasta, 1986) dan digunakan sebagai obat rematik atau artritis di Malaysia (Burkill 2002). Kandungan senyawa aktif belum pernah diteliti, namun diharapkan memiliki senyawa sejenis indomethacine, yaitu obat anti nyeri pada penyakit rematik yang belakangan diketahui memiliki efek anti HIV (Bourinbaier & Lee-Huang 1995).

Tumbuhan berupa semak epifit dengan susunan daun bersilang berhadapan, bunga majemuk memayung, perhiasan 5 bagian (Goyder 2008). Persebaran alam Hoya meliputi India, Burma, Thailand, Laos, Vietnam, Malaysia, Indonesia, Brunei, Filipina dan Papua Nugini (Wanntorp *et al.* 2006). Persebaran

altitudinal di Pulau Jawa dari 200 hingga 1200 m di atas permukaan laut (Backer & van der Brink 1965).

Sebagai epifit yang memiliki potensi ekonomi, *H. multiflora* belum dikenal oleh masyarakat umum Indonesia dan belum mendapat perhatian dalam konservasinya. Tumbuhan mengalami tekanan populasi akibat deforestasi yang berlebihan dan eksploitasi di alam. Karena itu perlu tindakan konservasi yang menyeluruh, serta dalam pengelolaannya diperlukan tindakan pengamanan jenis baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*, beserta habitat dan ekosistemnya (Halliburton 2004).

Informasi keragaman genetik suatu populasi sangat berperan dalam pengelolaan konservasi secara *in-situ* maupun *ex-situ* serta dapat menjadi landasan dalam domestikasi (Young *et al.* 2000). Pengetahuan genetika populasi pada *H. multiflora* diharapkan dapat memberikan dasar bagi pengelolaan konservasi secara *in-situ* maupun *ex-situ* serta landasan pemanfaatan secara lestari melalui domestikasi dan pemuliaannya untuk kesejahteraan umat manusia khususnya bangsa Indonesia.

Keragaman genetik suatu populasi mengalami dinamika akibat pengaruh faktor evolusi berupa seleksi alami yang berkaitan dengan adaptasi habitat. Sebagai epifit, *H. multiflora* membutuhkan habitat berupa pepohonan dengan kondisi fisik tertentu. Pengetahuan keragaman genetik suatu populasi terkait dengan habitatnya dapat berguna bagi konservasi maupun proses pembudidayaan.

Pengukuran keragaman genetik suatu populasi dapat dilakukan melalui beberapa cara, diantaranya melalui keragaman fenotipe maupun marka molekuler. Marka DNA-AFLP memiliki keunggulan dalam pendugaan keragaman genetik secara cepat, memiliki resolusi tinggi dan jumlah informasi yang dihasilkan lebih banyak. Hal ini sangat cocok dalam genetika konservasi, karena teknik pendugaan cepat yang dihasilkan AFLP dapat memenuhi informasi penting dan mendasar yang biasanya diperlukan dalam pengambilan keputusan yang mendesak (Mueller & Wolfenbager 1999).

1.2 Kerangka Teoritis

Sebaran populasi tumbuhan secara spasial sangat bergantung pada kesesuaian habitat dan model pemencaran biji (Clobert *et al.* 2004), tak terkecuali bagi Hoya. Populasi Hoya di alam dapat tumbuh dalam struktur populasi yang normal, yakni dalam suatu populasi terdiri atas tumbuhan dewasa yang bereproduksi, remaja, maupun anakan. Namun demikian, dijumpai pula individu Hoya yang hidup terpisah, diduga merupakan sebaran akibat pemencaran biji dari suatu populasi normal. Hal tersebut terjadi pada beberapa jenis Hoya di Kalimantan Tengah (Rahayu 2006a), dan tampaknya juga terjadi pada semua jenis Hoya, mengingat cara pemencaran biji yang sama. Pemencaran biji Hoya dibantu oleh angin (Rahayu 1998) sesuai dengan morfologi biji yang kecil dan ringan serta berambut (koma) (Hoffmann *et al.* 2002). Berdasarkan pengamatan Rahayu dan Sutrisno (2007), 100 biji *H. parasitica* Wall. memiliki berat antara 0.7 – 0.9 gram dan kandungan air sebesar 26 – 30 % pada saat buah pecah. Kandungan air akan menurun secara drastis dalam waktu sehari. Biji Hoya dapat mencapai tempat yang jauh dari induknya sesuai dengan arah dan kecepatan angin pada saat biji tersebut lepas dari buahnya. Pada substrat dan kondisi lingkungan baru yang sesuai, biji Hoya berkembang menjadi semai dan akhirnya menjadi individu dewasa yang dapat membentuk populasi baru.

Hoya adalah tumbuhan epifit atau litofit. Sebagai epifit, Hoya tumbuh menumpang pada pepohonan lain dan sebagai litofit, Hoya tumbuh menumpang pada bebatuan yang mengandung humus. Biji Hoya tidak dapat tumbuh dan berkembang jika berkecambah di tanah (Rahayu 1998). Beberapa jenis Hoya dijumpai berkecambah di sarang semut pada pepohonan (Rahayu 1998). Adanya asosiasi semut dengan beberapa jenis Hoya telah dilaporkan oleh Rintz (1978), Kiew & Anthonysamy (1994), Weissflog *et al.* (1999) dan Rahayu *et al.* (2007a). Selain berkecambah di sarang semut, Hoya juga dapat berkecambah pada bagian perakaran kadaka atau paku sarang burung (*Asplenium* spp.) serta paku-pakuan epifit lainnya. Hal tersebut diduga berhubungan dengan kecukupan hara yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Sebagai epifit, diduga Hoya tidak menunjukkan adanya preferensi khusus terhadap pohon tumpangan. Pengamatan Rahayu *et al.* (2007a) terhadap *H. diversifolia* yang tumbuh spontan

di Kebun Raya Bogor tidak menunjukkan preferensi khusus terhadap jenis pohon tumpangan. Ketinggian tempat dari permukaan tanah minimal bisa kurang dari 1 meter hingga daerah tajuk. Habitat Hoya di alam lebih terkonsentrasi pada lokasi-lokasi yang memiliki tingkat kelembaban tinggi seperti di pinggiran sungai, danau, pantai serta mendapatkan cukup sinar matahari dan aerasi udara/aliran angin yang baik (Rintz 1980). Tempat dengan kelembaban tinggi dibutuhkan untuk mendukung habitat epifit yang rawan air, sinar matahari yang cukup diperlukan untuk fotosintesis dan pembungaan, serta aliran angin yang baik berhubungan dengan penyebaran biji.

Struktur genetik populasi tumbuhan dipengaruhi oleh faktor-faktor evolusi meliputi seleksi alami berkaitan dengan adaptasi habitat, ada atau tidaknya mutasi genetik dan mutasi serta migrasi gen/alel ke populasi lain melalui polen (Finkeldey & Hattamer 2007). Karenanya, sistem penyerbukan turut berperan dalam menentukan struktur genetik suatu populasi tumbuhan. Menurut pengamatan pribadi, individu Hoya yang terpisah dari kelompok secara spasial dapat mencapai stadia berbunga dan berbuah/berbiji, tetapi membutuhkan jumlah bunga tertentu yang mencukupi berkaitan dengan tingkat intensitas aroma untuk bisa menarik serangga penyerbuk.

Menurut teori yang dikemukakan beberapa ahli termasuk Endress (1994), penyerbukan Hoya memerlukan bantuan serangga berdasarkan struktur bunganya yang kompleks. Putik dan benang sari pada bunga Hoya menyatu dalam badan yang disebut *gynostegium*, dan serbuk sari memadat membentuk polinia (*pollinia*). *Gynostegium* berbentuk tabung, terletak di bagian tengah bunga di dalam lingkaran korona (mahkota tambahan). Setiap kuntum bunga memiliki lima pasang polinia yang terletak di pinggir kepala *gynostegium*, sementara bagian reseptif putik terletak di bagian tengah kepala *gynostegium*. Setiap pasang polinia dihubungkan oleh sebuah *translator* yang melekat pada lima sudut luar kepala *gynostegium*. Setiap translator memiliki sepasang *caudicle*. Pada bagian ujung *caudicle* terdapat *corpusculum*, tempat melekatnya butir polinia. Posisi demikian tidak memungkinkan lepasnya polinia tanpa ada kekuatan luar. Hal ini dilengkapi dengan struktur sayap (*anther wing*)

Menurut teori yang dikemukakan Liede (1996a), penyerbukan pada bunga suku *Asclepiadaceae* dibantu oleh serangga melalui struktur penting yaitu *anther wing*. *Anther wing* terletak pada bagian luar *gynostegium*, tepat setelah translator. Struktur *anther wing* berbentuk semacam parit yang ditutupi oleh selaput (disebut sayap), merupakan jebakan bagi anggota tubuh serangga, apakah itu kaki, proboscis, atau rambut yang kaku. Jebakan tersebut akan mengarahkan anggota badan serangga tersebut menuju *corpusculum* dan serangga dapat meninggalkan bunga hanya setelah melepaskan polinia dari *corpusculum*. Jika serangga tidak cukup kuat untuk melepaskan polinia dari *corpusculum*, serangga tersebut akan tetap terperangkap dan mati di situ.

Peluang penyerbukan silang (*cross pollination*) pada *Hoya* diperkirakan lebih tinggi jika dibandingkan dengan menyerbuk sendiri (*self pollination*). Berdasarkan pengamatan pribadi (belum dipublikasikan) dijumpai polinia *Hoya* pada tungkai sejenis lebah *Vespidae* yang tertangkap setelah hinggap pada bunga *H. callistophylla*. Ketergantungan pada serangga penyerbuk memungkinkan terjadinya transfer gen melalui transfer polinia ke individu lain, populasi lain, bahkan mungkin ke jenis lain menjadi lebih besar.

1.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tindakan konservasi suatu tumbuhan, baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*, apalagi dalam rangka pemanfaatan dan pengembangan sebagai tanaman budidaya, sangat membutuhkan beberapa informasi awal yang berkaitan dengan tumbuhan tersebut. Informasi berupa faktor-faktor tempat tumbuh (habitat) dan keragaman genetik populasi merupakan informasi mendasar yang perlu diketahui untuk tujuan tersebut. Bagian terpenting dari studi variasi genetik adalah ada atau tidaknya perbedaan komposisi genotipe yang merupakan hasil perubahan evolusi informasi genetik individu yang terjadi secara kolektif di antara anggota populasi melalui reproduksi seksual dari generasi ke generasi.

Perubahan struktur genotipe dalam suatu populasi juga dapat terjadi oleh sebab lain, misalnya akibat gangguan yang menyebabkan penurunan ukuran populasi yang drastis hingga ke kondisi *bottleneck* yang dapat menyebabkan hanyutan genetik (*genetic drift*), adanya migrasi individu, maupun mutasi.

Perubahan struktur genotipe juga dapat terjadi melalui cara seleksi kemampuan bertahan hidup dan fitness (kemampuan menghasilkan keturunan) akibat adaptasinya dengan habitat tertentu.

Struktur genotipe suatu populasi, selain dapat dilihat langsung menggunakan analisis marka molekuler seperti isozim dan DNA, juga dapat dipelajari melalui marka morfologi yang merupakan ekspresi dari keragaman genotipenya. Ekspresi genotipe berupa karakter morfologi terutama untuk karakter kuantitatif, biasanya dipengaruhi faktor lingkungan. Akan tetapi, karakter morfologi kualitatif tertentu dapat dianggap sebagai cerminan kondisi genotipenya.

Oleh karena itu, permasalahan mendasar yang ingin dipecahkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana persebaran populasi dan keragaman habitat *H. multiflora* di TNGGP dan Sukamantri TNGHS.
2. Bagaimana struktur genetika populasi *H. multiflora* berdasarkan perbedaan habitat.
3. Adakah hubungan antara perbedaan faktor tempat tumbuh (habitat) dengan keragaman genetika populasi (menggunakan penanda AFLP) dan karakter morfologi.

1.4 Kerangka Pemikiran

Strategi konservasi biodiversitas meliputi tiga hal mendasar yang saling terkait satu sama lain, yaitu tindakan mengamankan, mempelajari dan memanfaatkan secara lestari. Hal tersebut tidak terlepas dari pengelolaan konservasi *in-situ* maupun *ex-situ*. Hoya yang merupakan tumbuhan epifit dan berpotensi ekonomi, mengalami ancaman gangguan akibat deforestasi yang dapat menimbulkan penyusutan populasi menuju ke kepunahan. Pengelolaan secara *in-situ* maupun *ex-situ* dalam rangka penyelamatan serta landasan ke arah pemanfaatan yang lestari membutuhkan studi mengenai struktur genetika populasi. Struktur genetika populasi Hoya dapat dipelajari dari satu jenis contoh, yaitu *H. multiflora*. Jenis ini memiliki persebaran dari India hingga Papua pada ketinggian 50 hingga 1200 m dpl. Suatu studi terhadap populasi contoh yang

berada di dalam kawasan konservasi berupa Taman Nasional diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai sebaran, keragaman habitat dan keragaman genetiknya. Penelitian ini melakukan pendugaan struktur genetika populasi *H. multiflora* di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) dan Sukamantri Gunung Salak Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) berdasarkan sebaran spasial, keragaman habitat dan keragaman genetik dalam dan antar populasi melalui marka morfologi dan DNA AFLP. Kerangka pemikiran disajikan dalam Gambar 1.1.

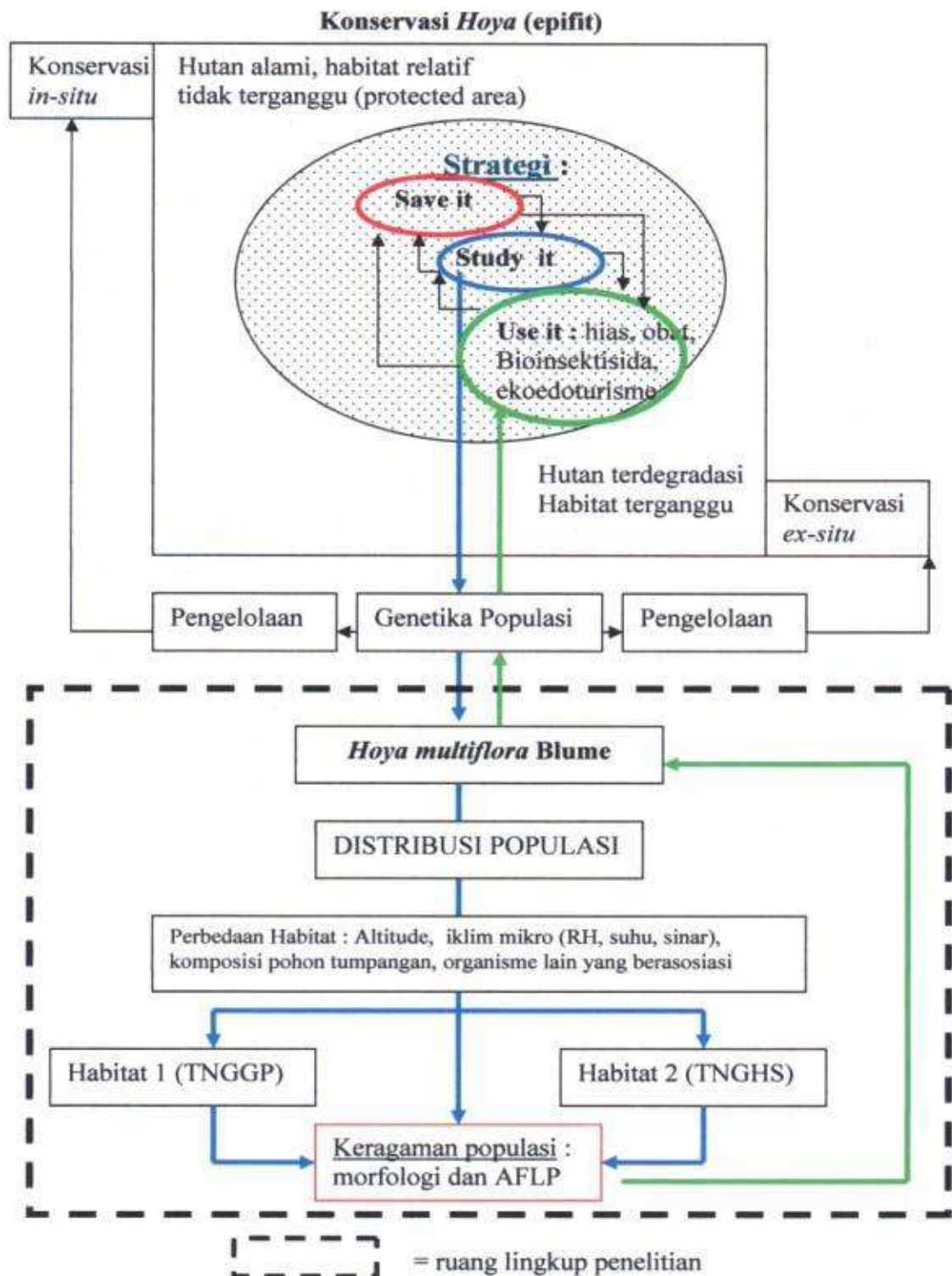
1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah mengkaji persebaran populasi, keragaman habitat dan keragaman genetik *H. multiflora* terkait dengan konservasi tumbuhan ini dalam kerangka pengamanan, penelitian dan pemanfaatan secara lestari. Tujuan umum tersebut dapat dicapai melalui penelitian terkait pada suatu populasi contoh yang terdapat di wilayah TNGGP dan Sukamantri TNGHS sebagai berikut:

- a. Persebaran populasi dan keragaman habitat *H. multiflora* di TNGGP dan Sukamantri TNGHS
- b. Keragaman genetika populasi *H. multiflora* pada berbagai habitat menggunakan marka molekuler AFLP dan karakter morfologi

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi pengelolaan konservasi dan pengembangan *H. multiflora* dalam rangka pemanfaatan secara lestari secara bertahap. Data maupun simpulan dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi institusi-institusi yang berwenang dalam pengelolaan konservasi, baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*, para peneliti, pemulia, praktisi hortikultura dan masyarakat.



Gambar 1.1 Skema kerangka pemikiran dan alur penelitian (dalam garis putus-putus).

Data mengenai persebaran, keragaman habitat serta keragaman dan struktur genetik *H. multiflora* dapat digunakan sebagai landasan dalam pengelolaan konservasi, baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*. Pengembangan dalam rangka pemanfaatan secara lestari terhadap *H. multiflora* dapat diarahkan menjadi tanaman hias dan sumber bahan obat. Untuk itu diperlukan proses seleksi dan pembudidayaan sesuai dengan arah komoditi yang dikehendaki. Data keragaman genetik yang dipadukan dengan data keragaman morfologi dan keragaman habitat dapat dijadikan pedoman dalam usaha pengembangan dan pemuliaan sebagai tanaman hortikultura (hias dan obat).

1.7 Novelty

Hingga saat ini, hasil-hasil penelitian mengenai Hoya paling banyak dalam bidang taksonomi dan sistematika, di susul bidang ekofisiologi dan hortikultura. Penelitian keragaman genetik berupa keragaman kariotipe kromosom dilakukan oleh peneliti Jepang. Data ekologi Hoya biasanya disajikan secara deskriptif terkait penelitian taksonomi dan keanekaragaman jenis. Penelitian ini merupakan penelitian yang menggabungkan data ekologi dan keragaman genetika populasi pada tumbuhan *H. multiflora*. Pengetahuan mengenai persebaran, keragaman habitat, keragaman morfologi dan genetik *H. multiflora* di TNGGP dan Sukamantri TNGHS yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan sumbangan baru bagi ilmu pengetahuan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

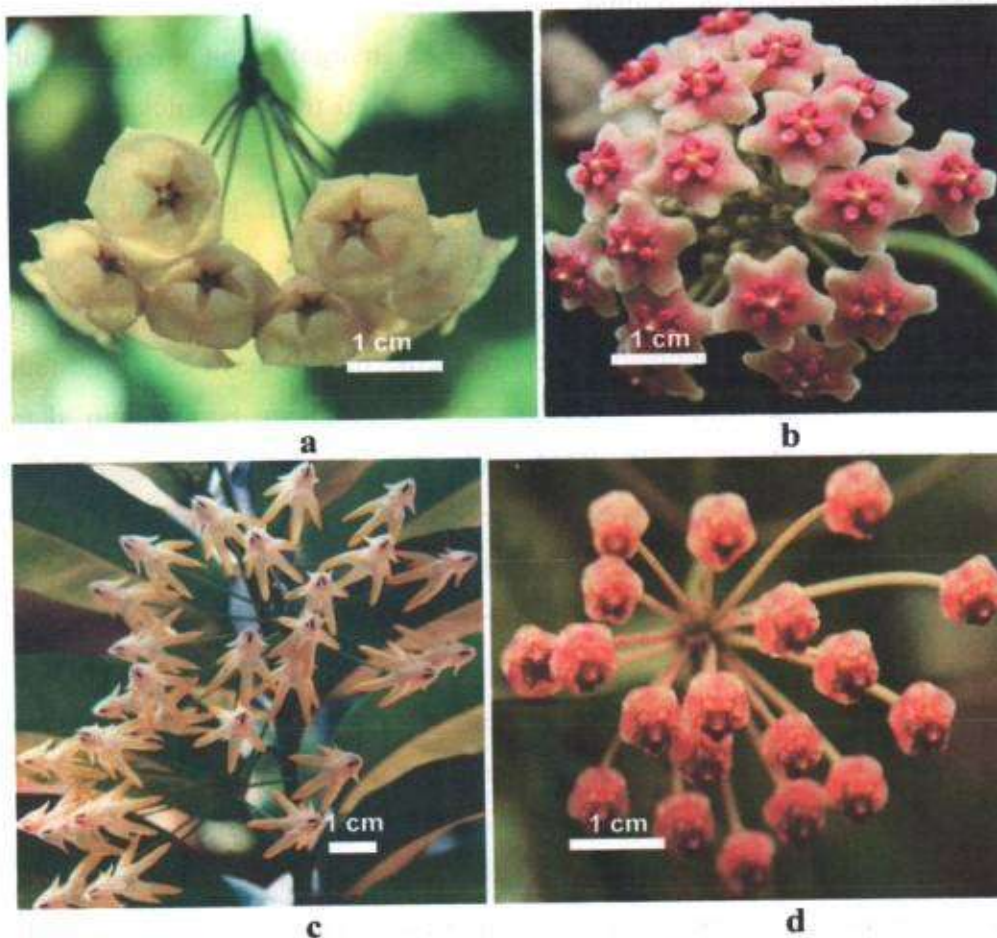
2.1 Biologi Hoya

Taksonomi dan Filogeni. Marga *Hoya* merupakan salah satu dari 499 marga yang terdapat dalam suku *Asclepiadaceae*, anak suku *Asclepiadoideae*, puak *Marsdenieae* (Liede & Albers 1994). Pendapat terbaru memasukkan kembali suku *Asclepiadaceae sensu stricto* ke dalam suku *Apocynaceae sensu lato* berdasarkan tingkat kesamaan penanda molekuler yaitu gen chloroplas *rbcL* (Endress & Stevens 2001). Namun pendapat ini masih belum diterima secara luas, dan para ahli yang bekerja dengan *Asclepiadaceae* lebih cenderung menggunakan *Asclepiadaceae* sebagai suku secara terpisah dari *Apocynaceae* karena perbedaan karakter yang jelas, terutama pada korona dan struktur reproduksi (*gynostegium*) dan polinia.

Klasifikasi pada tingkat seksi (dibawah marga) yang menunjukkan kekerabatan antar jenis berdasarkan karakter morfologi telah dikemukakan oleh Hooker (1885) berdasarkan jenis *Hoya* yang terdapat di India menjadi 4 seksi dan Schlechter (1914) berdasarkan jenis di Papua menjadi 5 seksi. Kebanyakan yang dipakai adalah pembagaian seksi menurut Schlechter. Pengelompokan berdasarkan morfologi pada *Hoya* Sumatera secara komputasi (program Phyllip) juga cenderung mengikuti pembagian menurut Schlechter (Rahayu 2001a). Studi filogeni dalam marga dengan beberapa kerabat dekatnya berdasarkan data molekuler *atpB*, *rbcL* dan *ITS* DNA inti oleh Wanntorp *et al.* (2006), menunjukkan dukungan pembagian seksi menurut morfologi terutama untuk seksi *Acanthostemma* dan *Oriostemma*. Masing-masing anggota jenis yang terdapat dalam kelompok sukulen identik dengan pengelompokan menurut Schlechter (1914).

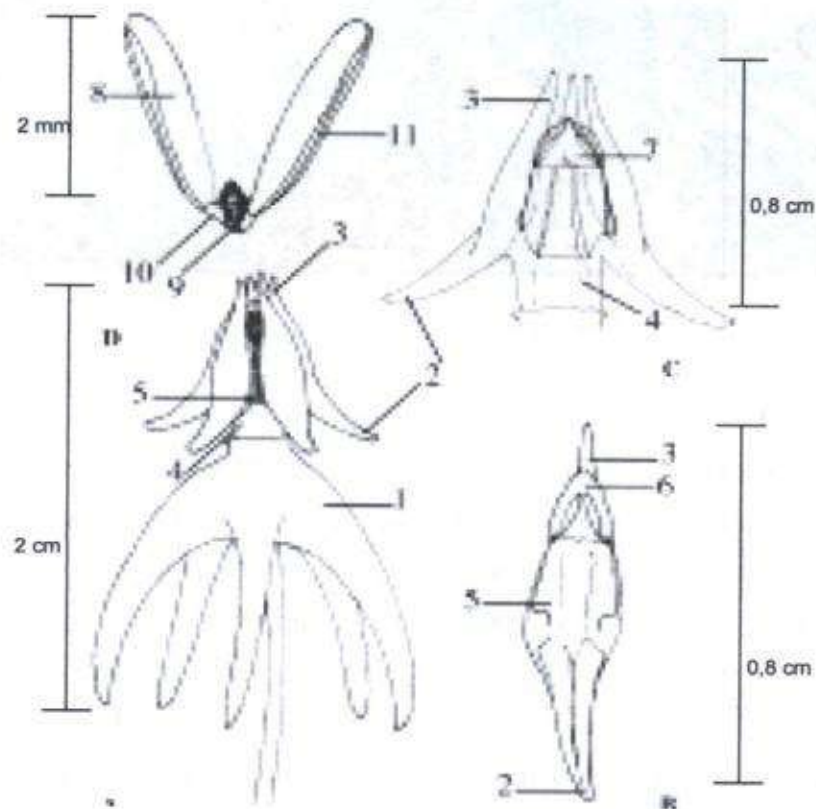
Sekitar 400-500 jenis *Hoya* telah dipublikasikan, tetapi diperkirakan hanya terdapat 150-200 nama yang valid (Goyder 2008). Hingga sekarang belum terdapat revisi yang lengkap dari marga ini, terutama karena tingkat kesulitan identifikasi dari herbarium kering yang juga diakui oleh Hooker (1885). Revisi baru dilakukan per lokasi seperti yang dilakukan oleh Rintz (1978) pada *Hoya* di Semenanjung Malaysia dan oleh Forster dan Liddle (1992) terhadap spesies *Hoya* di daerah Papuasia.

Morfologi. Hoya merupakan tumbuhan epifit atau litofit yang merambat atau semak yang menempel. Batang Hoya umumnya kecil dengan diameter antara 2-8 mm. Terdapat jenis berbatang pendek (*determinate*) serta jenis berbatang panjang (*indeterminate*). Tumbuhan ini pada umumnya bergetah putih. Daun bersilang berhadapan, berlapis lilin pada permukaannya, bentuk bervariasi dan tidak konsisten. Menurut Rintz (1980) terdapat tiga tipe daun Hoya yaitu *chartaceus*, *coriaceus* dan sukulen. Bunganya merupakan bunga majemuk yang tersusun dalam tandan berbentuk payung (umbel/*umbl*). Tandan muncul di antara dua tangkai daun (*interpetioler*). Terdapat variasi cara mekar mahkota yaitu menggenta, mendatar, membalik atau menggulung dengan variasi warna dan permukaan yang berbeda-beda (Gambar 2.1).



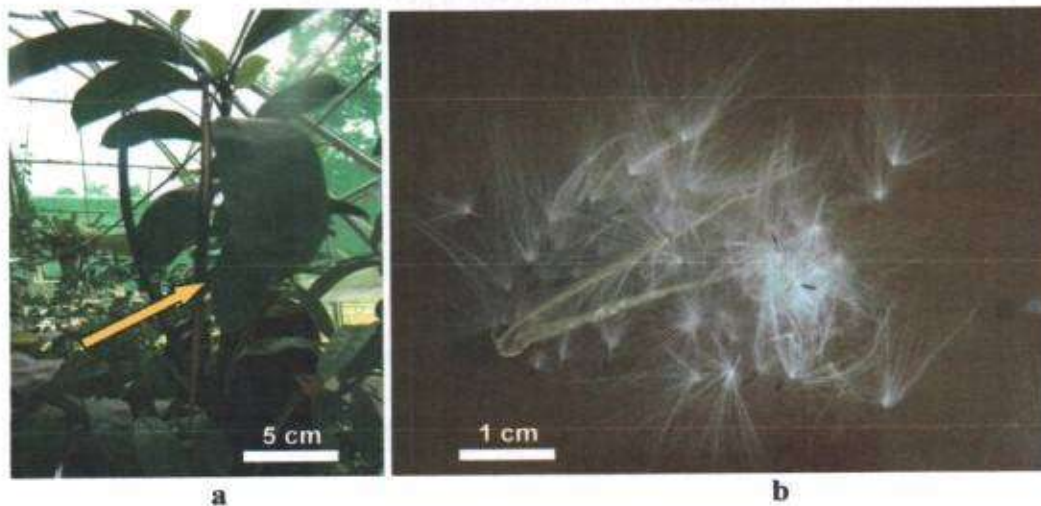
Gambar 2.1 Berbagai variasi bentuk mekar bunga Hoya: a. *H. campanulata* Blume, b. *H. diversifolia* Blume, c. *H. multiflora* Blume, d. *H. bilobata* Schlechter.

Perangkat benang sari dan putik menyatu dalam badan yang disebut *gynostegium*, dengan benang sari memadat membentuk polinia. Setiap kepala putik dari *gynostegium* yang berbentuk segi lima memiliki 5 pasang polinia yang setiap pasang terletak pada setiap sudut. Setiap polinia memiliki tangkai yang disebut kaudikel dan setiap pasang melekat pada korpuskulum. Lima buah korpuskulum menempel pada lima sudut kepala putik pada *gynostegium*. Adapun skema bunga Hoya dengan perwakilan bunga *H. multiflora* disajikan pada Gambar 2.2. Pada umumnya polinia memiliki ukuran antara 1,4 – 2 mm (Rintz 1978).



Gambar 2.2 Skema bunga *H. multiflora* (A) Bunga tampak samping (B) daun korona dan letak anther dilihat dari dalam (C) Korona dan *gynostegium* tampak samping (dua anther dibuang) (D) Polinia. 1, mahkota; 2, korona bagian luar; 3, korona bagian dalam; 4, column; 5, anther wing; 6, anther appendix; 7, kepala putik; 8, polinia; 9, translator; 10, caudicle; 11, pinggiran pilinia. Digambar oleh H-E. Wanntorp (Wanntorp et al., 2006).

Buah Hoya berupa buah bumbung (folikel) (Gambar 2.3.a) dengan variasi kulit halus atau keriput. Panjang buah antara 5 -30 cm dengan diameter antara 3 mm – 6 cm. Biji (Gambar 2.3.b) kecil (1-2 mm) dan ringan serta berambut halus (*coma*) pada hilumnya. Bentuk pipih (*ecomose*) atau bersegi (*comose*) (Backer & van der Brink 1965).



Gambar 2.3 Contoh buah dan biji *H. multiflora*: a. Buah bumbung dan b. Biji.

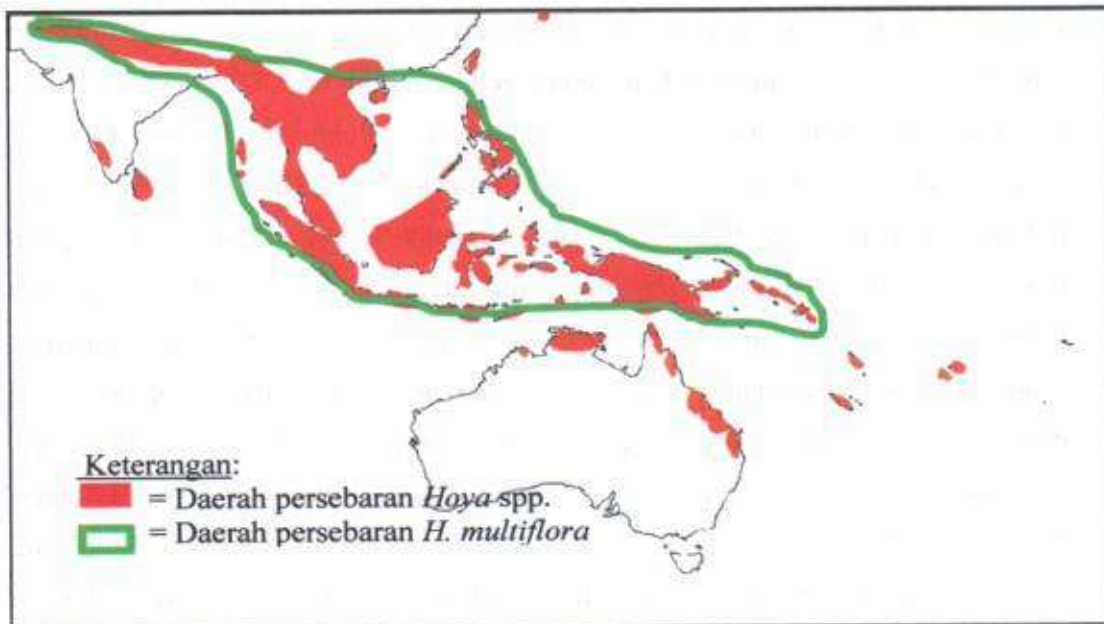
Fisiologi. Fotosintesis adalah salah satu proses metabolisme yang terpenting bagi tumbuhan. Pertumbuhan dan perkembangan bergantung pada hasil fotosintesis. Laju fotosintesis berbagai jenis tumbuhan berbeda bergantung pada habitatnya (Salisbury & Ross 1992). Tumbuhan yang hidup pada habitat rawan air pada umumnya memiliki cara fotosintesis CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) (Ting 1985), yang biasanya dicirikan dengan morfologi daun sukulen. Hoya merupakan tumbuhan epifit yang habitatnya rawan air dan kebanyakan jenisnya memiliki ciri daun sukulen. *H. carnosa* R.Br. merupakan contoh berdaun sukulen dengan cara fotosintesis CAM (Nelson *et al.* 2005). *H. australis* merupakan kelompok bukan sukulen dan memiliki cara fotosintesis CAM (Lieth & Werger 1992). *H. multiflora* merupakan contoh kelompok bukan sukulen (Rahayu 2001a) dan belum diketahui cara fotosintesisnya.

Penelitian Yusnaeni (2002) yang menggunakan beberapa jenis Hoya berdaun sukulen menunjukkan kecenderungan fotosintesis CAM pada jenis-jenis Hoya yang diteliti. Pada kondisi tanpa naungan dengan penyiraman setiap

minggu, tanaman cenderung menggunakan cara fotosintesis CAM penuh, sedangkan pada kondisi naungan 75 % dengan penyiraman setiap hari dan setiap minggu, fotosintesis tanaman beradaptasi cenderung ke arah C3 (*CAM cycling*). *CAM cycling* adalah cara fotosintesis CAM dengan fluktuasi asam organik yang tidak terlalu besar, tetapi dengan sedikit atau bahkan tidak ada asimilasi CO₂ nokturnal (Cushman & Bohnert 1999). Tanaman *CAM cycling* secara tipikal tumbuh pada kondisi suplai air yang baik. Menurut Dodd *et al.* (2002), cara fotosintesis CAM merupakan bentuk ekspresi plastisitas metabolisme tumbuhan. Sifat plastisitas merupakan salah satu bentuk kemampuan adaptasi yang menunjukkan tingkat keragaman genetik yang cukup tinggi. Plastisitas fotosintesis pada tumbuhan CAM biasanya juga diikuti dengan plastisitas morfologi. Plastisitas morfologi daun beberapa jenis *Hoya* asal Sumatera, terutama pada kelompok sukulen, dikemukakan Rahayu (2001a) terkait dengan perbedaan lingkungan tempat tumbuh.

Pertumbuhan dan perkembangan *Hoya* selain bergantung pada hasil fotosintesis juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Hasil pengamatan Rahayu *et al.* (2007a) menunjukkan bahwa inisiasi pembungaan pada *H. lacunosa* yang tumbuh spontan di Kebun Raya Bogor dipicu oleh fluktuasi suhu maksimum-minimum. Sedangkan menurut penelitian Ardie (2006), faktor pembungaan pada *H. diversifolia* dipengaruhi oleh faktor endogen yaitu peningkatan gula pereduksi. Pemberian gibberelin berpotensi dapat meningkatkan konsentrasi gula pereduksi. Penghambatan sintesis gibberelin melalui penggunaan packlobutrazol terbukti menghambat pembungaan *H. diversifolia* (Aini 1998; Indriyani 1999).

Sebaran dan Ekologi. Tumbuhan *Hoya* terdapat secara alami di daerah Asia Tenggara dan sekitarnya, mulai dari Sri Lanka, India (Himalaya), hingga Cina dan Jepang Selatan, Indocina dan kawasan Malesia, Kepulauan Fiji dan Kepulauan Samoa, daerah Tropis Australia (Gambar 2.4.).



Gambar 2.4 Daerah asal dan persebaran *Hoya* spp. (Wanntorp L. et al, 2006).

Hoya dapat tumbuh di daerah pantai hingga ketinggian 2000 m dari permukaan laut (dpl), akan tetapi keragaman jenis tertinggi biasanya dijumpai di daerah dataran rendah yang cenderung bersuhu hangat. Hanya beberapa jenis *Hoya* yang diketahui tumbuh di daerah dataran tinggi, di atas 1000 m dpl (Rintz 1980). Habitat yang disukai terutama pada lokasi dengan kelembaban tinggi dan cukup mendapatkan sinar matahari (Rintz 1980), seperti daerah pinggiran sungai, pinggir pantai, rawa dan danau (Rahayu 1999).

Sebagai epifit, *Hoya* cenderung membutuhkan naungan atau di sebut sebagai tumbuhan toleran terhadap naungan (*shade plant*). Namun demikian, beberapa jenis *Hoya* beradaptasi pada daerah panas dan lebih menyukai posisi pada lapisan atas tajuk pohon tumpangannya. Contoh jenis *Hoya* yang adaptif terhadap kondisi panas yaitu *H. diversifolia* Blume yang di duga termasuk tumbuhan pioner dalam suksesi vegetasi Pulau Krakatau paska letusan (Partomiharjo et al. 2004). *H. diversifolia* memiliki daun sukulen. *Hoya* berdaun sukulen diketahui memiliki sifat plastisitas morfologi daun (Rahayu 2001a). Sifat plastisitas merupakan ekspresi fenotipe yang berbeda dari genotipe yang sama

pada lingkungan yang berbeda. Menurut Bradshaw (1965), sifat plastisitas berasal dari perubahan fisiologi yang diikuti perubahan morfologi maupun tidak diikuti perubahan morfologi, sehingga memudahkan daya adaptasi yang luas bagi jenis atau individu yang bersangkutan (Prince 2006; Prince *et al.* 2003).

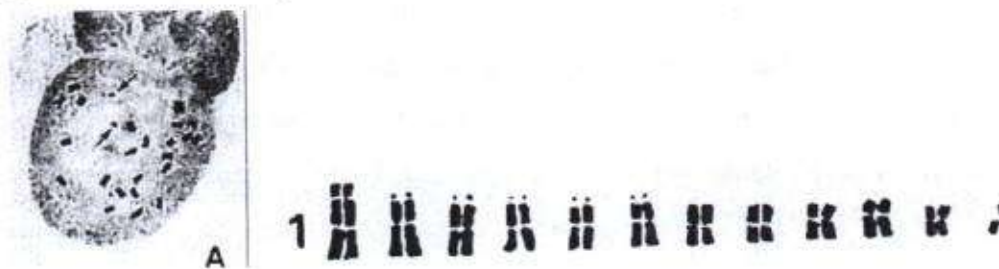
Asosiasi serangga. Beberapa jenis *Hoya* memiliki asosiasi dengan semut dalam pemencarannya di alam (Kleijn & Donkelaar 2001; Kiew & Anthonysamy 1996; Rintz 1978; dan pengamatan pribadi). Selain asosiasi dengan semut, beberapa jenis serangga juga diperlukan dalam penyerbukan *Hoya*. Rintz (1980) dan Endress (1994) menduga ngengat (*Lepidoptera: Noctuidae*) dan atau ngengat elang (*Lepidoptera: Sphingidae*) sebagai penyerbuk *Hoya*, sedang Forster (1992) menemukan bahwa *skippers* (*Ocybadistes alkeri* Sotis) (*Lepidoptera: Hesperidae*) merupakan penyerbuk *H. australis* Trail ex. Wall. Berdasarkan pengamatan pribadi, beberapa jenis serangga dari kelompok lebah (*Hymenoptera: Vespidae*) juga hinggap pada bunga *Hoya* mekar dan pada kakinya menempel polinia.

Sebaran Polen dan Biji. Menurut teori yang dikemukakan Rintz (1980) berdasarkan morfologi bunganya, *Hoya* termasuk tumbuhan yang penyerbukannya tidak dapat dilakukan secara otomatis (*cleistogamy*) maupun oleh angin (karena polen berbentuk polinia), dan memerlukan bantuan serangga penyerbuk. Konsekuensinya, polen dari satu individu bunga dapat berpindah ke bunga lain dalam individu yang sama atau individu yang berbeda di dalam populasi, atau bahkan populasi (meta populasi) lain. Jika jarak antar populasi *Hoya* menurut ruang melebihi jangkauan jarak terbang serangga penyerbuknya, maka proses perpindahan polen atau kawin acak hanya terdapat dalam populasi yang terdapat dalam ruang yang sama. Namun jika jarak jangkauan terbang serangga penyerbuk tersebut dapat melampaui populasi menurut ruang lain, maka secara genetik, kedua populasi secara ruang tersebut tampak terpisah, disebut sebagai satu populasi yang sama (Finkeldey & Hattemer 2007).

Pemencaran biji *Hoya* secara alami dibantu oleh angin, menyesuaikan dengan bentuk buah bumbung dan biji yang kecil dan ringan serta plasenta berupa rambut. Jangkauan pemencaran oleh angin bisa mencapai jarak jauh, bergantung pada berat biji serta arah dan kecepatan angin pada saat buah pecah. Hal ini akan

memberikan peluang yang besar bagi terbentuknya populasi baru (migrasi). Selain oleh angin, pemencaran biji Hoya juga dibantu oleh semut yang biasanya mengumpulkan biji Hoya ke dalam sarang di lubang-lubang pepohonan (Rahayu 1998).

Kromosom. Hoya memiliki jumlah kromosom dasar $x = 11$, $2n = 22$ (Sreedevi dan Namboodiri 1977). Pada umumnya Hoya merupakan tumbuhan diploid. Namun demikian Nakamura dan Yuasa (1978) menemukan kromosom tetraploid (jumlah kromosom=44) pada *H. carnosa variegata* (terbudidaya). Satu populasi *H. carnosa* triploid (jumlah kromosom = 33) alami ditemukan di Pulau Amami-Oshima di Jepang sebagai batas terluar persebaran Hoya (Nakamura 1991). Berdasarkan kariotipenya, ukuran kromosom Hoya termasuk kecil, antara $0,4 \mu\text{m}$ dan $2,3 \mu\text{m}$ (Nakamura & Yuasa 1980; Nakamura 1992; Nakamura 1993). Pada kelompok kromosom ber lengan panjang sering dijumpai adanya *trabant* (sentromer sekunder). Selain itu juga sering dijumpai adanya kromosom B. Menurut Darlington (1963), kromosom B merupakan kromosom tambahan dengan jumlah tidak pasti serta tidak mempunyai sentromer. Kromosom B diduga turut mendorong tingkat variabilitas dan adaptivitas jenis. Kromosom B terlibat dalam *gen silencing*, heterokromatisasi, akumulasi transposon dan DNA repetitif (Camacho *et al.* 2000).



Gambar 2.5 Contoh kariotipe kromosom Hoya yang menunjukkan adanya kromosom B (tanda panah) (Nakamura 1992).

Etnobotani. Pada umumnya, Hoya dimanfaatkan oleh penduduk asli sebagai bahan obat, sedangkan pemanfaatan sebagai tanaman hias dikembangkan oleh penduduk Eropa yang mengimpor tumbuhan ini pada masa kolonialisme (abad 18), kemudian menular ke Amerika Serikat (abad 19). Pemanfaatan Hoya sebagai bahan makanan dikemukakan oleh Heyne (1979), yaitu penggunaan pucuk *H. sussuella* (bunga palita) di Maluku sebagai sayuran.

Pemanfaatan berbagai jenis Hoya sebagai bahan obat meliputi daerah persebaran alami Hoya, dari India, Indocina, Cina, Malesia, Polinesia dan Australia Tropis (Aborigin). Keragaman pemanfaatannya sebagai obat berdasarkan jenis dan geografi telah dirangkum oleh Zachos (1998) berdasarkan studi literatur. Pemanfaatan Hoya sebagai obat bervariasi dari penggunaannya sebagai obat luka iris maupun luka bakar, pembengkakan, bisul, memar, beberapa jenis penyakit kulit yang disebabkan mikroorganisme (kudis, dll), gigitan serangga dan ikan beracun, sakit perut dan pencernaan, batuk, asma, dan penyakit paru-paru, TBC, rematik atau penyakit pertulangan/sendi, penyakit kelamin, *encephalitis*, *elephantiasis*, hingga tonik pada ibu yang baru saja melahirkan (Zachos, 1998). Pemanfaatan Hoya untuk obat di Indonesia juga beragam tergantung jenisnya, dari mulai untuk obat sakit perut, obat batuk, obat sakit gigi, penyakit kelamin, sakit kulit, hingga obat anti racun (Heyne, 1979; wawancara langsung dengan penduduk, belum dipublikasikan).

Pemanfaatan Hoya sebagai obat secara modern telah dikembangkan antara lain di Jerman, yaitu dengan memanfaatkan tinktur daun segar *H. carnosa* dalam alkohol 80 %, yang dapat digunakan untuk mengganti penggunaan insulin hingga 50 % pada penderita *diabetes melitus* (Burton, 1997). Tinctur yang dikeluarkan oleh Perusahaan Farmasi Staufen di Gottingen tersebut dijual bebas, umumnya digunakan untuk pengobatan abses dan bisul yang diaplikasikan secara eksternal. Secara tradisional, *H. carnosa* digunakan oleh penduduk Cina sebagai bahan obat *Encephalitis* dan *Orchitis* (pembengkakan pada testis) (Sulit, 1934), sedangkan di Vietnam digunakan sebagai obat *Pyoderma* (pembengkakan kulit yang disebabkan mikroorganisme, semisal bisul, dll) dengan cara menempelkan daun yang dihaluskan (Petelot, 1953).

Penelitian-penelitian bahan kimia dari berbagai jenis Hoya antara lain dilakukan di Universitas Farmasi di Tokyo, Jepang untuk senyawa utama (Nakamura, 1995), di Universitas Utrech, Belanda untuk kandungan pentasiklik triterpen dan *seco*-triterpen (Baas, 1982) dan kandungan alkaloid di Universitas Melbourne, Australia (Collins, 1990). Penggunaan sebagai obat luka diyakini karena getahnya memiliki kekuatan untuk menyatukan jaringan yang terluka (Burkill, 2002). Studi tahun 1946 di Universitas Queensland Australia

menemukan bahwa *H. australis* memiliki kandungan kardiak glukosida yang sangat kuat. Sementara *H. carnosa* mengandung gugus sterol glukosida hoyin, yang mirip dengan condurangin, yaitu suatu zat glukosida berwarna kuning, pahit dan beracun yang diperoleh dari kulit kering tumbuhan *Marsdenia cundurango* (*Asclepiadaceae*) (Webb, 1948). Analisis kandungan alkaloid beberapa jenis Hoya dalam rangka eksplorasi senyawa antitumor pernah dilakukan, tetapi memiliki hasil negatif.

Selain sebagai bahan obat, Hoya juga memiliki potensi yang tinggi sebagai bahan insektisida alami. Penduduk suku Dayak di Kalimantan telah memanfaatkan daun *Hoya latifolia* G. Don. sebagai *insect repellent* (pengusir ulat) pada penanaman padi gogo di ladang (Rahayu, 2006a). Penelitian eksploratif (Cahyadi 2005; Kusumawati 2005; Mukharam 2005; Rustandi 2005) menunjukkan beberapa jenis Hoya juga memiliki potensi sebagai bahan insektisida hayati yang efektif bagi pemberantasan pradewasa nyamuk vektor demam berdarah *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus*.

Sejarah Pembudidayaan. Hoya pertama yang dikenal dalam budidaya adalah *Hoya carnosa* R.Br. Nama Hoya berasal dari Thomas Hoy, seorang hortikultoris di Puri Duke of Northumberland. Tumbuhan ini secara alami terdapat di darah Cina Selatan dan Jepang Selatan. Di duga, tumbuhan ini diekspor ke Eropa (Inggris) pada masa pemerintahan raja George III bersamaan dengan 7000 jenis tumbuhan lain pada tahun 1789. Menurut Darlington (1963), kebanyakan tumbuhan tersebut belum diketahui namanya dan ditanam sebagai tanaman hias di taman-taman kerajaan atau puri bangsawan atau mengisi kebun-kebun universitas yang merupakan cikal bakal Kebun Raya di Eropa. Selanjutnya, pada masa kolonialisme oleh bangsa Eropa di beberapa negara Asia (India, Indonesia, Papua Nugini), berbagai jenis Hoya telah dikembangkan sebagai tanaman hias di Eropa terutama oleh perusahaan "*Exeter and Chelsea Exotic Nurseries*" milik Mr. Veitch dan Kebun Raya Kew di Inggris. Profil dari berbagai jenis Hoya tersebut dimuat secara berkala di beberapa edisi *Curti's Botanical Magazine* terbitan Kebun Raya Kew periode 1850an-1860an (Hooker & Oxon, 1852, 1856, 1857, 1859, 1861, 1862).

Saat ini telah dikenal banyak kultivar Hoya terutama jenis yang berdaun variegata seperti *H. carnosa variegata*, *H. bella variegata*, *H. kerii variegata*, *H. latifolia variegata*, *H. multiflora variegata*. Kultivar yang memiliki variasi pada bunga kebanyakan berasal dari *H. carnosa* dengan variasi warna ungu muda (aslinya putih) dan ungu tua. Beberapa hibrid hasil kawin silang juga telah dihasilkan seperti *Hoya golden eye* yang merupakan hasil kawin silang buatan dari induk *H. incrassata* dengan *H. vitellinoides*.

Perbanyakan dan Pemeliharaan. Secara alami, Hoya memperbanyak diri dengan biji. Dalam budidaya, Hoya dapat diperbanyak menggunakan stek batang. Beberapa literatur menyebutkan penggunaan stek daun, tetapi dari hasil percobaan sendiri menunjukkan bahwa stek daun dapat berakar, tetapi tidak dapat bertunas hingga umur 5 tahun. Media yang umum digunakan adalah media yang porous, terutama berasal dari bahan organik (Rintz 1980), seperti campuran cacahan batang pakis atau batang pohon lain, arang dan sabut kelapa. Sebagai tanaman hias, Hoya dapat ditanam dalam pot gantung, pot yang diberi rambatan, atau ditempelkan pada pohon besar sebagai epifit (Rahayu 2001b). Pada umumnya Hoya menyukai kondisi yang lembab, karena itu penyiraman dapat dilakukan setiap hari. Pemupukan menggunakan pupuk bunga yang umum digunakan untuk tumbuhan epifit (misalnya anggrek) juga disarankan untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal. Pemupukan setiap hari dengan dosis ringan lebih disarankan. Pemberian pupuk pada *H. diversifolia* dapat mempercepat dan meningkatkan pembungaan (Ardie 2006). Pemberian naungan terhadap *H. diversifolia* tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan dan pembungaan *H. diversifolia*, tetapi berpengaruh terhadap intensitas warna hijau dan ketebalan daun (Ardie 2006).

2.1.1 *Hoya multiflora* Blume

H. multiflora Blume memiliki nama daerah kimandjel (Priangan) atau areuy cukankan (Sunda), kompiong (Bali), intalun (Sulut), malacui (Bugis), the shooting stars (Inggris) dan Hoya avatar (perdagangan Internasional). Menurut Hoffman *et al.* (2002) *H. multiflora* memiliki nama sinonim *Centrostemma multiflorum* (Bl.) Decne (1838), *Cyrtoceras reflexum* Benn (1839), *H. javanica*

Boerl. (1899) dan *H. coriacea* Lindley not Blume (1839). Kebanyakan tumbuhan dalam bentuk diploid dengan jumlah kromosom $2n = 22$ (Nakamura, 1992).

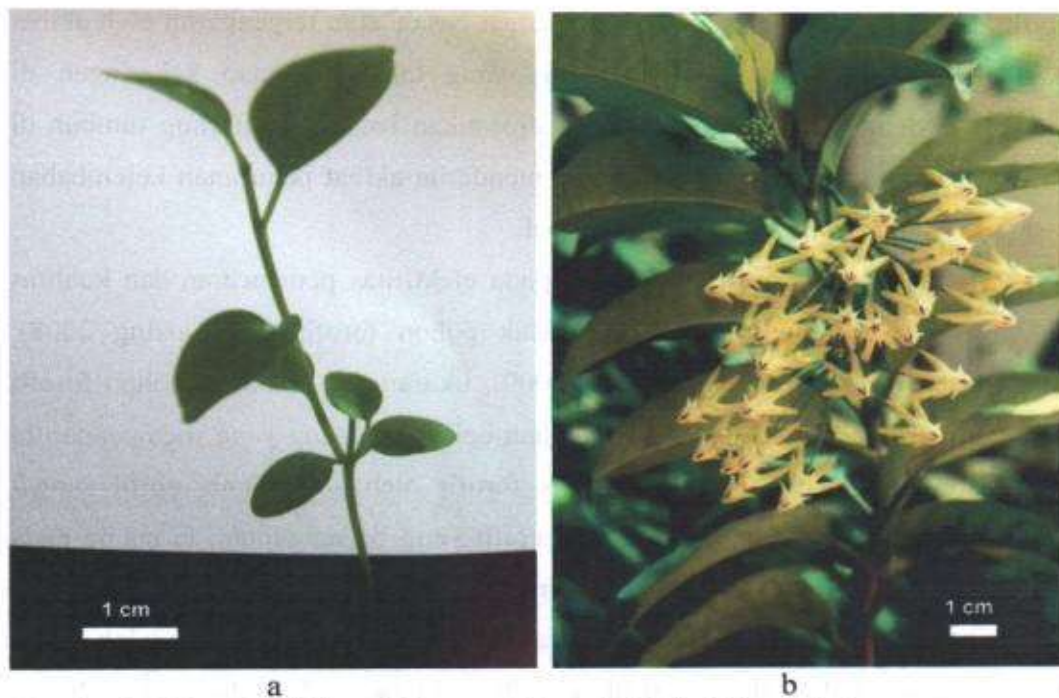
Tumbuhan ini memiliki persebaran geografi maupun persebaran elevasi yang luas. Secara geografi, *H. multiflora* dapat di jumpai di hampir seluruh daerah sebaran Hoya, yaitu dari India, Cina Selatan, Indocina, Thailand, Myanmar, Malaysia, semua pulau besar di Indonesia, Philipina dan Papua Nugini (Hooker 1885; Thaitong 1996; Merrill 1923; Constantin 1932; Backer & van der Brink 1965; Rintz 1978; Rahayu 2001). Berdasarkan ketinggian tempat, Hoya dapat dijumpai dari 200 hingga 1200 m dpl (Backer & van der Brink 1965; Rintz 1978). Namun berdasarkan penelusuran herbarium di Herbarium Bogoriense (belum dipublikasikan) dijumpai *H. multiflora* yang tumbuh pada ketinggian 60 m dpl di Kalimantan Timur. Hal ini menunjukkan tingkat adaptasi yang luas dari jenis ini.

H. multiflora memiliki perawakan semak dengan panjang batang antara 0,5 – 2 m, ruas batang antara 0,2-7 cm, diameter batang antara 2-4 mm. Daun *chartaceous*, berbentuk lonjong. Perbungaan interpetioler, 1-4 payung per cabang. Payung menghadap ke samping, 4-40 kuntum bunga. Gantilan hijau tua atau hijau muda, kadang-kadang disertai bintik-bintik coklat, panjang 3-6 cm. Mahkota membalik, putih dengan ujung kuning atau oranye, panjang ± 1 cm. Korona membalik, putih polos, panjang ± 8 mm. Korpuskulum hitam. Polinia lonjong, panjang 2 mm (Rintz 1978; Rahayu 2006b; Goyder 2008).

Perkecambahan biji *H. multiflora* memerlukan waktu 1-2 hari dan pertumbuhan 10 daun pertama (alternate) mencapai waktu 4-6 bulan (Rahayu 2006b). Tumbuhan muda dengan susunan daun berseling berhadapan, berbunga setelah berumur sekitar 1,5 - 2 tahun atau mencapai ruas daun berpasangan berjumlah 11 atau lebih. Meskipun bunga dapat diproduksi sepanjang tahun, produksi buah terbanyak terjadi dari bulan Oktober – Desember. Hal ini diduga berkaitan dengan siklus hidup serangga penyerbuk. Lama perkembangan bunga kuncup hingga mekar mencapai 1 bulan dan lama mekar antara 1-2 minggu dan proses pemasakan buah 4-6 minggu.

Secara tradisional, *H. multiflora* dimanfaatkan sebagai bahan obat sakit perut di India (Ambasta 1986) dan digunakan sebagai obat rematik atau artritis di

Malaysia (Burkill 2002). Perkembangan hingga saat ini menunjukkan tumbuhan ini digemari sebagai tanaman hias, terutama karena memiliki sifat bukan merambat dan lebih cepat berbunga (Goyder 2008). Pemanfaatan sebagai tanaman hias pada saat ini telah berkembang dan dijumpai pula kultivar daun variegatanya. Di Indonesia, *H. multiflora* dijual dengan harga Rp. 15.000 - 25.000,- pada tingkat petani atau pengumpul (dari hutan) dan Rp. 75.000 - 100.000,- di tingkat kolektor (Rahayu 2006b).



Gambar 2.6 *Hoya multiflora* Blume: a. Kecambah, b. Cabang berbunga.

2.2 Biologi dan Persebaran Epifit

Persebaran epifit paling banyak terdapat di daerah tropis. Jumlah jenis epifit diperkirakan mencapai 23.466 - 25.000 jenis (Benzing 2008; Luttge 2008; Kress 1986), meliputi 10 % dari total jenis tumbuhan yang terdapat di dunia (Hietz 1999) yang keanekaragaman jenisnya paling tinggi terdapat di hutan tropis (Zotz 2005). Bahkan epifit disebut sebagai salah satu unsur penciri yang khas bagi hutan tropis (Ghazoul & Sheil 2010). Wilayah tropis yang memiliki keanekaragaman jenis epifit tinggi adalah Amerika dan Asia, dan yang paling sedikit di Afrika (Nieder *et al.* 2001).

Epifit merupakan salah satu komunitas penting bagi hutan hujan tropis. Keberadaan epifit menjadikan ekosistem terestrial hutan tropis menjadi lebih kompleks. Sebanyak 50 % dari total biomasa daun di hutan tropis diperkirakan berasal dari epifit dan liana (Benzing 2008; Luttge 2008). Epifit memiliki peranan penting sebagai indikator kualitas udara dan berperan dalam siklus hara (Nadkarni 1984). Kondisi perubahan iklim dan pemanasan global yang terjadi saat ini diperkirakan juga turut berpengaruh dalam kehidupan dan keanekaragaman epifit. Sebagaimana dikemukakan oleh Zotz dan Bader (2009), jenis-jenis higrofit, yaitu epifit yang membutuhkan habitat yang sangat basah akan terpengaruh oleh akibat perubahan iklim, sedangkan jenis-jenis yang tahan terhadap kekeringan diuntungkan dengan keadaan ini. Dapat dipastikan bahwa epifit yang tumbuh di daerah tropis yang lembab akan sangat menderita akibat penurunan kelembaban nisbi yang terjadi akibat pemanasan global.

Sebaran pada epifit bergantung pada efektifitas pemencaran dan kualitas habitat (Lobel & Rydin 2009), termasuk pohon forofitnya (Benzing 2008). Menurut hasil penelitian Hirata *et al.* (2009), ukuran dan stabilitas pohon forofit berperan penting bagi kolonisasi tumbuhan epifit di Jepang yang mempengaruhi keanekaragaman jenis. Pemilihan jenis forofit oleh suatu jenis epifit sangat tergantung pada kebutuhan hidup jenis epifit yang bersangkutan, terutama pada penyediaan faktor-faktor abiotik (Benzing 2008). Kondisi habitat abiotik yang paling berpengaruh dianggap sebagai faktor pembatas bagi epifit adalah unsur hara, cahaya matahari dan air (Luttge 2008). Menurut Zotz dan Heitz (2001), faktor pembatas utama yang mempengaruhi pertumbuhan epifit adalah ketersediaan air. Unsur hara dan sinar matahari dianggap sebagai faktor minor. Penelitian Laube & Zotz (2003) terhadap epifit *Bromeliaceae* di Panama menunjukkan bahwa ketersediaan air sangat mempengaruhi dalam pertumbuhan pada berbagai fase. Unsur hara hanya mempengaruhi pada tumbuhan berukuran kecil dan sedang. Intensitas cahaya lebih dari 60 % menyebabkan kecenderungan penurunan laju pertumbuhan. Pada epifit yang dipencarkan oleh semut terutama yang tumbuh pada sarang semut, pemilihan forofit lebih ditentukan oleh semut sebagai agen pemencar dan hal ini akan mengurangi ketergantungan epifit terhadap forofit (Benzing 2008).

Faktor pemencaran pada epifit bergantung pada sifat biologi tumbuhan yang bersangkutan, antara lain pada sifat dan masa reproduksi, bentuk dan ukuran biji serta agen pemencarnya. Pemencaran tumbuhan epifit biasanya memiliki strategi melalui biji yang mudah diterbangkan oleh angin, dan atau dibawa oleh binatang tertentu sebagai agen pemencar. Davidson dan Epstein (1989) mengemukakan bahwa epifit memiliki asosiasi dengan semut dalam beberapa model.

Tumbuhan suku *Asclepiadaceae* merupakan penyumbang epifit yang cukup besar, terdiri atas 137 jenis dari 8 marga, termasuk *Hoya* (Benzing 2008). Habitat epifit biasanya mengharuskan kelembaban udara yang basah. Gambaran umum yang dikemukakan Benzing (2008) sebagai bentuk adaptasi bagi epifit *Asclepiadaceae* adalah tumbuh sebagai pemanjat, memiliki fotosintesis CAM, xeromorfik, tumbuh pada humus (*humus rooted epiphytes*) dan memiliki berbagai bentuk asosiasi dengan semut (mirmekofit). Jangka hidup (*lifespan*) epifit bisa mencapai puluhan tahun bahkan diperkirakan hingga lebih dari 50 tahun untuk jenis anggrek tertentu dan cenderung memiliki pertumbuhan yang sangat lambat (Laube & Zotz 2003).

2.3 Struktur Genetika Populasi

Informasi genetik atau genotipe suatu organisme tidak akan berubah selama hidupnya. Informasi genetik berbagai tumbuhan dalam rangka menggambarkan variasi genetik serta dinamikanya dari waktu ke waktu dapat diamati dan dibandingkan. Bagian terpenting dari studi variasi genetik adalah ada atau tidaknya pertukaran informasi genetik individu yang terjadi secara kolektif di antara anggota populasi melalui reproduksi seksual dari generasi ke generasi berikut. Satu unit generasi di definisikan sebagai populasi (Finkeldey & Hattemer 2007).

Suatu jenis jarang hanya mempunyai satu populasi, melainkan terdiri atas beberapa populasi yang bercampur atau terisolasi. Lebih lanjut Finkeldey & Hattemer (2007) menyebutkan bahwa maksud populasi yang terisolasi adalah tidak dapat terjadinya kawin silang (acak) dengan anggota populasi lain. Namun demikian, pendugaan terjadinya isolasi reproduksi biasanya membutuhkan

pemahaman yang lebih mendetail terhadap sistem reproduksi jenis tersebut. Lebih jauh, definisi populasi hanya dapat digunakan jika terjadi pertukaran informasi genetik di antara anggota populasi. Jadi, sekelompok tumbuhan sejenis yang tumbuh pada suatu tempat yang sama dan dapat saling berkawin dianggap sebagai populasi yang sama, sedangkan tumbuhan pada lokasi yang terpisah dianggap sebagai populasi yang berbeda.

Genetika populasi merupakan hal mendasar dalam biologi evolusi. Studi genetika populasi merupakan studi mengenai frekuensi alel, distribusinya dan perubahannya. Hal ini juga menyangkut pembagian subpopulasi dan struktur populasi di dalam ruang serta kaitannya dengan fenomena adaptasi dan spesiasi (Halliburton 2004). Dengan kata lain, struktur genetik adalah sebaran mutlak atau lebih tepatnya frekuensi relatif dari tipe-tipe genetik tertentu pada satu lokus gen. Menurut Finkeldey (2005), ada dua tipe struktur genetik dari suatu populasi yang teramat penting, yaitu:

- a). Struktur genotipe adalah sebaran frekuensi genotipe-genotipe yang terdapat pada suatu populasi
- b). Struktur alel adalah sebaran frekuensi dari alel-alel dalam suatu populasi

Struktur alel dapat dihitung bila struktur genotipenya diketahui, namun sebaliknya, untuk dapat menghitung struktur genotipe dari struktur alel tidak dapat dilakukan tanpa adanya informasi tambahan.

Struktur genetik suatu populasi dapat berubah jika terdapat faktor-faktor yang mempengaruhinya. Halliburton (2004) menyebutkan 4 faktor penyebab terjadinya evolusi yang mempengaruhi perubahan struktur genetik dari suatu populasi yaitu : seleksi alami, penghanyutan genetik, mutasi dan aliran gen, namun oleh Finkeldey (2005) ditambahkan satu faktor lagi yaitu sistem perkawinan.

Seleksi merupakan akibat perbedaan kemampuan organisme yang secara genetik berjauhan untuk menghasilkan keturunan. Seleksi seringkali menyumbang dalam pemeliharaan dan peningkatan keragaman genetik melalui penguntungan selektif alel-alel langka atau genotipe-genotipe heterozygot. Seleksi merupakan faktor evolusi langsung utama, yang mungkin menyebabkan

peningkatan status kemampuan adaptasi suatu populasi pada kondisi lingkungan tertentu dengan mengubah struktur genetik.

Penghanyutan genetik adalah pengaruh fluktuasi acak struktur genetik yang reaksi utamanya hanya sebagai mutasi yang bebas dari kondisi lingkungan. Penghanyutan genetik terjadi sebagai akibat dari ukuran populasi yang terbatas. Hanya pada populasi berukuran kecil pengaruh penghanyutan genetik menjadi besar dan biasanya dapat dijabarkan menurut fungsi ukuran populasi. Penghanyutan genetik tidak akan meningkatkan jumlah gen dalam populasi, tetapi gen bisa hilang dan lokus gen yang biasanya polimorf dapat menjadi tidak bervariasi atau terfiksasi. Penghanyutan genetik dapat meningkatkan diferensiasi genetik antar populasi bila populasi-populasi tersebut berukuran cukup kecil.

Mutasi merupakan salah satu prasyarat terjadinya variasi genetik. Mutasi adalah perubahan informasi genetik secara acak suatu organisme pada berbagai tingkat mulai dari satu nukleotida, satu sistron (gen), atau kromosom. Mutasi dapat menambah atau mengurangi jumlah gen atau mengubah susunan gen. Pengaruh mutasi biasanya merusak atau netral, jarang yang meningkatkan *fitness* (kemampuan menghasilkan keturunan).

Aliran gen dan migrasi juga dapat meningkatkan jumlah gen suatu populasi bila gen-gen yang pada keadaan awalnya hanya terdapat secara terbatas pada populasi tertentu, bermigrasi ke populasi lain. Proses-proses alami aliran gen dan migrasi untuk tumbuhan adalah perpindahan serbuk sari (aliran gen) atau perpindahan biji (migrasi). Menurut definisi, aliran gen dan migrasi adalah peristiwa yang jarang terjadi. Bila sering terjadi pertukaran informasi genetik antar dua kelompok, maka kedua kelompok tersebut harus dipandang sebagai satu populasi tunggal meskipun kedua kelompok tersebut dipisahkan oleh ruang.

Sistem perkawinan dipandang sebagai salah satu faktor evolusi hanya oleh beberapa peneliti saja (Finkeldey 2005). Sistem perkawinan menentukan genotipe-genotipe suatu populasi selama perkembangbiakan. Dengan demikian, sistem perkawinan berpengaruh terhadap struktur genetik dari suatu populasi, tetapi tidak secara langsung menyebabkan perubahan frekuensi alel-alel dan akibatnya tidak berpengaruh segera terhadap struktur alel dari suatu populasi.

2.4 Hubungan antara Genetika Populasi dan Konservasi Biodiversitas

Konservasi dan biodiversitas merupakan topik global tingkat tinggi karena memiliki kaitan secara politis maupun sains (Young *et al.* 2000). Pada lain pihak, program konservasi harus dikaitkan dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat, namun pelaksanaannya juga tidak dapat mengabaikan prinsip-prinsip biologi dan genetika (Finkeldey 2005). Pelaku konservasi biasa berhadapan dengan masalah sampling- bagaimana mempertahankan variabilitas genetik dan fleksibilitas evolusi dalam menghadapi penyempitan ruang dengan sangat terbatasnya sumberdaya ekonomi (Frankel & Soul 1991).

Penyusutan dan fragmentasi habitat akibat deforestasi terus terjadi di berbagai belahan dunia, terutama di daerah tropis. Hilang atau menyusutnya suatu habitat tertentu dapat berakibat langsung pada penyusutan jenis yang menuju ke kepunahan (Frankel & Soul 1991). Penyusutan jenis dapat berarti penyusutan populasi, yang dapat berimplikasi pada penurunan kualitas keragaman genetik dan memicu terjadinya erosi genetik akibat *inbreeding*. Hal ini dapat memberikan implikasi pada penurunan kualitas keragaman genetik suatu jenis dan populasi alamnya. Terjadinya kelangkaan dari segi jumlah dapat mengakibatkan pula kelangkaan terhadap variasi genetik maupun jumlah alel.

Kondisi kelangkaan atau penyusutan ukuran populasi dapat mencapai keadaan yang disebut *bottleneck*, yaitu kondisi di mana ukuran populasi mengalami penyusutan secara drastis dan tersisa hanya beberapa individu saja (Finkeldey & Hattemer 2007). Kondisi ini dapat menuju ke arah kepunahan atau populasi dapat bertahan dengan ukuran tetap atau dapat mengalami pemulihan. Menurut Frankel & Soul (1991), kondisi *bottleneck* biasanya merupakan hasil suatu peristiwa benturan atau reduksi yang terjadi secara tiba-tiba, misalnya kemunculan suatu *breeding group* dari suatu tetua/ individu yang sedikit atau jika terjadi kerusakan habitat berupa menyempitnya daerah teritori, seperti yang terjadi di daerah tropis. Hal ini berimplikasi pada berkurangnya keragaman genetik baik secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif, alel spesifik akan hilang atau dorman dan jika hilang, hal tersebut sangat tidak mungkin bahwa mutasi akan menggantikannya sepanjang jika populasi kecil. Secara kuantitatif, jumlah variabilitas untuk karakter khusus akan berkurang. Biasanya, dampak kualitatif

lebih besar dibandingkan kuantitatif. Hal ini berarti, kehilangan alel, terutama alel langka lebih berakibat besar jika dibandingkan dengan kehilangan variasi genetik.

Pemulihan ukuran populasi dalam hal ini, tergantung pada derajat campuran manusia. Beberapa populasi yang dikelola biasanya memiliki potensial untuk pemulihan jumlah dengan lengkap, namun membutuhkan suatu revolusi besar dalam pendayagunaan sumberdaya. Karena itu dibutuhkan tindakan konservasi yang meliputi konservasi terhadap variasi genetik (kuantitatif) maupun alel spesifik (kualitatif).

2.5 Pengukuran Variasi Genetik Populasi Berdasarkan Marka AFLP

Analisis atau pengukuran keragaman suatu populasi tumbuhan dapat dilakukan dengan pengukuran terhadap performa atau melalui marka (penanda) tertentu. Marka adalah karakter yang dapat diturunkan yang berasosiasi dengan genom tertentu. Marka dapat digolongkan atas marka morfologis, marka sitologis dan marka molekuler. Marka molekuler dibedakan atas marka isozim dan marka DNA. Marka isozim dapat dilihat melalui polimorfisme (keragaman) pola pita protein, sedangkan marka DNA dilihat melalui polimorfisme pita DNA. Marka DNA dapat berupa marka RFLP, RAPD, AFLP dan mikrosatelit (SSR). Beberapa pertimbangan biasanya diperlukan dalam pemilihan marka molekuler yang akan digunakan dalam analisis. Hal ini menyangkut berbagai aspek, yaitu tujuan analisis (apakah cukup keragaman genetik ataukah perlu mengetahui komposisi alel), ketersediaan alat, bahan dan waktu serta tingkat ketrampilan yang dikuasai. Berikut ini (Tabel 2.1.) adalah perbandingan berbagai teknik molekuler sebagai bahan pertimbangan dalam analisis biodiversitas.

Tabel 2.1 Perbandingan teknik molekuler dalam analisis biodiversitas

Kriteria	AFLP	RAPD	RFLP	SSR	Allozymes
Tipe data	Dominan	Dominan	Kodominan	Kodominan	Kodominan
Kualitas informasi	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
Replikabilitas	Tinggi	Bervariasi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Resolusi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sedang
Pengerjaan	Sedang	Mudah	Sulit	Sulit	Mudah
SekuenDNA permulaan	Tidak	Ya	Ya	Ya	-
Waktu	Cepat	Cepat	Lama	Lama	Cepat

Sumber: Hillis *et al.* (1996); Karp and Edwards (1997)

AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) merupakan teknik marka DNA berdasarkan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) multilokus dengan penggunaan yang luas, termasuk dalam studi genetika populasi. Analisis AFLP memiliki keunggulan dalam pendugaan secara cepat, memiliki resolusi tinggi dan jumlah informasi yang dihasilkan lebih banyak. Apalagi analisis ini tidak membutuhkan adanya sekuen DNA permulaan (primer), sehingga sangat cocok dalam genetika konservasi, karena teknik pendugaan cepat yang dihasilkan AFLP dapat memenuhi informasi penting dan mendasar yang biasanya diperlukan dalam pengambilan keputusan yang mendesak (Mueller & Wolfenbager 1999). Dalam hal ini, AFLP dapat menghasilkan data yang dapat digunakan untuk pendugaan struktur populasi dan diferensiasinya, serta variasi genetik di dalam populasi. Marka AFLP juga dapat digunakan untuk menilai adanya aliran gen dan penyebarannya, pindah silang, introgresi dan kasus-kasus hibridisasi.

Prinsip teknik AFLP adalah membaca keragaman DNA melalui suatu teknik pemotongan DNA dengan beberapa enzim tertentu. Enzim yang digunakan dalam pemotongan DNA AFLP biasanya digunakan pasangan yang terdiri dari dua macam enzim yang memotong pada urutan basa tertentu, satu enzim memotong sekuens kerap dan satu enzim memotong sekuens jarang. Pasangan enzim yang sering digunakan adalah *EcoRI* memotong G-AATTC dengan *MseI* memotong T-TAA. *EcoRI* kadang-kadang digantikan dengan *PstI* yang memotong sekuens CTGCA-G. Hasil potongan DNA selanjutnya diseleksi menggunakan 'primer' berupa urutan basa (2-4 basa) tertentu yang sudah dipilih. Prosesnya meliputi ekstraksi DNA, pemotongan DNA menggunakan enzim restriksi, ligasi adapter pada ujung potongan DNA, seleksi awal PCR, penggunaan primer enzim yang digunakan masing-masing dengan tambahan satu basa didepan adapter. Selanjutnya proses seleksi (pemasangan 2-4 basa primer), yaitu amplifikasi menggunakan PCR, dengan salah satu primer berfluoresens jika visualisasinya menggunakan mesin sekuenser otomatis. Perbedaan potongan DNA diketahui melalui proses elektroforesis yang memisahkan setiap molekul berdasarkan berat molekul (banyak/sedikitnya basa). Visualisasi hasil elektroforesis dapat menggunakan pewarna ethidium bromida atau fluoresens jika digunakan mesin sekuenser otomatis (Krauss 2005).

2.6 KEADAAN UMUM LOKASI PENELITIAN

2.6.1 Pusat penelitian Bodogol - Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP)

Letak dan Luas. Kawasan Taman Nasional Gede Pangrango memiliki luas 21.975 hektar. Secara geografi terletak antara $106^{\circ}50'$ - $107^{\circ}02'$ BT dan $6^{\circ}41'$ - $6^{\circ}51'$ LS (Susyafrianto dan Romauli 2006). Secara administrasi pemerintahan, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango terletak pada 3 wilayah kabupaten yaitu Kabupaten Cianjur, Kabupaten Sukabumi dan Kabupaten Bogor. Hal ini berpengaruh pada pembagian pengelolaan TN menjadi 3 Bidang Pengelolalaan Wilayah, yaitu Bidang Pengelolaan Wilayah I berkedudukan di Cianjur, Bidang Pengelolaan Wilayah II di Sukabumi dan Bidang Pengelolaan Wilayah III berkedudukan di Bogor. Pada lokasi Bidang Pengelolaan Wilayah III terdapat stasiun Penelitian Bodogol.

Geologi. Gunung Gede Pangrango merupakan gunung berapi tipe "starto" atau komposit, yang berarti tubuh gunung tersebut (mencakup lereng dan bukitnya) terdiri dari lapisan-lapisan bahan vulkanik yang sempat melayang di udara dan bahan-bahan aliran lava. Terori geologi modern tentang tektonika lempeng menjelaskan bahwa lava dari gunung Gede Pangrango berasal dari magma panas yang merupakan campuran antara bahan basaltik dari lempeng Australasia dan bahan granitik dari lempeng Eurasia, serta beberapa bahan sedimen, dan ini semua naik ke permukaan bumi membentuk batuan vulkanik andesit piroksen (DEPHUT, 1982)

Vegetasi. Vegetasi sangat bervariasi, baik berdasarkan ketinggian tempat maupun kondisi habitat setempat. Namun secara umum, berdasarkan pembagian mintakat Steenis (1972), dapat digolongkan menjadi tiga mintakat, yaitu mintakat kaki pegunungan (*colline*) dengan ketinggian antara 500 – 1000 m dpl, mintakat sub-pegunungan (1000-1500 m dpl) dan mintakat pegunungan (di atas 1500 m dpl). Kartawinata (2006) menyatakan bahwa mintakat pegunungan dapat di bagi lagi menjadi mintakat pegunungan (1500-2400 m dpl) dan mintakat sub-alpin (2400 m ke atas) yang terletak dibawah timber line, yaitu garis limit di mana sudah tidak terdapat tumbuhan lagi. Lebih lanjut, tipe vegetasi sub alpin dapat dibedakan menjadi sub alpin bawah (2400- 3800) dan sub alpin atas (3800-4100).

Vegetasi pada setiap mintakat berbeda, akan tetapi secara keseluruhan hutan di kawasan ini digolongkan pada tipe hutan tropis pegunungan (*tropical mountain rain forest*). Pada mintakat sub-montane, keragaman jenis flora paling tinggi (DEPHUT 1982). Mintakat sub-montane dan montane ditandai dengan tumbuhan pohon-pohon tinggi dan besar serta tumbuhan jenis lain, sehingga membentuk lapisan tajuk yang didominasi oleh jenis *Litsea* sp., *Lithocarpus* spp., *Quercus* spp., dan *Castanopsis* spp.. Selain itu juga banyak terdapat Puspa (*Schima wallichii*) dan *Leptospermum flavescens*, yang merupakan jenis terakhir ditemukan pada ketinggian lebih dari 1750 m dpl. Jenis tumbuhan bawah yang melimpah pada mintakat ini adalah jenis-jenis *Begonia robusta*, *Freycinetia javanica* dan *Strobilanthus* yang berbunga setiap 9 tahun sekali. Pada mintakat ini banyak ditemukan jenis epifit seperti *Asplenium nidus* dan anggrek *Dendrobium* spp., *Arundina*, *Calanthe* *Cymbidium*, *Eria* serta *Paphiopedilum javanicum* dan *Phaius flavus* (Kusmana 1989). Beberapa jenis *Hoya* juga ditemukan pada zona ini (pengamatan pribadi). Jenis yang potensial secara komersial di mintakat montana dan sub montana adalah *Castanopsis argentea*, *Podocarpus imbricatus*, *Podocarpus neriifolius* dan *Altingia excelsa*.

Vegetasi di mintakat sub alpin mempunyai struktur yang jauh lebih sederhana dan hanya mempunyai satu lapisan tajuk dengan pohon-pohon yang berukuran kerdil dan miskin jenis. Jenis yang dominan pada zonasi ini adalah *Vaccinium* spp., *Eurya acuminata* dan *Symplocos cochinchinensis*. Banyak jenis di sub alpin ini yang mempunyai marga sama dengan yang di daerah beriklim sedang (temperate). Bunga edelweis (*Anaphalis javanica*) tumbuh di mintakat sub alpin pada ketinggian diatas 2500 m dpl.

Fauna. Keragaman fauna paling tinggi terdapat pada zona sub montana, diantaranya jenis-jenis primata seperti *Hylobates moloch*, *Presbytis aygula*, *Presbytis pyrrhus* dan *Macaca fascicularis*. Sedangkan jenis-jenis mamalia yaitu *Panthera pardus*, *Cuon alpinus*, *Tragulus javanicus* dan *Sus* spp. Jenis-jenis burung (*Aves*) diperkirakan mencapai 245 jenis atau lebih dari 50 % dari jenis burung yang terdapat di Pulau Jawa. Untuk avertebrata terdapat berbagai jenis cacing, *arachnidae*, serta serangga dari berbagai belalang, kupu-kupu dan ngengat, kumbang, lebah dan tabuhan (wasp), semut, lalat dll (DEPHUT 1982).

Berbagai jenis serangga seperti ngengat, dan keluarga lebah diperkirakan menjadi penyerbuk Hoya.

Sebaran *Hoya* spp. di TNGGP. Menurut Sunarno dan Rugayah (1992) terdapat 2 jenis Hoya di TNGGP (wilayah lama), yaitu *H. cinnamomifolia* dan *H. kuhlii*. Namun, berdasarkan pengamatan pribadi (tidak dipublikasikan) sejauh ini terdapat sekitar 5 jenis Hoya yaitu *H. purpureofusca* Hook.f. memiliki ciri vegetatif sama dengan *H. cinnamomifolia*, tetapi *H. cinnamomifolia* belum dijumpai, dan *H. kuhlii* (Resort Cibodas) pada kisaran ketinggian 1400 – 1600 mdpl. Jika mengacu pada luas wilayah kini yang memasukkan juga Stasiun Penelitian Bodogol, *H. multiflora*, *H. latifolia* dan *H. lacunosa* terdapat pada Resort Bodogol pada kisaran ketinggian 600 - 1400 m dpl.

Stasiun Penelitian Bodogol. Stasiun Penelitian Bodogol TNGGP dipilih sebagai lokasi penelitian ini karena diduga pada lokasi tersebut terdapat 4 strata zonasi vegetasi (paling lengkap) jika dibandingkan 2 wilayah lainnya, dan memiliki ketinggian tempat di bawah 1000 m dpl, di mana diperkirakan *H. multiflora* lebih banyak terdapat pada mintakat tersebut. Tipe vegetasi secara umum, berdasarkan pembagian mintakat Steenis (1972), dapat digolongkan menjadi tiga mintakat, yaitu mintakat kaki pegunungan dengan ketinggian antara 500 – 1000 m dpl, mintakat sub-pegunungan (1000-1500 m dpl) dan mintakat pegunungan (di atas 1500 m dpl).

Stasiun penelitian Bodogol terletak di dalam kawasan TNGGP, tepatnya dalam Bidang Wilayah Pengelolaan III Kabupaten Bogor. Berdasarkan Susyafrianto & Romauli (2006), lokasi ini terletak antara 060 32' – 060 34'LS dan 1060 50' – 1060 56' BT dengan ketinggian tempat dari 800 - 3.019 m dpl dengan topografi yang berbukit-bukit. Curah hujan rata-rata 3000-4000 mm/th. Kekayaan jenis tumbuhannya hingga kini diketahui sekitar 70 jenis yang meliputi 22 jenis berkayu, 21 jenis merambat, 20 jenis tumbuhan bawah dan 6 jenis epifit. Jenis tumbuhan yang dijumpai di sepanjang jalur interpretasi adalah kayu afrika (*Maesopsis eminii*), kitembaga (*Eugenia cuprea*), kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), tabat barito (*Ficus deltoidea*), saninten (*Castanopsis argentea*), rasamala (*Altingia excelsa*), beberapa macam anggrek tanah, *Curculigo*, dan aneka jenis rotan.

Fauna yang dijumpai adalah jenis-jenis *Aves* seperti elang jawa (*Spizaetus bartelsi*) dan celepuh jawa (*Otus angelinae*), jenis-jenis mamalia seperti *Panthera pardus*, *Cuon alpinus*, *Tragulus javanicus* dan *Sus* sp. Jenis-jenis primata seperti owa jawa (*Hylobates moloch*), surili (*Presbytis comata*), lutung (*Trachypithecus auratus*), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) dan kukang jawa (*Nycticebus javanicus*). Selain itu juga banyak dijumpai sarang semut, serta berbagai jenis serangga.

2.6.2 Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS)

Letak dan Luas. Taman Nasional Gunung Halimun ditetapkan sebagai Taman Nasional berdasarkan Surat Menteri Kehutanan N0. 282/KtsII/1992 dengan luas 40.000 Ha sebagai Taman Nasional Gunung Halimun (TNGH). Pada tahun 2003, kawasan TNGH diperluas dengan menambahkan kawasan Gunung Salak, Gunung Endut dan kawasan sekitarnya menjadi Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) melalui SK Menteri Kehutanan No. 175/Kpts-II/2003 dengan luas total 113.357 Ha (Hartono *et al.* 2007). Secara geografis, TNGHS terletak pada 106°12'58" -106°45'50" BT dan 06°32'14" – 06°55'12" LS. Secara administrasi pemerintahan, TNGHS terletak pada 3 wilayah kabupaten yaitu Kabupaten Bogor, Sukabumi dan Lebak (BTNGHS 2007).

Topografi. Medan cukup terjal dengan kondisi topografi berbukit sampai bergunung dengan kisaran ketinggian antara 500 dan 1950 m dpl. Beberapa gunung yang terdapat di wilayah TNGHS yaitu Gunung Halimun (1929 m dpl), G. Sanggabuana (1919m dpl), G. Kendeng (1785 m dpl), G.Botol (1867 m dpl), G. Kendeng Selatan (1764 m dpl) dan G. Halimun Selatan (1744 m dpl).

Geologi dan Tanah. Menurut Hartono *et al.* (2007), kawasan TNGHS merupakan bagian dari deretan pegunungan Sumatera. Sebagian besar kawasan tersusun atas batuan vulkanik breksi, basaltik dan lava andesit dari periode Pleistosen dan beberapa strata dacitic dari periode Pleistosen. Berdasarkan peta tanah kawasan TNGHS (BTNGHS 2007), jenis tanah di daerah ini terdiri atas asosiasi andosol coklat dan regosol coklat dan latosol coklat, asosiasi latosol

coklat dan latosol coklat kekuningan, latosol coklat kemerahan dan latosol coklat, asosiasi latosol coklat kemerahan dan laterit, kompleks latosol coklat kemerahan dan lithosol, asosiasi latosol coklat dan regosol kelabu.

Iklim. Menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson (1951) iklim di kawasan TNGHS secara umum termasuk tipe A, dengan curah hujan tahunan berkisar antara 4000 dan 6000 mm. Rata-rata hujan bulanan selalu > 100 mm, dengan bulan terkering (± 200 m) antara Juni dan September dan terbasah (± 550 mm) antara Oktober dan Maret, sehingga dapat digolongkan beriklim selalu basah (Kartawinata 2006).

Vegetasi. Vegetasi bervariasi berdasarkan ketinggian tempat maupun kondisi habitat setempat. Berdasarkan pemintakan Steenis (1972), dapat digolongkan menjadi tiga mintakat, yaitu mintakat kaki pegunungan dengan ketinggian antara 500 – 1000 m dpl, mintakat sub-pegunungan (1000-1500 m dpl) dan mintakat pegunungan (di atas 1500 m dpl). Berdasarkan hasil eksplorasi Wiriadinata (1997), secara total terdapat 701 jenis dari 391 marga dan 119 suku tumbuhan, relatif sebanding dengan yang tercatat di TNGGP sebanyak 844 jenis (Sunarno dan Rugayah 1992). Menurut hasil penelitian Mirmanto dan Wiriadinata (1999), secara umum dapat dikatakan bahwa vegetasi TNGHS didominasi suku *Fagaceae* (pasang-pasangan) yang diwakili marga *Castanopsis*, *Quercus* dan *Lithocarpus*. Jenis-jenis berikutnya yang juga tampak dominan adalah *Weinmannia blumei*, *Schima wallichii*, *Altingia excelsa* dan *Platycarya excelsa*.

Tumbuhan yang umum terdapat pada lapisan kedua adalah *Antidesma* spp., *Breynia* spp., *Glochidion rubrum*, *Eurya acuminata*, *Ficus* spp., *Lindera* spp. Pada lapisan di bawahnya terdiri dari perdu seperti *Lasianthus* spp., *Psychotria* spp., *Maesa* spp., *Ardisia* spp., dan *Villebrunea* spp. Pada lantai dasar hutan banyak dijumpai *Strobilanthes bibracteata*, *Impatiens* spp., *Begonia* spp., *Cyrtandra* spp., *Argostemma* spp., *Pandanus* spp., *Alpinia* spp., dan *Etlingera* spp. Tumbuhan merambat penting adalah *Smilax* spp. serta rotan marga *Calamus* dan *Daemonorops*. Sedangkan untuk kelompok epifit, banyak terdapat jenis-jenis Anggrek (*Orchidaceae*), paku-pakuan seperti *Asplenium nidus* dan *Platichorium* spp., dan *Hoya* spp. (Mirmanto dan Wiriadinata 1999).

Fauna. Keanekaragaman satwa di TNGHS termasuk tinggi, terdiri atas 244 jenis burung yang setara dengan 50 % dari jumlah jenis burung yang hidup di Jawa dan Bali, 61 jenis mamalia, 27 jenis amfibi, 50 jenis reptilia, berbagai jenis serangga diantaranya 26 jenis capung. Jenis-jenis fauna yang merupakan penciri TNGHS antara lain yaitu owa jawa (*Hylobates moloch*), macan tutul (*Panthera pardus melas*) dan elang jawa (*Spizaetus bartelsi*), serta kukang (*Nycticebus coucang*) (BTNGHS 2007).

Sebaran dan Kelimpahan *Hoya* spp. di TNGHS. Menurut Mirmanto dan Wiriadinata (1999) terdapat tiga jenis *Hoya* di TNGHS, yaitu *H. macrophylla* Blume, *H. multiflora* Blume, dan *Hoya* sp. Berdasarkan Triono *et al.* (2002) yang mencantumkan gambar *Hoya* sp. pada jalur looptrail Cikaniki-Citalahab, *Hoya* tersebut diidentifikasi (pribadi) sebagai *H. campanulata* Blume. Wiriadinata (2002) juga menyebutkan bahwa *H. lacunosa* Blume sebagai jenis catatan baru di Gunung Halimun. Berdasarkan hasil eksplorasi Kebun Raya Bogor (tidak dipublikasikan), terdapat 2 jenis *Hoya* yang sama dengan di TNGGP (Cibodas) yaitu *Hoya purpureo-fusca* Hook.f dan *Hoya kuhlii*.

Sukamantri TNGHS. Wilayah Sukamantri terletak di Desa Sukamantri Kecamatan Sukamantri dan Kecamatan Tamansari Kodya Bogor yang terdiri dari Desa Tapos, Desa Sukamantri, Kampung Bobojong Tamansari. Sebelum tahun 2003 merupakan Taman Wisata Alam (TWA) di bawah pengelolaan PT Perhutani. Berdasarkan SK Menhut No 175/Kpts-II/2003 tanggal 10 Juni 2003 wilayah ini menjadi wilayah pemekaran TNGHS sebagai zona pemanfaatan dengan tetap bekerjasama dengan PT Perhutani sebagai pengelola TWA (BTNGHS 2007). Selama ini, TWA Sukamantri dimanfaatkan sebagai tempat berkemah (*camping ground*) dan lokasi pelatihan *jungle survival*.

Vegetasi terdiri dari hutan alam dan hutan tanaman PT Perhutani. Hutan alam terdiri dari hutan campuran, hutan puspa (*Schima wallichii*), rasamala (*Altingia excelsa*) dan kayu afrika (*Maesopsis eminii*). Hutan tanaman terdiri dari hutan pinus (*Pinus mekusii*) dan hutan damar (*Agathis borneensis*). Penduduk sekitar memanfaatkan areal bawah tegakan hutan tanaman untuk menanam poh-pohan (*Pileus*) di kampung Bobojong dan nanas (*Ananas comosus*) di Tapos.

III. PERSEBARAN POPULASI DAN KERAGAMAN HABITAT *Hoya multiflora* Blume DI TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO dan SUKAMANTRI TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN SALAK

POPULATION DISTRIBUTION AND HABITAT DIVERSITY OF *Hoya multiflora* Blume AT GUNUNG GEDE PANGRANGO NATIONAL PARK AND SUKAMANTRI OF GUNUNG HALIMUN SALAK NATIONAL PARK

Abstract

Study on population distribution and habitat diversity of *Hoya multiflora* Blume (Asclepiadaceae) has been conducted at the Gunung Gede Pangrango National Park (GGPNP) and Sukamantri of Gunung Halimun Salak National Park (GHSNP). According to this observation, the populations of this species were found at the Bodogol Research Station of GGPNP and Sukamantri Camping Ground of GHSNP at elevation of 700 - 900 m above sea level (asl). There were also two individual plants observed at Situ Gunung of GGPNP at 1000 m asl and there is no evidence of this species at GGPNP and Sukamantri at above 1000 m asl. The populations showed the clumped type of dispersion. According to the type of its parachutes type seed dispersal by wind, the direction and speed of wind coupled with the topography will affect to the distribution of this species. This plant also recorded to evolve association with several species of ants in the location but not in the obligate type. There was no species preference of *H. multiflora* to the host trees (phorophytes). The preference was at the phorophyte provided media i.e. humus dependent. The type of vegetation as habitat was varied at dominant species and density. The habitat condition was varied at canopy cover (30-90 %), light intensity (30-80%), temperature (25-32 oC) and air humidity (70-98 %).

Key words: *Asclepiadaceae*, *distribusi populasi*, *Hoya multiflora*, *keragaman habitat*

3.1 Pendahuluan

3.1.1 Latar Belakang

Hoya multiflora merupakan anggota suku *Asclepiadaceae* yang memiliki persebaran geografik paling luas, meliputi 80 % dari persebaran marga *Hoya*. Daerah persebaran *Hoya* spp. dari India hingga Papua Nugini termasuk Cina, Jepang dan Australia tropis. Hanya di Jepang dan Australia tidak terdapat *H. multiflora*. Secara altitudinal, *H. multiflora* terdapat dari daerah pantai hingga ketinggian 1200 m dpl (Rintz, 1980). Sebagai epifit, *H. multiflora* memiliki strategi cara pemencaran biji yang hampir sama dengan epifit lainnya, yaitu dengan bantuan angin. Strategi pemencaran melalui angin memiliki keuntungan

untuk tersebar hingga jarak jauh dan mengimbangi kecilnya peluang mendapatkan substrat yang sesuai, yaitu forofitnya. Biji tumbuhan epifit biasanya memiliki ukuran yang kecil dan ringan, kering, tidak berdaging, bahkan seringkali dilengkapi dengan organ tambahan yang memudahkan diterbangkan angin. *H. multiflora* memiliki karakteristik biji yang kecil, ringan dan berambut sehingga mudah diterbangkan angin. Berdasarkan kondisi tersebut, seharusnya *H. multiflora* mudah dijumpai, namun pada kenyataan tidak mudah menemukan jenis ini di sembarang tempat yang berpohon.

Berdasarkan penelusuran spesimen di Herbarium Bogoriense (HB), tumbuhan ini terdapat di hampir seluruh kepulauan di Indonesia, dari 20 – 1500 m dpl. Bukti herbarium terbanyak di peroleh dari Pulau Jawa, terutama Jawa Barat. Namun demikian tidak terdapat spesimen herbarium jenis ini dari Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (Lampiran 2). Spesimen herbarium dari Gunung Salak berasal dari beberapa lokasi yaitu Bobojong sekitar Sukamantri 700 m dpl tahun 1896, Cigombong Sukabumi 600 m dpl 1913, Pasir Pogor 800 m dpl 1913, Gunung Gajah 1000 m dpl tahun 1920, Warung Loa 1000 m dpl tahun 1922 dan Ciapus Imah Leutik 850 m dpl (1939). Kondisi ini menimbulkan pertanyaan bagaimana persebaran tumbuhan ini di Gunung Gede Pangrango serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi persebarannya termasuk keragaman habitatnya. Penelitian serupa juga perlu dilakukan di kawasan Bobojong, Sukamantri, Gunung Salak sebagai referensi dan pembandingan serta untuk mengetahui kondisi terkini populasi. Sejauh ini belum diketahui apakah ada preferensi khusus atau tidak terhadap jenis pohon tumpangan dan habitatnya terhadap persebaran *H. multiflora*. Oleh karena itu perlu diketahui faktor-faktor pembatas apa saja yang mempengaruhi dalam persebaran populasi *H. multiflora*. Pengetahuan keragaman habitat yang sesuai bagi *H. multiflora* juga dapat memberikan informasi yang berguna dalam pengelolaan konservasi baik secara *ex-situ* maupun *in-situ*.

3.1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji keragaman habitat dan faktor-faktor yang berpengaruh dalam persebaran populasi *H. multiflora*, khususnya di

Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) dan Sukamantri Gunung Salak, Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS).

3.2 Bahan dan Metode

3.2.1 Lokasi dan Waktu penelitian

Lokasi penelitian adalah Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) dan Taman Wisata Alam (TWA) Sukamatri Gunung Salak, Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS). Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni 2008 – Nopember 2009.

3.2.2 Metode

Penelitian meliputi dua tahap yaitu : (i) Inventarisasi keberadaan *H. multiflora* di TNGGP dan Sukamantri G. Salak TNGHS berdasarkan elevasinya; dan (ii) Survey penyebaran populasi dan keragaman habitat *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri.

(i) Inventarisasi keberadaan *H. multiflora* di TNGGP dan Sukamantri dilakukan menggunakan metode line transek dari kaki hutan menuju puncak untuk mengetahui jangkauan elevasi penyebarannya. Survey di TNGGP dilakukan di 4 titik awal yaitu Cibodas 1450 m dpl, Bodogol 760 m dpl, Situ Gunung 1000 m dpl dan Gedeh 1500 m dpl. Jalur yang digunakan mengikuti jalur pendaki gunung. Pengamatan dilakukan dengan cara masuk sejauh 100 m ke kanan dan ke kiri dari jalur pada setiap 500 m.

(ii) Survey persebaran populasi dan keanekaragaman habitat *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri dilakukan dengan metode plot sampling secara horisontal pada elevasi ditemukannya *H. multiflora*. Plot berbentuk bujursangkar yang dibangun dengan teknik plot bersarang sepanjang transek. Ukuran plot bertingkat yaitu untuk fase semai 2 x 2 m, fase sapihan 5 x 5 m, fase tiang 10 x 10 m, dan fase pohon 20 x 20 m. Data yang dikumpulkan adalah jumlah individu, jenis, dan diameter setinggi dada untuk fase pohon, tiang dan sapling (Indriyanto 2006). Pada setiap plot dicatat jenis tumbuhan dominan, topografi, aspek lereng, kondisi iklim mikro (suhu, kelembaban, intensitas cahaya matahari), tutupan tajuk dan keberadaan *H. multiflora*. Setiap jenis yang menjadi forofit (pohon tumpangan) *H. multiflora* yang ditemukan dicatat. Selain itu diperhatikan juga

kondisi penempelan *H. multiflora* pada forofit meliputi kekasaran kulit pohon, sarang semut dan epifit lain. Data iklim makro diperoleh dari stasiun BMKG terdekat selama 5 tahun terakhir untuk mengetahui curah hujan, suhu harian rata-rata dan kelembaban udara. Kawasan Bodogol diasumsikan memiliki kondisi iklim makro dengan Stasiun Cuaca Citeko, sedangkan kawasan Sukamantri diasumsikan sama dengan Stasiun Cuaca Sukamantri.

Data selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pola sebaran spasial. Penentuan pola sebaran spasial dilakukan dengan menggunakan pendekatan indeks penyebaran Morisita (Krebs 1998):

$$Id = n \cdot \frac{(\sum x^2 - \sum x)}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

keterangan:

- Id = Derajat penyebaran Morisita
- n = Jumlah petak ukur
- $\sum x^2$ = Jumlah kuadrat dari total individu suatu jenis pada suatu komunitas
- $\sum x$ = Jumlah total individu suatu jenis pada suatu komunitas

Penentuan bentuk pola sebaran spasial dilakukan dengan pengujian lebih lanjut menggunakan uji Chi-square:

$$Mu = \frac{\chi_{0.975}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

keterangan:

- Mu = indeks Morisita untuk pola sebaran seragam (*uniform*)
- $\chi_{0.975}^2$ = Nilai chi-square pada db (n-1), selang kepercayaan 97.5%
- $\sum x_i$ = Jumlah individu dari suatu jenis pada petak ukur ke-i
- n = Jumlah unit contoh

Penentuan derajat pengelompokan (*clumping index*) suatu jenis dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Mc = \frac{\chi_{0.025}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

keterangan:

- Mc = indeks Morisita untuk pola sebaran agregatif (*clumped*)
- $\chi_{0.025}^2$ = Nilai chi-square pada db (n-1), selang kepercayaan 97.5%
- $\sum x_i$ = Jumlah individu dari suatu jenis pada petak ukur ke-i
- n = Jumlah unit contoh

Standar derajat Morisita (I_p) dihitung dengan empat rumus sebagai berikut:

a). Bila $I_d \geq M_c > 1.0$, maka dihitung:

$$I_p = 0.5 + 0.5 \left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$$

b). Bila $M_c > I_d \geq 1.0$, maka dihitung:

$$I_p = 0.5 \left(\frac{I_d - 1}{M_c - 1} \right)$$

c). Bila $1.0 > I_d > M_u$, maka dihitung:

$$I_p = -0.5 \left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$$

d). Bila $1.0 > M_u > I_d$, maka dihitung:

$$I_p = -0.5 + 0.5 \left(\frac{I_d - M_u}{M_u} \right)$$

Kaidah keputusan untuk menentukan pola sebaran jenis pada suatu komunitas tumbuhan berdasarkan nilai I_p adalah sebagai berikut:

Bila $I_p = 0$, maka pola penyebaran acak (*random*)

Bila $I_p > 0$, maka pola penyebaran mengelompok (*clumped*)

Bila $I_p < 0$, maka pola penyebaran merata (*uniform*)

3.3 Hasil dan Pembahasan

3.3.1 Hasil

3.3.1.1 Sebaran populasi *H. multiflora* di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango

Berdasarkan survey eksploratif di tiga titik Resort di TNGGP menuju Puncak, yaitu Cibodas pada ketinggian (1450 m dpl), dan Gunung Putri (1400 m dpl), tidak ditemukan adanya *H. multiflora* (Tabel 3.1).

Jenis ini dijumpai di Stasiun Penelitian Bodogol pada elevasi 700-900 m dpl dalam populasi besar dan Situ Gunung (1000 m dpl) sebanyak dua individu. Berbeda dengan perkiraan sebelumnya sesuai dengan pengamatan herbarium yang diperkirakan akan terdapat pada elevasi hingga 1400 m dpl (Jawa Barat) dan 1500 m dpl (Sumatera).

Tabel 3.1 Keberadaan *H. multiflora* Blume di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango

Track	Elevasi terendah (m dpl)	RH* (%)	TR* (°C)	RF* (mm)	700-1000 m dpl	1000 – 1500 m dpl	1500 – 2500 m dpl
Cibodas (St. Pacet)	1450	81,75	20,81	3113,7	-	-	-
Bodogol (St.Citeko)	650	80,58	21,23	2629,0	terdapat pada 750-900 m dpl	-	-
Situgunung (St. Goalpara)	1000	84,7	20,83	3250,2	dua individu pada 1000 m dpl	-	-
Gunung Putri (St PSarongge)	1400	82,36	20,32	188	-	-	-

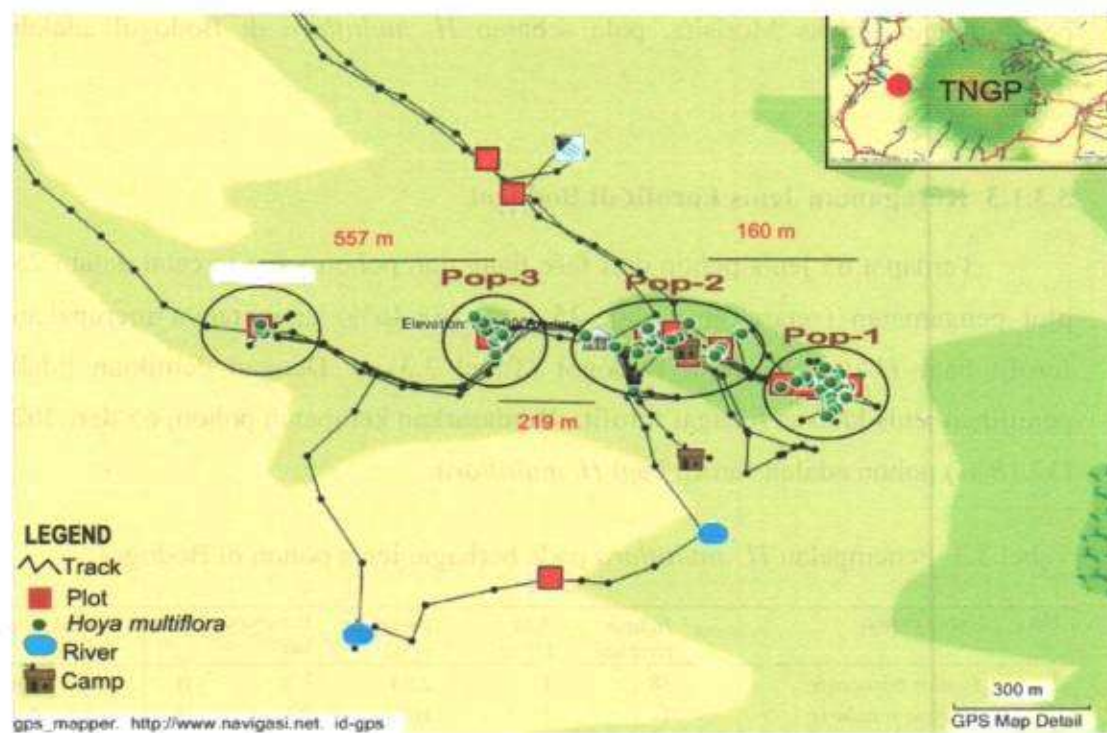
Sumber: BMKG- 2008: RH=kelembaban udara relatif; TR= suhu harian rata-rata; RF = curah hujan

3.3.1.2 Sebaran Populasi dan Keragaman Habitat *H. multiflora* di Stasiun Penelitian Bodogol

Kawasan Bodogol diperkirakan memiliki kondisi iklim mirip dengan stasiun BMKG Citeko, yakni berdasarkan data lima tahun terakhir memiliki curah hujan rata-rata 3010,8 mm/tahun, kelembaban udara rata-rata 80,58 %, dan suhu harian rata-rata 21,23 °C.

H. multiflora dijumpai pada satu jalur perbukitan dari arah barat ke timur dari Bojong Pilar menuju Cipadaranten pada ketinggian tempat 650– 900 m dpl, pada S6°45'51.2" LS - S6°46'57.0" LS and E106°50'29.6" BT - E106°51'38.7" BT (Gambar 3.1). *H. multiflora* tidak ditemukan pada bukit sebelah selatan (Cileley) dan sebelah utara (Cikaweni) sejajar bukit Bojong Pilar.

Tipe habitat yang terdapat di Bodogol terdiri atas hutan alam dan hutan tanaman PT Perhutani yang kemudian dialihkan menjadi kawasan Taman Nasional (Lampiran 3). Tipe habitat dibedakan berdasarkan komposisi pohon dominan dengan berbagai tingkat kerapatan, persen tutupan tajuk dan persen intensitas cahaya matahari seperti tercantum pada Tabel 3.2



Gambar 3.1 Peta Penyebaran *H. multiflora* di Bodogol TNGGP.

Tabel 3.2 Keberadaan *H. multiflora* pada berbagai tipe habitat di Bodogol TNGGP

Jalur	Tipe Habitat	Tutupan Tajuk	Intensitas Cahaya	Kerapatan (Ha)		Jumlah <i>H. multiflora</i> /Ha
				pohon	tiang	
Bojong Pilar	Hutan <i>Altingia excelsa</i>	80,23% (T)	30,03% (R)	200	125	75
Sekitar Plaza	Hutan <i>Schima walichii</i>	60,24% (S)	49,89% (S)	325	150	100
	Hutan sekunder campuran	44,56 % (R)	64,45 % (T)	50	50	25
Canopy Trail	Hutan primer campuran	63,37 % (S)	50,45 % (S)	150	25	50
Cimongkleng	Hutan <i>Maesopsis eminii-Cyatea contaminans</i>	60,23 % (S)	50,97% (S)	87	100	62
	Hutan primer campuran	72,06 % (T)	41,36 % (R)	325	50	112
Cipadaranten	Hutan sekunder campuran	40,20 % (R)	68,67 % (T)	112	25	Tidak ada
Cikaweni	Hutan <i>Pinus merkusii</i>	75,68 % (T)	42,36 % (S)	208	25	Tidak ada
Cileley	Hutan primer campuran	62,53 % (S)	46,72 % (S)	225	25	Tidak ada

Keterangan: T=tinggi, S = sedang, R = rendah

H. multiflora di Bodogol dijumpai pada daerah punggung bukit dan lereng, tidak dijumpai pada daerah lembah atau pinggir sungai. Hal ini berbeda dengan asumsi sebelumnya bahwa kebanyakan *Hoya* lebih mudah dijumpai di daerah aliran sungai, karena sebagai epifit yang memiliki relung rawan air *Hoya* lebih menyukai habitat kelembaban tinggi di daerah pinggir sungai. Berdasarkan

penghitungan Indeks Morisita, pola sebaran *H. multiflora* di Bodogol adalah mengelompok.

3.3.1.3 Keragaman Jenis Forofit di Bodogol

Terdapat 65 jenis pohon dari fase tiang dan pohon yang tercatat dalam 25 plot pengamatan (setara lima Ha), 25 jenis (38,46%) diantaranya merupakan forofit bagi *H. multiflora* di Bodogol (Tabel 3.3). Dengan demikian tidak pemilihan jenis khusus sebagai forofit. Berdasarkan kerapatan pohon, 65 dari 202 (32,18 %) pohon adalah forofit bagi *H. multiflora*.

Tabel 3.3 Penempelan *H. multiflora* pada berbagai jenis pohon di Bodogol

No.	Nama Pohon	Jumlah teramati	Ada Hoya	Frekuensi (%)	Penempelan	Letak	Tinggi dari tanah
1	<i>Agathis borneensis</i>	38	1	2,63	SS	B	0,5 – 8 m
2	<i>Alstonia scholaris</i>	1	1	100	SS	B	1,5 – 5 m
3	<i>Altingia excelsa</i>	8	1	12,5	SS, A	B,C1	2 – 8 m
4	<i>Calliandra calothyrsus</i>	25	10	40	SS	B,C1	1 – 5 m
5	<i>Castanopsis argentea</i>	2	1	50	SS	B	4-7 m
6	<i>Croton argyratus</i>	1	1	100	SS	B	7 m
7	<i>Cyathea contaminans</i>	18	16	88,89	B, P	B	0,5 – 8 m
8	<i>Daemonorops rubra</i>	3	2	66,67	P	B	4-7 m
9	<i>Dendrocnide stimulans</i>	1	1	100	SS	B	6 m
10	<i>Ficus fistulosa</i>	3	1	33,33	SS	B	8-10 m
11	<i>Macaranga javanica</i>	1	1	100	SS	B	6 m
12	<i>Macropanax concinsum</i>	2	1	50	SS	B	6,5 m
13	<i>Maesopsis emenii</i>	26	7	26,92	SS	B	6- 12 m
14	<i>Mischocarpus pentaphyllus</i>	3	2	66,67	SS	B	12 m
15	<i>Neonauclea obtusa</i>	3	2	66,67	SS	B	1,5 - 12 m
16	<i>Pandanus furcatus</i>	7	7	100	B, P	B	2- 5 m
17	<i>Pinus merkusii</i>	35	1	2,85	SS	B	5 m
18	<i>Radermachera elegans</i>	2	1	50	SS	B	5,5 m
19	<i>Saurauia pendula</i>	2	1	50	SS, A	B	10 m
20	<i>Schima wallichii</i>	12	2	16,67	SS, A	B	0,4 -13 m
21	<i>Symplocos fistulata</i>	1	1	100	SS	B	6,5 m
22	<i>Syzygium acuminatissimum</i>	5	1	20	SS	B,C1	4,5 m
23	<i>Turpinia pomifera</i>	1	1	100	SS	B	10 m
24	<i>Vernonia arborea</i>	1	1	100	SS	B	8 m
25	<i>Villebrunea rubescens</i>	1	1	100	SS	B,C1	7,5 m
Total		202	65	-	-	-	-

Keterangan: SS=sarang semut, A= kadaka (*Asplenium* spp); P= Pelepah; B=batang; C1= Cabang pertama

Tumbuhan ini menempel pada forofit terutama pada tempat-tempat terdapatnya humus yang merupakan media tumbuh bagi *H. multiflora*. Ketersediaan humus pada forofit melalui beberapa media, yaitu pada pangkal pelepah, permukaan kulit batang yang kasar atau berlekuk, perakaran kadaka (*Asplenium* spp.) dan pada lubang sarang semut (Gambar 3.2). Letak tumbuh *H. multiflora* pada forofit yaitu pada batang utama dan cabang pertama pada ketinggian 0,5 – 15 m dari tanah.

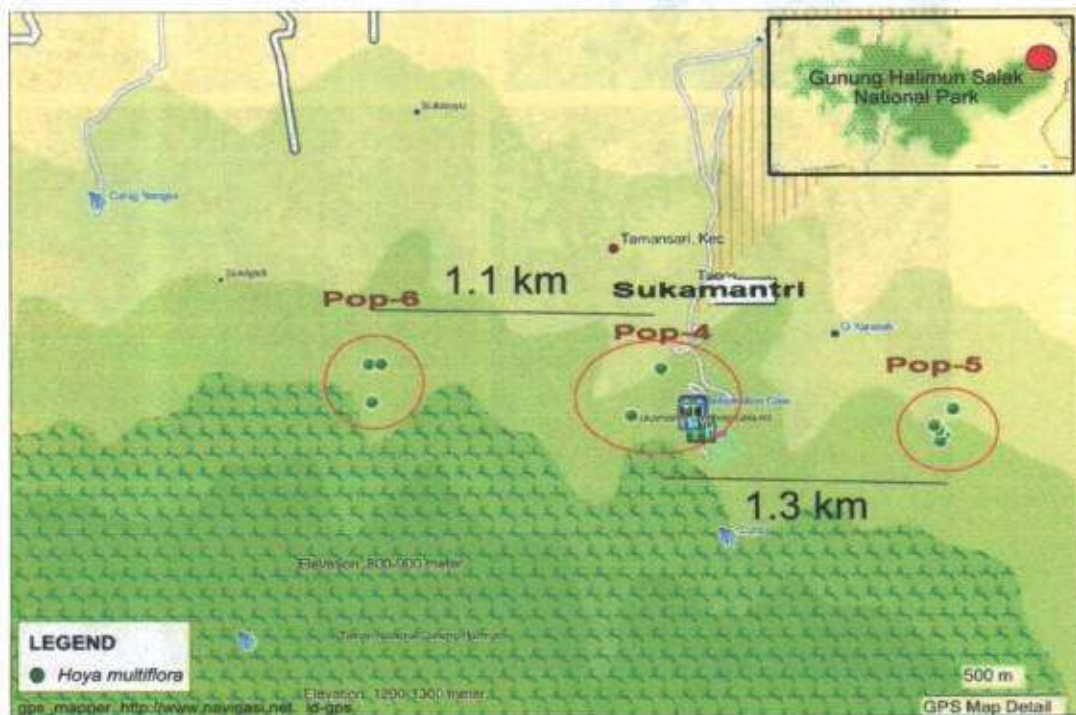


Gambar 3.2 Forofit *H. multiflora* di Bodogol: a. *Pandanus furcatus*, b. *Daemonorops rubra*, c. *Cyathea contaminans*, d. *Neonauclea obtusa*.

Media penempelan berupa sarang semut memiliki frekuensi terbanyak, terutama pada pohon dikotil. Pada pohon monokotil seperti pandan dan rotan, media penempelan terletak pada pelepah yang menampung humus, namun tidak dijumpai sarang semut. Pada tumbuhan dengan kulit pohon yang kasar, peluang terjadinya lubang sarang semut pada batang lebih besar jika dibandingkan pada pohon dengan permukaan batang yang licin. Sarang semut sebagai tempat tumbuh *H. multiflora* pada pohon dengan permukaan batang licin biasanya terdapat pada pangkal percabangan.

3.3.1.4 Sebaran Populasi dan Keragaman Habitat *H. multiflora* di Sukamantri Gunung Salak TNGHS

H. multiflora di Sukamantri dijumpai pada ketinggian antara 700 – 900 m dpl sama dengan di Bodogol. Penyebaran populasi hampir merata pada enam bukit yang berjajar di sebelah utara puncak Gunung Salak 1. Latitude $06^{\circ}40'03,8''$ hingga $06^{\circ}40'44,3''$ dan Longitude dari $106^{\circ}44'40,6''$ hingga $106^{\circ}45'40,6''$, dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penyebaran *H. multiflora* di Sukamantri TNGHS.

Pola persebaran menggunakan Indeks Morisita menunjukkan pola seragam ($MI = -0,172$) untuk kawasan 700-900 m dpl, sedangkan jika di pisahkan antara 700-800 m dpl dan 800-900 m dpl hasilnya masing-masing mengelompok dengan $MI = 0,516$ dan $0,528$. Hal ini di duga karena pengaruh umur populasi *H. multiflora* di Sukamantri yang dianggap sudah cukup tua karena sudah dijumpai sejak tahun 1896. Pada populasi yang tua, karena pohon induk masih produktif dan terdapat generasi yang overlap, pemencaran individu baru melalui pola pemencaran jarak dekat mengisi relung-relung yang kosong, antara lain pada daerah lembah dan pinggir sungai. Pada populasi Sukamantri dijumpai individu *H. multiflora* di lembah-lembah dan pinggir sungai, sedangkan di Bodogol hanya pada daerah punggung dan lereng perbukitan.

Keragaman habitat terdiri dari hutan tanaman PT Perhutani dan hutan alam (Lampiran 4), antara lain dengan kerapatan pohon yang minim, serta intensitas cahaya yang cukup tinggi (Tabel 3.4).

Tabel 3.4 Keragaman Habitat dan kehadiran *H. multiflora* di Sukamantri TNGHS

Lokasi	Tipe Habitat	Tutupan Tajuk	Intensitas Cahaya	Kerapatan (Ha)		<i>H. multiflora</i> /Ha
				pohon	tiang	
Bobojong	Hutan <i>Pinus merkusii</i>	78,65% (T)	49,86 % (S)	425	0	25
	Hutan <i>Altingia excelsa</i>	82,12% (T)	42,27% (S)	150	0	50
	Hutan campuran	67,23% (S)	46,67 % (S)	250	25	0
Bentung	Hutan campuran	32,21 % (R)	83,77 % (T)	75	0	25
Buper	Hutan <i>Pinus merkusii</i>	75,12% (T)	40,63% (S)	325	150	75
	Hutan campuran	70,34 % (S)	42, 56 % (S)	200	125	50
Pasteng	Ht <i>Altingia excelsa</i>	82,21 % (T)	45,34 % (S)	225	25	0
	Ht campuran	78,44 % (T)	47,79 (S)	200	50	75
Tapos	Ht Puspa 1	30,33 % (R)	80,69 % (T)	100	0	50
	Ht Puspa 2	86,22 % (T)	44,71 (S)	300	0	75

Keterangan: T=tinggi, S = sedang, R = rendah

3.3.1.5 Keragaman Jenis Forofit di Sukamantri

Berbeda dengan di Bodogol, keragaman jenis forofit hanya 13 jenis dari 40 jenis (32,50 %) pohon yang diamati dalam plot. Sedangkan total forofit sebanyak 33 pohon dari 280 pohon yang teramati dalam plot atau sekitar 11,78 % (Tabel 3.5 dan Gambar 3.4)

Tabel 3.5 Penempelan *H. multiflora* pada berbagai jenis pohon di Sukamantri

No	Nama Pohon	Jumlah amatan	Ada Hoya	Frekuensi (%)	Penempelan	Letak	Dari tanah (m)
1	<i>Agathis borneensis</i>	5	1	20,00	SS, B	B	3,5
2	<i>Altingia excelsa</i>	45	8	17,78	SS, A	B, C1	8-15
3	<i>Lagerstroemia flos-regina</i>	12	3	33,33	SS,A	B,C1	4-8
4	<i>Laportea decumana</i>	6	3	50,00	SS	B	1,5-2
5	<i>Lithocarpus bancanus</i>	3	1	33,33	SS	B	4,5
6	<i>Macaranga conifera</i>	1	1	100,00	SS	B	3,5 – 8
7	<i>Pandanus furcatus</i>	1	1	100,00	SS, P	B	1,7
8	<i>Phyllanthus reticulatus</i>	3	1	33,33	SS	B	5
9	<i>Picrasma javanica</i>	4	3	75,00	SS	B	9,5
10	<i>Pinus merkusii</i>	60	6	10,00	SS, A, B	B	1,5-12
11	<i>Schima wallichii</i>	67	6	8,95	SS,A	B	8-12
12	<i>Styrax paralleloneurum</i>	4	1	25,00	SS	B	10
13	<i>Syzygium lineatum</i>	3	1	33,33	SS	B	6

Keterangan: SS=sarang semut, A= kadaka (*Asplenium* spp); P= Pelepah; B=batang; C1= Cabang pertama



Gambar 3.4 Forofit *H. multiflora* di Sukamantri: a. *Picrasma javanica*, b. *Pinus merkusii*. [Dalam lingkaran merah : *H. multiflora*].

3.3.2 Pembahasan

Sebaran *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri berkisar pada ketinggian 700-900 m dpl., berbeda dengan asumsi sebelumnya bahwa jenis ini akan dapat

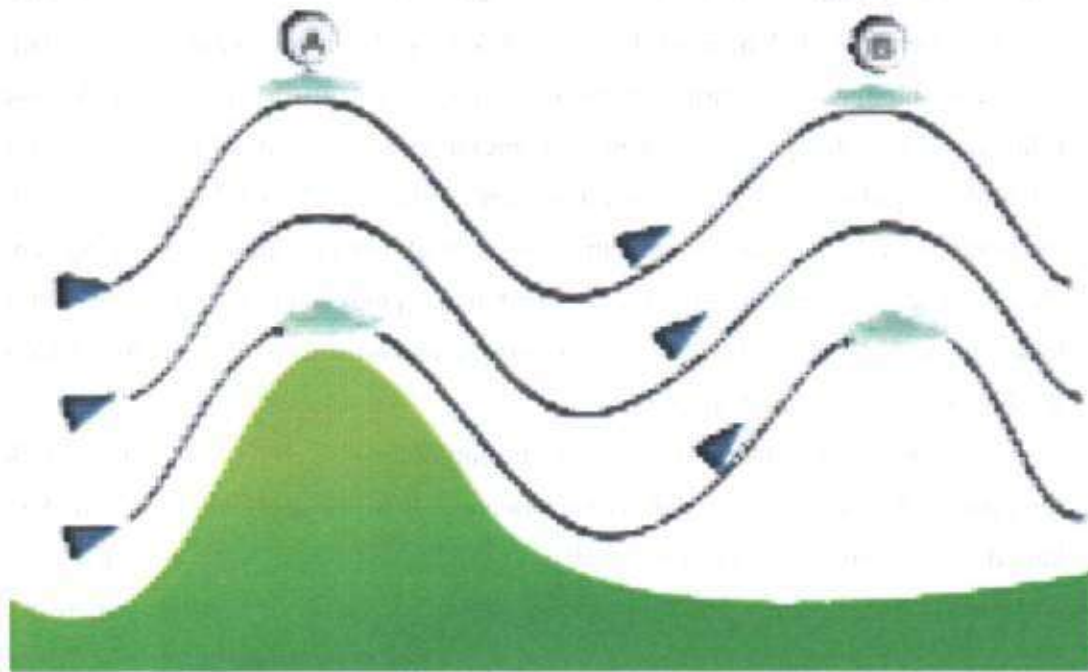
dijumpai hingga ketinggian 1500 m dpl. Berdasarkan Backer dan van der Brink (1965), *H. multiflora* terdapat hingga 1200 m dpl di Pulau Jawa, dan berdasarkan bukti herbarium di Herbarium Bogoriense dapat dijumpai hingga 1400 m dpl (Cilember) dan 1500 m dpl (Sumatra).

Populasi *H. multiflora* tidak tersebar di semua lokasi meskipun lokasi yang bersangkutan memiliki persyaratan yang cukup bagi tumbuhnya *H. multiflora*. Kondisi iklim dan habitat yang sama tidak menjamin bisa dijumpainya *H. multiflora*. Hal ini karena sebaran populasi *H. multiflora* sangat ditentukan oleh cara dan agen pemencaran bijinya.

Fisiografi sebaran suatu organisme akan selalu berubah dan berkembang bergantung pada situasi yang dihadapi (Begon *et al.* 2006). Perubahan ini merupakan akibat dua proses yang berlawanan yaitu proses pemantapan dan kepunahan suatu organisme (Cuddington dan Beisner 2003). Sebaran suatu jenis bergantung pada sifat biologi dan agen pemencarnya. Sebaran biologi suatu jenis adalah perpindahan anggota suatu populasi dari populasi induknya. Perpindahan biasanya bersamaan dengan waktu reproduksi. Melalui perpindahan dari suatu habitat ke habitat yang baru, perpindahan suatu individu memiliki konsekuensi tidak hanya bagi fitness individu yang bersangkutan, tetapi juga berpengaruh dalam dinamika populasi dan genetika populasi serta sebaran jenis (Clobert *et al.* 2004). Pemahaman terhadap cara perpindahan dan konsekuensinya pada level ekosistem membutuhkan pengetahuan tipe perpindahan, jangkauan perpindahan serta mekanisme perpindahannya. Pada tumbuhan, mekanisme perpindahan individu dilakukan melalui pemencaran biji.

H. multiflora memiliki tipe buah bumbung dan biji yang khas untuk tumbuhan *Asclepiadaceae* dan *Apocynaceae*. Armstrong (1999) menamakan karakteristik biji yang khas ini sebagai biji parasut sehingga tumbuhan ini melakukan pemencaran bijinya melalui angin menggunakan metode parasut. Setiap parasut tampak seperti sebuah payung dengan rambut-rambut yang mekar seperti mahkota di atas sebuah biji yang ramping. Sedikit hembusan angin dapat menggerakkan setiap helai rambut yang halus yang bisa membawa biji hingga menyeberang lembah maupun di atas lereng gunung. Karakteristik ini memungkinkan biji dapat terbawa angin yang bertiup sangat perlahan.

Pemencaran melalui angin atau *anemochory*, adalah salah satu cara pemencaran yang primitif. Pemencaran biji melalui angin dapat menempuh dua cara, yaitu biji bisa mengapung di angin atau biji dapat berputar ke bawah (*flutter*) (Irwini dan Taylor 2007). Kecepatan, ketinggian dan arah angin dapat berubah berdasarkan kontur lahan (ANCAR 2006). Daerah bertopografi sangat terjal dapat menyebabkan timbulnya jet penghalang (*barrier jet*) yang dapat menaikkan ketinggian angin hingga 45 % di atas perbukitan (Doyle 1979). Jet penghalang timbul pada daerah dimana perbukitan dan lembah yang curam berperan sebagai hambatan fisik (blok) yang mendistorsi (mengubah arah) aliran angin dengan cara meningkatkan friksi antara atmosfer bumi sehingga membelokkan angin sejajar dengan barisan perbukitan yang lebih tinggi (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Skema gelombang angin pegunungan. Angin bertiup ke pegunungan dan menghasilkan oscilasi pertama (A). Gelombang ke dua terjadi berikutnya dan lebih tinggi, awan terbentuk di puncak gelombang (B).

Pemencaran *H. multiflora* di TNGGP diduga lebih bergantung pada arah, ketinggian dan kecepatan angin. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Indonesia tahun 2008, arah angin di atas TNGGP dan TNGHS yang meliputi kawasan Bodogol dan TWA Sukamantri (3000 kaki) adalah (dari) arah barat daya (Januari-Maret), selatan (April - Mei dan November - Desember) dan tenggara (Juni-Oktober) (Lampiran 15). Hal ini dapat menjelaskan ditemukannya individu *H. multiflora* di Situgunung dan populasinya di Bodogol serta ketidakhadirannya di kawasan Cibodas dan Gunung Putri. Situgunung dan Bodogol terletak di sebelah barat dan barat daya puncak Gede-Pangrango, sedangkan Cibodas dan Gunung Putri terletak di sebelah utara dan timur laut. Daerah sebelah utara hingga timur TNGGP terhalang puncak Gede-Pangrango yang merupakan penghalang bagi angin dari arah selatan dan barat daya.

Perbukitan di Bodogol pada umumnya memiliki arah barat-timur yang merupakan kaki-kaki dari puncak Pangrango di sebelah timur. Perbukitan dengan arah utara-selatan jumlahnya sangat jarang dan biasanya termasuk anak bukit. Persebaran populasi *H. multiflora* di Bodogol juga terbatas pada satu alur perbukitan dari barat ke timur, dan tidak dijumpai pada bukit di sebelah selatan maupun utaranya. Hal ini juga berkaitan dengan arah, ketinggian dan kecepatan angin pada saat buah pecah. Pengukuran dengan menggunakan anemometer pada saat pengamatan, angin dari selatan dengan kecepatan rendah (1-3 knot/jam). Pada kondisi ini diduga biji mengikuti pola berputar ke bawah. Dengan demikian, pemencaran biji *H. multiflora* melalui angin menempuh dua cara seperti yang dikemukakan Irwini dan Taylor (2007). Pada saat angin kencang dan dapat menempuh ketinggian akibat adanya jet penghalang, biji ikut mengapung di angin dan dapat mencapai jarak yang jauh dari induknya. Namun pada saat kecepatan dan ketinggian angin rendah, biji berputar ke bawah, sehingga pemencarannya tidak jauh dari induknya.

Pola persebaran populasi *H. multiflora* di Bodogol adalah mengelompok. Pola persebaran mengelompok merupakan tipe persebaran yang umum dijumpai di alam. Pada pola ini, jarak antar tetangga diminimalkan, yang biasanya dijumpai pada kondisi lingkungan dengan sumber daya terbatas (Moles 2008). *H. multiflora*

merupakan tumbuhan epifit yang tempat tumbuhnya merupakan habitat rawan air dan unsur hara. Selain itu, penyebaran mengelompok *H. multiflora* di Bodogol ini juga diduga mengikuti pola penyebaran semut. Pola sebaran tumbuhan sangat bergantung pada perilaku agen pemencar bijinya. Sebagai biji yang diterbangkan oleh angin, diperkirakan *H. multiflora* memiliki pola persebaran acak. Hal ini karena adanya agen pemencar lainnya yang membawa *H. multiflora* ke tempat tumbuh di habitatnya sesuai dengan relung ekologisnya. Populasi *H. multiflora* di Bodogol sebagian besar tumbuh pada sarang semut, terutama pada pohon dikotil. Berdasarkan penelitian Apriani (2010), terdapat delapan jenis semut yang sarangnya merupakan tempat tumbuh *H. multiflora* di Bodogol. Semut-semut tersebut membawa biji *H. multiflora* yang sudah diterbangkan angin ke sarangnya. Biji tumbuhan Hoya memiliki karakteristik mirip dengan biji *Dischidia* (*Asclepiadaceae*), yang menurut Abdurrahman (1981) memiliki jaringan elaiosom yang disukai semut. Selain itu, semut sering mengunjungi tumbuhan Hoya untuk mendapatkan nektar bunga maupun cairan ekstrafloral dari daun yang masih sangat muda (Rahayu *et al.* 2007a).

Perbukitan di kawasan Sukamantri Gunung Salak TNGHS hampir seluruhnya memiliki arah utara selatan, yang merupakan kaki-kaki dari puncak Gunung Salak 1 di sebelah selatan. Penyebaran populasi *H. multiflora* di Sukamantri hampir merata pada jajaran perbukitan yang terdapat di sebelah utara puncak gunung Salak 1. *H. multiflora* dapat dijumpai pada ke enam bukit yang disurvei. Namun *H. multiflora* tidak dijumpai pada ketinggian di atas 900 m. Hal ini menunjukkan faktor arah angin berperan dalam penyebarannya.

Tipe hutan dan vegetasi yang merupakan habitat *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri hampir sama, yaitu terdiri atas hutan alam dan hutan tanaman PT Perhutani yang kini menjadi wilayah Taman Nasional. Hutan tanaman di Bodogol adalah hutan *P. merkusii* dan hutan *A. borneensis*, dan hutan alam berupa hutan *A. excelsa*, hutan *S. walichii* dan hutan primer dengan komposisi campuran. Hutan tanaman di Sukamantri adalah hutan *P. merkusii* dan hutan alam juga berupa hutan *A. excelsa* dan hutan *S. walichii* serta hutan campuran. *H. multiflora* dapat dijumpai pada semua tipe hutan tersebut, baik di Bodogol maupun di Sukamantri. Hal ini menunjukkan tidak adanya preferensi khusus terhadap tipe hutan tertentu

yang terdapat di Bodogol dan Sukamantri. Kondisi kerapatan pohon menunjukkan kecenderungan positif, semakin banyak pohon cenderung semakin banyak individu *H. multiflora*. Sebagai epifit, *H. multiflora* membutuhkan keberadaan pohon tumpangan. Kerapatan pohon berkaitan dengan tutupan tajuk dan intensitas cahaya matahari yang diterima. Pada hutan dengan kerapatan pohon yang rendah (di bawah 100/Ha), tutupan tajuk menjadi berkurang, berkisar dari 30-40 % dan intensitas cahaya matahari yang diterima lebih banyak, berkisar antara 60 – 80 %, suhu udara mikro lebih tinggi (31-32 °C) dan kelembaban udara mikro juga lebih rendah (70-76 %). Pada kerapatan pohon yang tinggi (>400/Ha), tutupan tajuk lebih rapat 70-90 % dan intensitas cahaya matahari yang diterima lebih rendah, berkisar antara 30-40 %, suhu udara mikro lebih rendah (25-26 °C) dan kelembaban udara mikro juga lebih tinggi (88-98 %). Kelembaban udara lebih tinggi biasanya lebih disukai sebagai habitat tumbuhan epifit.

Keragaman pohon tumpangan (forofit) lebih banyak dijumpai di Bodogol dibandingkan dengan di Sukamantri, meskipun keragaman jenis pohon total lebih beragam di Sukamantri. Berdasarkan frekuensinya, *C. contaminans* dan *C. calothyrsus* memiliki jumlah individu paling banyak menjadi pohon tumpangan *H. multiflora* di Bodogol, sedangkan di Sukamantri pohon terbanyak sebagai tumpangan adalah pohon *A. excelsa*, *P. merkusii* dan *S. wallichii*. Fase pohon tumpangan juga beragam mulai dari sapihan, tiang dan pohon, meskipun fase pohon lebih banyak. Banyaknya jenis pohon tumpangan tidak menunjukkan preferensi spesifik terhadap jenis pohon, namun preferensi lebih mengarah kepada kondisi penempelan atau tempat tumbuh biji. Terdapat empat cara penempelan atau tempat tumbuh *H. multiflora* pada pohon tumpangannya, yaitu pada (1) lubang sarang semut di batang pohon, (2) rekahan kulit pohon (*P. merkusii* dan *C. contaminans*), (3) pelepah atau bekas pelepah (*C. contaminans*, *D. rubra* dan *P. furcatus*) dan (4) akar kadaka (*Asplenium* spp.) yang menempel pada batang/cabang pohon. Tempat tumbuh yang paling banyak dijumpai adalah sarang semut, baik di Bodogol maupun di Sukamantri. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan hara yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangan individu *H. multiflora*. Lubang sarang semut aktif diduga menyediakan hara yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan *H. multiflora*. Pada umumnya, *H. multiflora*

yang tumbuh pada sarang semut aktif dan akar kadaka pada tempat dengan naungan lebih dari 60 % (intensitas cahaya sekitar 40 %) memiliki kondisi fisik lebih subur.

3.4 Kesimpulan

Populasi *H. multiflora* di Bodogol TNGGP dan Sukamantri dijumpai pada ketinggian 700-900 m dpl. *H. multiflora* dapat dijumpai pada berbagai tipe hutan alam maupun hutan tanaman dengan kerapatan jarang hingga rapat (75 - 425/Ha), tutupan tajuk jarang hingga rapat (30 - 90%) dan intensitas cahaya rendah hingga tinggi (30-80 %). *H. multiflora* dapat tumbuh pada pohon dari fase sapihan, sapling maupun pohon dan tidak memiliki preferensi khusus terhadap jenis forofit. Preferensi tempat tumbuh adalah pada batang atau cabang pertama pohon pada substrat yang berhumus seperti lubang sarang semut, rekahan kulit kayu, pelepah atau perakaran kadaka (*Asplenium* spp.)

Keberadaan populasi *H. multiflora* ditentukan oleh faktor pemencaran biji dan kondisi habitat. Pemencaran biji *H. multiflora* dapat dibagi berdasarkan jangkauan jarak yaitu pemencaran jarak jauh dan pemencaran jarak dekat yang bergantung pada arah, kecepatan dan ketinggian angin pada saat buah pecah. Pola persebaran populasi dalam jarak dekat juga bergantung pada keberadaan populasi semut dan pada umumnya berpola mengelompok.

IV. KERAGAMAN GENETIK POPULASI *Hoya multiflora* Blume (ASCLEPIADACEAE) DI TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO DAN TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN SALAK

GENETIC DIVERSITY of Hoya multiflora Blume (Asclepadaceae) POPULATION IN GUNUNG GEDE PANGRANGO NATIONAL PARK AND GUNUNG HALIMUN SALAK NATIONAL PARK

ABSTRACT

Population genetic diversity of Hoya multiflora Blume has been studied from the Bodogol Research Station, Gunung Gede Pangrango National Park, and Sukamantri, Gunung Halimun Salak National Park, West Java-Indonesia. This epiphytic plant is one of the economic important as ornamental and medicinal plant. The studies consist of morphological and AFLP-DNA markers from six populations, three populations from Bodogol and three populations from Sukamantri. The data was run on POPGENE 32 software. The population diversity was moderate to high in morphological characters and AFLP-DNA markers. The genetic differentiation is moderate to high, indicated need for conservation. According to cluster analysis from morphological characters and AFLP-DNA markers, six populations were recognized as five populations, i.e. two populations at Bodogol and three populations at Sukamantri.

Keywords: *Asclepiadaceae, genetic diversity, Hoya multiflora, population*

4.1 Pendahuluan

4.1.1 Latar Belakang

Hoya multiflora Bl. (Asclepiadaceae) yang dalam Bahasa Sunda disebut Areuy Cukankan merupakan salah satu kekayaan flora Indonesia yang berpotensi ekonomi. Tumbuhan ini telah dimanfaatkan sebagai tanaman hias eksotis di Eropa, Amerika Serikat dan Australia maupun beberapa negara Asia (Hodgkiss 2007). Manfaatnya sebagai tumbuhan obat juga dilaporkan Burkill (2002) dan Ambasta (1986) sebagai obat sakit perut dan rematik arthritis (ngilu pada persendian). Kandungan senyawa aktif belum pernah diteliti, namun di harapkan memiliki senyawa sejenis Indomethacine, yaitu obat anti nyeri pada penyakit rematik yang belakangan diketahui memiliki efek anti HIV (Bourinbaiar & Lee-Huang 1995).

Perawakan berupa semak epifit dengan susunan daun bersilang berhadapan, bunga majemuk memayung, perhiasan lima bagian (Goyder 2008).

Persebaran jenis ini meliputi India, Burma, Thailand, Laos, Vietnam, Malaysia, Indonesia, Brunei, Filipina dan Papua Nugini (Wanntorp *et al.* 2006). Persebaran altitudinal *H. multiflora* di Pulau Jawa dari 200 hingga 1200 m di atas permukaan laut (Backer & Van der Brink 1965). Tumbuhan ini juga terdapat di Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) (Wiriadinata 1997).

Sebagai epifit yang memiliki potensi ekonomi, *H. multiflora* belum dikenal oleh kebanyakan masyarakat Indonesia dan belum mendapat perhatian dalam konservasinya. Tumbuhan mengalami tekanan populasi akibat deforestasi yang berlebihan dan eksploitasi di alam. Karena itu perlu tindakan konservasi yang menyeluruh, yang dalam pengelolaannya diperlukan tindakan pengamanan jenis, habitat dan ekosistemnya, baik secara *in-situ* maupun *ex-situ* (Halliburton 2004).

Pengetahuan keragaman genetik suatu populasi sangat berperan dalam pengelolaan konservasi secara *in-situ* maupun *ex-situ* serta dapat menjadi landasan dalam domestikasi (Young *et al.* 2000). Pengetahuan genetika populasi pada *H. multiflora* diharapkan dapat memberikan dasar bagi pengelolaan konservasi secara *in-situ* maupun *ex-situ* serta landasan bagi pemanfaatan secara lestari melalui domestikasi dan pemuliaannya untuk kesejahteraan bangsa Indonesia.

Keragaman genetik suatu populasi dapat diukur melalui keragaman fenotipe maupun marka molekuler. Marka AFLP memiliki keunggulan dalam pendugaan secara cepat, memiliki resolusi tinggi dan jumlah informasi yang dihasilkan lebih banyak. Hal ini sangat cocok dalam genetika konservasi, karena teknik pendugaan cepat yang dihasilkan AFLP dapat memenuhi informasi penting dan mendasar yang biasanya diperlukan dalam pengambilan keputusan yang mendesak (Mueller & Wolfenbager 1999).

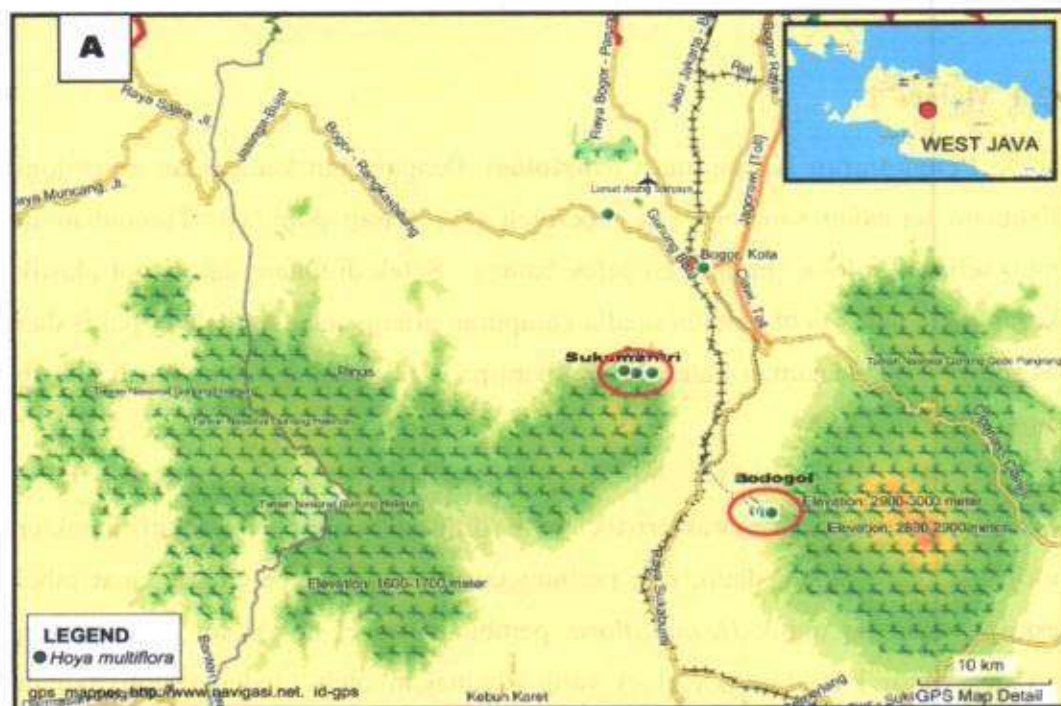
4.1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman genetik populasi *H. multiflora* Blume yang tumbuh pada berbagai habitat di Stasiun Penelitian Bodogol, TNGGP dan Sukamantri, TNGHS.

4.2. Bahan dan Metode

4.2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni 2008 hingga Nopember 2009. Lokasi pengambilan sampel yaitu populasi hipotetik di Bodogol, TNGGP dan Sukamantri, TNGHS yang ditentukan berdasarkan pengelompokan spasial (Gambar 3.1; 3.3 dan 4.1). Pengamatan keragaman morfologi dilakukan di habitat asli dan rumah paranet di Kampus IPB Darmaga Bogor. Analisis DNA-AFLP dilaksanakan di Laboratorium Biorin, Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi (PPSHB)-IPB, Darmaga, Bogor.



Gambar 4.1 Populasi *H. multiflora* di Bodogol (TNGGP) dan Sukamantri.

4.2.2 Bahan

Sampel Tumbuhan. Populasi Bodogol memiliki empat populasi, tetapi hanya tiga populasi yang digunakan sebagai sampel, karena satu populasi memiliki kondisi habitat sama dengan populasi 3 dan hanya terdiri atas dua individu dewasa. Populasi Sukamantri terdiri dari tiga populasi yang semuanya

digunakan sebagai sampel penelitian. Populasi Bodogol maupun populasi Sukamantri memiliki habitat hutan primer dan hutan tanaman mantan PT Perhutani (Tabel 4.1). Sampel yang digunakan adalah individu dewasa.

Table 4.1 Lokasi asal sampel *H. multiflora* dan habitatnya

Populasi	Alt. (m)	Habitat	Tutupan tajuk	Intensitas cahaya
1. Bodogol-1	700-800	Hutan <i>Maesopsis eminii</i>	60,32%	50,97%
2. Bodogol-2	700-800	Hutan <i>Schima wallichii</i>	60,24%	49,89%
3. Bodogol-3	700-800	Hutan <i>Altingia excelsa</i>	80,23%	30,03%
4. Sukamantri-1	700-800	Hutan <i>Pinus merkusii</i>	75,12%	40,63%
5. Sukamantri-2	700-800	Hutan <i>Schima wallichii</i> ,	30,33%	80,69%
6. Sukamantri-3	800-900	Hutan Campuran	70,43%	42,56%

4.2.3 Metode

Pengamatan Keragaman Morfologi. Pengamatan keragaman morfologi dilakukan terhadap sampel yang diperoleh dari setiap populasi. Tumbuhan di ambil sebagai koleksi hidup dari setek batang. Setek di tanam dalam pot plastik ukuran diameter 20 cm dengan media campuran arang, cacahan batang pakis dan kokopit (1:1:1). Tanaman koleksi dipelihara pada rak setinggi 1 meter, di bawah naungan paranet 75 %.

Pengamatan karakter morfologi diawali dengan pembuatan tabel deskriptor berdasarkan karakteristik yang dimiliki sampel, meliputi karakter morfologi dari batang, daun, dan perbungaan. Berhubung belum terdapat tabel deskriptor standar untuk *H. multiflora*, pembuatan tabel deskriptor disesuaikan dari deskriptor karakter morfologi yang digunakan oleh Liede (1996b) dalam pengamatan *Chynanchum (Asclepiadaceae)*, Rahayu (2001a) dalam pengamatan *Hoya* di Sumatera dan Widiarsih (2010) dalam pengamatan *Hoya mindorensis* di Philipina. Karakter-karakter yang di amati meliputi karakter kualitatif (warna dan bentuk) dan karakter kuantitatif (ukuran). Pengukuran warna menggunakan standar warna yang dicetak oleh *Royal Horticulture Society (RHS)*, London tahun 2007. Standar bentuk mengikuti Bell & Bryan (2008) dan Stearn (2004). Pengukuran panjang dan lebar menggunakan penggaris dengan skala terkecil 0,1

mm; sedangkan pengukuran diameter menggunakan jangka sorong. Adapun tabel deskriptor yang digunakan disajikan dalam Lampiran 6.

Pengamatan Keragaman AFLP. Keragaman AFLP diperoleh dari 15 sampel asal populasi Bodogol dan 15 sampel asal populasi Sukamantri. Prosedur diawali dengan ekstraksi DNA total asal daun muda dari setiap sampel, mengikuti prosedur Doyle & Doyle (1990) yang dimodifikasi (Lampiran 7). Hasil ekstraksi DNA total kemudian diuji kualitas dan kuantitasnya menggunakan metode Sambrook *et al.* (1989) (Lampiran 8). Hasil ekstraksi DNA yang memenuhi kualitas dan kuantitas selanjutnya diproses untuk analisis AFLP. Analisis AFLP selanjutnya mengikuti Vos *et al.* (1995) yang dimodifikasi. Prosedur AFLP diawali dengan Restriksi dan Ligasi (RL), dilanjutkan dengan Pre-amplifikasi selektif. Amplifikasi selektif. Enzim restriksi yang digunakan untuk pemotongan DNA pada tahap RL adalah pasangan enzim *Pst*I yang memotong DNA pada sekuens CTGCA-G dan enzim *Mse*I yang memotong pada sekuens T-TAA. Proses Ligasi membutuhkan adaptor dari masing-masing enzim *Pst*I dan *Mse*I. Pada proses amplifikasi selektif, digunakan pasangan primer berlabel dan tidak berlabel. Primer yang digunakan merupakan primer siap pakai produksi Biolegio BV, Nijmegen, Netherland. Primer berlabel yaitu P-11-700 dengan sekuens GAC TGC GTA CAT GCA GAA dikombinasikan dengan 3 primer tidak berlabel M48, M49 dan M50 dengan sekuens masing-masing GAT GAG TCC TGA GTA AAC AC, GAT GAG TCC TGA GTA AAC AG dan GAT GAG TCC TGA GTA AAC AT. P00 memiliki sekuens GAC TGC GTA CAT GCA G dan M00 memiliki sekuens GAT GAG TCC TGA GTA AAC sehingga pada proses ligasi ditambahkan dua pasang basa AA pada sisi P dan dua pasang basa pada sisi M dengan kombinasi AC, AG dan AT. Berdasarkan amplifikasi selektif diketahui kombinasi yang menghasilkan pita terbaik adalah menggunakan primer tak berlabel M48. Adapun langkah-langkah yang lebih terperinci disajikan dalam Lampiran 9.

Analisis Data. Data morfologi hasil pengamatan sesuai dengan tabel deskriptor (Lampiran 6). Data dibentuk dalam data biner untuk proses analisis menggunakan POPGENE. Kemunculan atau ketidakmunculan karakter tertentu dinyatakan dalam bentuk numerik (1) dan (0) sesuai tabel deskriptor. Data

selanjutnya disusun mengikuti format POPGENE untuk dianalisis. Setiap karakter yang diamati dianggap sebagai lokus.

Data AFLP yang berupa gambar pita diskoring menggunakan program SAGA. Hasil skoring SAGA berupa data biner (+) untuk keberadaan pita yang menunjukkan kehadiran potongan DNA dengan ukuran jumlah pasangan basa tertentu dan (-) untuk ketidakhadirannya. Untuk proses pengolahan menggunakan program POPGENE, data biner (+) dan (-) perlu diubah menjadi data biner (1) dan (0) dan disusun mengikuti format data pada Program POPGENE. Ukuran potongan DNA dianggap sebagai lokus.

Data morfologi dan AFLP diolah menggunakan software POPGENE 32 yang dikembangkan oleh Yeh *et al.* (1999) untuk mengetahui keragaman dalam dan antar populasi. Analisis keragaman genetik dalam dan antar populasi menggunakan asumsi bahwa populasi dalam keadaan setimbang Hardy Weinberg (HWE), yakni pada organisme diploid dengan asumsi dua alel (p dan q),

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Keragaman genetik dalam populasi dinyatakan dengan nilai H (Nei), keragaman antar populasi dinyatakan dengan nilai G_{st} . Keragaman antar populasi juga disebut sebagai differensiasi genetik. Nilai G_{st} dalam POPGENE sama dengan F_{st} (index fiksasi) menurut Hart & Clark (1997), diperoleh dari H_t dan H_s dengan perhitungan sebagai berikut:

$$G_{st} = F_{st} = (H_t - H_s) / H_t$$

G_{st} adalah Diferensiasi genetik (keragaman antar populasi)

F_{st} adalah Indeks fiksasi menurut (Wright 1978)

H_s adalah rerata heterosigositas anggota populasi yang terdapat di dalam (sub) populasi

H_t adalah rerata heterosigositas anggota dari keseluruhan (total) area.

Besar kecilnya diferensiasi genetik dapat dilihat dari nilai G_{st}/F_{st} . Sebagai pedoman, Wright (1978) mengemukakan pendapat untuk interpretasi nilai F_{st} sebagai berikut:

$F_{st} = 0 - 0,05$ merupakan indikasi diferensiasi genetik kecil

$F_{st} = 0,05 - 0,15$ merupakan indikasi diferensiasi genetik moderat

$F_{st} = 0,15 - 0,25$ merupakan indikasi diferensiasi genetik besar

$F_{st} > 0,25$ merupakan indikasi diferensiasi genetik sangat besar

Aliran gen (gen flow) (N_m) dapat diperkirakan dari nilai G_{st} melalui rumus:

$$N_m = 0.5(1 - G_{st})/G_{st}$$

Klastering berdasarkan jarak genetik Nei (1972) dalam bentuk dendogram menggunakan metode UPGMA yang dimodifikasi dari prosedur NEIGHBOR program PHYLIP 3.5.

4.3 Hasil dan Pembahasan

4.3.1 Keragaman Genetika Populasi *H. multiflora* berdasarkan Marka Morfologi

Keragaman karakter morfologi *H. multiflora* dari setiap populasi Bodogol dan Sukamantri disajikan dalam Tabel 4.2. dan Gambar 4.2. Keragaman morfologi terdapat pada berbagai fase tumbuh, baik vegetatif maupun generatif. Terdapat dua variasi cara tumbuh, yaitu tegak (Gambar 4.2.A) dan mendatar (Gambar 4.2.B) yang penyebarannya hampir merata pada setiap populasi. Karakter tumbuh tegak dengan ruas yang pendek merupakan karakter yang baik sebagai bahan seleksi tanaman hias pot, dan lebih banyak terdapat pada populasi 1 (Bodogol) yang habitatnya berupa hutan kayu afrika (*M. eminii*) dan 4 (Sukamantri) yang habitatnya merupakan hutan pinus (*P. merkusii*).

Karakter daun di amati pada bentuk, rasio panjang dan lebar serta intensitas warna hijau daun permukaan atas (adaksial). Karakter bentuk daun merata dan menyebar pada semua populasi. Karakter rasio panjang dan lebar daun juga menyebar pada semua populasi, tetapi jika dilihat pada ukuran daun, ukuran daun lebih sempit lebih banyak terdapat pada populasi 5 (Sukamantri) dan besar pada populasi 3 (Bodogol). Karakter warna hijau daun yang lebih muda lebih banyak terdapat pada populasi 5 (Sukamantri) dan warna hijau lebih tua lebih banyak terdapat pada populasi 3 (Bodogol).

Karakter menarik adalah warna mahkota bunga. Terdapat dua pola warna bunga, yaitu satu warna dan dua warna. Mahkota dengan satu warna biasanya berwarna kuning atau jingga, sedangkan yang memiliki pola dua warna lebih didominasi warna putih pada bagian pangkal hingga tengah, dan di ujungnya

berwarna kuning atau jingga. Pola warna mahkota satu warna dengan warna jingga merupakan karakter jarang, dan hanya terdapat pada populasi 1 dan 2 (Bodogol) serta populasi 4 dan 5 (Sukamantri). Karakter lainnya yang termasuk jarang atau tidak terdapat di semua populasi adalah karakter pinggir mahkota yang tidak melengkung, hanya terdapat pada populasi 1 dan populasi 2.

Tabel 4.2. Karakter morfologi *H. multiflora* dan frekuensinya pada setiap populasi

No	Karakter	Kategori	Notasi	Frekuensi pada populasi					
				1	2	3	4	5	6
1	Cara tumbuh	tegak	0	0.7416	0.7276	0.3780	0.7454	0.5345	0.5000
		mendatar	1	0.2584	0.2724	0.6220	0.2546	0.4655	0.5000
2	Diameter batang	kecil	0	0.8367	0.9701	0.8452	0.5774	0.5345	0.7071
		besar	1	0.1633	0.0299	0.1548	0.4226	0.4655	0.2929
3	Antosinonin pada batang	tidak ada	0	0.7746	0.6860	0.9258	0.4714	0.5345	0.7071
		ada	1	0.2254	0.3140	0.0742	0.5286	0.4655	0.2929
4	Panjang ruas	pendek	0	0.6547	0.7670	0.5345	0.8165	0.9220	0.7071
		panjang	1	0.3453	0.2330	0.4655	0.1835	0.0780	0.2929
5	Bentuk daun	jorong	0	0.8367	0.7276	0.7559	0.5774	0.5345	0.7071
		bulat telur	1	0.1633	0.2724	0.2441	0.4226	0.4655	0.2929
6	Perbandingan lebar/panjang daun	kecil	0	0.8367	0.8402	0.5345	0.8165	0.8452	0.8660
		besar	1	0.1633	0.1598	0.4655	0.1835	0.1548	0.1340
7	Warna hijau daun	muda	0	0.7746	0.8044	0.2441	0.6667	0.8452	0.7071
		tua	1	0.2254	0.1956	0.7559	0.3333	0.1548	0.2929
8	Jumlah payung	1	0	0.8660	0.9075	0.9258	0.9428	0.7559	1.0000
		>1	1	0.1340	0.0925	0.0742	0.0572	0.2441	0.0000
9	Jumlah bunga/payung	sedikit	0	0.8660	0.8402	0.5345	0.7454	0.9258	0.8660
		banyak	1	0.1340	0.1598	0.4655	0.2546	0.0742	0.1340
10	Panjang tangkai bunga	pendek	0	0.9220	0.8044	0.7559	0.5774	0.6547	0.8660
		panjang	1	0.0780	0.1956	0.2441	0.4226	0.3453	0.1340
11	Antosianin tangkai bunga	tidak ada	0	0.4472	0.5941	0.7559	0.4714	0.5345	0.7071
		ada	1	0.5528	0.4059	0.2441	0.5286	0.4655	0.2929
12	Panjang gantilan	pendek	0	0.8062	0.6860	0.7559	0.8819	1.0000	0.8660
		panjang	1	0.1938	0.3140	0.2441	0.1181	0.0000	0.1340
13	Warna gantilan	hijau muda	0	0.7746	0.8044	0.5345	0.8819	0.8452	0.7071
		Hijau tua	1	0.2254	0.1956	0.4655	0.1181	0.1548	0.2929
14	Antosianin gantilan	tidak ada	0	0.6708	0.6860	0.7559	0.5774	0.3780	0.8660
		ada	1	0.3292	0.3140	0.2441	0.4226	0.6220	0.1340
15	Antosianin kuncup bunga	tidak ada	0	0.5477	0.7276	0.7559	0.5774	0.0000	0.5000
		ada	1	0.4523	0.2724	0.2441	0.4226	1.0000	0.5000
16	Anthosianin kuncup besar	tidak ada	0	0.5916	0.8044	0.7559	0.4714	0.0000	0.0000
		ada	1	0.4084	0.1956	0.2441	0.5286	1.0000	1.0000
17	Jumlah warna mahkota	sewarna	0	0.2236	0.2425	0.0000	0.4714	0.3780	0.0000
		dua warna	1	0.7764	0.7575	1.0000	0.5286	0.6220	1.0000
18	Warna ujung mahkota	kuning	0	0.4472	0.3430	0.5345	0.8165	0.9258	0.0000
		jingga	1	0.5528	0.6570	0.4655	0.1835	0.0742	1.0000
19	Panjang mahkota	pendek	0	0.8367	0.5941	0.5345	0.7454	0.7559	0.8660
		panjang	1	0.1633	0.4059	0.4655	0.2546	0.2441	0.1340
20	Pembalikan mahkota	lemah	0	0.9747	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
		kuat	1	0.0253	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	Lengkungan pinggir helai mahkota	tidak ada	0	0.9747	0.9701	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
		ada	1	0.0253	0.0299	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	Tipe korona	menutup	0	0.8944	0.9075	0.8452	0.9428	0.7559	0.7071
		membuka	1	0.1056	0.0925	0.1548	0.0572	0.2441	0.2929
23	Panjang korona	pendek	0	0.9747	0.9393	1.0000	0.8165	0.7559	0.8660
		panjang	1	0.0253	0.0607	0.0000	0.1835	0.2441	0.1340

Karakter dengan frekuensi jarang dapat dikategorikan sebagai karakter langka. Menurut Hart & Clark (1997), suatu alel dikategorikan sebagai alel langka jika memiliki frekuensi kurang dari 0,005. Dengan asumsi bahwa satu karakter merupakan ekspresi dari suatu gen dari alel tertentu, frekuensi kurang dari 0,005 terdapat pada karakter pembalikan mahkota bunga kuat dengan frekuensi rerata 0,0042 yang hanya terdapat pada populasi 1 dengan frekuensi 0.0253 (Tabel 4.2). Karakter pembalikan mahkota diduga berkaitan dengan faktor kemudahan bagi serangga penyerbuk yang memiliki bentuk dan ukuran tubuh tertentu. Serangga *Vespidae* dan *Apidae* dianggap efektif sebagai penyerbuk *H. multiflora* di Bodogol (Chasanah 2010). Karakter pembalikan mahkota kuat memiliki efek ruang lebih sempit bagi tempat hinggap serangga penyerbuk, dan pada evolusinya di lingkungan Bodogol karakter ini kurang berkembang. Pada kondisi penyerbuk memiliki ukuran badan lebih kecil, karakter ini mungkin akan lebih dibutuhkan.

Hasil analisis program POPGENE 32 terhadap hasil skoring karakter morfologi (Lampiran 11 & 12) dicantumkan dalam Tabel 4.3. Berdasarkan nilai G_{st} , yakni sebesar 0,1156 termasuk dalam kategori sedang. Sedangkan nilai keragaman dalam populasi memiliki nilai yang lebih tinggi, dan nilai perkiraan nilai gen flow termasuk besar.

Tabel 4.3 Nilai keragaman morfologi populasi *H. multiflora* di Bodogol-Sukamantri

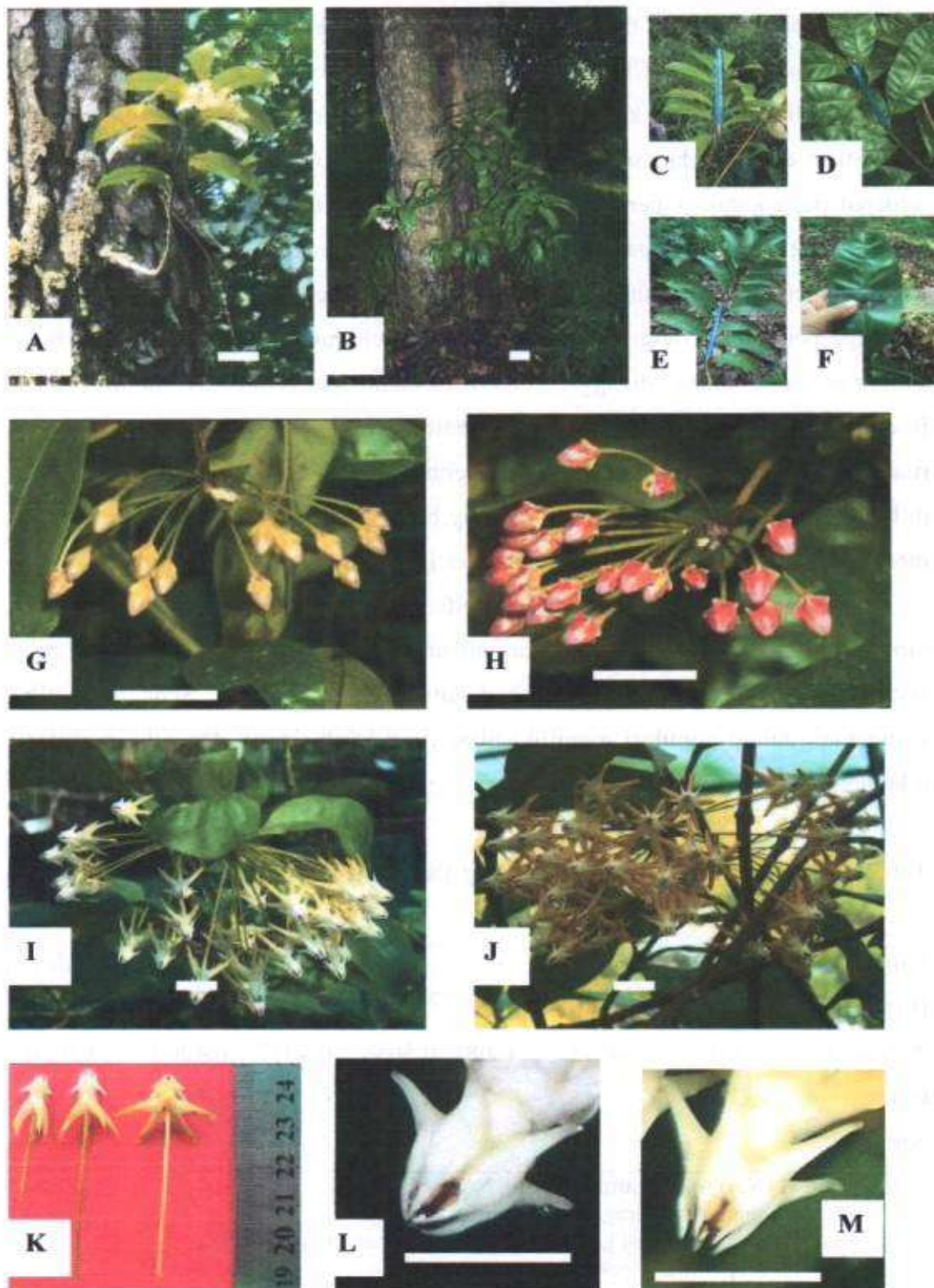
Populasi	1	2	3	4	5	6	MultiPop
H (Nei)	0.2905	0.3036	0.3113	0.3412	0.3006	0.2799	0.3357
I (Shanon)	0.4512	0.4645	0.4608	0.5035	0.4417	0.4206	0.5050
G_{st}	-	-	-	-	-	-	0.1156
Nm							3.8238

Keterangan: H (Nei) = keragaman genetik Nei

I (Shanon) = keragaman Shanon

G_{st} = diferensiasi genetik (keragaman antar sub populasi)

Nm = perkiraan gen flow



Gambar 4.2. Keragaman morfologi *H. multiflora*: a. tumbuh tegak, b. tumbuh mendatar, c-f daun g. kuncup tanpa antosianin, h. kuncup antosianin, i. mahkota dua warna, j. mahkota sewarna (jingga), k. cara mekar dan panjang gantilan, l. korona menutup, m. korona membuka (Scale: a-b = 5 cm; g-m = 1 cm)

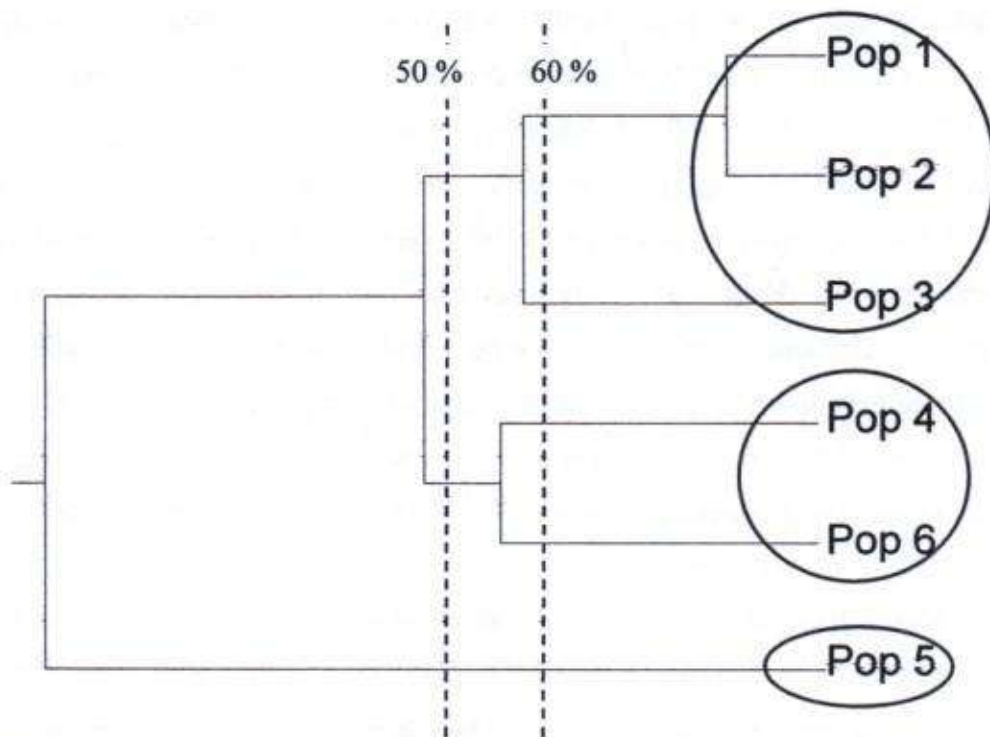
Nilai G_{st} merupakan nilai diferensiasi populasi yang menunjukkan keragaman antar populasi yang di amati. Nilai (G_{st}) = 0.1156 menunjukkan nilai yang sedang. Nilai G_{st} di anggap rendah jika kurang dari 0.05, sedang antara 0.050-0.150, besar 0,151 – 0,250 dan sangat besar jika lebih dari 0,250. Nilai G_{st} rendah menunjukkan tingginya keragaman genetik, tingginya aliran gen serta memiliki variasi yang rendah antar populasi. Kondisi ini menunjukkan rendahnya kepentingan untuk konservasi *in-situ* maupun *ex-situ*. Sebaliknya, nilai G_{st} yang tinggi menunjukkan tingginya inbreeding, rendahnya aliran gen, rendahnya keragaman genetik serta terdapat variasi yang tinggi di antara populasi, sehingga perlu untuk dikonservasi. Pada kondisi demikian, strategi pengambilan sampel untuk keperluan konservasi *ex-situ* hendaknya memperhatikan keterwakilan populasi (Brown & Hardner 2000).

Kesamaan genetik dan jarak genetik Nei disajikan dalam Tabel 4.4. Sedangkan analisis klastering berdasarkan jarak genetik Nei (1972) di tunjukkan melalui dendogram pada Gambar 4.3. Berdasarkan dendogram pada Gambar 4.3, terdapat dua grup utama, yaitu grup pertama yang diisi oleh populasi 1,2,3,4 dan 6 dan grup berikutnya hanya diisi populasi 5. Pemisahan pada 50 % jarak menghasilkan 3 grup, yaitu grup pertama terdiri dari populasi 1,2 dan 3 (Bodogol), grup ke dua terdiri atas populasi 4 dan 6 (Sukamantri) dan grup ke tiga terdiri dari populasi 5 (Sukamantri). Grup pertama (populasi 1, 2, dan 3) memiliki karakteristik habitat dengan penutupan tajuk lebih dari 50 %, demikian pula grup ke dua (populasi 4 dan 6). Grup ke tiga (populasi 5) memiliki penutupan tajuk sangat rendah yaitu 30, 33 %.

Tabel 4.4 Kesamaan dan jarak genetik Nei (1972) populasi *H. multiflora* berdasarkan karakter morfologi

pop ID	1	2	3	4	5	6
1	****	0.9836	0.9471	0.9584	0.8989	0.9576
2	0.0165	****	0.9611	0.9472	0.8622	0.9393
3	0.0543	0.0397	****	0.9107	0.8411	0.9461
4	0.0425	0.0542	0.0935	****	0.9420	0.9523
5	0.1066	0.1483	0.1731	0.0597	****	0.9249
6	0.0434	0.0626	0.0555	0.0489	0.0781	****

Keterangan: kesamaan genetik (di atas diagonal) dan jarak genetik (di bawah diagonal)



Gambar 4.3 Dendrogram jarak 6 populasi hipotetik *H. multiflora* berdasarkan keragaman morfologi.

Penutupan tajuk biasanya berbanding terbalik dengan intensitas cahaya matahari yang di terima. Selain itu, penutupan tajuk yang tinggi juga mempengaruhi kelembaban udara dan suhu lingkungan mikro. Hal ini dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan yang diekspresikan dalam bentuk, warna maupun ukuran organ tumbuhan yang berimplikasi pada perbedaan karakter morfologi. Populasi 5 memiliki jarak paling jauh dengan populasi lainnya, berarti bahwa karakter morfologi anggota populasi 5 memiliki perbedaan paling besar dengan yang dimiliki anggota dari sub populasi lainnya. Populasi 5 berasal dari Sukamantri dengan habitat yang memiliki penutupan tajuk paling rendah dan menerima intensitas cahaya matahari paling tinggi. Karakter yang menunjukkan perbedaan pada Populasi 5 lebih banyak disumbang oleh karakter warna daun dan gantilan yang lebih muda serta ukuran yang lebih besar (Tabel 4.2). Menurut Issarakraisila dan Settapakdee (2008) yang melakukan penelitian efek intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman yang toleran terhadap naungan, intensitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan yang ditunjukkan dengan pengaruhnya terhadap warna daun dan ukuran jaringan. Intensitas cahaya yang tinggi akan mengurangi jumlah klorofil a dan b secara drastis sehingga warna hijau daun

menjadi lebih muda dan ukuran daun lebih sempit serta batang lebih pendek. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa pertumbuhan optimum dicapai pada intensitas cahaya 40 %.

4.3.2 Keragaman Genetik Populasi *H. multiflora* Berdasarkan Marka AFLP

Marka DNA-AFLP terbaik diperoleh dengan menggunakan primer berlabel IRD 700 pada P 11 dengan sekuen 5'GACTCGTACATGCAGAA3' dan primer tidak berlabel yaitu M48 dengan sekuen 5'GATGAGTCCTGAGTAACAC3'. Pola pita potongan DNA-AFLP yang dihasilkan seperti tampak pada Gambar 4.4.

Hasil skoring pola pita menggunakan program SAGA (Lampiran 13 & 14) menunjukkan jumlah pita teramati sebanyak 61 pita yang semuanya polimorfik, berukuran antara 57 pb hingga 464 pb. Setiap pita diasumsikan sebagai satu lokus. Kehadiran dan ketidak hadirannya pita pada ukuran basa tertentu diasumsikan sebagai pasangan alel yang kemudian dikonversikan ke dalam bentuk data numerik biner (1) untuk kehadiran pita dan (0) untuk ketidakhadiran pita. Data disusun dalam program POPGENE kemudian diolah untuk mendapatkan nilai H_t , G_{st} dan N_e (gene flow) dari setiap lokus. Nilai H_t , G_{st} dan N_e keseluruhan adalah rata-rata dari nilai setiap lokus.

Hasil analisis POPGENE 32 menunjukkan keragaman dalam maupun antar populasi seperti tertera dalam Tabel 4.4. Keragaman antar populasi ditunjukkan dengan nilai G_{st} yaitu sebesar 0.2287. Nilai tersebut masuk dalam kategori G_{st} besar, menunjukkan diferensiasi genetik yang tinggi antar populasi.

Tabel 4.5 Hasil analisis keragaman genetik *H. multiflora* berdasarkan marka AFLP

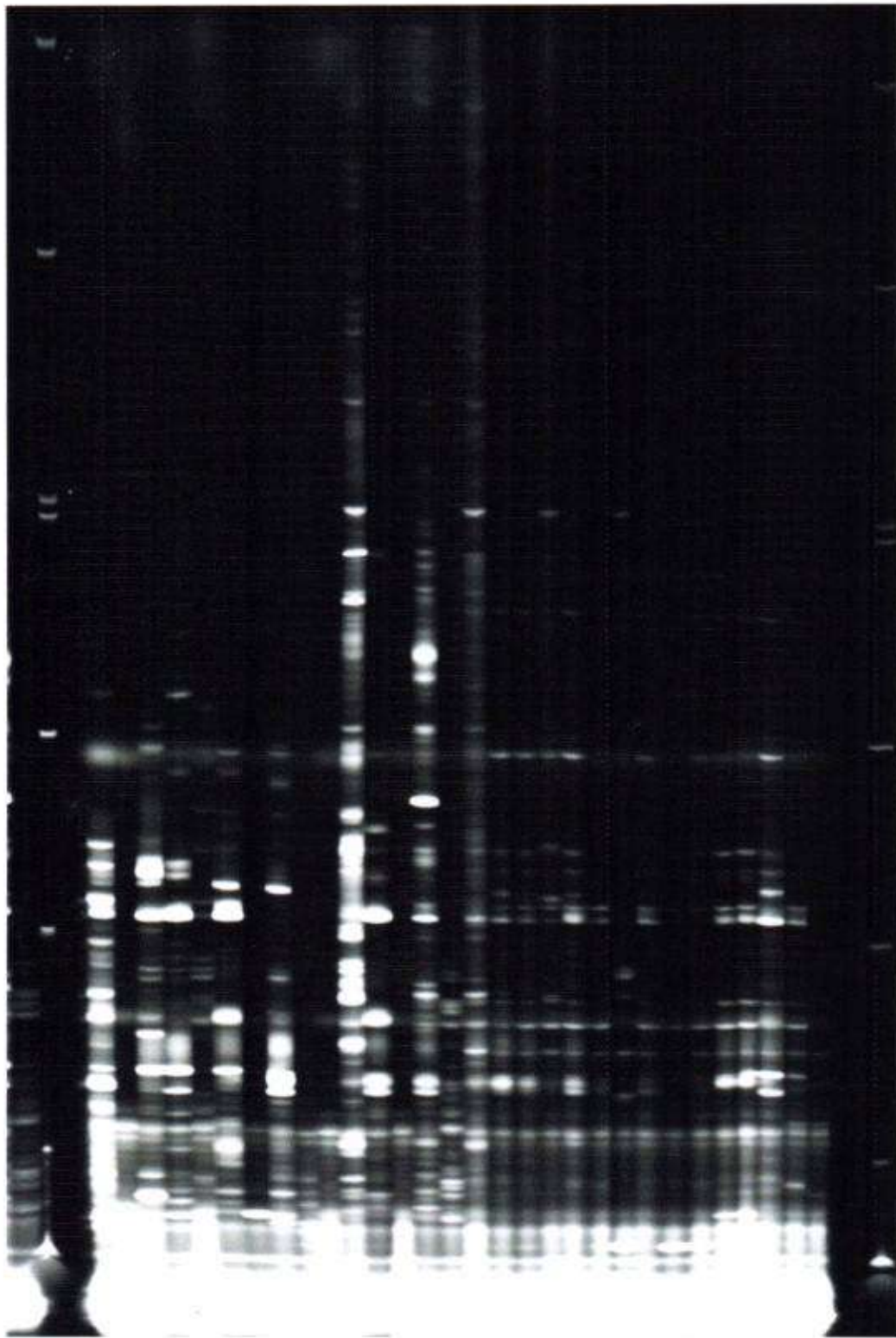
Populasi	1	2	3	4	5	6	MultiPop
H (Nei)	0.2180	0.2143	0.2964	0.1726	0.1621	0.1752	0.2590
I(Shannon)	0.3248	0.3372	0.4310	0.2644	0.2463	0.2646	0.4104
G_{st}	-	-	-	-	-	-	0.2287
N_m							1.6865

Keterangan: H = indek keragaman Nei

I = indeks keragaman Shanon

G_{st} = diferensiasi genetik (keragaman antar sub populasi)

N_m = gen flow



Gambar 4.4. Pola pita potongan DNA hasil analisis AFLP

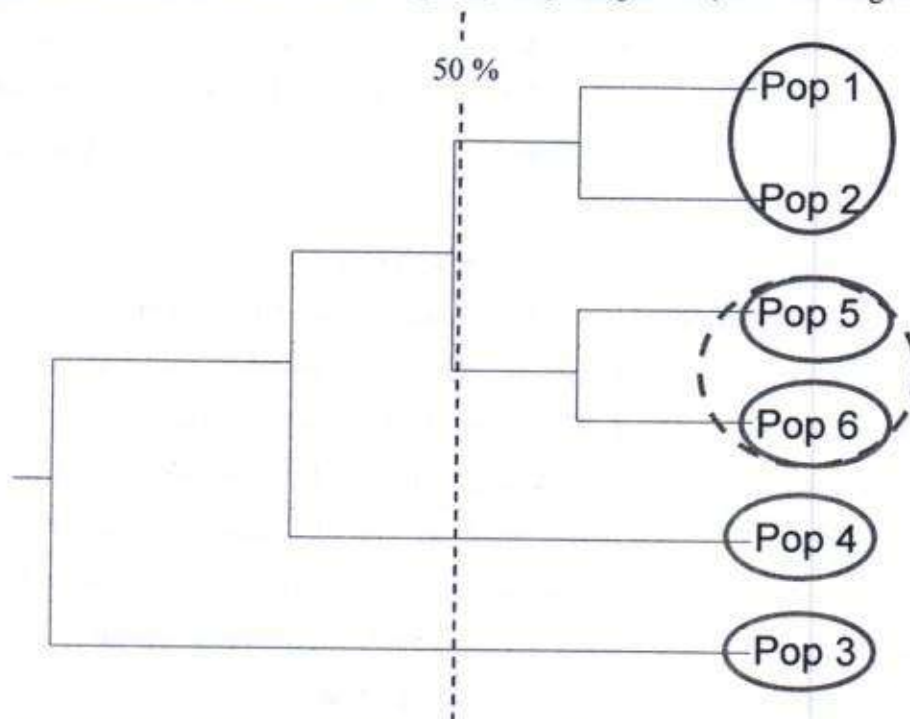
Pada keadaan diferensiasi genetik tinggi, biasanya menunjukkan keragaman genetik dalam populasi yang rendah, gen flow rendah dan terdapat variasi yang tinggi antar populasi. Kondisi ini memberikan implikasi dalam konservasi baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*. Pada konservasi *in-situ* dibutuhkan lebih banyak populasi yang dikonservasi meliputi berbagai kondisi habitat yang ada, sedangkan pada konservasi *ex-situ*, pengambilan sampel berdasarkan asal populasi.

Berdasarkan penghitungan jarak genetik Nei (1972), diperoleh hasil sebagaimana dicantumkan dalam Tabel 4.6. dan fisualisasinya ditunjukkan dalam dendogram yang disajikan pada Gambar 4.5.

Tabel 4.6 Kesamaan dan jarak genetik Nei (1972) berdasarkan AFLP

pop ID	1	2	3	4	5	6
1	****	0.9609	0.8763	0.9149	0.9433	0.9125
2	0.0398	****	0.8741	0.9196	0.9547	0.9407
3	0.1320	0.1346	****	0.8414	0.8496	0.8771
4	0.0889	0.0838	0.1727	****	0.8944	0.8950
5	0.0584	0.0464	0.1630	0.1116	****	0.9582
6	0.0916	0.0611	0.1312	0.1110	0.0427	****

Keterangan: kesamaan genetik (di atas diagonal) dan jarak genetik (di bawah diagonal)



Gambar 4.5 Dendogram jarak genetik marka AFLP

Berdasarkan dendrogram tersebut, populasi tidak memisah antara populasi Bodogol dan Sukamantri, melainkan bercampur. Namun demikian terdapat pengelompokan dari masing-masing populasi. Populasi 1 dan 2 (Bodogol) merupakan satu kelompok, diduga karena antara anggota populasi 1 dan 2 masih dapat saling berkawin acak dan dengan demikian dianggap sebagai satu populasi. Hal ini juga sesuai dengan jarak spasial antara keduanya yang sangat dekat (Gambar 4.1) yaitu hanya sekitar 160 m.

Populasi didefinisikan sebagai satu unit generasi yang secara kolektif dapat saling melakukan pertukaran informasi genetik melalui reproduksi seksual (Finkeldey & Hattermer 2007). Suatu jenis jarang hanya mempunyai satu populasi, melainkan terdiri dari beberapa populasi yang bercampur atau terisolasi. Populasi yang terisolasi adalah populasi yang anggotanya tidak dapat berkawin silang acak dengan anggota populasi lain. Peluang terjadinya kawin acak antara anggota populasi *H. multiflora*, di asumsikan sama dengan jarak terbang terjauh serangga penyerbuk. Berdasarkan struktur bunganya, penyerbukan pada tumbuhan Hoya membutuhkan bantuan serangga penyerbuk (Rintz 1980). Serangga dari anggota *Vespidae* (tabuhan) dan *Apidae* (lebah) di anggap efektif sebagai penyerbuk *H. multiflora* (Chasanah 2010). Berdasarkan Raffiudin dan Triatmowidi (komunikasi pribadi), jarak terbang terjauh *Vespidae* dan *Apidae* antara 500 – 1000m.

Populasi 5 dan 6 (Sukamantri) juga berada dalam satu percabangan artinya berada dalam kelompok yang sama. Namun demikian, populasi memiliki jarak spasial lebih dari 2 km (Gambar 4.1) dan diperkirakan sulit terjadi kawin acak antar anggotanya. Sehingga populasi 5 dan 6 dapat dianggap sebagai populasi yang berbeda. Adapun persamaan genetiknya dapat disebabkan oleh asal induk yang sama. Satu buah *H. multiflora* dapat berisi hingga 200 biji yang penyebarannya dibantu oleh angin (Rahayu 2006), sehingga antar individu yang berasal dari buah yang sama bisa terpencar dan terpisah oleh jarak.

Populasi 4 (Sukamantri) dan populasi 3 (Bodogol) masing-masing memisah. Populasi 4 memiliki jarak lebih dekat ke grup, dan populasi 3 memiliki jarak paling jauh. Populasi 4 menempati habitat hutan Pinus (*Pinus merkusii*).

Faktor lingkungan yang paling berpengaruh dalam keragaman genetik *H. multiflora* adalah aktifitas serangga penyerbuk, serta adanya adaptasi dengan lingkungan dalam proses evolusi. Di duga, serangga penyerbuk yang mendiami relung habitat hutan pinus berbeda dengan serangga penyerbuk yang mendiami relung habitat tipe hutan lainnya.

Populasi 3 yang terdapat di Bodogol memiliki jarak genetik paling jauh, meskipun secara spasial, populasi 3 hanya berjarak 219 m dari populasi 2 (Gambar 4.1). Pada kondisi demikian, di anggap tidak terjadi kawin acak antara anggota populasi 3 dengan populasi 2 sehingga dapat di anggap sebagai populasi yang terpisah. Hal ini dapat disebabkan perbedaan habitat pada populasi 3 yang merupakan hutan alam rasamala yang sudah tua dengan tinggi pohon rata-rata hingga 30 m dan memiliki penutupan tajuk sangat rapat (80,23%) dan intensitas cahaya yang sangat rendah (30.03%). Kondisi habitat tersebut kemungkinan akan berpengaruh terhadap jenis serangga penyerbuk yang mendiami relung habitat yang sama, sehingga di duga, jenis serangga penyerbuk yang terdapat pada populasi 3 berbeda dengan yang terdapat pada populasi 2. Hasil ini sesuai dengan dendrogram hasil analisis morfologi yang terdapat pada Gambar 4.3. Pada persamaan 60 % terdapat lima percabangan yang menunjukkan batasan populasi, sehingga dari enam populasi yang di amati dapat di anggap sebagai lima populasi yang berbeda, yaitu populasi 1 dan 2 merupakan satu populasi, sedangkan populasi 3, 4, 5 dan 6 masing-masing merupakan populasi tersendiri.

4.4 Kesimpulan

Terdapat karakter morfologi tertentu yang tidak menyebar di semua populasi yaitu karakter warna bunga dan pinggir mahkota tidak melengkung. Karakter pembalikan mahkota yang kuat merupakan karakter langka yang hanya terdapat pada populasi 1 (Bodogol).

Analisis keragaman morfologi menunjukkan tingkat keragaman di dalam populasi lebih rendah dari keragaman total yang ditunjukkan dengan nilai $H_s = 0.3045$ lebih rendah dari $H_t = 0.3444$. Keragaman antar populasi sedang yang ditunjukkan dengan nilai $G_{st} = 0.1156$. Analisis diskriminan terhadap karakter

morfologi menunjukkan pengaruh lingkungan tutupan tajuk terhadap keragaman morfologi.

Analisis AFLP menunjukkan keragaman dalam populasi rendah lebih rendah dari keragaman total yang ditunjukkan dengan nilai $H_s = 0.2064$ lebih rendah dari nilai $H_t = 0.2676$. Populasi *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri memiliki diferensiasi genetik tinggi, ditunjukkan dengan nilai $G_{st} = 0.2287$. Diferensiasi genetik yang tinggi memberikan implikasi bagi pengelolaan konservasi *in situ* dan *ex situ* dengan mempertahankan keberadaan populasi dan habitatnya, serta pengambilan sampel dari setiap populasi untuk konservasi *ex situ*.

Berdasarkan analisis jarak genetik menggunakan karakter morfologi dan AFLP serta mempertimbangkan jarak populasi, tiga populasi Bodogol dianggap sebagai dua populasi yang berbeda, yaitu populasi 1 dan 2 merupakan populasi yang sama, sedangkan populasi 3 merupakan populasi yang berbeda. Populasi 4, 5 dan 6 di Sukamantri masing-masing merupakan populasi yang berbeda.

V. PEMBAHASAN UMUM

Kehadiran *H. multiflora* di TNGGP belum pernah tercatat sebelumnya, baik berdasarkan bukti spesimen herbarium maupun dalam daftar "Flora Taman Nasional Gede Pangrango" (Sunarno & Rugayah 1992). Berdasarkan penelitian ini, terdapat populasi di Bodogol (700 – 900 m dpl) dan di Situ Gunung (1000 m dpl), namun tidak berhasil ditemukan di Cibodas (1450 m dpl) dan Gunung Putri (1500 m dpl). Kehadiran jenis ini di Sukamantri G. Salak TNGHS telah diketahui sebelumnya melalui spesimen herbarium tahun 1836 dan pada saat penelitian ini masih dijumpai populasinya. *H. multiflora* di TNGGP dan Sukamantri TNGHS lebih mudah berkembang di bawah ketinggian 1000 m dpl.

Selain dibatasi dengan elevasi, sebaran populasi *H. multiflora* tergantung pada pemencaran biji dan kondisi habitat. Berdasarkan bentuk biji parasut (Armstrong 1999), pemencaran biji *H. multiflora* melalui angin sehingga dapat mencapai jarak yang jauh yang tentunya bergantung pada arah, kecepatan dan ketinggian angin. Pada daerah tertentu, arah, kecepatan dan ketinggian angin dapat berubah akibat terhalang oleh topografi yang terjal yang menimbulkan "barrier jet". Oleh karenanya *H. multiflora* tidak dapat di jumpai di sembarang tempat berpohon. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Indonesia tahun 2008 (Lampiran 15), arah angin di atas TNGGP dan TNGHS yang meliputi kawasan Bodogol dan Sukamantri (3000 kaki) adalah (dari) arah barat daya (Januari-Maret), selatan (April - Mei dan November - Desember) dan tenggara (Juni-Oktober). Hal ini dapat menjelaskan ditemukannya individu *H. multiflora* di Situgunung dan populasinya di Bodogol serta ketidakhadirannya di kawasan Cibodas dan Gunung Putri. Situgunung dan Bodogol terletak di sebelah barat dan barat daya puncak Gede-Pangrango, sedangkan Cibodas dan Gunung Putri terletak di sebelah utara dan timur laut. Daerah sebelah utara hingga timur TNGGP terhalang puncak Gede-Pangrango yang merupakan penghalang bagi angin dari arah selatan dan barat daya.

Fakta spesimen herbarium yang menunjukkan terdapatnya *H. multiflora* di wilayah TNGHS sejak tahun 1836 dan letak TNGHS di sebelah barat-barat daya TNGGP menimbulkan dugaan bahwa populasi *H. multiflora* yang terdapat di Bodogol dan Situgunung berasal dari populasi yang terdapat di TNGHS. Namun

demikian, hal ini perlu pembuktian lebih lanjut, misalnya dengan melakukan analisis DNA sitoplasmik yang dapat menunjukkan kesamaan induk.

Kondisi habitat abiotik yang paling berpengaruh bagi epifit adalah unsur hara, cahaya matahari dan air (Benzing 2008; Luttge 2008). Menurut Zotz dan Heitz (2001), faktor pembatas utama yang mempengaruhi pertumbuhan epifit adalah kondisi rawan air, sedangkan unsur hara dan sinar matahari merupakan faktor minor. Oleh karena itu, pada umumnya epifit lebih banyak dijumpai pada hutan tropis yang lembab, terutama di daerah pegunungan yang dingin dan berkabut bila dibandingkan dengan di daerah dataran rendah (Freiberg and Freiberg 2000). Namun demikian, berdasarkan kondisi kelembaban tempat tumbuh, terdapat epifit yang menyukai daerah sangat lembab (*hygrophytes*) hingga daerah kurang lembab (*xerophytes*) (Benzing 2008).

Keberadaan *H. multiflora* di Sukamantri menunjukkan populasi dapat bertahan hingga ratusan tahun. Hal ini menandakan kondisi habitat yang sesuai. Habitat yang terdapat di lokasi penelitian berupa hutan alam puspa (*S. wallichii*), hutan rasamala (*A. excelsa*) dan hutan campuran serta hutan tanaman *P. merkusii* dengan berbagai tingkat kerapatan pohon. Berdasarkan analisis komponen utama (*Principal Componen Analysis*) menggunakan program SPSS, diketahui bahwa terdapat 3 faktor utama penentu (Lampiran 5) dalam keragaman habitat *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri.

Sebanyak sembilan variabel digunakan dalam analisis komponen utama, yaitu lokasi, altitude, aspek, jumlah pohon, jumlah tiang, tutupan tajuk, intensitas cahaya, suhu mikro dan kelembaban mikro. Tiga variabel yang paling dominan adalah jumlah pohon (kerapatan) dengan sumbangan keragaman 49,18% disusul dengan suhu yang menyumbang keragaman 25,76% dan elevasi yang menyumbang keragaman 18,27 % (Lampiran 5). Faktor kerapatan pohon terkait langsung maupun tidak langsung dengan jumlah *H. multiflora*. Sebagai forofit, keberadaan pohon mutlak diperlukan bagi tumbuhnya *H. multiflora*. Semakin banyak pohon akan memberikan peluang lebih besar bagi tempat tumbuhnya. Keterkaitan tidak langsung dari faktor kerapatan pohon berhubungan dengan faktor abiotik lainnya, seperti tutupan tajuk dan intensitas cahaya matahari yang diterima pada suatu lokasi.

Hutan dengan kerapatan sangat jarang karena pohonnya banyak ditebang biasanya juga tidak terdapat fase tiang maupun sapihan, sehingga memiliki tutupan tajuk yang rendah dan menerima intensitas cahaya matahari tinggi, suhu sekitar lebih tinggi dan kelembaban udara lebih rendah. Pada kondisi ini *H. multiflora* tampak tumbuh lebih lambat ditunjukkan dengan karakter yang menojol yaitu ruas batang pendek, ukuran daun dan bunga lebih kecil, daun berwarna lebih kuning, ukuran batang lebih kecil dan pendek serta tidak bercabang. Tumbuhan yang mendapatkan lebih banyak sinar matahari dan bersamaan dengan terbatasnya nitrogen akan mengalami kenaikan rasio klorofil a/b yang menyebabkan warna daun tampak lebih kuning (Björkman & Holmgren 2006; Kitajima & Hogan 2003). Kondisi ini dapat menghambat dalam proses reproduksi karena bunga yang dihasilkan lebih sedikit sehingga peluang untuk terjadi penyerbukan juga kecil dan proses regenerasi menjadi terhambat. Pada daerah ini hampir tidak dijumpai adanya anakan (semai), bahkan ada dijumpai individu yang kering. Namun demikian, karakter dengan ruas dan cabang pendek disukai untuk seleksi tanaman hias pot.

Hutan dengan kerapatan tinggi biasanya diikuti dengan tutupan tajuk yang rapat (hampir 100 %), intensitas cahaya matahari rendah (30-40%), suhu udara sekitar lebih rendah dan kelembaban udara lebih tinggi. Pada kondisi ini *H. multiflora* tumbuh dengan subur ditandai dengan karakter morfologi jumlah cabang hingga mencapai lebih dari 50 cabang, ukuran batang lebih besar dan panjang, daun lebih lebar dan hijau serta ukuran bunga lebih besar dan jumlah bunga lebih banyak. Kondisi ini menghasilkan suasana optimum dengan kehadiran sarang semut maupun kadaka yang berperan sebagai substrat lebih banyak dan menjamin tumbuhan dapat bereproduksi secara normal. Pada kondisi ini dijumpai anakan dan individu yang berbuah. Kondisi habitat ini juga memungkinkan sebagai tempat hidup serangga penyerbuk, sehingga proses perpindahan polen untuk menjaga komposisi dan keragaman genetik dapat berjalan dengan lancar.

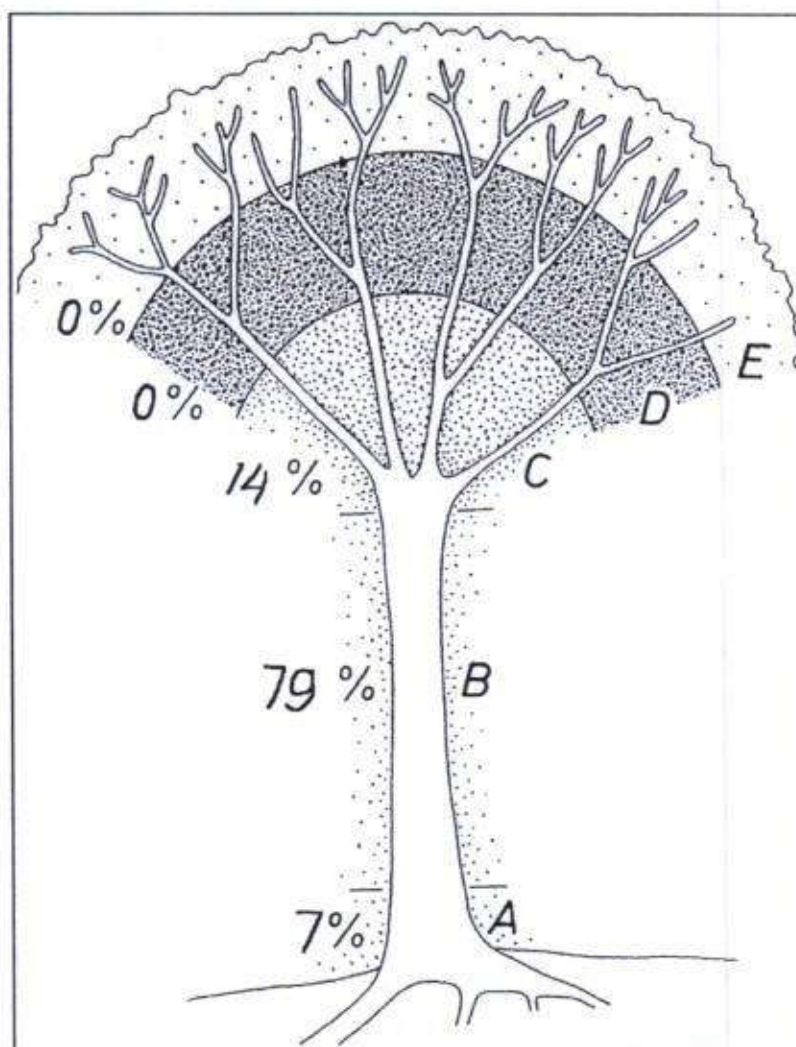
Sebagai tumbuhan epifit, *H. multiflora* membutuhkan pohon tumpangan atau yang dikenal dengan istilah forofit (Benzing 2008; Luttge 2008). Berdasarkan pengamatan terdapat banyak jenis tumbuhan berkayu yang

merupakan forofit *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri. Jenis-jenis tumbuhan berkayu yang merupakan forofit tumbuhan ini adalah dari tumbuhan rendah yaitu pakis tiang (*C. contaminans*) hingga tumbuhan tinggi dari kelompok dikotil dan monokotil. Hal tersebut menunjukkan tidak adanya preferensi khusus terhadap jenis forofit sebagaimana yang terjadi pada *H. diversifolia* yang tumbuh spontan di Kebun Raya Bogor (Rahayu *et al.* 2007b).

Menurut Benzing (2008), pada umumnya tumbuhan epifit tidak memiliki preferensi khusus terhadap jenis forofit, meski dijumpai pula adanya pengecualian. Hal ini terkait dengan kebutuhan hara, air dan cahaya tumbuhan epifit. Tumbuhan epifit membutuhkan hara dari humus yang terdapat pada permukaan pohon forofitnya yang dapat disediakan oleh lekukan atau celah pada kulit pohon, lubang sarang semut dan perakaran tumbuhan kadaka (*Asplenium* spp.). Kondisi ini menurut Benzing (2008) termasuk dalam kategori epifit '*humus dependent*'. Hingga saat ini belum diketahui adanya penelitian mengenai hubungan khusus antara tumbuhan Hoya dengan forofitnya. Penelitian mengenai hubungan epifit dengan forofit pada umumnya lebih terarah pada kelimpahan dan komposisi jenis epifit pada jenis forofit tertentu (Benzing, 2008). Menurut Laube dan Zott (2006) yang meneliti adanya kemungkinan kekhususan forofit bagi epifit di Panama, ternyata disimpulkan tidak adanya kekhususan forofit bagi epifit, namun dalam memilih forofit juga tidak terjadi secara acak. Hal ini menegaskan bahwa pemilihan jenis forofit lebih didasarkan pada ketersediaan tempat bagi biji epifit untuk berkecambah dan tumbuh, mendapatkan hara, air dan sinar matahari. Berdasarkan kisaran tumbuhan forofit *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri yang meliputi pakis pohon (*C. contaminans*), beberapa jenis monokotil seperti *D. rubra* dan *P. furcatus*, terdapat tempat yang dibutuhkan untuk mengumpulkan humus yaitu di pangkal pelepah dan pada tumbuhan dikotil pada lubang sarang semut atau perakaran kadaka (*Asplenium* spp.).

Pada umumnya, epifit juga memilih lokasi tumbuh pada pohon forofitnya yang dikenal dengan istilah zonasi forofit. Pemilihan zonasi sebagai tempat tumbuh terkait dengan kebutuhan cahaya, air, kelembaban dan suhu. Penggolongan zonasi forofit bagi tumbuhan epifit telah dikemukakan oleh Johannson (1975) yang membagi letak tumbuh anggrek epifit. Pada Gambar 5.1.,

ditunjukkan penyebaran *H. multiflora* menurut zonasi forofit berdasarkan pengamatan di Bodogol dan Sukamantri yang didasarkan pembagian zonasi menurut Johannson (1975). Pembagian zonasi forofit menurut Johannson dibagi menjadi 5 zona. Zona A terletak pada pangkal batang dibawah 1 m dari tanah, zona B pada batang di atas 1 m dari tanah hingga ke pangkal percabangan, zona C terletak pada sepertiga bagian pangkal percabangan, zona D terletak pada bagian tengah percabangan, dan zona E pada sepertiga ujung percabangan atau bagian atas kanopi.

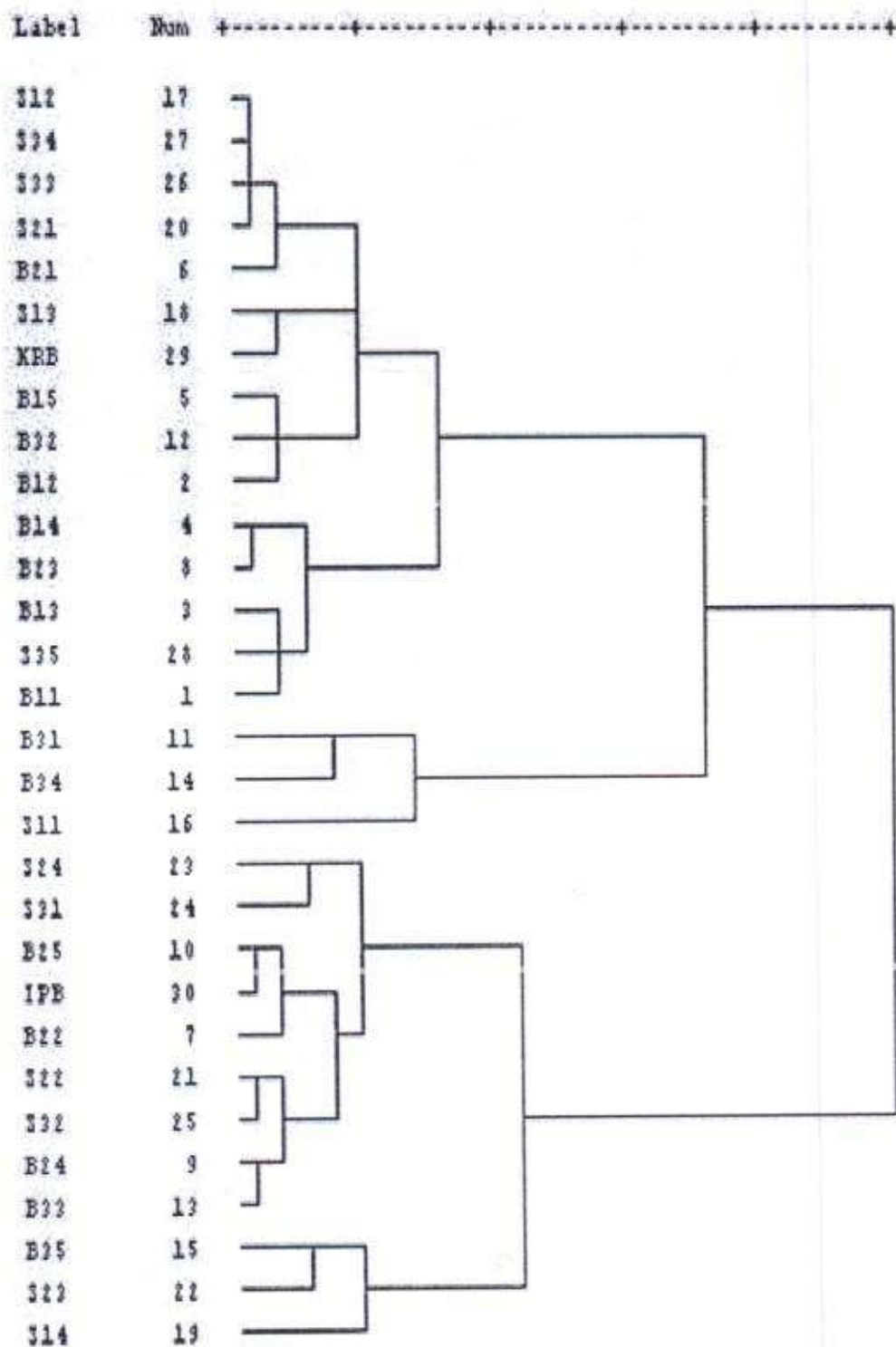


Gambar 5.1 Penyebaran *H. multiflora* berdasarkan zonasi pada forofitnya di Bodogol dan Sukamantri Jawa Barat. (dimodifikasi dari Johannson 1975).

Zona A dan B yang terletak pada batang akan mendapatkan intensitas cahaya yang sedang dan limpahan air hujan lebih banyak, sedangkan pada zona C intensitas cahaya rendah dengan limpahan air sedang. Zona D merupakan zona paling gelap dan lembab, zona E mendapatkan intensitas cahaya tinggi serta lebih rawan air karena air lebih mudah menguap. Dengan demikian, *H. multiflora* yang lebih banyak terdapat pada zona B menunjukkan bahwa tumbuhan ini termasuk kategori yang membutuhkan naungan (shade tolerant) ringan menurut klasifikasi Benzing (2008).

Berdasarkan analisis klastering AFLP (Gambar 4.5.), populasi 5 dan 6 maupun populasi 4 (Sukamantri) memiliki jarak lebih dekat dengan populasi 1 dan 2 (Bodogol) bila dibandingkan dengan populasi 3 (Bodogol). Hal ini dapat menunjukkan kemiripan secara genetik antara sebagian anggota populasi di Sukamantri dan sebagian anggota populasi di Bodogol, yang diperkuat hasil analisis klastering individual dari data AFLP (Gambar 5.2.). Berdasarkan Gambar 5.2., sebagian individu-individu asal Bodogol (B) memiliki jarak lebih dekat dengan sebagian individu dari Sukamantri (S). Kedekatan antar sebagian anggota populasi di Bodogol dengan Sukamantri bahkan ada yang mencapai kemiripan di atas 95 % (ketidakmiripan < 5%) yaitu pada sampel B21 yang memiliki jarak sangat dekat dengan grup S12, S34, S33 dan S21.

Analisis klastering untuk karakter morfologi (Gambar 4.3) menunjukkan percabangan yang berbeda. Populasi Bodogol memiliki kedekatan dengan populasi Bodogol, dan populasi Sukamantri memiliki kedekatan dengan populasi Sukamantri. Populasi yang memisah paling jauh adalah populasi 5 (Sukamantri), yakni populasi yang dicirikan dengan anggota yang memiliki karakteristik dengan ruas batang pendek, daun sempit, warna hijau daun lebih muda dan ukuran bunga lebih kecil. Jika dirinjau dari kondisi habitat, populasi 5 memiliki kondisi habitat dengan kerapatan pohon dan penutupan tajuk paling jarang. Karakter morfologi adalah fenotipe yang merupakan ekspresi dari genotipe yang dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuhnya.



Gambar 5.2 Dendrogram jarak individu *H. multiflora* asal Bodogol dan Sukamantri berdasarkan marka AFLP menggunakan 'Average Linkage (Between Group)'.

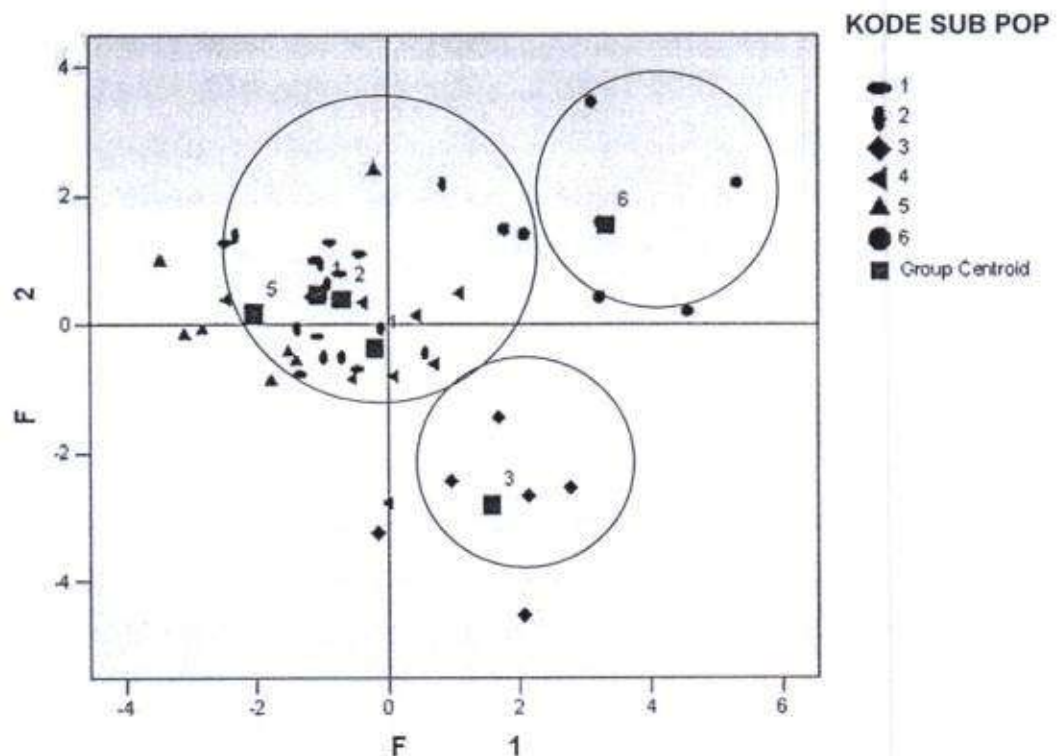
Nilai G_{st} yang lebih rendah pada karakter morfologi menunjukkan keragaman yang tinggi di dalam populasi, sedangkan nilai G_{st} untuk AFLP yang besar menunjukkan diferensiasi genetik yang tinggi dan keragaman dalam populasi yang rendah. Hal ini menunjukkan kuatnya pengaruh lingkungan terhadap fenotipe. Untuk memperkuat analisis ini dilakukan analisis diskriminan terhadap karakter morfologi dengan faktor deskriminan berupa kondisi habitat pada populasi di Bodogol. Tiga populasi yang terdapat di Bodogol merupakan populasi yang dipisahkan secara spasial, namun pada populasi 1 dan populasi 2 memiliki beberapa perbedaan habitat berupa pohon dominan dan tutupan tajuk yang berbeda, sedangkan populasi 3 memiliki habitat yang homogen. Perbedaan ini kemudian dijadikan sebagai dasar pemisahan tiga populasi menjadi 6 sub populasi seperti dicantumkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Pembagian sub populasi *H. multiflora* Bodogol berdasarkan perbedaan tipe habitat (pohon dominan)

Populasi asal	Lokasi/Sub pop	Tipe habitat	Tutupan Tajuk	Nomer sampel
1	1	Hutan <i>Maesopsis eminii-Cyathea contaminans</i>	60.23 %	1,2,3,4,5,6,7,8,9
1	2	Hutan primer campuran	61.53 %	10,11,12,13,14,15,16,17,18,19
2	3	Hutan <i>Maesopsis eminii-Calliandra calothyrsus</i>	75.34 %	20,21,22,23,24,25
2	4	Hutan <i>Schima wallichii</i>	64.15 %	26,27,28,29,30,31,32,33,34
2	5	Hutan pinggir bangunan	54.62 %	35,36,37,38,39,40,41
3	6	Hutan <i>Altingia excelsa</i>	80.23 %	42,43,44,45,46,47,48

Analisis diskriminan kemudian dilakukan terhadap enam sub populasi dari tiga populasi di Bodogol yang dianggap memiliki perbedaan lingkungan berdasarkan perbedaan pohon dominan. Berdasarkan analisis (Gambar 5.2), enam sub populasi memisah menjadi tiga sub populasi, yakni sub populasi 5,1,2, dan 4 terdapat dalam satu grup sedangkan sub populasi 3 dan sub populasi 6 masing-masing memisah. Sub populasi 1 dan 2 berasal dari populasi 1 sedangkan sub

populasi 3,4, dan 5 berasal dari populasi 2, dan sub populasi 6 berasal dari populasi 3. Berdasarkan analisis tersebut, pembentukan grup terlihat sesuai dengan faktor kesamaan tutupan tajuk (Tabel 5.1). Habitat dengan tutupan tajuk jarang dan cahaya matahari lebih banyak (subpop 5), memiliki morfologi batang dan ruas cenderung lebih pendek dan diameter lebih kecil, ukuran daun lebih sempit dan warna hijau daun lebih muda, sedangkan pada habitat yang lebih ternaung (subpop 6), memiliki karakter morfologi sebaliknya. Hal ini menunjukkan besarnya pengaruh faktor lingkungan terhadap keragaman morfologi.



Gambar 5.3 Distribusi sampel *H. multiflora* di Bodogol berdasarkan karakter morfologi dengan habitat sebagai faktor diskriminan.

Berdasarkan analisis AFLP, keragaman genetik dalam populasi pada umumnya rendah dan hampir sama untuk semua populasi serta memiliki diferensiasi genetik yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat variasi yang tinggi antar populasi dan terdapat indikasi aliran genetik yang rendah. Aliran

genetik yang rendah menunjukkan rendahnya kejadian perpindahan polen yang dapat disebabkan karena kurangnya serangga penyerbuk. Peluang terjadinya pembuahan sangat kecil karena tidak semua bunga dalam satu pohon dapat mengalami pembuahan. Pada habitat dengan kerapatan jarang di Sukamantri tidak dijumpai individu yang berbuah. Sedangkan pada kerapatan sedang dengan tutupan tajuk sedang di Sukamantri dan Bodogol, hanya 5 % (1 dari 20 individu dewasa) yang berbuah. Pada kondisi pohon rapat dan tutupan tajuk rapat yaitu hutan rasamala (*A. excelsa*) di Bodogol, terdapat 25 % individu yang berbuah.

Tingginya diferensiasi genetik dan habitat sebagai epifit memberikan implikasi kondisi rawan bagi *H. multiflora* secara *in situ*. Meskipun populasi *H. multiflora* di Sukamantri telah menunjukkan dapat bertahan hingga ratusan tahun, sesungguhnya habitatnya sendiri mengalami ancaman penyusutan, terutama karena tumbuhan ini lebih mudah beradaptasi pada elevasi di bawah 1000 m dpl. Implikasi bagi konservasi *ex-situ*, yaitu memperoleh sampel dari setiap populasi dan mengembangkan kondisi pertumbuhan yang menyesuaikan dengan habitat di alam. Bagi pengembangan hortikultura, seleksi diperlukan bagi aksesori yang berasal dari populasi dan habitat yang berbeda. Untuk tujuan pengembangan sebagai tanaman hias, sampel-sampel yang berasal dari populasi 5 yaitu yang memiliki habitat lebih terbuka tutupan tajuknya memiliki peluang lebih besar sebagai bahan seleksi karena memiliki perawakan yang lebih kompak. Sampel-sampel yang berasal dari habitat yang lebih rapat tutupan tajuknya diharapkan bisa di arahkan untuk seleksi sebagai bahan obat, karena memiliki ukuran daun lebih besar dan warna hijau lebih gelap.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Keberadaan populasi *H. multiflora* di Bodogol TNGGP dan Sukamantri TNGHS dijumpai pada ketinggian 700-900 m dpl. Jenis tumbuhan ini dapat dijumpai pada berbagai tipe hutan alam maupun hutan tanaman dengan kerapatan jarang hingga rapat (75 - 425/Ha), tutupan tajuk jarang hingga rapat (30 - 90%) dan intensitas cahaya rendah hingga tinggi (30-80 %). *H. multiflora* dapat tumbuh pada pohon mulai dari fase sapihan, tiang hingga pohon dan tidak memiliki preferensi khusus terhadap jenis forofit. Preferensi tempat tumbuh adalah pada batang atau cabang pertama pohon dengan lubang sarang semut, rekahan kulit kayu yang mengandung moss, pelepah atau perakaran kadaka (*Asplenium* spp.) yang menunjukkan keberadaan humus.

Keberadaan populasi *H. multiflora* ditentukan oleh faktor pemencaran biji dan kondisi habitat. Beradsarkan hasil analisis komponen utama, faktor habitat penting bagi keberadaan *H. multiflora* adalah kerapatan pohon dan suhu. Pemencaran biji *H. multiflora* dapat dibagi berdasarkan jangkauan jarak yaitu penyebaran jarak jauh dan penyebaran jarak dekat yang bergantung pada arah, kecepatan dan ketinggian angin pada saat buah pecah. Pola sebaran populasi dalam jarak dekat juga bergantung pada keberadaan populasi semut, pada umumnya berpola mengelompok.

Terdapat karakter morfologi tertentu yang tidak menyebar di semua populasi yaitu karakter warna bunga dan pinggir mahkota tidak melengkung. Karakter pembalikan mahkota yang kuat merupakan karakter langka yang hanya terdpat pada populasi 1 (Bodogol).

Analisis keragaman morfologi menunjukkan tingkat keragaman di dalam populasi lebih rendah dari keragaman total yang ditunjukkan dengan nilai $H_s = 0.3045$ lebih rendah dari $H_t = 0.3444$. Keragaman antar populasi sedang yang ditunjukkan dengan nilai $G_{st} = 0.1156$. Analisis diskriminan terhadap karakter morfologi menunjukkan pengaruh lingkungan tutupan tajuk terhadap keragaman morfologi.

Analisis AFLP menunjukkan keragaman dalam populasi rendah lebih rendah dari keragaman total yang ditunjukkan dengan nilai $H_s = 0.2064$ lebih

rendah dari nilai $H_t = 0.2676$. Populasi *H. multiflora* di Bodogol dan Sukamantri memiliki diferensiasi genetik tinggi, ditunjukkan dengan nilai $G_{st} = 0.2287$. Diferensiasi genetik yang tinggi memberikan implikasi bagi pengelolaan konservasi *in situ* dan *ex situ* dengan mempertahankan keberadaan populasi dan habitatnya, serta pengambilan sampel dari setiap populasi untuk konservasi *ex situ*.

Berdasarkan analisis jarak genetik menggunakan karakter morfologi dan AFLP serta mempertimbangkan jarak populasi, tiga populasi Bodogol dianggap sebagai dua populasi yang berbeda, yaitu populasi 1 dan 2 merupakan populasi yang sama, sedangkan populasi 3 merupakan populasi yang berbeda. Populasi 4, 5 dan 6 di Sukamantri masing-masing merupakan populasi yang berbeda.

6.2 Saran

1. Strategi konservasi bagi *H. multiflora* dengan diferensiasi genetik yang tinggi ($G_{st} = 0.2287$) memerlukan konservasi *in situ* dengan mempertahankan keragaman habitat yang ada (statis), sehingga proses evolusi alami tetap berjalan dengan mempertahankan keberadaan serangga penyerbuk di lokasi.
2. Konservasi secara *ex-situ* perlu dilakukan mengingat habitat hutan dataran rendah mengalami penyusutan yang cukup signifikan. Berdasarkan diferensiasi genetik yang tinggi, pengambilan sampel untuk konservasi *ex-situ* hendaknya berdasarkan perbedaan populasi, yaitu berasal dari habitat yang berbeda. Adanya koleksi sampel dalam pengelolaan konservasi *ex-situ* juga dapat dijadikan sebagai cadangan jika terjadi kelangkaan di alam serta sebagai bahan penelitian dan pengembangan untuk pemanfaatan secara lestari.
3. Terkait penentuan status konservasi *H. multiflora*, dapat di pertimbangkan sebagai tumbuhan yang perlu diteliti lebih lanjut populasinya di kawasan lain di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aburrahman K. 1981. *Biologi bagi Beberapa Spesies Dischidia (Asclepiadaceae) yang terdapat di Malaysia*. [Thesis]. Serdang: Universiti Pertanian Malaysia
- Aini A. 1998. *Pengaruh Pemberian Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Hoya (Hoya carnosa R.Br. dan Hoya diversifolia Blume)*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Alikodra HS, Syaukani HS. 2004. Konservasi Keanekaragaman Hayati Dalam Pembangunan Berkelanjutan. Di dalam: Simon S dan Sinaga N. editor. *Bumi Makin Panas, Banjir Makin Luas: Menyibak Tragedi Kehancuran Hutan*. Bandung: Nuansa. Hlm. 183-188
- Ambasta SP. 1986. *The Useful Plants of India*. New Delhi: Publication and Information Directorate, Council of Scientific and Industrial Research
- [ANCAR] American National Center for Atmospheric Research. 2006. T-REX: Catching the Sierra's waves and rotors". University Corporation for Atmospheric Research. Accessed from: <http://www.ucar.edu/communications/quarterly/spring06/trex.jsp>. on 2 Sept 2009.
- Apriani R. 2010. *Keanekaragaman Semut pada Tumbuhan Hoya multiflora di Bodogol, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango*. [Skripsi]. Bogor: Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor
- Ardie SW. 2006. *Pengaruh Intensitas Cahaya dan Pemupukan terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Hoya diversifolia Blume*. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
- Armstrong WP. 1999. "Blowing in the Wind: Seed & Fruit Dispersal By Wind." *Wayne's Word Noteworthy Plants*: February 1999. Accessed from <http://waynesword.palomar.edu/plfeb99.htm> on 12 September
- Baas WJ. 1982. Investigations on leaf waxes III. Pentacyclic triterpenes, seco-triterpenes and no volatile aliphatics of four Hoya species and Ficus benjamina in relation to leaf age. *Acta Bot. Neerl.* 31 (5/6):449-476
- Backer CA, Van der Brink RCB. 1965. *Flora of Java Vol II*. Groningen: Noordhoff
- [BAPLAN-DEPHUT] Badan Planologi Kehutanan Departemen Kehutanan. 2008. *Penghitungan Deforestasi Indonesia Tahun 2008*. Pusat Inventarisasi dan Perpetaan Hutan, Badan Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan, Jakarta

- Benzing DH. 2008. *Vascular Epiphytes*. Cambridge Univ. Press, Cambridge
- Begon M, Colin RT, Harper JL. 2006. *Ecology: From individuals to ecosystems*. 4th ed. Singapore: Blackwell. 714p
- Bell AD, Bryan A. 2008. *Plant Form: An Illustrated Guide to Flowering Plant Morphology*. Timber Press, Oregon.
- Björkman O, Holmgren P. 2006. Photosynthetic Adaptation to Light Intensity in Plants Native to Shaded and Exposed Habitats. *Physiologia Plantarum* 19(3): 854 – 859.
- Bourinbaier AS, Lee-Huang S. 1995. The non-steroidal anti-inflammatory drug, Indomethacin, as an inhibitor of HIV replication. *FEBS Letters* 360 (1): 85-88
- Bradshaw AD. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. In Caspary EW & Thoday JM (Eds.): *Advances in Genetics*. Acad. Press, London
- Brown AHD, Hardner CM. 2000. Sampling the gene pools of forest trees for *ex-situ* conservation. In Young, AG, Boshier DH and Boyle TJ: *Forest Conservation Genetics: Principles and practice*. CSIRO Publ., Australia. pp: 185-196
- [BTNGHS] Balai Taman Naional Gunung Halimun Salak. 2007. *Rencana Pengelolaan Taman Nasional Gunung Halimun Salak Periode 2007-2026*. JICA-TNGHS, Kabandungan, Sukabumi.
- Burkill IH. 2002. *A Dictionary of Economic Product of Malay Peninsula*. Vol. 2. Ministry of Agriculture Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Burton CM. 1992. How many Hoyas are there. *The Hoya* 13(3):40.
- Burton CM. 1997. The medicinal properties of Hoyas. *The Hoya* 18 (4): 17-14
- Camacho JP, Sharbel TF, Beukeboom LW. 2000. B-chromosome evolution. *Phil.Trans. R. Soc. Lond. B* 355: 163-178
- Cahyadi UA. 2005. Pengaruh Pemaparan Ekstrak Daun Pitis Kecil (*Hoya lacunosa*) terhadap Perkembangan Pradewasa Nyamuk *Culex quinquefasciatus*. [Skripsi]. Bogor: Faklitas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
- [CBD] Convention on Biological Diversity. 2000. *Sustaining life on Earth*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity

- [CBD] Convention on Biological Diversity. 2002. *Global Strategy for Plant Conservation*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity & Botanic Gardens Conservation International,
- Chasanah LR. 2010. *Keragaman dan Frekuensi Kunjungan Serangga Penyerbuk dan Pengaruhnya pada Pembentukan Buah Hoya multiflora*. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor
- Clobert J, Ims RA, Rousset F. 2004. Causes, mechanisms and consequences of dispersal. *In*: Hanski I, Gaggiotti OE (Eds.). *Ecology, genetics and evolution of metapopulations*. San Diego: Academic Press. p. 307-335
- Collins, DJ. 1990. *Plant for Medicines*. Melbourne: CSIRO
- Constantin J. 1932. *Asclepiadacees In Flore Generale de L'Indo-Chine. Tome Quatrieme*. Paris: Masson et C. Ed.
- Cuddington K, Beisner B. 2003. *Ecological Paradigms Lost*. Amsterdam: Elsevier.
- Cushman JC, Bohnert HJ. 1999. Crassulacean acid metabolism: molecular genetics. *Ann. Rev. Plant Physiol Plant Mol. Biol.* 50: 305-332
- Darlington CD. 1963. *Chromosome Botany and the Origins of Cultivated Plants*. London: George Allen & Unwin Ltd.
- Davidson DW, Epstein WW. 1989. Epiphytic associations with ants. *In*: Lüttge U (ed.) *Vascular Plants as Epiphytes*. New York: Springer-Verlag. pp. 200-233
- [DEPHUT] Departemen Kehutanan. 1982. *Visitor Guide To Gede Pangarngo National Park*. Jakarta: Ministry of Forestry
- [DEPHUT] Departemen Kehutanan. 2004. *Peraturan Perundang-undangan Bidang Perlindungan Hutan dan Konservasi Sumber Daya Alam Hayati*. Jakarta: Biro Hukum dan Organisasi Sekretariat Jendral Departemen Kehutanan.
- Dodd AN, Borland AM, Haslan RP, Griffiths H, maxwell K. 2002. Crassulacean acid metabolism: plastic, fantastic. *J. Exp. Bot.* 53 (369): 569-580
- Doyle JD. 1979 . The influence of mesoscale orography on a coastal jet and rainband. *Monthly Weather Review* 125 (7): 1465-1488.
- Doyle JJ, Doyle JL. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12:13-15

- Endress PK. 1994. *Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Endress ME, Stevens D. 2001. The renaissance of *Apocynaceae* s.l. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 88: 517-522
- Finkeldey, R. 2005. *Pengantar Genetika Hutan Tropis*. Terjemahan dari buku "An Introduction to Tropical Forest Genetics" oleh Djamhuri E, Siregar IZ, Sirear UJ dan Kertadikara AW. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Finkeldey R, Hattermer HH. 2007. *Tropical Forest Genetics*. SpringerVerlag, diakses melalui <http://www.springer.com/978-3-540-37396-4> [tgl 3-4-2007]
- Forster PI. 1992. Pollination of *Hoya australis* (Asclepiadaceae) by *Ocibadistes walkeri* Sotis (Lepidoptera: HesperIIDae). *Austr. Entomol. Mag.* 19:39-43.
- Forster PI, Liddle D. 1992. Taxonomic studies on the genus *Hoya* R.Br. (Asclepiadaceae) in Papuasias 1-5. *Austrobaileya* 3 (4): 627-641
- Frankel OH, Soul ME. 1991. *Conservation and Evolution*. Cambridge: Cambr. Univ. Press, UK
- Freiberg M, Freiberg E. 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forests in Ecuador. *J Tropical Ecol* 16:673-688
- Ghazoul J, Sheil D. 2010. *Tropical Rain Forest Ecology, Diversity and Conservation*. Oxford: Oxford Univ. Press
- Goyder D. 2008. *Hoya multiflora* Blume (Asclepiadaceae). *Curtis's Bot. Magazine* 7(1):3-6
- Halliburton R. 2004. *Introduction to Population Genetics*. New Jersey: Prentice Hall
- Hartl DL, Clark AG. 1997. *Principles of Population Genetics*. Canada: Sinauer Ass.
- Hartono T, Kobayashi H, Widjaya H, Suparmo M. 2007. *Taman Nasional Gunung Halimun Salak*. Edisi Revisi. Bogor: JICA-TNGHS-P2B LIPI-DitJen PHKA- Dephut
- Heyne K. 1979. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III* (Terjemahan dalam bahasa Indonesia). Jakarta: Koperasi Dep. Kehutanan RI.
- Hietz P. 1999. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. Diakses pada 5 Agustus 2010 dari <http://www.iupac.org/symposia/proceedings/phuket97/hietz.html>

- Hillis D, Moritz C, Mable B. 1996. *Molecular Systematics*. Canada: Sinauer Ass.
- Hirata A, Kamijo T, Saito S. 2009. Host trait preferences and distribution of vascular epiphytes in a warm-temperate forest. *Plant Ecology* 201(1): 247-254
- Hodgkiss J. 2007. *The Hoya Society International*. London: Graylab-UK
- Hoffman C, van Donkelaar R, Albers F. 2002. Hoya R.Br. In *Albes F & Meve U (Eds.) : Illustrated Handbook of Succulent Plants: Asclepiadaceae*. Berlin: Springer-Verlag. pp: 146 - 158
- Hooker JD. 1885. *Flora of British India*. Vol IV. London: L. Reeve & Co., LTD.
- Hooker SWJ, Oxon DCL. 1851-1862. *Botanical Magazine* (simultaneous volume). Kew: Royal Botanic Gardens Kew, UK
- Indriyani S. 1999. *Pengaruh Waktu Aplikasi dan Konsentrasi Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tumbuhan Kaplan (Hoya diversifolia Blume)*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Irwin AJ, Taylor PD. 2007. Evolution of dispersal in a stepping-stone population with overlapping generations. *Theoretical Population Biology* 58:321-328
- Issarakraisila M, Settapakdee R. 2008. Effects of light intensity on leaf structure and growth of mangosteen seedlings. *Acta Hort. (ISHS)*.787:289-292.
- [IUCN] International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 30 pp.
- Johansson DR. 1975. Ecology of epiphytic orchids in West African rain forests. *American Orchid Society Bulletin* 44:125-136
- Karp A, Edwards KJ. 1997. DNA markers: a global overview, in *DNA Markers: Protocols, Applications, and Overviews* (Caetano-Anollés, G. and Gresshoff, P.M., eds), pp. 1-13, Wiley
- Kartawinata K. 2006. Enam dasawarsa penelitian vegetasi alami di Indonesia. Di dalam Soemodihardjo S & SD Sastrapradja : *Enam Dasawarsa Ilmu dan Ilmuwan di Indonesia*. Naturindo, Jakarta

- Kiew R, Anthonyamy. 1996. Ant-garden and ant-tree association involving *Dischidia* species (*Asclepiadaceae*) in Peninsular Malaysia. In *Proceedings Of Botany 2000 ASIA Intern. Seminar and Workshop*. Melacca, Juni 1994. Hlm 95-102.
- Kitajima K, Hogan KP. 2003. Increases of chlorophyll a/b ratios during acclimation of tropical woody seedlings to nitrogen limitation and high light. *Plant Cell Environ* 26:857-865
- Kleijn D, van Donkelaar R. 2001. Notes on the taxonomy and ecology of the genus *Hoya* (*Asclepiadaceae*) in Central Sulawesi. *Blumea* 46: 457 – 483.
- Krauss S. 2005. Genetic considerations, methodologies and benefits for plant conservation. *Paper presented at the 4th National Training Course for the Botanical Gardens Staffs*. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor, 30 Mei- 2 Juni 2005
- Krebs CJ. 1998. *Ecological Methodology*. Menlo Park, CA.: Benjamin/Cumming. 620p
- Kress WJ. 1986. A symposium: The biology of tropical epiphytes. *Selbyana* 9:1-22
- Kusumawati W. 2005. *Pengaruh Ekstrak Daun Setebal (Hoya latifolia) terhadap Perkembangan Stadium Pradewasa Nyamuk Aedes aegypti L.* [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
- Kusmana C. 1989. *Fitososiologi Hutan Hujan Pegunungan Gunung Gede Pangrango Jawa Barat*. Laporan Penelitian. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. [tidak dipublikasikan]
- Laube S, Zotz G. 2003. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphytes? *Functional Ecology* 17: 598-604
- Laube S, Zotz G. 2006. Neither host-specific nor random: Vascular epiphytes on three tree species in a Panamanian Lowland Forest. *Annals of Botany* 97: 1103-1114
- Liede S, Albers F. 1994. Tribal disposition in the genera in family *Asclepiadaceae*. *Taxon* 43: 201-231.
- Liede S. 1996a. Anther differentiation in the *Asclepiadaceae* – *Asclepiadeae*: form and function. In: D'Arcy WG, Keating RC (Eds.). *The Anther: form, function and phylogeny*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. Pp.221-235.
- Liede S. 1996b. *Chynancum-Rhodostegiella-Vincetoxicum-Tylophora* (*Asclepiadaceae*). *Taxon* 43: 201-231

- Lieth H, Werger MJA. 1992. *Tropical rain forest ecosystems: Biogeographical and ecological studies*. New York: Elsevier
- Löbel S, Rydin H. 2009. Dispersal and life history strategies in epiphyte metacommunities: alternative solutions to survival in patchy, dynamic landscapes. *Oecologia* 161(3):569-579
- Lüttge U. 2008. *Physiological Ecology of Tropical Plants*. Second Edition. Berlin: Springer-Verlag
- Merrill ED. 1923. *An Enumeration of Philippine Flowering Plants. Vol. III*. Manila: Bureau of Printing.
- Mirmanto E, Wiriadinata H. 1999. Pola vegetasi dan keanekaragaman jenis tumbuhan di Taman Nasional Gunung Halimun. *Ekspose dan Lokakarya Potensi Taman Nasional Gunung Halimun dan Pemanfaatannya Secara Berkelanjutan*. Bogor: JICA-LIPI-PHPA
- Moles MC. 2008. *Ecology. Concept and Applications*. 4th eds. New York: Mac Graw Hill
- Mueller UG, Wolfenbarger LR. 1999. AFLP genotyping and fingerprinting. *TREE* 14:389-394
- Mukharam RP. 2005. *Pengaruh Ekstrak Daun Pitis (Hoya parasitica) terhadap Stadium Pradewasa Nyamuk Culex quinquefasciatus*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
- Nadkarni NM. 1984. Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. *Biotropica* 16:249-256.
- Nakamura T. 1991. The cytological studies of triploid *H. carnosa* (Asclepiadaceae). *Chrom. Information Service* 51: 3-5.
- Nakamura T. 1992. Cytological studies on 9 species of genus *Hoya* (Asclepiadaceae) in Malay Peninsula. *Chrom. Information Service* 53:18-19.
- Nakamura T. 1993. Speciation on *Hoya carnosa* (Asclepiadaceae). With English Summary p. 2488. *La Kromosomo II (71-72)*: 2479-2489.
- Nakamura T. 1995. Analysis of chemical components of *Hoya carnosa* (Asclepiadaceae) leaves. *Bulletin of Showa College and Pharmaceutical Sciences*. 29:93-98

- Nakamura T, Yuasa H. 1978. The cytological studies in Family *Asclepiadaceae* IV. Chromosome numbers and karyotypes in genus *Hoya*. *La Kromosomo* II-11-12:318-326.
- Nakamura T, Yuasa H. 1980. The cytological studies in Family *Asclepiadaceae* V. Chromosome numbers and karyotypes in *Hoya carnosae*. *La Kromosomo* II-18-19:531-541.
- Nei M. 1972. Genetic distance between populations. *Am. Nat.* 106:283-292
- Nelson EA, Sage TL, Sage RF. 2005. Functional leaf anatomy of plants with crassulacean acid metabolism. *Functional Plant Biology* 32: 409-419
- Nieder J, Prospera J, Michaloud G. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecology* 153:51-63
- Partomiharjo T, Eizi S, Junichi Y. 2004. Development and distribution of vascular epiphytes communities on the Krakatau islands, Indonesia. *South Pacific Studies* 25 (1): 7-26
- Petelot, A. 1953. Les Plantes Medicinales du Cambodge, du Las, et du Vietnam. Vol. 2. *Archives des Recherches Agronomiques et Pastorales au Vietnam*. No. 18. Saigon
- Price TD. 2006. Phenotypic plasticity, sexual selection and the evolution of colour patterns. *J Exp Biol.* 209: 2368-2376
- Price TD, Qvarnström A, Irwin DE. 2003. The role of phenotypic plasticity in driving genetic evolution. *Proc. Biol. Sci.* 270: 1433-1440.
- Rahayu S. 1998. Pertumbuhan dan perkembangan *Hoya diversifolia* Bl. di Kebun Raya Bogor. *Bull. Kebun Raya Ind.* 8(4):131-138.
- Rahayu S. 1999. Eksplorasi dan pembudidayaan *Hoya* (*Asclepiadaceae*) dalam rangka konservasi plasma nutfah. Di dalam: *Prosiding Seminar Konservasi Flora Nusantara*, Bogor, 2-3 Juli 1997. hlm 294-303.
- Rahayu S. 2001a. *Keanekaragaman Genetik Hoya Asal Sumatera*. [Thesis S2]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu S. 2001b. Menjadikan *Hoya* (*Asclepiadaceae*) Asal Sumatra sebagai Tanaman Hias Eksotik Indonesia. *Prosiding Seminar Hortikultura*, Universitas Brawijaya, Malang. Buku I : 301-310
- Rahayu S. 2006a. Keanekaragaman jenis *Hoya* di Hutan Lindung Bukit Batikap, Pegunungan Muler, Kalimantan Tengah. *Biodiversitas* 7(2): 139-142

- Rahayu S. 2006b. *Hoya multiflora* Blume. Di dalam Sutarno H, Darnaedi D & Rugayah (Eds.): *Tanaman Hias dalam Ruangan di Indonesia*. Bogor: P2B – LIPI.
- Rahayu S, Sutrisno. 2007. Potensi biji *Hoya* untuk perkembangbiakan dan konservasi: Studi kasus pada *Hoya parasitica* Wall. *Buletin Kebun Raya* 10 (2) : 33-39
- Rahayu S, Trisnawati DE, Qayim I. 2007a. Biologi bunga picis kecil (*Hoya lacunosa* Blume) di Kebun Raya Bogor. *Jurnal Biodiversitas* 8(1): 7-11
- Rahayu S, Qoyim I, Astuti NB. 2007b. Interaksi antara *Hoya diversifolia* Blume (*Asclepiadaceae*) dengan semut (*Formicidae*) di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya* 10 (2): 60-66
- Rintz RE. 1978. The peninsular Malaysian species of *Hoya* (*Asclepiadaceae*). *Malay. Nat. J.* 30(3/4):467-522.
- Rintz RE. 1980. The biology and cultivation of Hoyas. *Asclepiadaceae* 19:9-17.
- Rustandi MR. 2005. *Pengaruh Ekstrak Daun Pitis (Hoya parasitica) terhadap Perkembangan Pradewasa Nyamuk Aedes aegypti L.* [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
- Salisbury FB, Ross CW. 1992. *Plant Physiology*. California: Wadworth
- Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T. 1989. *Molecular Cloning: a Laboratory Manual*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press
- Schlechter FRR. 1914. Die Asclepiadaceen von Deutsch-Neu-Guinea. *Engl. Bot. Jahrb.* 50:104-138
- Schmidt FH, Ferguson JHA. 1951. *Rainfall types based on wet and dry periode ratios for Indonesia with western New Guinea*. Kementerian Perhubungan, Djawatan Meteorologi dan Geofisik, Jakarta. Verhandelingen, No. 42
- Sreedevi P, Namboodiri AN. 1977. In IOPB chromosome number reports LVI. *Taxon* 26: 257-274.
- Steenis CGGJ. 1972. *The Mountain Flora of Java*. Leiden: E.J. Brill
- Stearn WT. 2004. *Botanical Latin*. Oregon: Timber Press
- Sulit MD. 1934. Additional data on medicinal plants in the Maqiling National Park and Vicinity. *The Maqiling Echo* 13 (1): 5-23

- Susyafrianto J, Romauli S. 2006. *Mengenal Jalur Interpretasi Obyek Wisata Alam TNGGP*. Cibodas: Balai Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Depatemen Kehutanan
- Sunarno B, Rugayah. 1992. *Flora Taman Nasional Gede Pangrango*. Bogor: Herbarium Bogoriense
- Thaitong O. 1996. The genus *Hoya* in Thailand. In: *Proceedings Of Botany 2000 ASIA Intern. Seminar and Workshop*. Melacca, Juni 1996. [Malaysia]
- Triono T, Kaiji N, Mulcahy GNS, Seiji O, Muzakir A, Supriatna A, Sopian. 2002. *Panduan Looptrail Cikaniki-Citalahab TNGH Jabar*. Bogor: BCP-JICA
- Ting IP. 1985. Crassulacean acid metabolism. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 36: 595-622
- Vos P *et al.* 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acid Research* 23: 4407-4414
- Wanntorp L, Koycan A, Renner S. 2006. Wax plants disentangled: A phylogeny of *Hoya* (*Marsdenieae*, *Apocynaceae*) inferred from nuclear and chloroplast DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 39: 722-733
- Webb, LJ. 1948. *Guide to the Medicinal and Poisonous Plants of Queensland*. Melbourne: JJ Gourley, Govt. Printer
- Weissflog A, Moog J, Federle W, Wernr M, Hashim R, Maschwitz U. 1999. *Hoya mitrata* Kerr. (*Asclepiadaceae*): a new myrmecotrophic epiphyte from Southeast Asia with a unique multileaved domatium. *Ecotropica* 5:221-225
- Widiarsih S. 2010. *Morphological and Molecular Characterization of Hoya mindorensis Schlechter*. [MSc Thesis]. Los Banos: University of The Philippines Los Banos
- Wiriadinata H. 1997. Floristic study of Gunung Halimun National Park. Di dalam: Yoneda M, Simbolon H, Sugardjito J. editor. *Research and Conservation of Biodiversity in Indonesia, Vol. II. The Inventory of Natural Resources in Gunung Halimun National Park*. Bogor: LIPI-PHPA-JICA. hlm.7-13
- Wiriadinata H. 2002. Kekayaan jenis tumbuhan Taman Nasional Gunung Halimun. *Berita Biologi* 6 (1): 137-143
- Wright S. 1978. *Evolution and the Genetics of Populations. Vol. 4. Variability within and among Natural Populations*. Chicago: Univ. of Chicago Press.

- Young AG, Boshier DH, Boyle TJ. 2000. Introduction. Di dalam: Young AG, Boshier DH, Boyle TJ. *Forest Conservation Genetics: Principles and practice*. Australia: CSIRO Publ. hlm.1-3
- Yeh FC, Yang RC, Boyle T. 1999. *POPGENE 1.31. Quick User Guide*. Canada: Univ. of Alberta
- Yusnaeni. 2002. *Morfofisiologi Beberapa Spesies Hoya pada Kondisi Cekaman Naungan dan Kekeringan: Tinjauan terhadap Fisiologi CAM*. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
- Zachos E. 1998. Practical uses of various *Hoya* species. *The Hoya* 19 (4)/20 (1):6-10/ 3-8
- Zotz G. 2005. Vascular epiphytes in the temperate zones: a review. *Plant Ecology* 176:173-183
- Zotz G, Hietz P. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. *J. Exp. Bot.* 52 (364): 2067-2078
- Zots G, Bader MY. 2009. Epiphytic plants in a changing World-Global: Change effects on vascular and non-vascular epiphytes. *Progress in Botany* 70 (4): 147-170

LAMPIRAN

Lampiran 1. Enam belas target GSPC (Global Strategy for Plant Conservation)

Targets for the Global Strategy for Plant Conservation

a) Understanding and documenting plant diversity:

Target 1: A widely accessible working list of known plant species, as a step towards a complete world flora.

Target 2: A preliminary assessment of the conservation status of all known plant species, at national, regional and international levels.

Target 3: Development of models with protocols for plant conservation and sustainable use, based on research and practical experience.

b) Conserving plant diversity:

Target 4: At least 10% of each of the world's ecological regions effectively conserved.

Target 5: Protection of 50% of the most important areas for plant diversity assured.

Target 6: At least 30% of production lands managed consistent with the conservation of plant diversity

Target 7: 60% of the world's threatened species conserved in situ.

Target 8: 60% of threatened plant species in accessible ex-situ collections, preferably in the country of origin and 10% of them included in recovery and restoration programmes.

Target 9: 70% of the genetic diversity of crops and other major socio-economically valuable plant species conserved and associated indigenous and local knowledge maintained.

Target 10: Management plans in place of at least 100 major alien species that threaten plants, plant communities and associated habitats and ecosystems.

c) Using plant diversity sustainably:

Target 11: No species of wild flora endangered by international trade

Target 12: 30% of plant-based products derived from sources that are sustainably managed.

Target 13: The decline of plant resources, and associated indigenous and local knowledge, innovations and practices that support sustainable livelihoods, local food security and health care, halted.

d) Promoting education and awareness about plant diversity

Target 14: The importance of plant diversity and the need for its conservation incorporated into communication, educational and public-awareness programmes.

e) Building capacity for the conservation of plant diversity:

Target 15: The number of trained people working with appropriate facilities in plant conservation increased, according to national needs, to achieve the targets of this strategy.

Target 16: Networks for plants conservation activities established or strengthened at national, regional and international levels.

Lampiran 2. Tabel Data Spesimen Herbarium *H. multiflora* Pulau Jawa di Herbarium Bogoriense

No	Collector	Col Num	Coll. Date	Locality	Altitude	Habitat	Lokal Name	Herb. Notes
1	RC Bakhuizen v/d Brink	4378	23/07/1920	Pasir Limoes, Boerangrang	1000		Kimandjel	Flower, orange tips
2	RC Bakhuizen v/d Brink	2997	27/06/1917	Tjadasmalang, Tjidadap, Tjibeber, Priangan	1000			
3	RC Bakhuizen v/d Brink	4019	10/10/1920	G gadjah, G. Salak	1000			
4	RC Bakhuizen v/d Brink	3511	26/06/1916	Tjitibo, Tjidadap, Tjibeber, priangan	1000			
5	RC Bakhuizen v/d Brink	7013	28/09/1916	Tjidadap, Tjitibo, Tjibeber, Priangan	1000		Kimandjel	
6	RC Bakhuizen v/d Brink	877	03/07/1916	Tjidadap, Tjitibo, Tjibeber, Priangan	1000		Kimandjel	
7	RC Bakhuizen v/d Brink	1695	02/08/1918	Pasawahan, Tjibaduk, Landbau Skm	600			
8	RC Bakhuizen v/d Brink	905	03/08/1918	Tjionas by Landbau, Preanger	500			
9	RC Bakhuizen v/d Brink	793	25/08/1917	Soekamegara, Tjidadap, Tjibeber	1000			
10	RC Bakhuizen v/d Brink	3778	15/07/1925	Pasir Cerewet, Banten, Lund Bolang	700			
11	RC Bakhuizen v/d Brink	8016	00/00/1917	Bogor	250			
12	RC Bakhuizen v/d Brink	1838	01/10/1922	G Tjibodas by Ciampes, Batavia	300			
13	CA Backer	17031	13/11/1914	Lengkong, Sukabumi	700			
14	CA Backer	8931	21/08/1913	Cipatujah	1400	Tea Plantation		
15	CA Backer	8792	18/08/1913	Ciawi dekat Nagrak	600			
16	CA Backer	9106	11/09/1913	Pasir Pogor (G. Salak)	800			
17	CA Backer	9321	24/09/1913	G. Salak, Cigembong, Sukabumi	600			
18	CA Backer	1222	12/06/1911	G. Kencana, Banten	300			
19	CA Backer	35208	27/08/1922	G. Salak, Warung Loo	1000			10 m dari tanah
20	Koorders	129	26/07/1917	Tasikmalaya, G. Panjalu	720			
21	Koorders	34074	24/08/1900	Pringombo, Banyumas	800		Aroj	10 m dari tanah
22	Koorders	425	31/07/1917	Tasikmalaya, Nusagede, G. Panjalu	720			
23	Koorders	23388	14/06/1898	Kalipari, Malang, Plesuran	700			
24	Koorders	24138	22/09/1896	G. Salak, Bobojong, Bogor	200		Kembang Lilin	
25	Koorders	31173	28/08/1898	Depok	1000			
26	WF Winckel	997	29/08/1917	Tjadasmalang, Tjidadap, Tjibeber, Priangan	1000			
27	WF Winckel	1531	01/08/1923	Tjadasmalang, Tjidadap, Tjibeber, Priangan	1000			
28	Dr. van Leuwen	425	03/05/1912	Onda Damar Wulan, Pare, Kediri	800			
29	Dr. van Leuwen	2717	27/09/1917	Tjadasmalang, Tjidadap, Tjibeber, Priangan	1200			
30	CGGJ van Steenis	5057	26/07/1931	Bolang, Batavia (pasir Cerewet?)	700			
31	CGGJ van Steenis	11502	20/08/1939	Helling Salak, Ciapus, Hima Leutik	850	Second forest		fl yellowish petals purple flecked
32	J. Dransfield	2502	27/04/1972	Sukabumi, Ciletub, Lengkong	750	hill forest		
33	J. Dransfield	1073	26/11/1978	Sukabumi, Ciletub, Lengkong	600			
34	Nengah Wirawan	165	30/12/1963	Uj Kalon, G. Payung trail Tjibunar-jjularan	300-400			petal tips brownish yellow (orange?)
35	BISSET	754	15/11/1957	G. Pulasari, Nembol, Mwangi, Pandeglang	850	secondary forest, north side		yellow tips petals
36	Sarwana	s.n.	00/10/1955	Dean Gorge, Purwodadi Pasuruan (KRP)	?	phn Ficus benjamina 2 m dr		ditanam di KRP
37	Dr. A. Rant	944	26/06/1932	Besiki, Glenmore (Jember/Banyuwang?)	?			
38	L. van Den Pijl	s.n.	16/06/1940	G. Pantjar, Bogor	?			

Lampiran 3. Tabel Data Habitat *H. multiflora* di Bodogol (PCA)

Asal	Plot	Alt	Aspek	Topografi	PhaDomia	Tiang domia	KRPohon	T	In	RH	Subu	Jhoya
Bodogol	1	828	Timur	lereng	<i>Maesopsis emenii</i>	<i>Cyathia contaminans</i>	4	60,23	50,97	84	29,13	3
Bodogol	2	850	Timur	punggungan	<i>Maesopsis emenii</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	4	72,06	41,36	89,3	29,13	3
Bodogol	3	823	Barat	lereng	<i>Ficus sp.</i>	<i>Ficus fistulosa</i>	7	44,56	64,45	83,3	31	5
Bodogol	4	851	Selatan	punggungan	<i>Maesopsis emenii</i>	<i>Siemonurus sp.</i>	6	40,2	68,67	97,8	26,75	1
Bodogol	5	830	Selatan	lereng	<i>Dysoxylum excelsum</i>	<i>Litsea firma</i>	13	63,37	50,45	89	28,75	1
Bodogol	6	870	Utara	punggungan	<i>Schima wallichii</i>	<i>Maesopsis emenii</i>	13	60,24	49,89	84,8	29,5	4
Bodogol	7	860	Utara	punggungan	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Pinus merkusii</i>	15	75,56	44,62	83,3	29,75	3
Bodogol	8	830	Utara	lereng	<i>Maesopsis emenii</i>	<i>Cyathia contaminans</i>	9	61,02	48,25	94	25,75	2
Bodogol	9	771	Utara	punggungan	<i>Alingia excelsa</i>	<i>Macaranga retinoides</i>	5	80,23	30,03	76	30,5	1
Bodogol	10	826	Barat	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	<i>Actinodaphne sp.</i>	6	80,12	32,02	79,5	30,25	1
Bodogol	11	765	Barat	punggungan	<i>Schima wallichii</i>	<i>Ficus ampelas</i>	9	62,53	46,72	69,9	30	0
Bodogol	12	770	Utara	lereng	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	8	75,68	42,36	87	30,75	0
Bodogol	13	770	Selatan	lereng	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	7	75,12	43,66	90,4	31	0
Bodogol	14	860	Barat	lereng	<i>Ficus sp.</i>	kosong	7	73,47	42,76	84,8	31	0
Bodogol	15	700	Utara	lembah	<i>Artocarpus elasticus</i>	<i>Macaranga sp.</i>	8	72,66	42,32	71,3	22,8	0
Bodogol	16	720	selatan	lembah	<i>Agathis damara</i>	<i>Piper aduncum</i>	4	81,2	38,45	65,7	27,7	3
Bodogol	17	720	selatan	lembah bwh	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Coffea arabica</i>	4	75,05	41,9	66,7	25,9	0
Bodogol	18	720	selatan	lembah bwh	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Coffea arabica</i>	10	74,98	42,87	72,3	25,9	0
Bodogol	19	720	barat	lembah	<i>Artocarpus elasticus</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	5	64,36	46,23	61,7	24,6	0
Bodogol	20	820	timur	punggungan	<i>Vernonia arborea</i>	<i>Cyathia contaminans</i>	11	77,56	50,34	60	26,2	0
Bodogol	21	1020	selatan	lereng atas	<i>Alingia excelsa</i>	<i>Sandoricum koeijape</i>	6	65,67	48,34	72,7	22,6	0
Bodogol	22	950	selatan	lereng atas	<i>Engelhardtia spicata</i>	<i>Caryota no</i>	11	76,45	43,9	71	23,2	0
Bodogol	23	792	selatan	lereng	<i>Dysoxylum excelsum</i>	<i>Lansium domesticum</i>	4	54,23	60,23	65,3	24,5	0
Bodogol	24	790	selatan	lereng	<i>Lithocarpus sp.</i>	<i>Litsea cauliflora</i>	8	64,12	42,12	69	25,2	0
Bodogol	25	860	selatan	lereng	<i>Pometia pinnata</i>	kosong	2	30,22	82,19	69	27,3	1

Lampiran 4. Data Habitat *H. multiflora* di Sukamantri (PCA)

Asal	Plot	Alt	Aspek	Topografi	PhaDomin	Tiang dominia	KRPohon	T Tajuk	In CAhaya	RH	Suhu	Jhoya
Skmantri	1	830	utara	lereng	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Arthrophyllum diversifolium</i>	13	75,12	40,63	88	25	3
Skmantri	2	805	utara	lereng	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Kleinhovia hospita</i>	7	56,64	56,83	70	32	2
Skmantri	3	850	Utara	lereng	<i>Syraz paralleloneurum</i>	<i>Kleinhovia hospita</i>	3	55,22	55,13	86	27	0
Skmantri	4	840	timur	punggungan	<i>Maesopsis eminii</i>	<i>Psychotria adenophylla</i>	8	70,34	42,56	82	29	2
Skmantri	5	860	Selatan	lereng	<i>Pinus merkusii</i>	kosong	9	76,53	54,67	81	28	1
Skmantri	6	840	Barat	punggungan	<i>Maesopsis eminii</i>	<i>Psychotria adenophylla</i>	16	73,88	43,68	76	32	1
Skmantri	7	840	Timur	lereng	<i>Schima wallichii</i>	kosong	5	43,89	70,28	91	27	0
Skmantri	8	800	Utara	lereng	<i>Schima wallichii</i>	kosong	5	62,23	54,47	89	25	1
Skmantri	9	830	barat	lereng	<i>Schima wallichii</i>	kosong	4	56,43	65,05	90	27	0
Skmantri	10	850	Barat	lereng	<i>Schima wallichii</i>	kosong	12	86,22	44,71	96	26	3
Skmantri	11	890	Barat	lereng	<i>Schima wallichii</i>	<i>Arthrophyllum diversifolium</i>	8	82,32	47,9	93	27	2
Skmantri	12	900	timur	punggungan	<i>Schima wallichii</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	8	72,34	31,16	91	28	3
Skmantri	13	810	Timur	lereng	<i>Schima wallichii</i>	kosong	4	46,32	68,46	88	27	1
Skmantri	14	810	Barat	lereng	<i>Schima wallichii</i>	kosong	4	30,33	80,69	92	25	2
Skmantri	15	810	Timur	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	<i>Pinus merkusii</i>	5	77,65	54,63	97	27	0
Skmantri	16	840	Barat	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	<i>Pandanus furcatus</i>	11	82,21	45,34	97	27	0
Skmantri	17	850	utara	punggungan	<i>Alingia excelsa</i>	<i>Pinus merkusii</i>	3	76,23	45,46	98	26	1
Skmantri	18	900	Timur	lereng	<i>Schima wallichii</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	8	78,44	47,79	99	25	3
Skmantri	19	900	Barat	lereng	<i>Schima wallichii</i>	<i>Memecylon edule</i>	8	80,02	40,86	99	26	2
Skmantri	20	850	timur	Lembah	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Pinus merkusii</i>	6	81,12	44,17	99	27	1
Skmantri	21	700	Timur	lereng	<i>Lagerstroemia flos-reginae</i>	<i>Laportea decumana</i>	5	60,34	52,6	99	27	2
Skmantri	22	700	timur	lereng	<i>Lagerstroemia flos-reginae</i>	kosong	4	52,23	79,8	94	27	1
Skmantri	23	700	Timur	lereng	<i>Lagerstroemia flos-reginae</i>	kosong	3	32,21	83,77	94	27	1
Skmantri	24	740	Utara	lereng	<i>Picrasma javanica</i>	kosong	5	66,43	54,88	89	29	3
Skmantri	25	720	utara	punggungan	<i>Pinus merkusii</i>	kosong	17	78,65	49,86	93	26	1
Skmantri	26	750	utara	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	kosong	7	71,05	47,15	94	27	1
Skmantri	27	720	Timur	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	<i>Baccaurea racemosa</i>	10	68,91	52,17	88	27	2
Skmantri	28	750	Barat	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	kosong	6	82,12	42,27	80	30	2
Skmantri	29	740	Barat	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	kosong	6	78,24	48,57	84	28	0
Skmantri	30	720	Barat	lereng	<i>Alingia excelsa</i>	kosong	10	60,02	51,74	86	28	1
Skmantri	31	690	barat	lembah	<i>Mallotus paniculata</i>	<i>Laportea decumana</i>	4	36,28	76,33	85	30	1
Skmantri	32	710	utara	lereng	<i>Litsea garciae</i>	<i>Viburnum lutescens</i>	10	67,23	46,67	80	30	0

Lampiran 5. Hasil analisis komponen utama faktor habitat *H. multiflora* di Bodogol-Sukamantri

Total Variance Explained(a)

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,426	49,181	49,181	4,426	49,181	49,181
2	2,319	25,762	74,943	2,319	25,762	74,943
3	1,645	18,275	93,218	1,645	18,275	93,218
4	,610	6,782	100,000			
5	2,44E-016	2,71E-015	100,000			
6	2,05E-018	2,28E-017	100,000			
7	-9,92E-017	-1,10E-015	100,000			
8	-1,84E-016	-2,05E-015	100,000			
9	-4,80E-016	-5,33E-015	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. Only cases for which HoyaNUM = 3 are used in the analysis phase.

Component Matrix(a,b)

	Component		
	1	2	3
JmlPhn	,967	-,093	-,085
Suhu	-,856	,212	-,013
Alt	,849	,467	,087
Tajuk	,776	,372	-,509
aspek	-,679	,134	,624
RH	-,602	,513	-,537
Lokasi	-,153	,868	,396
Cahaya	-,440	-,844	-,306
JmlTiang	,629	-,401	,666

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

b. Only cases for which JmlHoya = 3 are used in the analysis phase.

Lampiran 6. Tabel Deskriptor dalam Pengamatan Karakter Morfologi *H. multiflora*

No	Karakter	Kategori	Notasi
1	Cara tumbuh	tegak	0
		mendatar	1
2	Diameter batang	kecil	0
		besar	1
3	Antosinin pada batang	tidak ada	0
		ada	1
4	Panjang ruas	pendek	0
		panjang	1
5	Bentuk daun	jorong	0
		bulat telur	1
6	Perbandingan lebar/panjang daun	kecil	0
		besar	1
7	Warna hijau daun	muda	0
		tua	1
8	Jumlah payung	1	0
		>1	1
9	Jumlah bunga/payung	sedikit	0
		banyak	1
10	Panjang tangkai bunga	pendek	0
		panjang	1
11	Antosianin tangkai bunga	tidak ada	0
		ada	1
12	Panjang gantilan	pendek	0
		panjang	1
13	Warna gantilan	hijau muda	0
		Hijau tua	1
14	Antosianin gantilan	tidak ada	0
		ada	1
15	Antosianin kuncup bunga1	tidak ada	0
		ada	1
16	Anthosianin kuncup besar	tidak ada	0
		ada	1
17	Jumlah warna mahkota	sewarna	0
		dua warna	1
18	Warna ujung mahkota	kuning	0
		jingga	1
19	Panjang mahkota	pendek	0
		panjang	1
20	Pembalikan mahkota	lemah	0
		kuat	1
21	Lengkungan pinggir helai mahkota	tidak ada	0
		ada	1
22	Tipe korona	menutup	0
		membuka	1
23	Panjang korona	pendek	0
		panjang	1

Lampiran 7. Metode Isolasi DNA (Doyle & Doyle 1990) yang Dimodifikasi

1. Sampel daun sebanyak 0,5 g digerus dengan menambah nitrogen cair.
2. Serbuk dimasukkan ke dalam tabung yang berisi 2 μ l β merkaptoetanol dan 600 μ l bufer CTAB dengan komposisi : CTAB 2 % (b/v), Tris HCl 75 mM, EDTA 15 mM, NaCl 0.5 M pH 8.0, Polyvinil-polypirollidone (PVPP) 1 % (b/v), kemudian diinkubasi selama 1 jam pada suhu 65 °C.
3. Sampel yang telah dingin ditambah dengan 1 kali volume CI (Kloroform : Isoamilalkohol dengan perbandingan 24:1) dan dikocok perlahan.
4. Sampel disentrifugasi pada 10.000 rpm (Jouan BR 4i Perancis), 20 menit, 4 °C.
5. Supernatan dimasukkan ke dalam tabung baru, ditambah dengan 0.7 volume isopropanol dingin, kemudian disimpan di dalam es atau -20 °C selama 2 jam.
6. Sampel disentrifugasi pada 10.000 rpm selama 20 menit suhu 4 °C.
7. Pelet ditambah dengan 500 μ l etanol 70 % untuk pencucian dan disentrifugasi pada 10.000 rpm selama 5 menit 4 °C.
8. Pelet dikeringkan dengan cara menelungkupkan tabung, kemudian dilanjutkan dengan vakum hingga pelet benar-benar kering.
9. Pelet dilarutkan dengan 50 μ l H₂O dan ditambah dengan 1 volume PCI (Fenol : Kloroform : Isoamilalkohol dengan perbandingan 25:24:1), kemudian dikocok perlahan 10 kali dan disentrifugasi pada 10.000 rpm 20 menit suhu 20 °C.
10. Supernatan dipindah ke tabung baru dan ditambah dengan 0.1 volume Na asetat 3M dan 2 volume etanol absolut, kemudian disimpan dalam lemari es atau suhu -20 °C selama 2 jam.
11. Sampel disentrifugasi pada 10.000 rpm 30 menit 4 °C, dan dibilas dengan alkohol 70 % (v/v). Pelet dikeringkan dan disuspensikan dengan 50 μ l H₂O.
12. Untuk menghilangkan RNA, larutan ditambah dengan 0.1 volume RNase (10 mg/ml) dan diinkubasi selama semalam pada suhu 37 °C, selanjutnya disimpan pada suhu -20 °C sebagai stok DNA.

Lampiran 8. Metode Uji Kualitas dan Kuantitas DNA (Sambrook *et al.* 1989)

Hasil isolasi DNA dianalisis dengan menggunakan metode Sambrook *et al.* (1989) pada gel agarosa 1 % (b/v) dengan menggunakan bufer TAE 1x (TAE 50 x terdiri dari Tris HCl 2M pH 8.3, asam asetat pekat 0.99 M dan EDTA 50 mM. Sebelum digunakan diencerkan 50 kali untuk mendapatkan TAE 1x).

1. 10 µl DNA hasil isolasi ditambah dengan 2 µl loading dye dengan komposisi Bromofenol biru 0.25 % (b/v), Xylene cyanol 0.25 % (b/v) dan sukrosa 15 % (b/v).
2. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam sumur gel dan dialirkan selama 45 menit pada bak elektroforesis dengan tegangan 100 volt.
3. Selanjutnya gel direndam di dalam larutan ethidium bromida 0.5 µg/ml selama 15 menit, dibilas dengan akuades, kemudian pita DNA dilihat melalui UV transiluminator.
4. Uji kuantitas DNA dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 260 nm dan 280 nm.
5. DNA yang murni terletak pada skala 1.7 – 2.0 untuk perbandingan panjang gelombang 260/280.

Lampiran 9. Tahapan Analisis DNA-AFLP

(Vos *et al.* 1995 yang dimodifikasi) Tahap-tahap AFLP terdiri dari restriksi dan ligasi, pre-amplifikasi, amplifikasi selektif dan visualisasi.

1. Restriksi dan Ligasi (RL). Setiap satu kali Restriksi dan Ligasi (RL), dibutuhkan: 2.5 µl bufer reaksi 10x (Tris-HCl 50 mM pH 7.5, Mg-asetat 5 mM, K-asetat 250 Mm), 5 µl DNA (100 ng/µl), 0.125 µl *Pst*I (20 unit/µl) dan 0.25 *Mse*I (5 unit/µl), 0.5 µl *Pst*I adaptor (5 pmol /µl) dengan sekuens 3'CTACTGACGCATGTACGT5' komplemen mulai pada urutan basa keempat dari sekuen 5'CTCGATGACTGCGTACA3', 0.5 µl *Mse*I adaptor (50 pmol/µl) dengan sekuen 3'GAGTCCTGAGTAGCAG5' komplemen mulai pada urutan basa ketiga dari sekuen 5'TACTCAGGACTCAT3', 0.5 µl ATP (10 mM), 0.16 µl T4 ligase (3 unit/µl), dan 15.465 µl H₂O sehingga total volume menjadi 25 µl. Campuran diinkubasi semalam pada suhu 37 °C selama 12 jam. Kemudian diencerkan 10x dengan H₂O. Hasil dari proses ini disebut dengan *diluted RL*.

2. Pre Amplifikasi. Proses pre amplifikasi menggunakan 5.0 µl *diluted RL* ditambah dengan 0.6 µl primer P00 (30 ng/µl) dengan sekuen 5'GACTCGTACATGCAG3', 0.6 µl primer M02 (30ng/µl) dengan sekuen 5'GATGAGTCCTGAGTAAC3', 0.4 µl dNTP (10 mM), 2.0 µl Super bufer 10x, 0.08 µl super Tag (5 unit/µl) dan 11.32 µl H₂O, sehingga total volume menjadi 20 µl. Semua campuran tersebut di amplifikasi melalui PCR program pre amplifikasi sebanyak 24 siklus yang terdiri dari 30 detik denaturasi pada suhu 94 °C, 30 detik penempelan primer pada suhu 56 °C, dan 60 detik pemanjangan pada suhu 72 °C. Hasil dari proses ini disebut *diluted pre-amp*. Untuk mengetahui hasil proses pre amplifikasi dilakukan elektroforesis. 5 µl *diluted pre-amp* ditambah dengan 2 µl *loading dye* dan dielektroforesis pada gel agarosa 1 % (b/v), di dalam bufer TAE 1x selama 30 menit. Pre amplifikasi ang baik menghasilkan pita DNA yang *smear* setelah diamati pada UV transiluminator.

3. Amplifikasi Seleksi. Produk pre amplifikasi diencerkan 10 kali dan digunakan sebagai cetakan untuk amplifikasi selektif, menggunakan primer berlabel IRD 700.

Amplifikasi selektif pada IRD 700 dilakukan dengan mencampur 10 μl *diluted pre-amp*, 0.6 μl primer M-48 (50 ng/ μl) yang tidak dilabel dengan sekuen 5'GATGAGTCCTGAGTAACAC3' dan 1.0 μl IRD primer P11 (1 pmol/ μl) dengan sekuen 5'GACTCGTACATGCAGAA3'. Kemudian ditambah dengan 0.4 μl dNTP 10mM, 2.0 μl super bufer 10x, 5.92 μl H₂O, 0.08 μl Tag polimerase (5 unit/ μl), sehingga volume total menjadi 20 μl . Campuran bahan-bahan tersebut diampifikasi sebanyak 36 siklus yang terdiri dari 30 detik denaturasi pada suhu 94 °C, 30 detik penempelan primer pada suhu 56 °C, dan 60 detik pemanjangan pada suhu 72 °C, kemudian dilanjutkan dengan elektroforesis gel poliakrilamid.

4. Visualisasi Fragmen. Elektroforesis hasil amplifikasi selektif menggunakan gel poliakrilamid 6% dengan peralatan LI-COR DNA *Analyser*. Gel yang digunakan untuk elektroforesis dibuat dengan cara mencampur 20 ml KB plus 6.5 %, 15 μl Tetrametil-ethilenediamine (TEMED) dan 150 μl Amonium persulfat (APS) 10% (b/v). Campuran tersebut dimasukkan pada plat kaca dan didiamkan selama kurang lebih 1 jam hingga membeku. Plat kaca berisi gel dipasang pada peralatan elektroforesis kemudian ditambah TBE 1x. Komposisi TBE 10x adalah sebagai berikut: Tris Hcl 1M pH 8.3, asam borat 0.83 M dan EDTA 10mM. Campuran diencerkan 10 kali untuk mendapatkan TBE 1x. Untuk menaikkan suhu hingga 50 °C, dilakukan pre elektroforesis selama 20 menit dengan daya 20 watt. Produk dari amplifikasi selektif sebanyak 10 μl , ditambah dengan 10 μl *loading buffer* formaid 2x (formamid 98% (b/v), EDTA 10mM, bromofenol biru 0.025 % (b/v), dan silen sianol 0.025% (b/v)). Campuran tersebut didenaturasi pada suhu 90 °C selama 3 menit dan segera dipindahkan kedalam es kurang lebih 60 menit. Permukaan plat kaca yang berisi gel dibersihkan dengan bufer TBE 1x menggunakan pipet 1 ml, kemudian *comb* (sisir) dipasang pada gel. Sebanyak 1 μl sampel dimasukkan kesela-sela sisir, dielektroforesis selama 180 menit dengan daya 12 watt, 1500 volt sehingga terdeteksi pita-pita hasil elektroforesis melalui komputerisasi peralatan LI-COR.

Lampiran 10. Langkah-Langkah Skoring DNA-AFLP menggunakan Program SAGA

- Langkah 1. Panel Molecular Weight: Mengisi skala ukuran molekul berdasarkan standar/primer yang digunakan.
- Langkah 2. Panel Primer Manager: Mengisi pasangan primer yang digunakan antar primer berlabel dengan primer tidak berlabel
- Langkah 3. Panel DNA Souerce Manager: Mengisi nomor sampel sesuai urutan sampel pada sumur dan gambar hasil analisis. Pada kolom "Primer" diisi dengan nomor sampel individu, pada kolom "Sekunder" diisi nomor/kode grup/populasi
- Langkah 4. Panel Gel Manager: Mengisi jumlah sumur yang digunakan dalam elektroforesis; dilanjutkan dengan mengisi letak sumur sesuai dengan urutan sampel
- Langkah 5. Analisis: bekerja lagi pada Gel Manager kemudian import file "gel source", lalu tampilkan (show)
- Langkah 6. Gel Editor:
1. Lane: meluruskan dan menyesuaikan letak garis vertikal sesuai pita sampel
 2. Calib: mengkalibrasikan berat molekul standar dengan meluruskan garis dan letak band berat molekul standar menggunakan garis horisontal
 3. Desmile: meluruskan pita horisontal dari setiap sampel
 4. Score: memeriksa dan mengedit tanda + dan – yang muncul di atas pita DNA dari setiap sampel dan potongan DNA yang sesuai.
 5. Confirm: Setelah selesai semua, jika masih ada yang salah lakukan 'refresh'.
 6. Report: memilih format hasil skoring. Pilihan yang ada format untuk PAUP, NTSYS, Phylip.

**Lampiran 11. Data Hasil Skoring Karakter Morfologi *H. multiflora*
(POPGENE)**

/* Diploid Morphogy Data set */

Number of populations = 6

Number of loci = 23

Locus name :

PlantHabit Stemdiameter Stemanthocyanin Nodelength Leavesshape

Leavesratio Leavesgreen Numberumbel Numberflower Pedunclelength

Peduncleanthocyanin Pedicelllength Pedicelcolor Pedicelanthocyanin Corollabudlantho

Corollabed2antho Corollanumberofcolor Corrolacolor tip Corollalength Corollareflexion

Corollacurvature Coronatype Coronlength

name = Bodogol-1

fis = 0.0

```
00000 00000 10011 11100 000
10000 00000 10011 11100 000
10000 00000 10011 11100 000
00100 00000 00011 11100 000
10101 10000 10011 11100 000
10000 11000 10111 11100 000
00000 11000 11100 01100 000
00011 01100 00100 01100 000
00000 01100 10011 11100 000
11100 10011 11001 11010 011
01001 00110 11011 11000 010
00000 01000 00100 01110 000
11001 00010 01011 10001 110
01100 01100 10011 11110 010
11110 00001 11100 01100 000
00100 00000 10100 01110 000
00000 01000 10011 11110 000
00010 10000 10001 11110 000
10101 10011 11100 01000 000
11101 01110 11101 01100 000
```

name = Bodogol-2

fis = 0.0

```
00001 00000 11100 01110 000
10111 10011 11011 10110 011
10010 00000 00001 01110 000
10011 01001 11101 11110 000
10010 10011 01100 01010 100
00100 01100 10010 01110 000
10110 00000 00010 01110 000
01011 11011 01101 01110 000
00001 01000 11101 11110 000
10011 11010 00000 01100 000
```



```

00000 00000 10010 01100 000
00100 00000 10010 01100 000
00100 00001 01100 01010 011
10100 00100 11011 11100 000
00100 00000 10010 01110 010
10101 10100 10011 11100 000
00101 01011 11011 11100 000

```

name = Bodogol-3

fis = 0.0

```

10000 10000 01011 11100 000
10011 01010 01100 01000 000
11000 10011 10111 11110 010
10011 10011 10101 11110 000
00100 00000 00100 01110 000
11011 11111 01100 01010 010
10010 11010 10010 01110 000

```

name = Sukamantri-1

fis = 0.0

```

00101 00001 10011 11000 000
00101 01001 10011 11000 000
11101 10000 10011 11000 000
01011 11011 01011 11110 001
11110 10000 10000 01000 000
00001 00000 00100 01000 000
11100 01011 10101 10110 000
01101 01011 10011 11010 011
11110 01111 11010 10110 001

```

name = Sukamantri-2

fis = 0.0

```

11111 01010 10011 11000 000
11011 00000 00011 11010 010
10000 00101 00101 11010 011
00100 00000 10011 11000 000
01111 11101 10111 10010 011
11111 10001 10011 11100 001
11111 00101 10011 11000 000

```

name = Sukamantri-3

fis = 0.0

```

10000 00001 00101 11000 010
11011 00010 01100 01010 011
00100 11000 10001 11000 000
11111 01000 10011 11000 000

```

Lampiran 12. Hasil Analisis Keragaman Genetik antar Populasi *H. multiflora* berdasarkan Karakter Morfologi Menggunakan Program POPGENE 32

Nei's Analysis of Gene Diversity in Subdivided Populations
[See Nei (1987) Molecular Evolutionary Genetics (p. 187-192)]

Locus	Sample Size	Ht	Hs	Gst	Nm*
PlantHabi	64	0.4782	0.4378	0.0843	5.4308
Stemdiame	64	0.3798	0.3321	0.1255	3.4849
Stemantho	64	0.4328	0.3879	0.1038	4.3180
Nodelengt	64	0.3908	0.3608	0.0768	6.0120
Leavessha	64	0.4279	0.4064	0.0502	9.4627
Leavesrat	64	0.3320	0.3055	0.0798	5.7650
Leavesgre	64	0.3659	0.3589	0.0191	25.6896
Numberumb	64	0.1805	0.1690	0.0636	7.3563
Numberflo	64	0.3244	0.2912	0.1023	4.3880
Pedunclel	64	0.3613	0.3333	0.0774	5.9627
Pedunclea	64	0.4855	0.4593	0.0540	8.7605
Pedicelle	64	0.2786	0.2588	0.0713	6.5083
Pedicelco	64	0.3669	0.3410	0.0708	6.5642
Pedicelan	64	0.4515	0.4053	0.1024	4.3830
Corollabu	64	0.4993	0.3748	0.2494	1.5049
Corollabe	64	0.4992	0.3609	0.2770	1.3049
Corollanu	64	0.3424	0.2805	0.1806	2.2688
Corrolaco	64	0.4367	0.3133	0.2827	1.2689
Corollale	64	0.4013	0.3723	0.0723	6.4121
Corollare	64	0.0084	0.0082	0.0212	23.0962
Corollacu	64	0.0182	0.0179	0.0188	26.1643
Coronatyp	64	0.2659	0.2516	0.0537	8.8147
Coronalen	64	0.1925	0.1773	0.0790	5.8295
Mean	64	0.3444	0.3045	0.1156	3.8238
St. Dev		0.0186	0.0137		

* Nm = estimate of gene flow from Gst or Gcs. E.g., $Nm = 0.5(1 - Gst)/Gst$;
See McDermott and McDonald, Ann. Rev. Phytopathol. 31:353-373 (1993).
The number of polymorphic loci is : 23
The percentage of polymorphic loci is : 100.00

**Lampiran 13. Data Hasil Skoring Marka DNA AFLP *H. multiflora* (POPGENE)
dengan 6 Populasi**

/* Diploid AFLP Data set */

Number of populations = 6

Number of loci = 61

Locus name :

P11-700-M48-464bp P11-700-M48-360bp P11-700-M48-356bp P11-700-M48-341bp P11-700-M48-290bp
P11-700-M48-282bp P11-700-M48-280bp P11-700-M48-271bp P11-700-M48-269bp P11-700-M48-263bp
P11-700-M48-260bp P11-700-M48-255bp P11-700-M48-244bp P11-700-M48-240bp P11-700-M48-233bp
P11-700-M48-228bp P11-700-M48-225bp P11-700-M48-203bp P11-700-M48-200bp P11-700-M48-191bp
P11-700-M48-181bp P11-700-M48-175bp P11-700-M48-169bp P11-700-M48-167bp P11-700-M48-163bp
P11-700-M48-158bp P11-700-M48-156bp P11-700-M48-150bp P11-700-M48-146bp P11-700-M48-144bp
P11-700-M48-139bp P11-700-M48-135bp P11-700-M48-132bp P11-700-M48-129bp P11-700-M48-126bp
P11-700-M48-124bp P11-700-M48-119bp P11-700-M48-117bp P11-700-M48-113bp P11-700-M48-111bp
P11-700-M48-109bp P11-700-M48-107bp P11-700-M48-105bp P11-700-M48-99bp P11-700-M48-95bp
P11-700-M48-92bp P11-700-M48-90bp P11-700-M48-88bp P11-700-M48-85b P11-700-M48-83bp
P11-700-M48-81bp P11-700-M48-78bp P11-700-M48-76bp P11-700-M48-73bp P11-700-M48-71bp
P11-700-M48-69bp P11-700-M48-67bp P11-700-M48-65bp P11-700-M48-62bp P11-700-M48-60bp
P11-700-M48-57bp

name = Bodogol-1

fis = 0.0

```
00000 00000 00000 00000 10000 00101 10110 01111 01101 11101 11011 10111 1
00000 00000 00000 00000 10000 01000 11000 00111 01101 11000 11111 11111 1
00000 11010 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 10000 00000 1
00001 00000 00000 00000 10000 00001 01000 00111 00000 11001 11111 11111 1
00001 00000 00000 00011 00000 00000 00000 10010 01110 01001 11111 11101 0
```

name = Bodogol-2

fis = 0.0

```
00000 00000 00000 00000 00000 00011 00001 11111 11111 11111 11111 11111 1
00001 11000 00000 00000 00000 00000 00000 00100 01001 10111 10111 1
```

```

00011 00010 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00110 00111 1
00000 00010 00000 10000 01000 00000 00000 01000 00010 00000 00000 00101 1
00001 00000 00000 00000 00000 10001 00000 00000 01101 11001 11111 10101 0
00001 00010 00000 00000 00000 00001 10000 01101 01100 00001 11111 11111 1
11111 11110 11111 11010 00000 00000 00000 00000 00000 11011 10111 11111 1

```

name = Bodogol-3

fis = 0.0

```

00000 00000 00000 11111 11110 11111 11101 11111 11111 11111 01111 01110 1
00001 00010 10000 00010 00000 00000 00000 00000 00000 00001 10100 00011 1
00001 00000 10000 00011 11111 11111 10101 01110 01100 00111 10100 11110 0

```

name = Salak-1

fis = 0.0

```

00000 00000 00010 00000 01000 00001 00000 01001 01100 00001 11111 11111 1
11110 00010 10011 00000 00000 00001 00000 00000 01100 00001 10111 11111 1
11111 00110 10011 10101 11000 00001 00000 01000 11100 00011 11010 00100 1
00000 00000 00010 00000 00000 00001 00000 01011 11100 00001 11111 11011 1
00000 00000 00000 00000 01000 00001 00000 01000 01100 00011 11111 10111 1
00000 00000 00010 00000 00000 00001 10010 01011 01101 11011 11111 11111 1

```

name = Salak-2

fis = 0.0

```

00001 00000 00001 00000 00000 00000 00000 00000 01100 00000 10100 10011 1
00011 11110 10111 10100 00000 00000 00000 00000 00000 11000 11011 00110 1
00111 00001 10010 00000 00000 00000 00000 00000 01100 00001 11111 10011 1
00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00010 00000 01000 00001 1

```

name = Salak-3

fis = 0.0

```

01111 10111 11001 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00101 00010 1
00001 00010 00010 00000 11000 00001 00000 00000 00100 00000 10100 10011 1
00001 00000 00010 00000 01000 00001 00000 01110 01101 00011 11111 11111 1

```


Lampiran 14. Hasil Analisis Keragaman Genetik antar Populasi *H. multiflora* berdasarkan Marka DNA-AFLP Menggunakan Program POPGENE 32

Nei's Analysis of Gene Diversity in Subdivided Populations

[See Nei (1987) Molecular Evolutionary Genetics (p. 187-192)]

Locus	Sample Size	Ht	Hs	Gst	Nm*
P11-700-M	28	0.0822	0.0728	0.1140	3.8867
P11-700-M	28	0.1362	0.1228	0.0989	4.5576
P11-700-M	28	0.1733	0.1615	0.0686	6.7907
P11-700-M	28	0.2347	0.2125	0.0944	4.7960
P11-700-M	28	0.4950	0.3323	0.3287	1.0213
P11-700-M	28	0.1741	0.1637	0.0595	7.9002
P11-700-M	28	0.1228	0.1138	0.0737	6.2864
P11-700-M	28	0.1469	0.1380	0.0602	7.8095
P11-700-M	28	0.3532	0.3267	0.0750	6.1695
P11-700-M	28	0.1002	0.0886	0.1158	3.8171
P11-700-M	28	0.3112	0.2732	0.1224	3.5858
P11-700-M	28	0.0822	0.0728	0.1140	3.8867
P11-700-M	28	0.0670	0.0616	0.0808	5.6900
P11-700-M	28	0.3545	0.2538	0.2840	1.2605
P11-700-M	28	0.2148	0.1918	0.1068	4.1806
P11-700-M	28	0.1691	0.1588	0.0612	7.6750
P11-700-M	28	0.0822	0.0728	0.1140	3.8867
P11-700-M	28	0.1258	0.1151	0.0846	5.4086
P11-700-M	28	0.3159	0.0544	0.8279	0.1039
P11-700-M	28	0.1841	0.1393	0.2431	1.5566
P11-700-M	28	0.2911	0.2353	0.1917	2.1079
P11-700-M	28	0.3225	0.2546	0.2104	1.8760
P11-700-M	28	0.1310	0.0813	0.3789	0.8196
P11-700-M	28	0.1310	0.0813	0.3789	0.8196
P11-700-M	28	0.0593	0.0499	0.1577	2.6697
P11-700-M	28	0.1519	0.1042	0.3138	1.0934
P11-700-M	28	0.1606	0.1128	0.2974	1.1811
P11-700-M	28	0.1606	0.1128	0.2974	1.1811
P11-700-M	28	0.1519	0.1042	0.3138	1.0934
P11-700-M	28	0.4739	0.2824	0.4042	0.7371
P11-700-M	28	0.2334	0.1889	0.1905	2.1252
P11-700-M	28	0.1270	0.1081	0.1486	2.8653
P11-700-M	28	0.1606	0.1128	0.2974	1.1811
P11-700-M	28	0.0622	0.0580	0.0673	6.9319
P11-700-M	28	0.1519	0.1042	0.3138	1.0934
P11-700-M	28	0.1138	0.1043	0.0830	5.5232

P11-700-M	28	0.3828	0.3048	0.2038	1.9534
P11-700-M	28	0.3054	0.2524	0.1736	2.3795
P11-700-M	28	0.3607	0.2865	0.2057	1.9309
P11-700-M	28	0.2775	0.2401	0.1348	3.2079
P11-700-M	28	0.1362	0.1228	0.0989	4.5576
P11-700-M	28	0.4867	0.3393	0.3028	1.1510
P11-700-M	28	0.4988	0.3846	0.2290	1.6836
P11-700-M	28	0.1741	0.1637	0.0595	7.9002
P11-700-M	28	0.2395	0.2282	0.0469	10.1614
P11-700-M	28	0.2814	0.2541	0.0969	4.6624
P11-700-M	28	0.3400	0.2729	0.1973	2.0346
P11-700-M	28	0.1806	0.1357	0.2487	1.5101
P11-700-M	28	0.2896	0.2439	0.1576	2.6718
P11-700-M	28	0.4987	0.2490	0.5007	0.4987
P11-700-M	28	0.4635	0.3289	0.2903	1.2226
P11-700-M	28	0.4692	0.4077	0.1312	3.3108
P11-700-M	28	0.4575	0.3054	0.3325	1.0038
P11-700-M	28	0.4985	0.3297	0.3386	0.9767
P11-700-M	28	0.4866	0.4462	0.0831	5.5188
P11-700-M	28	0.4866	0.4462	0.0831	5.5188
P11-700-M	28	0.3973	0.3516	0.1150	3.8468
P11-700-M	28	0.4993	0.3329	0.3332	1.0004
P11-700-M	28	0.4525	0.3243	0.2833	1.2647
P11-700-M	28	0.4965	0.3775	0.2396	1.5869
P11-700-M	28	0.3582	0.2421	0.3241	1.0426

Mean	28	0.2676	0.2064	0.2287	1.6865
St. Dev		0.0215	0.0120		

* Nm = estimate of gene flow from G_{st} or G_{cs}. E.g., Nm = 0.5(1 - G_{st})/G_{st};
 See McDermott and McDonald, Ann. Rev. Phytopathol. 31:353-373 (1993).
 The number of polymorphic loci is : 61
 The percentage of polymorphic loci is : 100.00

Lampiran 15. Pola Angin Lapisan 3000 kaki (Sumber BMKG 2008)

