



UNIVERSITAS INDONESIA

**PROFIL BUNGA *Ficus* (MORACEAE) *DIOECIOUS* DAN STABILITAS
MUTUALISME ANTARA *Ficus hispida* DAN *F. septica* DENGAN TAWON
PENYERBUK (AGAONINAE, AGAONIDAE) DI KAMPUS
UNIVERSITAS INDONESIA, DEPOK**

TESIS

**HENNY SYATIRIAH
0906494946**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PROFIL BUNGA *Ficus* (MORACEAE) *DIOECIOUS* DAN STABILITAS
MUTUALISME ANTARA *Ficus hispida* DAN *F. septica* DENGAN
TAWON PENYERBUK (AGAONINAE, AGAONIDAE)
DI KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA, DEPOK**

TESIS


Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains

**HENNY SYATIRIAH
0906494946**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPOK
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : HENNY SYATIRIAH
NPM : 0906494946
Tanda tangan : 
Tanggal : 3 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : HENNY SYATIRIAH
NPM : 0906494946
Program Studi : Biologi Konservasi
Judul Tesis : Profil Bunga *Ficus* (Moraceae) *Dioecious* dan Stabilitas Mutualisme antara *Ficus hispida* dan *F. septica* dengan Tawon Penyerbuk (Agaoninae, Agaonidae) di Kampus Universitas Indonesia, Depok

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Nisyawati, MS.  (.....)

Pembimbing : Mega Atria, M.Si.  (.....)

Penguji : Drs. Wisnu Wardhana, M.Si.  (.....)

Penguji : Dr. Andi Salamah  (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 3 Juli 2012

JUDUL : PROFIL BUNGA *Ficus* (MORACEAE) *DIOECIOUS* DAN STABILITAS MUTUALISME ANTARA *Ficus hispida* dan *F. septica* DENGAN TAWON PENYERBUK (AGAONINAE, AGAONIDAE) DI KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA, DEPOK

Nama : HENNY SYATIRIAH

NPM : 0906494946

MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing



Dr. Nisyawati, MS.
Pembimbing I



Mega Atria, M.Si.
Pembimbing II

2. Penguji



Drs. Wisnu Wardhana, M.Si.
Penguji I



Dr. Andi Salamah
Penguji II

**3. Ketua Program Studi Biologi
Program Pascasarjana
FMIPA-Universitas Indonesia**



Dr. Luthfiralda Sjahfirdi, M.Biomed.

**4. Ketua Program Pascasarjana
FMIPA-Universitas Indonesia**



Dr. Adi Basukriadi, M.Sc.

Tanggal Lulus: 3 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil ‘alamin, berkat rahmat dan ridho Allah *subhanallohu wa ta’ala*, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Sains pada Program Pascasarjana, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penyusunan tesis ini tidak akan berjalan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Nisyawati, MS. selaku pembimbing I dan Mega Atria, M.Si. selaku pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, bantuan dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
2. Drs. Wisnu Wardhana, M.Si. selaku penguji I dan Dr. Andi Salamah selaku penguji II atas kritik, saran dan masukan yang sangat berguna bagi penulisan tesis ini.
3. Dr. Luthfiralda Sjahfirdi, M.Biomed. yang telah memberikan masukan dalam penyusunan tesis ini dan para dosen Program Studi Biologi, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia, terutama kepada Ibu Dra. Nining B. Prihantini, M.Sc. atas kesediaan memberikan pinjaman alat serta banyak memberikan motivasi kepada penulis.
4. Ayahanda, Ibunda dan adik-adikku tercinta atas pengorbanan, keikhlasan dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
5. Teman seperjuangan, Bu Yuna, Bu Rosana, Afi, Angga dan Ainy yang telah memberikan motivasi, pinjaman alat serta bantuan selama penyusunan tesis.
6. Mbak Evi dan mbak Fenty selaku karyawan di Pascasarjana Biologi serta teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penelitian maupun penyusunan tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah *subhanallohu wa ta’ala* berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

**Penulis
2012**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HENNY SYATIRIAH
NPM : 0906494946
Program Studi : Biologi Konservasi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Profil Bunga *Ficus* (Moraceae) *Dioecious* dan Stabilitas Mutualisme antara *Ficus hispida* dan *F. septica* dengan Tawon Penyerbuk (Agaoninae, Agaonidae) di Kampus Universitas Indonesia, Depok.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Depok

Pada tanggal: 3 Juli 2012

Yang menyatakan



(Henny Syatiriah)

ABSTRAK

Nama : Henny Syatiriah
Program Studi : Biologi
Judul : Profil Bunga *Ficus* (Moraceae) *Dioecious* yang terdapat di
Kampus Universitas Indonesia, Depok

Ficus yang *dioecious* memiliki dua individu seks yang sangat sulit dibedakan melalui ciri-ciri eksternal, kecuali saat *Ficus* berbunga atau berbuah. Sebuah studi mengenai morfologi bunga *Ficus* yang *dioecious* di Universitas Indonesia (UI), Depok telah dilakukan dari bulan Maret 2012 sampai April 2012. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi bunga dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di ruang terbuka hijau kampus UI. Penelitian ini juga memeriksa hubungan di antara karakter-karakter kuantitatif dari bunga. Sebanyak total 8 (delapan) pohon, 8 (delapan) sikonia dan sekitar 750 bunga telah dipilih untuk menjadi sampel. Setiap bunga diukur dengan mikrometer okuler untuk karakter kuantitatif bunga, dan pada saat bersamaan morfologi bunga dari setiap spesies dibandingkan. Kunci karakter reproduktif dalam mengidentifikasi 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di kampus UI adalah jumlah stamen, bentuk stilus dan stigma, serta bentuk perhiasan bunga (tepala) dari bunga bersari dan bunga berputik. Berdasarkan koefisien korelasi Pearson dan koefisien variasi (KV), hubungan di antara ciri-ciri bunga di keempat spesies menunjukkan bahwa panjang pedisel terlihat merespon terhadap perubahan di dalam semua ciri-ciri bunga, terutama pada stilus dan leher sehingga seluruh bunga mencapai ketinggian yang sama. Karakter-karakter yang lain memiliki KV yang rendah, menunjukkan karakter-karakter tersebut tidak bervariasi di dalam sikonium dan kurang berkontribusi di dalam pertumbuhan yang seimbang.

Kata kunci : *Ficus* yang *dioecious*, koefisien variasi, korelasi Pearson, panjang pedisel, bunga bersari dan berputik, panjang stilus.
xvii+23 halaman : 5 gambar, 3 tabel, 4 lampiran
Daftar acuan : 14 (1965-2011)

ABSTRACT

Name : Henny Syatiriah
Program Study : Biology
Title : Profile of Dioecious Fig Flowers (Moraceae) at Universitas
Indonesia, Depok

In functionally dioecious fig species, it is quite difficult to distinguish individuals of the two sexes from external characteristics, except when they are in flower or fruit. A study on flower's morphology of dioecious figs of the Universitas Indonesia (UI), Depok has been done from March 2012 until April 2012. The objective of this study was to know the flower's morphology of four dioecious figs *Ficus hispida*, *F. septica*, *F. hirta* and *F. montana* available in open area of UI. This study also examined the relationship among the quantitative of flower's characters. A total of eight fig trees, eight figs and about 750 flowers in UI were chosen to be sampled. Each flowers were measured at ocular micrometer for their quantitative characters and at the same time morphology of fig flowers of all fig species were compared. The key of reproductive character to identify four dioecious species of figs available in UI, Depok are number of stamen, style and stigma shape, and perianth (tepala) shape of staminate and pistillate flowers. Based on correlation coefficients of Pearson and coefficient of variation (CV), relationship among the flower characters show that pedicel length, both in gall figs and seed figs, appeared to compensate greatly for changes in most of floral features such that all flowers reached a common height. Other characters had very low CV's, suggesting their relative invariance within the syconium and possibly poor condition to the compensatory growth.

Key words : coefficient of variation, dioecious figs, Pearson's correlation, pedicel length, staminate and pistillate flowers, style length.
xvi+23 pages : 5 figures, 3 tables, 4 appendices
Bibliography : 14 (1965-2011)

ABSTRAK

Nama : Henny Syatiriah
Program Studi : Biologi
Judul : Stabilitas Mutualisme antara *Ficus hispida* dan *F. septica* dengan Tawon Penyerbuk (Agaoninae, Agaonidae) di Kampus Universitas Indonesia, Depok

Spesies di dalam genus *Ficus*, sebagai hasil ketergantungan di dalam penyerbukan oleh tawon agaonin yang spesifik, telah mengembangkan beberapa ciri untuk mendukung keberlanjutan hubungan dengan tawon tersebut sepanjang tahun terutama di daerah tropis. Salah satu ciri tersebut adalah morfologi dari bunga berputiknya. Penelitian ini memberikan beberapa data mengenai alokasi bunga-bunga betina dari dua spesies *Ficus* yang *dioecious*, *F. hispida* dan *F. septica*, dan bertujuan untuk menganalisis pengaruh morfologi bunga tersebut di dalam hubungan dengan tawon penyerbuk. Sebanyak total 15 pohon, 45 sikonia dan sekitar 950 bunga dipilih untuk menjadi sampel di dalam pengukuran panjang stilus bunga. Sebanyak 90 tawon penyerbuk betina, juga dipilih untuk melakukan pengukuran panjang ovipositor tawon tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) terdapat distribusi bimodal di dalam panjang stilus bunga dari kedua spesies *Ficus*, selain itu panjang stilus di dalam sikonia biji lebih bervariasi, sedangkan panjang stilus bunga di dalam sikonia gal berdistribusi secara sempit; (2) stilus di dalam sikonia biji lebih panjang daripada yang di dalam sikonia gal; (3) panjang ovipositor penyerbuk lebih pendek daripada panjang stilus di dalam sikonia biji, tetapi dapat mencapai panjang stilus di dalam sikonia gal, sehingga penyerbuk-penyerbuk tersebut hanya dapat meletakkan telur-telurnya ke dalam ovari bunga di dalam sikonia gal, tidak di dalam sikonia biji; (4) variasi panjang stilus lebih besar di dalam sikonia biji daripada di dalam sikonia gal; (5) terdapat kemungkinan bahwa penyerbuk di dalam *F. hispida* menjadi penyerbuk di dalam *F. septica*, atau sebaliknya, disebabkan panjang stilus di dalam sikonia gal dari *F. hispida* mendekati panjang stilus dari *F. septica*.

Kata kunci : bunga berputik, distribusi bimodal, panjang ovipositor, panjang stilus, sikonia biji, sikonia gal,
xvi+13 halaman : 3 gambar, 2 tabel, 1 lampiran
Daftar acuan : 16 (1967-2011)

ABSTRACT

Name : Henny Syatiriah
Program Study : Biology
Title : Stability of Mutualism between *Ficus hispida* and *F. septica* to their pollinators (Agaoninae, Agaonidae) at Universitas Indonesia, Depok

Species within the genus *Ficus*, as a result of dependency in the pollination by specific agaonin wasps, have evolved several features to support the sustainability of these relationships throughout the year especially in the tropics. One of these features are morphology of pistillate flowers. This study provided some data on the female flowers allocation in two dioecious fig trees, *F. hispida* and *F. septica*, and was aimed to analyze the influence of morphology of those flowers in relationships with pollinator wasps. A total of 15 trees, 45 figs and about 950 flowers were chosen to be sampled for measuring their style length. Also, a total of 90 female pollinating wasps from gall figs of two fig species were selected to measure their ovipositor length. The result showed that: (1) there is a bimodal distribution in the style-length of two fig trees' female florets, moreover, the style-length in seed figs seems to have more variation, while narrowly distributed occur in gall figs; (2) the styles in seed figs are longer than those in gall figs; (3) the pollinator's ovipositor lengths are shorter than the style-lengths in seed figs, but they are suitable to those in gall figs so that pollinators can only lay their eggs into the ovaries of gall figs, but not in seed figs; (4) the variations of style-lengths in seed figs are bigger than those in gall figs; (5) there is a possibility that pollinator of *F. hispida* became pollinator of *F. septica*, or vice versa, due to style length in gall figs of *F. hispida* were closer to that of *F. septica*.

Key words : bimodal distribution, gall figs, ovipositor length, pistillate flowers, seed figs, style length.

xvi+13 pages : 3 figures, 2 tables, 1 appendix

Bibliography : 16 (1967-2011)

Name : Henny Syatiriah (0906494946)
Title : Profile of Dioecious Fig Flowers and Stability of Mutualism
between *Ficus hispida* and *F. septica* to their pollinators
(Agaoninae, Agaonidae) at Universitas Indonesia, Depok
Thesis supervisor : Dr. Nisyawati, MS.; Mega Atria, M.Si.

SUMMARY

Fig species (*Ficus*, Moraceae) are diverse and ecologically important plants in the forest of Indonesia. Figs are considered to be group of keystone plant resources in forest due to their heavy fruit production and generally aseasonal patterns of reproduction. Nason *et al.* (1998) suggested that a failure to maintain viable fig populations in forest preserves is expected to result in a cascade of subsequent extinction events.

Campus of the Universitas Indonesia (UI), Depok which has 192 ha of open areas is considered as reserve areas for maintaining the diversity of plants and animals within it. As this area become increasingly fragmented by human activity, the ability of this reserve to maintain fig populations should be studied. Sumanto (2011) had studied the fig wasp in UI and found there is breakdown mutualism for some fig spesies to their pollinating-fig wasps (agaonin wasps). However, study on fig flowers available in UI has not been done, yet.

This research was done from March 2012 until Mei 2012. The first study was morphological description and relationship among character of fig flowers using four dioecious species of figs available in the campus of the Universitas Indonesia (UI), Depok. A total of eight fig trees (male dan female trees), eight figs (gal dan seed figs) and about 750 flowers (gal and female flowers) in UI were chosen to be sampled. Each flowers were measured at ocular micrometer for their floral features and at the same time morphology of fig flowers of all fig spesies were compared.

The second study consisted two typical dioecious spesies *Ficus hispida* and *F. septica* in UI, Depok to identify the factors of mutualism stability. A total of 15 trees, 45 figs and about 950 flowers were chosen to be sampled. Each

flowers were measure for their style length. At the same time, a total of 90 female pollinating wasps from gall figs of various fig trees of the two species were selected to measure ovipositor length. Both style length and ovipositor lengths were measured at ocular micrometer fitted to a dissecting microscope.

The analysis of descriptive and inductive in both studies was done with SPSS software. The mean value and standard deviation of style length and other character of flowers, and also ovipositor length was used to calculate the coefficient of correlation. The relationship among the character of fig flowers were analyzed using Pearson's correlation analysis. A one way Anova was used to determine if there were significant differences in the style length among syconia and trees. An independent sample *t*-test was used to test if style lengths had significant differences between gall figs and seed figs.

The key of reproductive character to identify four dioecious species of figs available in UI, Depok are number of stamen, style and stigma shape, and perianth (tepal) shape of staminate and pistillate flowers. Based on correlation coefficients of Pearson and coefficient of variation (CV), relationship among the flower characters show that pedicel length, both in gall figs and seed figs, appeared to compensate greatly for changes in most of floral features such that all flowers reached a common height. Other characters had very low CV's, suggesting their relative invariance within the syconium and possibly poor condition to the compensatory growth.

However, all flowers in gall figs of *F. hispida* dan *F. septica* were accessible for harboring wasp offspring. It showed by a little variation of style length in gall figs than those in seed figs, but very adjacent to the coefficient of variation of ovipositor. The little variation in gall figs could decrease the time the pollinator spends on probing floral styles for appropriate reproductive site, so as to lay more eggs in her limited life span. Based on result that all style lengths in gall figs of two dioecious species can be reached by wasp's ovipositor suggested possibility of pollinator host-switching. Therefore, this research supported the conclusion of breakdown mutualism occurring in UI, Depok which deduced by Sumanto (2011).

xii + 54 pp; 8 figures; 5 tables; 5 appendices
Bibl.: 28 (1965 – 2011)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
SUMMARY.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
PENGANTAR PARIPURNA.....	1
MAKALAH I : PROFIL BUNGA <i>Ficus</i> (MORACEAE) <i>DIOECIOUS</i> YANG TERDAPAT DI KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA, DEPOK.....	4
Pendahuluan.....	5
Bahan dan Cara Kerja	6
Hasil dan Pembahasan.....	8
A. Deskripsi bunga dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	8
B. Karakter kualitatif dan kuantitatif bunga dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	11
C. Hubungan di antara karakter kuantitatif bunga dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	17
Kesimpulan dan Saran.....	22
Daftar Acuan.....	22
Lampiran.....	24
MAKALAH II: STABILITAS MUTUALISME ANTARA <i>Ficus hispida</i> dan <i>F. septica</i> DENGAN TAWON PENYERBUK (AGAONINAE, AGAONIDAE) DI KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA, DEPOK.....	28
Pendahuluan.....	28
Bahan dan Cara Kerja.....	30
A. Pengambilan sampel bunga <i>Ficus</i>	31
B. Pengambilan sampel tawon agaonin.....	31
Hasil dan Pembahasan.....	33
Kesimpulan dan Saran.....	37
Daftar Acuan.....	38
Lampiran.....	40
DISKUSI PARIPURNA.....	41
RANGKUMAN KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
DAFTAR ACUAN.....	50
GLOSARIUM.....	53

DAFTAR GAMBAR

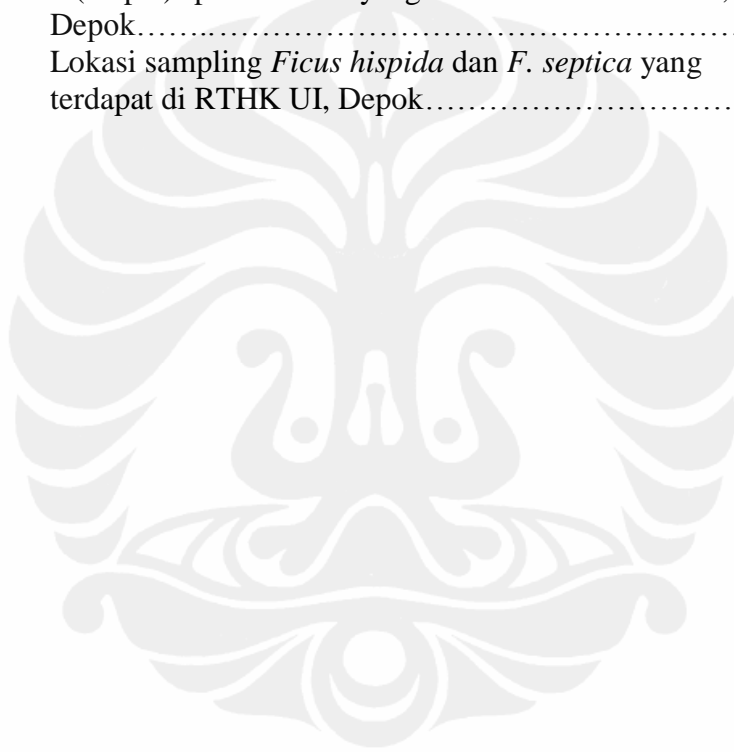
Gambar I.1	Karakter kuantitatif organ bunga pada spesies <i>Ficus</i>	8
Gambar I.2	Morfologi bunga jantan dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	13
Gambar I.3	Morfologi bunga gal dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	14
Gambar I.4	Morfologi bunga betina dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	15
Gambar I.5	Koefisien variasi karakter kuantitatif bunga dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	19
Gambar II.1	Cara mengukur panjang stilus	31
Gambar II.2	Ovipositor dan bagian-bagian tubuh tawon agaonin. Tawon betina <i>Ceratosolen arabicus</i> sedang mengoviposisi sekaligus menyerbuki bunga dari <i>Ficus sycomoros</i>	32
Gambar II.3	Distribusi panjang stilus dan ovipositor tawon dari <i>Ficus hispida</i> dan <i>F. septica</i>	34

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Deskripsi bunga jantan, bunga gal dan bunga betina dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok dan deskripsi bunga yang belum terdapat pada Backer dan van den Brink (1965).....	16
Tabel I.2	Rerata (\bar{x}), standard deviasi (SD) dan koefisien variasi (KV) beberapa karakter bunga betina dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	20
Tabel I.3	Koefisien korelasi panjang stilus dan pedisel dengan berbagai karakter lain dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	21
Tabel II.1	Anova satu arah dan uji- <i>t</i> terhadap variasi panjang stilus di antara pepohonan dan sikonia	33
Tabel II.2	Rata-rata panjang stilus dari <i>Ficus hispida</i> dan <i>F. septica</i> serta panjang ovipositor dari masing-masing tawon penyerbuk kedua spesies <i>Ficus</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.1	Lokasi sampling 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	24
Lampiran I.2	Data pengamatan karakter morfologi bunga jantan dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok	25
Lampiran I.3	Data pengamatan karakter morfologi bunga gal dan bunga betina dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok	26
Lampiran I.4	Diameter sikonium dan bunga-bunga di dalamnya dari 4 (empat) spesies <i>Ficus</i> yang <i>dioecious</i> di RTHK UI, Depok.....	27
Lampiran II.1	Lokasi sampling <i>Ficus hispida</i> dan <i>F. septica</i> yang terdapat di RTHK UI, Depok.....	40



PENGANTAR PARIPURNA

Genus *Ficus* (Moraceae) memiliki anggota yang beragam dan merupakan tumbuhan yang sangat penting secara ekologi di dalam hutan-hutan hujan tropis. Harrison (2005) menyatakan bahwa genus *Ficus* termasuk lima besar genera tumbuhan dikotil yang anggotanya selalu ada di dalam hutan hujan tropis Indo-Pasifik, Afrotropis dan Neotropis. Kemampuan tumbuhan *Ficus* berbuah sepanjang tahun, menjadikan *Ficus* sebagai kelompok sumber daya kunci di dalam hutan tropis (Nason *et al.* 1998). Buah *Ficus* tersebut menjadi sumber makanan bagi banyak hewan dibandingkan jenis buah-buah lain di dalam hutan (Janzen 1979). Penelitian *Ficus* di hutan Kalimantan Barat oleh Knott (1998) menunjukkan bahwa *Ficus* berperan penting di dalam makanan hewan vertebrata yang terancam punah seperti orang utan. Buah *Ficus* juga menjadi sumber makanan bagi vertebrata frugivora lainnya seperti burung (Kinnaird *et al.* 1996), kelelawar (Tang *et al.* 2007) dan mamalia lain di dalam hutan.

Tumbuhan *Ficus* dicirikan dengan perbungaan tertutup yang disebut sikonium. Sikonium merupakan reseptakulum yang membesar hingga membentuk bulatan seperti guci dan di dalamnya terdapat ratusan bunga-bunga yang berukuran kecil (Berg & Wiebes 1992). Tawon penyerbuk memasuki sikonium melalui ostiol, yaitu lubang kecil yang dilindungi oleh daun-daun braktea di bagian apeks dari sikonium. Di dalam sikonium, tawon akan menyerbuki bunga, meletakkan telur ke dalam ovari bunga (oviposis) dan kemudian mati di dalam sikonium (Janzen 1979). Keturunan-keturunan tawon yang telah berkembang menjadi dewasa kemudian kawin di dalam sikonium dan tawon yang betina terbang ke sikonium yang lain untuk oviposis dan melakukan penyerbukan (Weiblen 2002).

Sebanyak setengah dari 750 spesies *Ficus* adalah monoecious dan sisanya adalah *ginodioecious* (*dioecious* fungsional). Pada spesies yang monoecious mengandung bunga jantan dan bunga betina di dalam sikonium yang sama. Spesies *Ficus* yang *dioecious* memiliki dua macam sikonium, yaitu sikonium gal yang terletak pada pohon jantan dan sikonium biji yang terletak di pohon betina. Sikonium gal terdiri atas bunga betina berstilus pendek dan bunga-bunga jantan,

sedangkan sikonium biji terdiri atas bunga-bunga betina yang berstilus panjang (Weiblen 2000).

Ficus yang *dioecious* memiliki konflik antara *Ficus* dan penyerbuk yang tidak terlihat seperti di dalam spesies yang *monoecious*. Penyerbuk yang mengunjungi sikonium biji akan gagal untuk bereproduksi, tidak seperti di dalam sikonium gal. Sebagai hasilnya, akan sangat menguntungkan bagi penyerbuk untuk menghindari sikonium biji. Akan tetapi, penyerbuk tidak dapat membedakan antara sikonium biji dan sikonium gal, disebabkan seleksi di dalam dua sikonium tersebut yang menyerupai satu sama lain (Grafen & Godfray 1991).

Tumbuhan *Ficus* dan tawon yang menyerbuki *Ficus* yang disebut tawon agaonin (Agaonidae, Agaoninae) merupakan contoh klasik dari suatu mutualisme yang obligat (Ware & Compton 1992). *Ficus* maupun tawon agaonin yang menyerbukinya saling bergantung secara penuh dalam bertahan hidup dan bereproduksi. *Ficus* hanya dapat diserbuki oleh tawon agaonin dan tawon agaonin hanya dapat bereproduksi di dalam bunga *Ficus* (Marussich & Machado 2007; Herre *et al.* 2008). Akan tetapi, mutualisme antara *Ficus* dan tawon agaonin telah memperlihatkan hubungan yang lebih kompleks dari sebelumnya.

Penekanan kekhususan yang *one to one* di dalam asosiasi *Ficus* dengan tawon agaonin telah banyak terbantahkan. Penyerbukan satu spesies *Ficus* oleh dua spesies tawon agaonin atau lebih dilaporkan oleh Ware dan Compton (1992), Cook dan Rasplus (2003) serta Marussich dan Machado (2007). Penelitian lainnya yang menyatakan satu spesies tawon agaonin dapat menyerbuki lebih dari satu spesies *Ficus* atau disebut *sharing* penyerbuk juga banyak ditemukan (Machado *et al.* 2005, Moe *et al.* 2011, Sumanto 2011). Interaksi *Ficus* dan tawon agaonin yang tidak spesifik *one to one* juga ditemukan di Depok, Jawa Barat, Indonesia. Sumanto (2011) melaporkan *F. hispida* L.f. dan *F. septica* Burm.f. yang terdapat di ruang terbuka hijau kampus (RTHK) Universitas Indonesia (UI) Depok dapat diserbuki oleh satu jenis tawon agaonin, yaitu *Ceratosolen marchali* Mayr. Meskipun demikian, terdapat beberapa karakteristik penting dari *Ficus* yang mampu menghambat laju pergantian inang yang dilakukan oleh penyerbuk. Salah satunya adalah karakteristik morfologi bunga yang spesifik (Herre 1989; Ware & Compton 1992).

Pendeskripsian terhadap spesies *Ficus* yang terdapat di Indonesia telah dilakukan oleh Backer dan Brink (1965) serta Berg dan Corner (2005). Namun, pada keduanya belum secara lengkap mencantumkan deskripsi dari karakter reproduktifnya. Backer dan Brink (1965) tidak mencantumkan semua karakter-karakter dari setiap bunga, sedangkan Berg dan Corner (2005) hanya mendeskripsikan karakter bunga secara umum berdasarkan subgenus (seksi dan subseksi). Oleh karena itu telah dilakukan penelitian yang terbagi di dalam dua topik makalah. Makalah I dengan judul “Profil bunga *Ficus* (Moraceae) *dioecious* yang terdapat di kampus Universitas Indonesia, Depok, dan makalah II dengan judul “Stabilitas mutualisme antara *Ficus hispida* dan *F. septica* dengan tawon penyerbuk (Agaoninae, Agaonidae) di kampus Universitas Indonesia, Depok”.

Kedua makalah tersebut bertujuan untuk menganalisis sekaligus melengkapi informasi morfologi bunga *Ficus* yang *dioecious* yang belum terdapat pada deskripsi-deskripsi terdahulu dan menganalisis pengaruh organ bunga tersebut terhadap stabilitas mutualisme yang spesifik *one to one* dengan tawon agaonin. Beberapa pertanyaan yang akan dijawab dalam penelitian ini, di antaranya:

1. Bagaimanakah karakter morfologi bunga dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* yang tumbuh di RTHK UI?
2. Apakah karakter bunga dapat menjadi salah satu faktor untuk mengetahui hubungan mutualisme yang spesifik *one to one* antara *Ficus hispida* dan *F. septica* dengan masing-masing tawon agaoninnya?
3. Apakah mutualisme yang spesifik *one to one* antara *Ficus hispida* dan *F. septica* dengan tawon agaonin masih bertahan?

Harapan dari tesis ini adalah memberikan suatu masukan dalam kebijakan manajemen lingkungan kampus UI, Depok.

MAKALAH I

Profil Bunga *Ficus* (Moraceae) *Dioecious* yang terdapat di Kampus Universitas Indonesia, Depok

Henny Syatiriah
hsyatiriah@gmail.com

ABSTRACT

In functionally dioecious fig species, it is quite difficult to distinguish individuals of the two sexes from external characteristics, except when they are in flower or fruit. A study on flower's morphology of dioecious figs of the Universitas Indonesia (UI), Depok has been done from March 2012 until April 2012. The objective of this study was to know the flower's morphology of four dioecious figs *Ficus hispida*, *F. septica*, *F. hirta* and *F. montana* available in open area of UI. This study also examined the relationship among the quantitative of flower's characters. A total of eight fig tress, eight figs and about 750 flowers in UI were chosen to be sampled. Each flowers were measured at ocular micrometer for their quantitative characters and at the same time morphology of fig flowers of all fig species were compared. The key of reproductive character to identify four dioecious species of figs available in UI, Depok are number of stamen, style and stigma shape, and perianth (tepala) shape of staminate and pistillate flowers. Based on correlation coefficients of Pearson and coefficient of variation (CV), relationship among the flower characters show that pedicel length, both in gall figs and seed figs, appeared to compensate greatly for changes in most of floral features such that all flowers reached a common height. Other characters had very low CV's, suggesting their relative invariance within the syconium and possibly poor contribution to the compensatory growth.

Key words: coefficient of variation, dioecious figs, Pearson's correlation, pedicel length, staminate and pistillate flowers, style length.

PENDAHULUAN

Tumbuhan *Ficus* (Moraceae) secara morfologi dibedakan menjadi *monoecious* atau *ginodioecious* berdasarkan susunan bunga-bunga uniseksualnya yang berada di dalam perbungaan khusus atau sikonium. *Ficus* yang *monoecious* memiliki satu macam sikonium yang terdiri atas bunga betina dengan panjang stilus yang bervariasi dan bunga-bunga jantan. Spesies *ginodioecious* merupakan spesies yang *dioecious* secara fungsional (untuk selanjutnya disebut *dioecious*) memiliki dua macam sikonium yang terletak di pohon yang berbeda, yaitu sikonium biji di pohon betina dan sikonium gal di pohon jantan. Sikonium biji terdiri atas bunga-bunga betina yang berstilus panjang, sedangkan sikonium gal terdiri atas bunga-bunga jantan dan bunga betina berstilus pendek (Weiblen 2000). Pemisahan secara seksual pada *Ficus* yang *dioecious* tersebut dapat memengaruhi sejumlah karakter, salah satunya adalah struktur bunga dan perbungaan (Patel & McKey 1998).

Keanekaragaman tumbuhan *Ficus* umum ditemukan di ruang terbuka hijau kampus (RTHK) Universitas Indonesia (UI), Depok dan memiliki peranan yang sangat penting. Beberapa *Ficus* menjadi sumber makanan dan tempat berlindung bagi banyak jenis hewan di kampus UI, seperti burung cipoh kacat (*Aegithina tiphia*) dan cucak kutilang (*Pycnonotus aurigasteri*) (Pradana 2010) serta codot krawar (*Cynopterus brachyotis*) (Prihantomo 2007). Penelitian lainnya yang berkaitan dengan *Ficus* adalah mengenai komunitas tawon *Ficus* yang berasosiasi dengan 9 (sembilan) spesies *Ficus* di RTHK UI, Depok. Namun, pendeskripsian morfologi bunga *Ficus* tidak banyak dilakukan terutama di lingkungan kampus UI, Depok.

Deskripsi mengenai spesies *Ficus* yang terdapat di Indonesia telah dilakukan oleh Backer dan van den Brink (1965) serta Berg dan Corner (2005). Namun, pada keduanya belum secara lengkap mencantumkan deskripsi dari karakter reproduktifnya. Backer dan van den Brink (1965) tidak mencantumkan semua karakter-karakter dari setiap bunga, sedangkan Berg dan Corner (2005) hanya mendeskripsikan karakter bunga secara umum berdasarkan subgenus (seksi dan subseksi). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melengkapi

pendeskripsian morfologi bunga yang belum dilakukan oleh Backer dan van den Brink (1965) serta Berg dan Corner (2005).

Spesies *Ficus* yang diteliti adalah spesies *dioecious* yang terdapat di RTHK UI, Depok. Spesies yang *dioecious* dipilih karena kesulitannya di dalam membedakan jenis seksnya bila hanya dilihat secara eksternal, kecuali ketika *Ficus* berbunga atau berbuah serta keberadaannya yang semakin berkurang di dalam kampus UI, Depok. Berdasarkan Sumanto (2011) terdapat 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di kampus UI, Depok, yaitu *F. hispida*, *F. septica*, *F. hirta* dan *F. montana*. Analisis karakter morfologi bunga dari keempat *Ficus* tersebut dilakukan baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif.

BAHAN DAN CARA KERJA

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di ruang terbuka hijau kampus (RTHK) Universitas Indonesia (UI), Depok dari bulan Maret 2012 hingga April 2012.

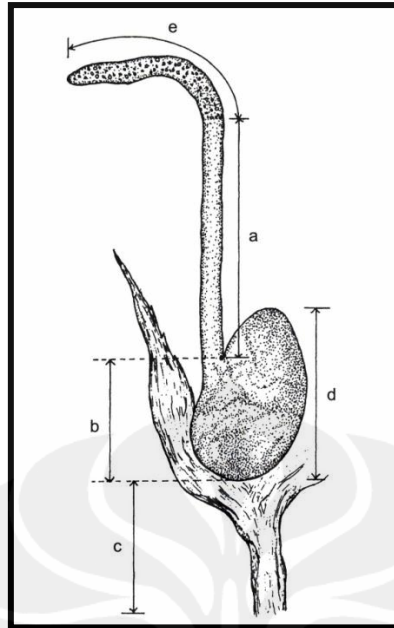
Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan saat pengambilan sampel di lapangan terdiri atas lembar data, alat tulis, buku catatan, galah, *cutter*, lup, kaliper, kantung plastik, label, dan GPS (Garmin GPSmap 60CSx). Peralatan yang digunakan saat pengamatan dan morfometri sampel di laboratorium terdiri atas mikroskop cahaya (Nikon Japan 102), mikroskop stereo, mikroskop digital (Dino Lab), mikrometer okuler dan objektif, lup, *cutter*, pinset, sonde, cawan petri, kaca objek, lembar data, alat tulis dan buku catatan. Bahan penelitian adalah organ bunga *Ficus* dari 4 (empat) spesies *dioecious* yang tumbuh di RTHK UI, Depok, yaitu *F. hispida* L.f., *F. septica* Burm.f., *F. montana* Burm.f. dan *F. hirta* Vahl.

Cara Kerja

Pengambilan sampel sikonium dari masing-masing *Ficus* dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* (Lampiran I.1). Sebanyak 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* yang ditemukan oleh Sumanto (2011) di RTHK UI, yaitu *F. hispida*, *F. septica*, *F. montana* dan *F. hirta* disampling. Masing-masing dari spesies *Ficus* diambil 1 (satu) sikonium dari pohon jantan dan pohon betina. Sikonium tersebut kemudian dibelah secara horizontal menjadi 3 (tiga) bagian yang sama besarnya. Bunga-bunga di setiap belahan dikorek sebanyak 60% dan secara acak dipilih sebanyak 80 – 99 bunga tiap sikonium. Sebagai perbandingan Ganeshiaiah *et al.* (1999) mengambil sampel bunga sebanyak 90-100 bunga dari satu sikonium per satu individu pohon. Hal tersebut dikarenakan pola distribusi dari ciri-ciri bunga tidak banyak berubah dengan menyampling banyak sikonia dari banyak pohon. Sampel organ bunga yang diambil dari dalam sikonium tersebut terdiri atas bunga jantan, bunga betina dan bunga gal.

Setiap bunga diletakkan di bawah mikroskop stereo untuk pengamatan secara morfologi dan kemudian difoto dengan menggunakan mikroskop Dino. Pengamatan karakter bunga mengacu pada Weiblen (2000). Karakter morfologi bunga jantan yang dilihat meliputi susunan bunga, jumlah stamen, bentuk tepal, bentuk filamen dan bentuk anter (Lampiran I.2). Karakter morfologi bunga betina dan bunga gal yang dilihat meliputi bentuk tepal, bentuk pedisel, warna putik, bentuk stilus, bentuk stigma, bentuk ovarium dan warna ovarium (Lampiran I.3). Bunga gal dan bunga betina kemudian diletakkan di bawah mikrometer okuler untuk diukur karakter kuantitatifnya sampai yang paling terkecil 0,1 mm. Karakter tersebut meliputi panjang stilus, panjang leher, panjang pedisel, panjang ovarium dan panjang stigma (Ganeshiaiah *et al.* 1999) (Gambar I.1). Data karakter kuantitatif tersebut selanjutnya akan dianalisa secara deskriptif (mean, standard deviasi, dan koefisien variasi) dan induktif (uji korelasi Pearson) dengan menggunakan program SPSS ver. 17.0.



Keterangan: (a) panjang stilus, (b) panjang leher, (c) panjang pedisel, (d) panjang ovarium dan (e) panjang stigma.

Gambar I.1. Karakter kuantitatif organ bunga pada spesies *Ficus*.
[Sumber: Ganeshiah *et al.* 1999]

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi bunga dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok

1. *Ficus hispida* L.f.

Bunga jantan. Ostiolar; berpedisel; stamen 1 dengan anter berjumlah 2 dan setiap anter terdiri atas 2 teka, dan dengan filamen yang tebal; ditutupi dengan tepal sampai saat antesis dan berwarna putih.

Bunga gal. Berpedisel atau sesil; tepal menutupi ovarium hingga stilus, berwarna putih; stilus gundul, 0,3 – 0,6 mm; stigma berbentuk mencorong.

Bunga betina. Berpedisel atau sesil; tepal tereduksi hingga berbentuk seperti mulut cangkir atau kerah di bagian bawah ovarium (pada bunga yang

bertangkai); stilus berambut panjang dan terlihat jelas, berwarna putih, 1,0 – 1,6 mm; stigma berbentuk mencorong.

Catatan: Hill (1967) mendeskripsikan bahwa tepal bunga jantan *F. hispida* terdiri atas dua lapisan yang berfusi menjadi satu. Backer dan van den Brink (1965) mendeskripsikan adanya rambut pada bagian apeks dari tepal. Tepal bunga jantan yang berlapis serta adanya rambut pada tepal seperti yang dinyatakan oleh penulis-penulis tersebut di atas tidak terlihat dengan jelas saat pengamatan. Panjang stilus bunga gal dan betina seperti yang dipaparkan oleh Hill (1967) adalah secara berurutan 0,3 – 0,4 mm dan 1,2 – 1,4 mm. Kisaran panjang stilus bunga gal dan bunga betina dari hasil penelitian menunjukkan variasi yang lebih tinggi daripada panjang stilus dari *F. hispida* di wilayah Hong Kong yang diteliti oleh Hill (1967).

2. *Ficus septica* Burm.f.

Bunga jantan. Ostiolar; berpedisel, stamen 1; anter 2, dengan 2 teka pada setiap anter; tepal menutupi hingga bagian anter dan akan membuka saat antesis.

Bunga gal. Berpedisel atau sesil; tepal menutupi ovari hingga stilus, berwarna putih; stilus gundul, 0,4 – 0,7 mm; stigma berbentuk mencorong.

Bunga betina. Berpedisel atau sesil; tepal tereduksi hingga berbentuk seperti kerah di bagian bawah ovari (pada bunga yang bertangkai); stilus berambut pendek dan halus, 1,0 – 1,8 mm; stigma berbentuk menggada.

Catatan: Zhekun dan Gilbert (2003) mendeskripsikan bahwa baik bunga betina maupun bunga gal memiliki lobus pada bagian tepalnya, dan tepal bunga gal memiliki beberapa rambut pada bagian apeks. Hal tersebut tidak terlihat dengan jelas saat pengamatan dan kemungkinan disebabkan perbedaan fase sikonium yang diambil untuk mengamati bunga.

3. *Ficus montana* Burm.f.

Bunga jantan. Ostiolar, tepal bebas; stamen 1; anter 2, dengan 1 teka pada setiap anter; memiliki *pistillode*.

Bunga gal. Berpedisel atau sesil; tepal bebas; stilus gundul, 0,2 – 0,5 mm; stigma berbentuk mencorong.

Bunga betina. Berpedisel atau sesil; tepal bebas dengan tepi bergigi, stilus berambut pendek dan transparan, 0,8 – 1,4 mm; stigma berbentuk menggada.

Catatan: Beberapa literatur hanya sedikit sekali yang mendeskripsikan *F. montana* terutama pada karakter reproduktifnya. Backer dan van den Brink (1965) mendeskripsikan bunga jantan dari *F. montana* memiliki 1 – 2 stamen dan hampir selalu terdapat pistil yang rudimen. Berg dan Corner (2005) menyatakan bahwa *pistillode* tidak hanya ditemukan pada *F. montana* tetapi dapat pula ditemukan di semua spesies dari subg. *Sycidium*.

4. *Ficus hirta* Vahl.

Bunga jantan. Ostiolar; berpedisel; tepal bebas, stamen 2, anter 2 dengan dua teka pada masing-masing anter; tidak memiliki *pistillode*.

Bunga gal. Berpedisel atau sesil; tepal bebas; stilus gundul, 0,2 – 0,4 mm; stigma berbentuk mencorong.

Bunga betina. Berpedisel atau sesil; tepal bebas; stilus dengan rambut-rambut panjang, berwarna putih, 0,5 – 1,1 mm; stigma berbentuk menggada.

Catatan: Backer dan van den Brink (1965) mendeskripsikan *F. hirta* memiliki 1 – 3 stamen (kebanyakan 2 stamen.), kemudian stilus pada bunga betina berambut roma (*pilose*). Hill (1967) menyatakan bahwa bunga jantan *F. hirta* pada bagian apeks tepalnya memiliki 2 – 5 rambut serta dapat ditemukan *gynoecium vestigial (pistillode)*. Namun, saat pengamatan dilakukan tidak terlihat baik rambut pada bagian tepal dan adanya *pistillode* pada bunga jantan. Panjang stilus bunga gal dan bunga betina yang dilaporkan oleh Hill (1967) memiliki variasi panjang stilus yang lebih sedikit (bunga gal: 0,3 – 0,4 mm dan bunga betina: 0,8 – 1,0 mm) daripada hasil pengukuran dalam penelitian.

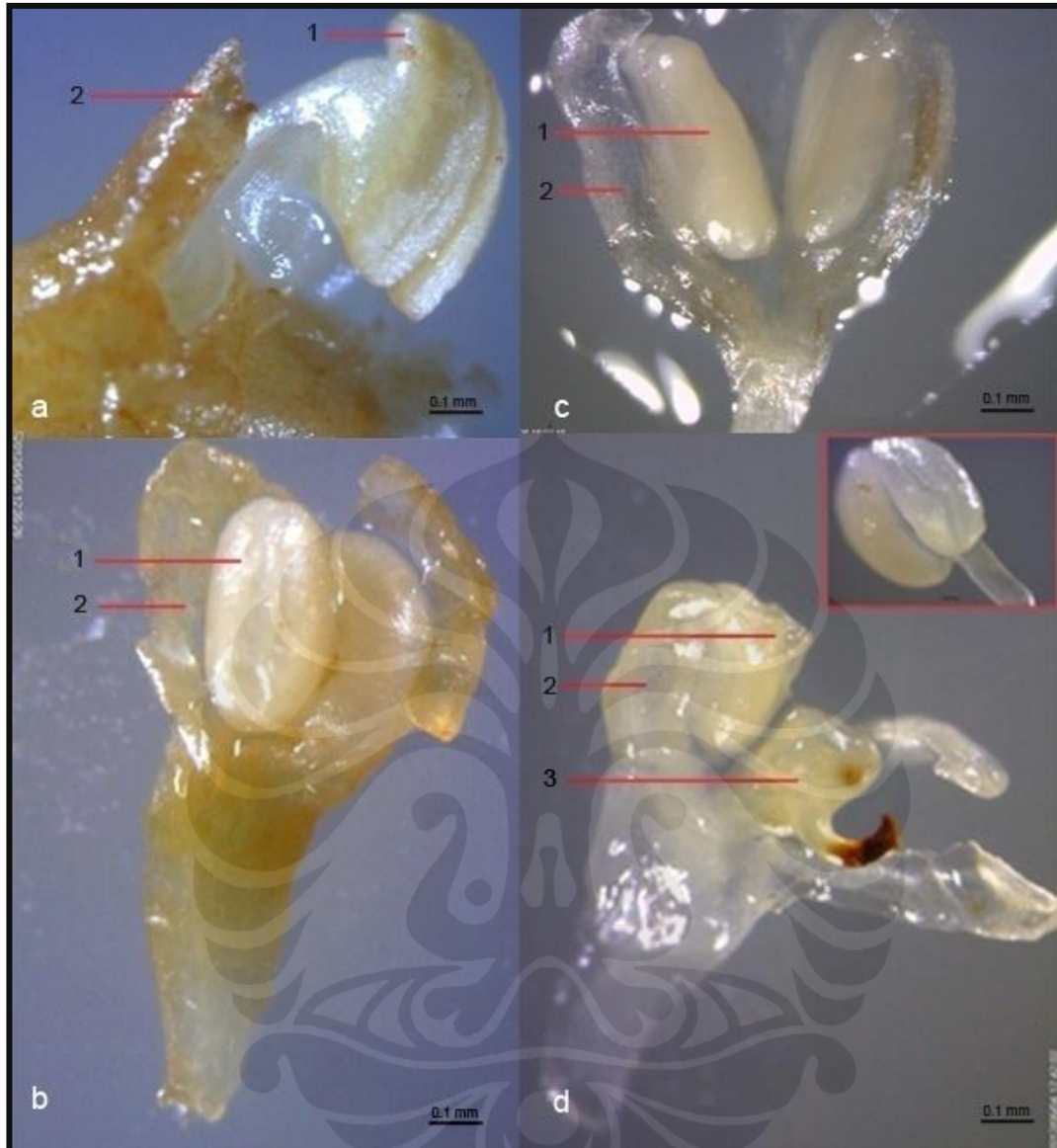
B. Karakter kualitatif dan kuantitatif bunga dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok

Susunan bunga jantan pada 4 (empat) spesies *Ficus* yang diteliti tersusun di dekat ostiol dalam satu barisan atau lebih. Susunan bunga tersebut umum dimiliki oleh *Ficus* yang *dioecious* dan dimaksudkan agar ketika polen sudah masak dapat terbawa atau dibawa oleh tawon betina yang akan keluar melewati ostiol. Berdasarkan hasil pengamatan (Lampiran I.2), karakter kualitatif bunga jantan dari *F. hispida* dan *F. septica* memiliki kesamaan satu sama lain. Stamen pada *F. hispida* dan *F. septica* berjumlah satu dan sama-sama memiliki tepal yang menutupi hingga seluruh anter dan akan membuka saat antesis atau saat bunga jantan menjadi masak (Gambar I.2a dan b). Tepal yang membuka saat antesis pada *F. hispida* dan *F. septica* merupakan ciri khas dari sebagian besar spesies subg. *Sycomorus*. Antesis sering didahului oleh pemanjangan filamen untuk memperlihatkan anter. Filamen yang memanjang tersebut akan menyobek bagian atas dari perhiasan bunga yang berbentuk tabung (Berg & Wiebes 1992). Berg dan Corner (2005) menyatakan bahwa keadaan bunga jantan yang ditutupi oleh tepal saat belum matang tersebut merupakan bentuk adaptasi bunga untuk melindungi anter dan polen dari cairan di dalam sikonia. Bunga jantan pada *F. hirta* memiliki dua stamen dan tepal yang bebas (Gambar I.2c). Bunga jantan *F. montana* memiliki satu stamen dan tepal yang bebas. Khusus pada bunga jantan *F. montana* ditemukan putik vestigial yang steril atau *pistillode* (Gambar I.2d). *Pistillode* merupakan bunga berputik vestigial yang masih melekat di bunga jantan dan bersifat steril. Berg dan Corner (2005) menyatakan bahwa *pistillode* dapat ditemukan di seluruh spesies dari subg. *Sycidium* yang salah satu anggotanya adalah *F. montana*.

Bunga gal terletak di dalam sikonium gal bersama-sama dengan bunga jantan. Bunga gal sebenarnya merupakan bunga betina namun memiliki stilus yang pendek dan bagian ovarinya teradaptasi untuk perkembangan tawon penyerbuk (Hill 1967). Berdasarkan hasil pengamatan (Lampiran I.3) karakter morfologi bunga gal dari *F. hispida* dan *F. septica* memiliki kesamaan satu sama lain, begitupun *F. montana* dan *F. hirta* juga memiliki kesamaan di dalam

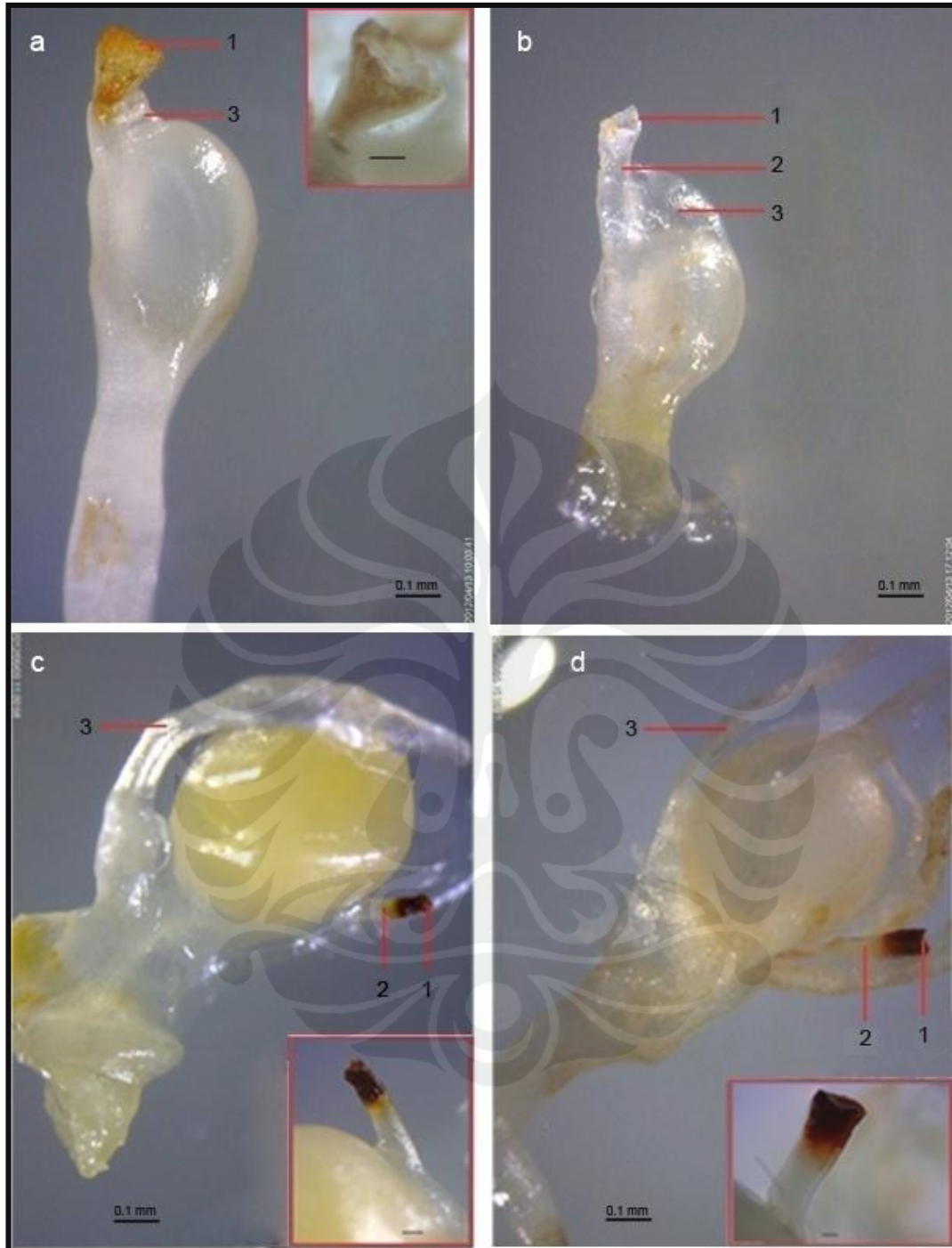
morfologi bunga gal. Tepal bunga gal *F. hispida* dan *F. septica* tidak bebas, tetapi menyatu dan memanjang secara tubular melewati stilus (Gambar I.3a dan b). Bunga gal *F. montana* dan *F. hirta* memiliki tepal yang bebas dan bentuk stigma yang agak mencorong (Gambar I.3c dan I.3d). Kemiripan antara kedua pasangan *Ficus* tersebut (*F. hispida* dengan *F. septica* dan *F. montana* dengan *F. hirta*) dapat dikarenakan hubungan kekerabatan yang dekat. Berg dan Corner (2005) menyatakan bahwa baik *F. hispida* maupun *F. septica* termasuk kedalam subg. *Sycomorus*, seksi *Sycocarpus* dan subseksi *Sycocarpus*. Subgenus dari *F. montana* berbeda dengan subgenus *F. hirta*, yaitu secara berurutan subg. *Sycidium* dan subg. *Ficus* (Berg dan Corner 2005). Namun pada awal pengklasifikasian tumbuhan *Ficus*, Corner (1965) dalam Berg dan Corner (2005) memasukkan kelompok *Sycidium* ke dalam seksi dari subg. *Ficus*. Hal tersebut yang dapat menjelaskan kemiripan dari ciri-ciri bunga gal *F. montana* dan *F. hirta*.

Bunga betina di dalam sikonium biji memiliki perbedaan dengan bunga gal selain perbedaan panjang stilus. Berdasarkan hasil pengamatan (Lampiran I.3), morfologi bunga betina dari *F. hispida*, *F. septica*, *F. montana* dan *F. hirta* memiliki beberapa kemiripan dan juga perbedaan. Bunga betina *F. hispida* dan *F. septica* memiliki tepal yang sama-sama tereduksi menjadi wadah kecil atau bibir cangkir yang sempit (Gambar I.4a dan b). Perbedaan keduanya, yaitu *F. hispida* memiliki stigma yang mencorong, sedangkan *F. septica* memiliki bentuk stigma yang menggada dan rambut-rambut stilus yang lebih pendek daripada rambut-rambut stilus yang dimiliki oleh *F. hispida*. Bunga betina *F. montana* dan *F. hirta* juga memperlihatkan kemiripan seperti halnya dengan morfologi bunga gal dari keduanya, yaitu memiliki tepal bebas dan stigma yang menggada (Gambar I.4c dan I.4d). Perbedaan keduanya, yaitu tepal pada *F. montana* memiliki tepi yang bergigi (*dentate*), sedangkan bunga betina *F. hirta* tidak bergigi melainkan rata. Khusus pada *F. hispida* dan *F. septica* memiliki struktur stigma pada bunga betina yang saling berlekatan atau sinstigma. Sinstigma tersebut dapat memudahkan efisiensi di dalam penyerbukan bunga (Jousselin & Kjellberg 2001). Pada *F. montana* dan *F. hirta* tidak ditemukan struktur sinstigma, hal tersebut menandakan bahwa sinstigma bukan merupakan ciri umum untuk *Ficus* yang *dioecious*.



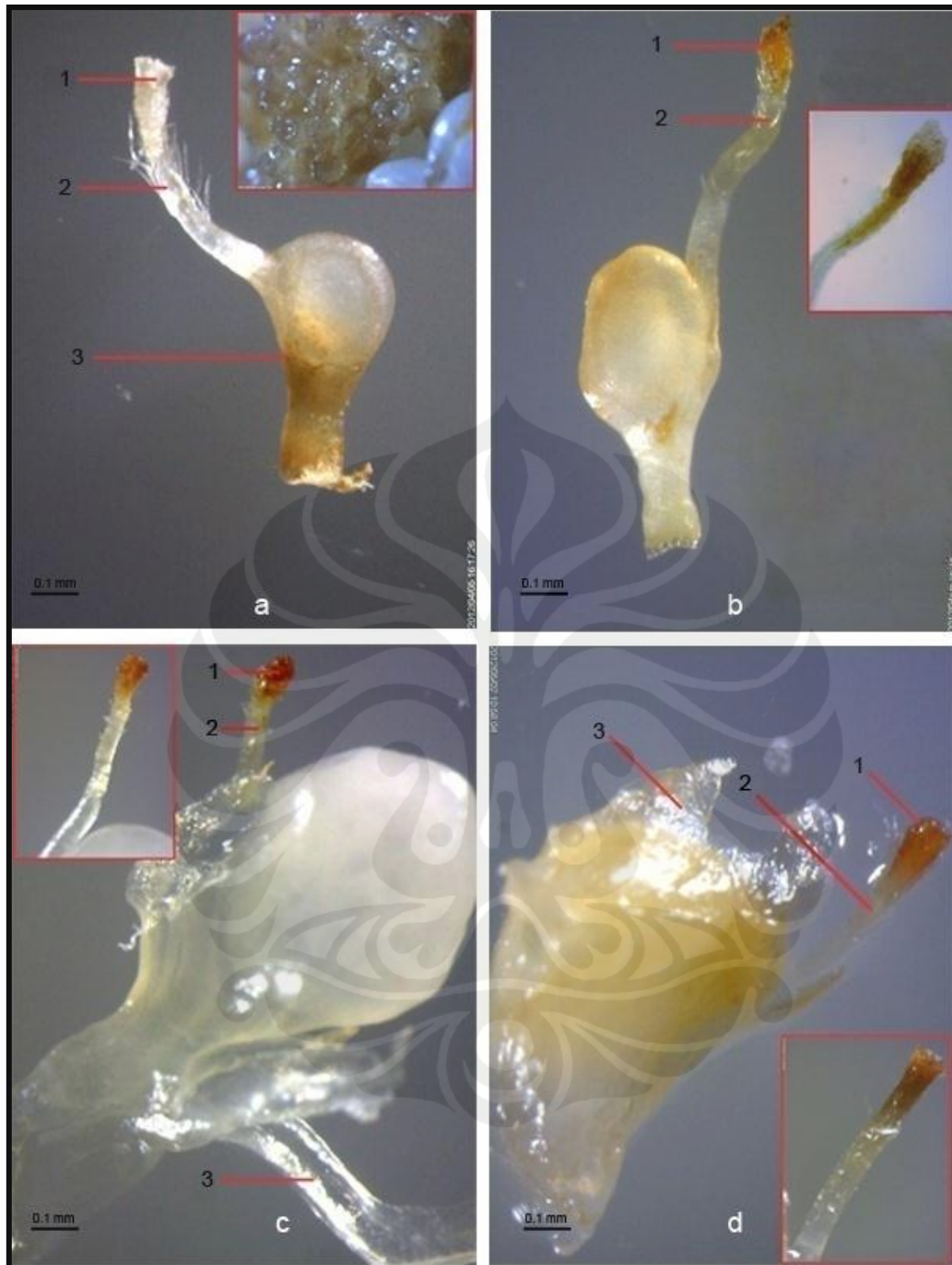
Keterangan: (1) anter, (2) tepal, (3) pistillode

Gambar I.2. Morfologi bunga jantan dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok. Bunga jantan *F. hispida* (a) dan *F. septica* (b) memiliki satu stamen dan tepal yang membuka saat antesis. Bunga jantan *F. hirta* (c) memiliki dua stamen dan tepal yang bebas, sedangkan *F. montana* (d) memiliki satu stamen dan pistillode di dalam bunga jantannya.



Keterangan: (1) stigma, (2) stilus, (3) tepal

Gambar I.3. Morfologi bunga gal dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok. Bunga gal *F. hispida* (a) dan *F. septica* (b) memiliki kemiripan morfologi, di antaranya bentuk stigma yang mencorong dan tepal bunga yang sama-sama menutupi sampai ke bagian stilus. Bunga gal *F. montana* (c) dan *F. hirta* (d) memiliki ciri yang mirip, yaitu tepal yang bebas dan stigma yang agak mencorong.



Keterangan: (1) stigma, (2) stilus, (3) tepal

Gambar I.4. Morfologi bunga betina dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok. Bunga betina *F. hispida* (a) memiliki bentuk stigma yang mencorong, sedangkan *F. septica* (b) memiliki bentuk stigma yang menggada. Tepal bunga betina *F. hispida* dan *F. septica* sama-sama tereduksi hingga berbentuk seperti bibir cangkir di bawah ovari. Bunga betina *F. montana* (c) memiliki tepal yang bebas dengan tepi tepal yang bergigi dan stigma yang menggada, sedangkan bunga betina *F. hirta* (d) memiliki tepal yang bebas dengan tepi yang rata dan stigma yang menggada.

Berikut di bawah ini adalah ringkasan deskripsi ketiga macam bunga pada keempat spesies *Ficus* yang diteliti (Tabel I.1). Hasil pendeskripsian dapat dijadikan tambahan di dalam melengkapi deskripsi bunga *Ficus* sebelumnya terutama pada Backer dan van den Brink (1965).

Tabel I.1. Deskripsi bunga jantan, bunga gal dan bunga betina dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok dan deskripsi bunga yang belum terdapat pada Backer dan van den Brink (1965).

Spesies <i>Ficus</i>	Bunga Jantan	Bunga Gal	Bunga Betina	Backer dan van den Brink (1965)
<i>F. hispida</i>	Stamen 1; tepal menutupi sampai ke bagian anter	Stigma mencorong; stilus gundul, 0,3 – 0,6 mm; tepal menutupi hingga bagian stilus	Stigma mencorong; stilus dengan rambut-rambut yang panjang, 1,0 – 1,6 mm; tepal tereduksi.	Tidak mendeskripsikan karakter dari bunga gal
<i>F. septica</i>	Stamen 1; tepal menutupi sampai ke bagian anter	Stigma mencorong; stilus gundul, 0,4 – 0,7 mm; tepal menutupi hingga bagian stilus	Stigma menggada; stilus dengan rambut-rambut yang pendek dan halus, 1,0 – 1,8 mm; tepal tereduksi.	Tidak mendeskripsikan karakter bunga jantan, stigma bunga betina dan bunga gal
<i>F. montana</i>	Stamen 1; tepal bebas, terdapat pistillode	Stigma mencorong; stilus gundul, 0,2 – 0,5 mm; tepal bebas	Stigma menggada; stilus dengan rambut-rambut pendek yang transparan, 0,8 – 1,4 mm; tepal dengan tepi yang bergigi (<i>dentate</i>)	Tidak mendeskripsikan karakter bunga betina dan bunga gal
<i>F. hirta</i>	Stamen 2; tepal bebas	Stigma mencorong; stilus gundul, 0,2 – 0,4 mm; tepal bebas	Stigma menggada; stilus dengan rambut-rambut yang panjang, 0,5 – 1,1 mm; tepal bebas	Tidak mendeskripsikan tepal bunga jantan, tepal dan stigma bunga betina, serta semua karakter bunga gal

Bunga gal memiliki morfologi yang berbeda dengan bunga betina yang terdapat di sikonium biji. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Patel dan McKey (1998) bahwa pemisahan secara seksual dapat memengaruhi sejumlah karakter, termasuk struktur bunga dan perbungaan. Bunga gal dan bunga betina di dalam 4 (empat) spesies *Ficus* yang diteliti menunjukkan perbedaan di dalam bentuk stigma, bentuk dan panjang stilus serta bentuk tepal. Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena fungsi kedua macam bunga yang berbeda, yaitu bunga gal sebagai tempat perkembangan anak-anak tawon, sedangkan bunga betina sebagai tempat perkembangan biji (Hill 1967; Janzen 1979). Persamaan ciri atau karakter yang dimiliki oleh suatu spesies dengan spesies yang lain juga dapat menunjukkan kesamaan fungsi dari karakter organ bunga tersebut. Sebagai contoh, stigma bunga gal pada keempat spesies *Ficus* memiliki bentuk mencorong. Hal tersebut

disebabkan bunga gal berfungsi sebagai tempat bagi tawon penyerbuk untuk meletakkan telur-telurnya. Oleh karenanya, bentuk stigma yang mencorong tersebut dimungkinkan merupakan bentuk yang paling sesuai di dalam memfasilitasi tawon penyerbuk untuk mengoviposisi ke dalam bunga.

Berdasarkan hasil perhitungan secara deskriptif terhadap 5 (lima) karakter bunga (Tabel I.2) diketahui bahwa keempat spesies *Ficus* yang diteliti memiliki ukuran panjang total bunga gal dan bunga betina yang berbeda. Panjang total bunga keempat spesies *Ficus* tersebut dari yang tertinggi hingga terendah adalah *F. hirta* (bunga gal: 1,7 mm; bunga betina 2,1 mm), *F. septica* (bunga gal: 1,5 mm; bunga betina 2,0 mm), *F. hispida* (bunga gal: 1,4 mm; bunga betina 1,6 mm) dan *F. montana* (bunga gal: 1,2 mm; bunga betina 1,6 mm). Ukuran diameter sikonium saat diambil sebagai sampel yaitu 1 cm untuk *F. hirta*, 2 cm untuk *F. hispida*, 1,7 cm untuk *F. septica* dan 0,7 cm untuk *F. montana* (Lampiran I.4). Berg dan Corner (2005) menyatakan bahwa ukuran bunga tersebut tidak selalu berkorelasi positif dengan ukuran sikoniumnya, tetapi ukuran sikonium berhubungan dengan jumlah bunga. Namun, dalam penelitian ini tidak dilakukan penghitungan jumlah total bunga di dalam sikonium.

C. Hubungan di antara karakter kuantitatif bunga dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok

Koefisien variasi (KV) panjang stilus di keempat spesies menunjukkan rata-rata $18,97 \pm 5,46$ di dalam sikonia gal (Tabel I.2A dan Gambar I.5A) dan $16 \pm 3,36$ di dalam sikonia biji (Tabel I.2B dan Gambar I.5B). Koefisien variasi panjang stilus tersebut jauh lebih rendah dari rata-rata KV panjang pedisel, yaitu $65,45 \pm 20,95$ untuk sikonia gal (Tabel I.2A dan Gambar I.5A) dan $55 \pm 10,82$ untuk sikonia biji (Tabel I.2B dan Gambar I.5B). Karakter-karakter bunga yang lain memiliki rata-rata KV yang lebih rendah dari rata-rata KV panjang stilus dan pedisel. Hal tersebut menunjukkan bahwa panjang pedisel memiliki variasi yang tertinggi di antara karakter-karakter lain. Variasi panjang pedisel yang tinggi juga dilaporkan oleh Ganeshaiyah *et al.* (1999) di dalam spesies *Ficus* yang *monoecious*. Bahkan, variasi ciri-ciri bunga dari *Ficus* yang *monoecious* jauh

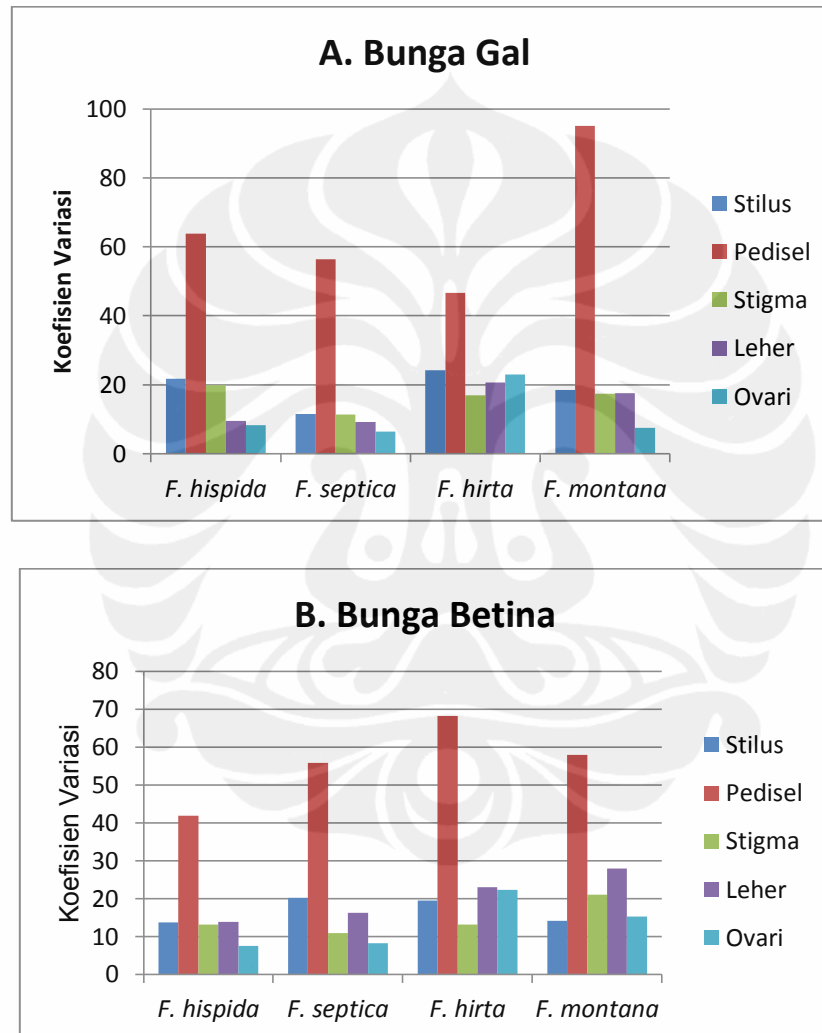
lebih tinggi daripada variasi ciri-ciri bunga dari *Ficus* yang *dioecious*. Hasil penelitian Ganeshiaiah *et al.* (1999) menunjukkan rata-rata koefisien variasi panjang pedisel dari 8 (delapan) spesies *Ficus* monoecious, yaitu $73,73 \pm 19,32$. Ganeshiaiah *et al.* (1995) menyatakan di dalam *Ficus* yang monoecious terdapat konflik kepentingan antara *Ficus* dan tawon penyerbuk yang jauh lebih tinggi daripada di dalam spesies yang *dioecious*. Hal tersebut mendorong *Ficus* yang monoecious untuk menghasilkan variasi-variasi yang tinggi di dalam bunganya, demi menjamin ketersediaan biji dan keturunan-keturunan baru dari tawon penyerbuk *Ficus*.

Hubungan di antara karakter-karakter morfologi bunga yang kuantitatif (panjang stilus, panjang pedisel, panjang ovarium, panjang leher dan panjang stigma) menunjukkan adanya korelasi. Panjang stilus berasosiasi secara negatif dengan panjang pedisel baik di dalam sikonia gal maupun di dalam sikonia biji di seluruh spesies *Ficus* (Tabel I.3). Namun, panjang stilus sedikit berasosiasi dengan karakter-karakter lain (selain asosiasi dengan pedisel) dari bunga di dalam sikonia gal (hanya 5 dari 12 asosiasi), sedangkan panjang pedisel memiliki lebih banyak asosiasi (7 dari 12 asosiasi). Kondisi tersebut menyatakan bahwa panjang pedisel di dalam sikonia gal, sebagai variabel dependen, selalu merespon terhadap perubahan di dalam hampir semua karakter-karakter lain dari semua spesies *Ficus* yang diteliti. Ganeshiaiah *et al.* (1999) yang melakukan uji yang sama di dalam karakter-karakter bunga dari *Ficus* yang monoecious menyimpulkan hal yang sama, bahwa pedisel berkontribusi di dalam menempatkan stigma pada tinggi yang sama di dalam sikonium.

Pada bunga di dalam sikonia biji (Tabel I.3B), tidak menunjukkan hasil korelasi yang sama seperti yang ditunjukkan di dalam sikonia gal. Panjang stilus di dalam sikonia biji memiliki lebih banyak asosiasi (7 dari 12 asosiasi) dengan komponen-komponen lain daripada panjang pedisel (4 dari 12 asosiasi). Namun, pada tingkat signifikansi 0,01 diperoleh jumlah asosiasi yang sama yaitu masing-masing sebanyak 3 (tiga) asosiasi baik dengan panjang stilus maupun dengan panjang pedisel. Selanjutnya, jika melihat rata-rata koefisien variasi panjang pedisel ($55,92 \pm 10,82$) yang lebih besar daripada rata-rata koefisien variasi panjang stilus ($16 \pm 3,36$), maka pedisel masih merupakan organ yang bertindak

sebagai pengatur penyeimbang pertumbuhan bunga di dalam sikonium.

Berdasarkan hasil-hasil tersebut di atas dapat diketahui bahwa panjang pedisel sebagai komponen penyeimbang panjang bunga tidak hanya berlaku pada *Ficus* yang *monoecious* tetapi juga pada *Ficus* yang *dioecious*, baik di dalam sikonia gal maupun di dalam sikonia biji.



Gambar I.5. Koefisien variasi karakter kuantitatif bunga dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok

Tabel I.2. Rerata (\bar{x}), standard deviasi (SD) dan koefisien variasi (KV) beberapa karakter bunga betina dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok.

A. Sikonia Gal

Spesies <i>Ficus</i>	Panjang Stilus (mm)			Panjang Pedisel (mm)			Panjang Stigma (mm)			Panjang Leher (mm)			Panjang Ovari (mm)			Panjang Total Bunga (Stilus+Pedisel+Leher)		
	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV
<i>F. hispida</i> (99)	0,251	0,054	21,69	0,344	0,219	63,78	0,257	0,051	19,95	0,760	0,072	9,50	0,781	0,065	8,31	1,355	0,186	13,76
<i>F. septica</i> (99)	0,417	0,048	11,59	0,460	0,259	56,36	0,194	0,022	11,35	0,629	0,058	9,16	0,794	0,051	6,38	1,506	0,229	15,22
<i>F. hirta</i> (99)	0,199	0,05	24,18	1,034	0,482	46,59	0,120	0,020	16,99	0,436	0,090	20,60	0,855	0,196	22,97	1,669	0,480	28,79
<i>F. montana</i> (80)	0,218	0,040	18,43	0,330	0,314	95,05	0,129	0,022	17,43	0,652	0,114	17,48	1,241	0,093	7,53	1,200	0,296	24,65

B. Sikonia Biji

Spesies <i>Ficus</i>	Panjang Stilus (mm)			Panjang Pedisel (mm)			Panjang Stigma (mm)			Panjang Leher (mm)			Panjang Ovari (mm)			Panjang Total Bunga (Stilus+Pedisel+Leher)		
	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV	\bar{x}	SD	KV
<i>F. hispida</i> (99)	0,758	0,105	13,86	0,325	0,136	41,85	0,506	0,067	13,18	0,523	0,072	13,82	0,611	0,046	7,49	1,606	0,143	8,91
<i>F. septica</i> (99)	1,064	0,214	20,10	0,337	0,188	55,80	0,313	0,034	10,88	0,585	0,094	16,17	0,719	0,059	8,19	1,985	0,227	11,44
<i>F. hirta</i> (99)	0,591	0,115	19,46	0,663	0,452	68,13	0,256	0,034	13,13	0,871	0,200	22,96	1,306	0,290	22,24	2,127	0,430	20,23
<i>F. montana</i> (80)	0,831	0,117	14,09	0,242	0,140	57,88	0,224	0,047	21,08	0,553	0,155	27,93	0,962	0,146	15,21	1,626	0,189	11,67

Keterangan: *) Angka yang ditunjukkan dalam kurung adalah jumlah bunga.

Tabel I.3. Koefisien korelasi dari panjang stilus dan pedisel dengan berbagai karakter lain dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok.

A. Sikonia Gal

Spesies	Panjang Stilus vs Panjang Pedisel	Panjang Stilus			Panjang Pedisel		
		Panjang Ovari	Panjang Leher	Panjang Stigma	Panjang Ovari	Panjang Leher	Panjang Stigma
<i>F. hispida</i>	-0,417*	0,055	0,125	-0,244*	-0,258*	-0,397*	-0,222*
<i>F. septica</i>	-0,457*	-0,278*	-0,031	-0,085	0,401*	-0,293*	-0,068
<i>F. hirta</i>	-0,162	-0,300*	-0,231*	-0,270*	0,389*	-0,024	0,023
<i>F. montana</i>	-0,017	0,216	0,078	-0,060	0,071	-0,362*	0,122

B. Sikonia Biji

Spesies	Panjang Stilus vs Panjang Pedisel	Panjang Stilus			Panjang Pedisel		
		Panjang Ovari	Panjang Leher	Panjang Stigma	Panjang Ovari	Panjang Leher	Panjang Stigma
<i>F. hispida</i>	-0,373**	-0,135	0,139	-0,247*	-0,008	-0,294**	-0,173
<i>F. septica</i>	-0,504**	-0,400**	0,153	0,103	0,314**	-0,117	-0,070
<i>F. hirta</i>	-0,481**	-0,434**	-0,200*	-0,102	0,107	-0,074	-0,282**
<i>F. montana</i>	-0,090	-0,282*	-0,222*	-0,308**	0,072	-0,236*	-0,100

Keterangan: *) signifikan pada tingkat 0,05

***) signifikan pada tingkat 0,01

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Karakter pembeda di antara 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok, *F. hispida*, *F. septica*, *F. montana* dan *F. hirta*, yaitu tepal dan jumlah stamen untuk bunga jantan, sedangkan tepal, stilus dan stigma untuk bunga gal dan bunga betina.
2. Beberapa karakter yang dapat ditambahkan untuk deskripsi yang telah dilakukan oleh Backer dan van den Brink (1965) adalah deskripsi bunga jantan (*F. septica*, *F. hirta*), deskripsi bunga gal (*F. hispida*, *F. montana*, dan *F. hirta*), deskripsi bunga betina (*F. septica*, *F. montana*, dan *F. hirta*), serta deskripsi panjang stilus untuk keempat spesies *Ficus* yang diteliti.
3. Hubungan karakter kuantitatif bunga dari keempat spesies *Ficus* yang *dioecious* menunjukkan bahwa panjang pedisel merespon terhadap perubahan dari semua karakter-karakter lain, sehingga menjadikan pedisel sebagai organ yang menyeimbangkan pertumbuhan panjang bunga, baik di dalam sikonium gal maupun di dalam sikonium biji.

Saran

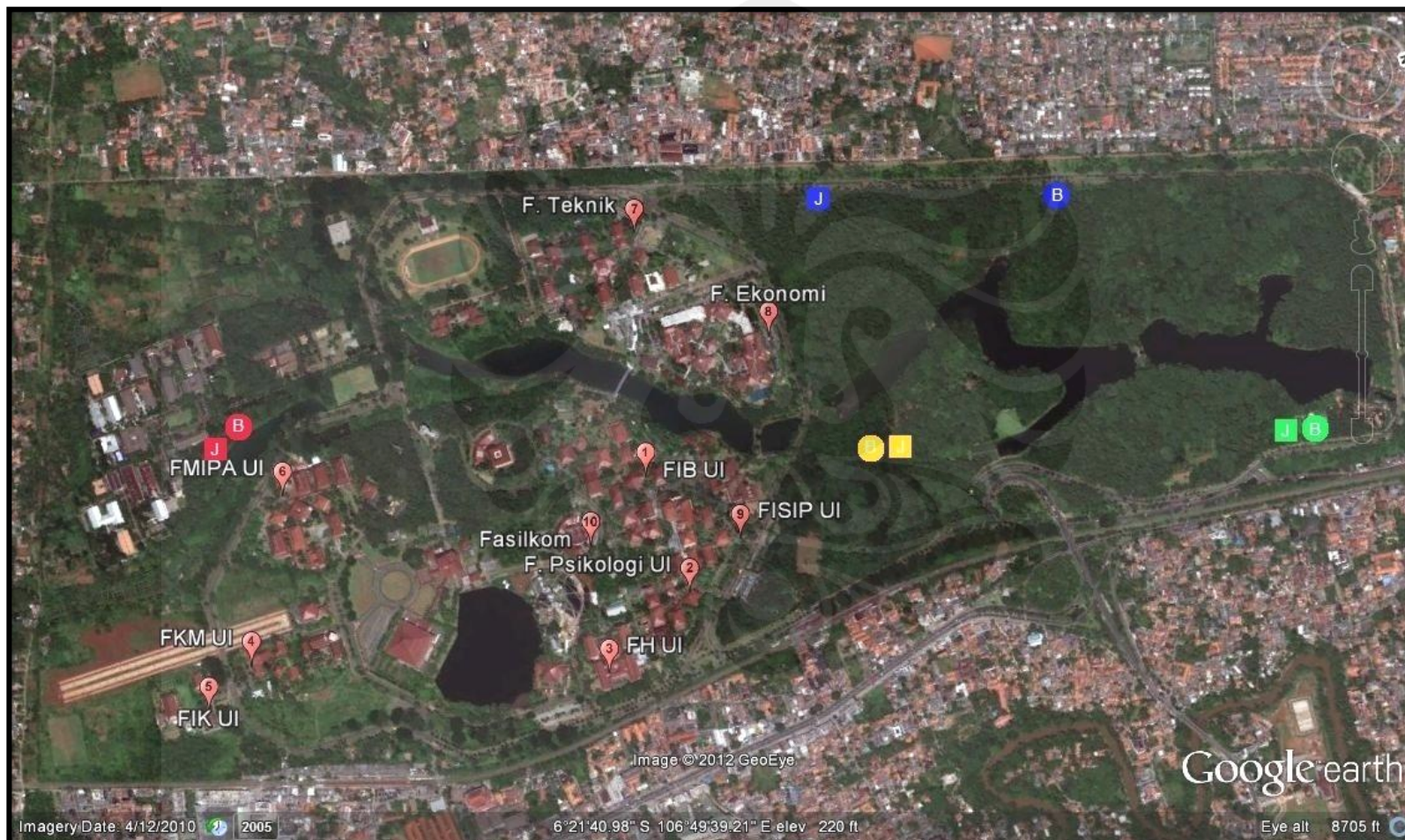
Perlu dilakukan penelitian lanjutan terutama pada tumbuhan *Ficus* yang *dioecious* di luar kampus UI, Depok untuk membandingkan hasil yang telah diperoleh.

DAFTAR ACUAN

- Backer, C.A. & R.C.B. van den Brink. 1965. *Flora of Java*. Vol II. N.V.P. Noordhoff, Leyden: vii + 641 hlm.
- Berg, C.C. & E.J.H. Corner. 2005. *Flora Malesiana: Moraceae (Ficus)*. Series I. Vol. 17 (Part 2). Nooteboom, H.P. (ed). 2005. The Nationaal Herbarium of Nederland, Universiteit Leiden branch, Leiden: iv + 730 hlm.

- Berg, C.C. & J.T. Wiebes. 1992. *African fig trees and fig wasps*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Amsterdam: iv + 298 hlm.
- Hill, D.S. 1967. *Figs (Ficus spp) of Hongkong*. Hongkong University Press, Hongkong: viii + 172 hlm.
- Ganeshaiyah, K.N., P. Kathuria & R. U. Shaanker. 1999. Does optimal packing of flowers in syconia shape style length variation in monoecious figs? *Biotropica* **31**(2): 312-320.
- Ganeshaiyah, K.N., P. Kathuria, R. U. Shaanker & R. Vasudeva. 1995. Evolution of style-length variability in figs and optimization of ovipositor length in their pollinator wasps: A coevolutionary model. *Journal of Genetica* **74**(1&2): 25-39.
- Janzen, D.H. 1979. How to be a fig. *Annual Review of Ecology and Systematics* **10**: 13-51.
- Jousselin, E. & F. Kjellberg. 2001. The functional implications of active and passive pollination dioecious figs. *Ecology Letter* **4**: 151-158.
- Patel, A. & D. McKey. 1998. Sexual specialization in two tropical dioecious figs. *Oecologia* **115**(3): 391-400.
- Pradana, D.H. 2010. *Keanekaragaman, aktivitas, dan pembagian sumber daya spesies burung pada Ficus benjamina dan Acacia mangium di taman kampus Universitas Indonesia Depok*. Tesis. Program Studi Biologi. Program Pascasarjana. FMIPA-UI, Depok: xii + 58 hlm.
- Prihantomo, A.D. 2007. *Studi populasi codot krawar (Cynopterus brachyotis Muller, 1838) di kampus Universitas Indonesia, Depok*. Skripsi S1, Biologi, FMIPA UI, Depok: viii + 63 hlm.
- Sumanto, N.P. 2011. *The fig wasps of ex-situ conservation areas of Depok and Bogor: Symbiosis revisited*. Tesis. Program Studi Biologi. Program Pascasarjana. FMIPA-UI, Depok: xvii + 84 hlm.
- Weiblen, G.D. 2000. Phylogenetic relationships of functionally dioecious *Ficus* (Moraceae) based on ribosomal DNA sequences and morphology. *American Journal of Botany* **87**(9): 1342-1357.
- Zhekun, Z. & M.G. Gilbert. 2003. Moraceae. *Flora of China* **5**: 21-73.

Lampiran I.1. Lokasi sampling 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok.



Keterangan: J = jantan; B = betina; warna biru = *Ficus hispida*; warna hijau = *F. septica*; warna kuning = *F. montana*; warna merah = *F. hirta*

Lampiran I.2. Data pengamatan karakter morfologi bunga jantan dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok.

No	Karakter Kualitatif	Character State	<i>F. hispida</i>	<i>F. septica</i>	<i>F. hirta</i>	<i>F. montana</i>
1	Bunga bersari	Tersebar di antara bunga-bunga berputik				
		Ostiolar (mengumpul di sekitar ostiole)	√	√	√	√
2	Bunga bersari	Tanpa <i>pistillode</i>	√	√	√	
		Dengan <i>pistillode</i>				√
		Dengan ovarial yang fungsional				
3	Bunga bersari	Tanpa <i>staminodia</i>	√	√	√	√
		Dengan <i>staminodia</i>				
4	Benang sari (<i>stamen</i>) tiap bunga	Satu	√	√		√
		Dua			√	
		Bervariasi dari satu sampai tiga				
5	Bunga bersari	Sesil				
		Berpedisel	√	√	√	√
6	Perianthium bunga bersari dengan tepal	Bebas (tidak menyatu)			√	√
		Menyatu di bagian dasar				
		Menyatu secara penuh dan memisah saat anthesis	√	√		
7	Perianthium bunga bersari dengan tepal	Gundul	√	√	√	√
		Berambut halus (<i>pubescent</i>) di permukaan abaksial				
8	Tangkai sari (<i>filament</i>)	Tanpa rambut-rambut epidermis di bagian dasar	√	√	√	√
		Dengan rambut-rambut epidermis di bagian dasar				
9	Kepala sari (<i>anther</i>)	Tidak menusuk	√	√	√	√
		Menusuk (<i>mucronate</i>)				
10	Kepala sari (<i>anther</i>)	Dengan dua <i>theca</i>	√	√	√	√
		Dengan satu <i>theca</i>				


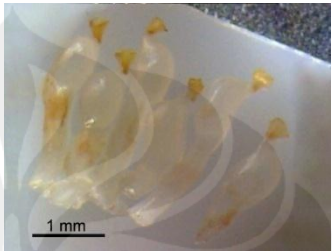
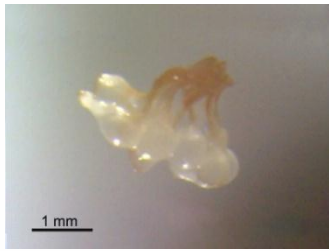

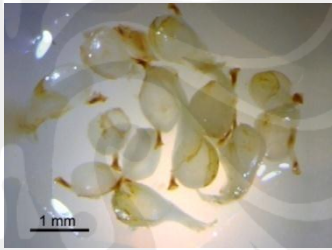
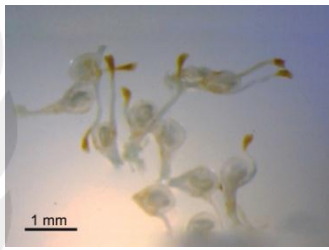
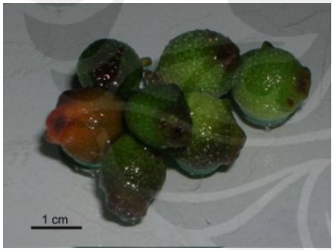
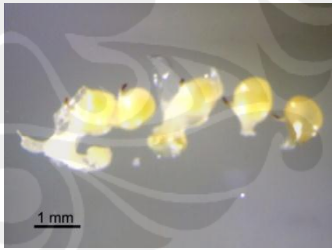
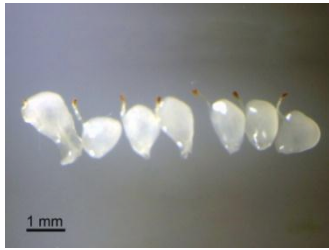

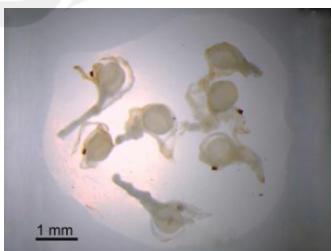
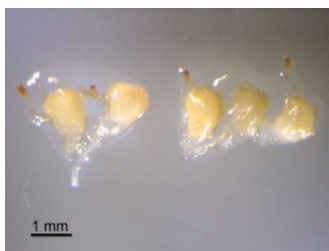
[Sumber: Weiblen 2000]

Lampiran I.3. Data pengamatan karakter morfologi bunga gal dan bunga betina dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok.

No	Karakter Kualitatif	Character State	<i>F. hispida</i>		<i>F. septica</i>		<i>F. hirta</i>		<i>F. montana</i>	
			♀	Gal	♀	Gal	♀	Gal	♀	Gal
1	Putik	Semuanya tanpa pedisel (sesil)								
		Bervariasi dari sesil sampai berpedisel	√	√	√	√	√	√	√	√
2	Pedisel dari putik	Gundul	√	√	√	√	√	√	√	√
		Setose								
3	Perianthium putik dengan tepal	Bebas					√	√	√	√
		Menyatu di bagian dasar								
		Menyatu secara penuh		√		√				
		Tepal tereduksi	√		√					
4	Perianthium putik dengan tepal	Gundul	√	√	√	√	√	√	√	√
		Berambut halus (<i>pubescent</i>) pada permukaan abaksial								
5	Tepi perianthium putik	Rata	√	√	√	√	√	√		√
		Bersilia (berambut)								
		Bergigi							√	
6	Warna perianthium bunga berputik	Putih (tanpa warna)	√	√	√	√	√	√	√	√
		Merah								
7	Tangkai putik (stilus)	Subterminal sampai lateral	√	√	√	√	√	√	√	√
		Ginobasis								
8	Stilus	Gundul di semua bunga		√		√		√		√
		Setose di bunga dengan stilus panjang	√		√		√		√	
9	Stilus	Tidak terbagi	√	√	√	√	√	√	√	√
		Terbagi di bagian apeks								
10	Kepala putik (Stigma)	Menggada (<i>clavate</i>)			√		√		√	
		Berbentuk corong/mangkuk	√	√		√		√		√
11	Ovari	Putih (tanpa warna)	√	√	√	√	√	√	√	√
		Berbercak merah di dekat bagian dasar dari stilus								
		Merah keseluruhan								
12	Ovari yang tenggelam di dalam reseptakel	Tidak ada	√	√	√	√	√	√	√	√
		Pada bunga-bunga yang menghasilkan biji								

[Sumber: Weiblen 2000]

Lampiran I.4. Diameter sikonium dan bunga-bunga di dalamnya dari 4 (empat) spesies *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok.

No	Spesies <i>Ficus</i>	Sikonium	Bunga Gal	Bunga Betina
1	<i>F. hispida</i>	Diameter: Sikonium gal = 2 cm Sikonium biji = 2 cm 		
2	<i>F. septica</i>	Diameter: Sikonium gal = 1,7 cm Sikonium biji = 1,7 cm 		
3	<i>F. montana</i>	Diameter: Sikonium gal = 0,7 cm Sikonium biji = 0,7 cm 		
4	<i>F. hirta</i>	Diameter: Sikonium gal = 1 cm Sikonium biji = 1 cm 		



MAKALAH II

STABILITAS MUTUALISME ANTARA *Ficus hispida* DAN *F. septica* DENGAN TAWON PENYERBUK (AGAONINAE, AGAONIDAE) DI KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA, DEPOK

Henny Syatiriah
hsyatiriah@gmail.com

ABSTRACT

Species within the genus *Ficus*, as a result of dependency in the pollination by specific agaonin wasps, have evolved several features to support the sustainability of these relationship throughout the year especially in the tropics. One of these features are morphology of pistillate flowers. This study provided some data on the female flowers allocation in two dioecious fig trees, *F. hispida* and *F. septica*, and was aimed to analyze the influence of morphology of those flowers in relationships with pollinator wasps. A total of 15 trees, 45 figs and about 950 flowers were chosen to be sampled for measuring their style length. Also, a total of 90 female pollinating wasps from gall figs of two fig species were selected to measure their ovipositor length. The result showed that: (1) there is a bimodal distribution in the style-length of two fig trees' female florets, moreover, the style-length in seed figs seems to have more variation, while narrowly distributed occur in gall figs; (2) the styles in seed figs are longer than those in gall figs; (3) the pollinator's ovipositor lengths are shorter than the style-lengths in seed figs, but they are suitable to those in gall figs so that pollinators can only lay their eggs into the ovaries of gall figs, but not in seed figs; (4) the variations of style-lengths in seed figs are bigger than those in gall figs; (5) there is a possibility that pollinator of *F. hispida* became pollinator of *F. septica*, or vice versa, due to style length in gall figs of *F. hispida* were closer to that of *F. septica*.

Key words: bimodal distribution, gall figs, ovipositor length, pistillate flowers, seed figs, style length.

PENDAHULUAN

Bunga *Ficus* (Moraceae) berada di dalam sikonium yang diserbuki secara khusus oleh tawon agaonin (Agaoninae, Agaonidae). Interaksi di antara keduanya menghasilkan hubungan mutualisme yang obligat (Ware & Compton 1992).

Tawon agaonin bertindak sebagai agen penyerbuk bagi *Ficus*, sedangkan *Ficus* menyediakan tempat bagi tawon untuk menetas telur-telurnya (Nefdt & Compton 1996). Oleh karena itu, baik *Ficus* maupun tawon agaonin saling mempengaruhi.

Jumlah spesies *Ficus* di dunia diketahui sebanyak 750 spesies. Sekitar setengah darinya adalah *monoecious* dan lainnya adalah *dioecious* secara fungsional (Weiblen 2000). *Ficus* yang *monoecious* memiliki satu macam sikonium yang terdiri atas bunga betina dengan panjang stilus yang bervariasi dan bunga-bunga jantan. Sikonium pada spesies yang *monoecious* akan menghasilkan baik biji, polen maupun keturunan-keturunan tawon agaonin (Weiblen 2002). *Ficus* yang *dioecious* secara fungsional memiliki dua macam sikonium yang terletak di pohon yang berbeda, yaitu sikonium gal di pohon jantan dan sikonium biji di pohon betina. Sikonium gal mengandung bunga-bunga jantan dan bunga-bunga betina berstilus pendek, sehingga sikonium ini akan menghasilkan polen dan keturunan-keturunan tawon agaonin. Sikonium biji hanya menghasilkan biji-biji *Ficus*, karena sikonium biji hanya mengandung bunga-bunga betina yang berstilus panjang (Weiblen 2000).

Hubungan mutualisme antara *Ficus* dan tawon agaonin secara umum adalah spesifik spesies *one to one*. Satu spesies tawon agaonin hanya akan membuah satu spesies *Ficus*. Namun, saat ini banyak studi yang melaporkan bahwa *Ficus* memiliki lebih dari satu spesies tawon agaonin sebagai penyerbuk (Ware & Compton 1992; Cook & Rasplus 2003; Marussich & Machado 2007). Studi lainnya melaporkan bahwa satu spesies tawon dapat ditemukan di dalam lebih dari satu spesies *Ficus* (Machado *et al.* 2005; Moe *et al.* 2011).

Interaksi *Ficus* dan tawon agaonin yang tidak spesifik *one to one* juga ditemukan di Depok, Jawa Barat, Indonesia. Sumanto (2011) menemukan satu jenis tawon agaonin *Ceratosolen marchali* Mayr dapat menyerbuki *F. hispida* L.f dan *F. septica* Burm.f di Ruang Terbuka Hijau Kampus (RTHK) Universitas Indonesia (UI), Depok. Kedua spesies *Ficus* tersebut termasuk dalam klasifikasi yang sama, yaitu subgenus *Sycomorus*, seksi *Sycocarpus* dan subseksi *Sycocarpus* (Berg & Corner 2005). Moe *et al.* (2011) menyatakan bahwa kekerabatan yang

dekat di antara *Ficus* tersebut memungkinkan terjadi *sharing* penyerbuk yang sama.

Berdasarkan hasil penelitian dari Sumanto (2011) tersebut, maka pelaksanaan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor yang memengaruhi stabilitas mutualisme yang *one to one* dari *Ficus hispida* dan *F. septica* yang terdapat di RTHK UI, Depok dengan tawon penyerbuknya. Faktor tersebut adalah panjang stilus dari organ bunga. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Herre (1989) dan Ware dan Compton (1992) bahwa kesesuaian morfologi organ bunga terhadap morfologi tawon penyerbuk dapat mempertahankan mutualisme yang *one to one*.

BAHAN DAN CARA KERJA

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Ruang Terbuka Hijau Kampus Universitas Indonesia, Depok dari bulan April 2012 hingga Mei 2012.

Alat dan Bahan

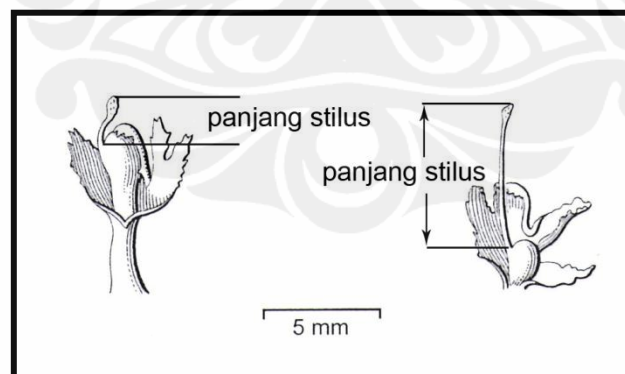
Peralatan yang digunakan saat pengambilan sampel di lapangan terdiri atas lembar data, alat tulis, buku catatan, galah, *cutter*, lup, kaliper, kantung plastik, label. Peralatan yang digunakan saat pengamatan dan morfometri sampel di laboratorium terdiri atas mikroskop cahaya (Nikon Japan 102), mikroskop stereo, mikroskop digital (Dino Lab), mikrometer okuler dan objektif, lup, *cutter*, pinset, sonde, cawan petri, kaca objek, wadah botol yang berpenutup, kertas saring, lembar data, alat tulis dan buku catatan. Bahan penelitian adalah organ bunga *Ficus* dari *F. hispida* L.f dan *F. septica* Burm.f yang tumbuh di kampus UI, Depok, serta tawon agaonin yang berasosiasi dengan bunga-bunga dari kedua spesies *Ficus*. Baik *F. hispida* maupun *F. septica* merupakan spesies yang *dioecious* secara fungsional.

Cara Kerja

A. Pengambilan Sampel Bunga *Ficus*

Sampel sikonia dari *F. hispida* dan *F. septica* diambil dari pohon jantan dan pohon betina (Lampiran II.1). Sikonia yang diambil berjumlah 3 buah per pohon. Jumlah pohon yang disampling antara 3 – 4 pohon untuk setiap spesies *Ficus*. Semua sikonia diambil saat reseptif bunga betina, yaitu periode perkembangan sikonium saat oviposisi dan penyerbukan terjadi (Berg & Corner 2005).

Sikonia yang telah diambil, masing-masing dibagi secara horizontal menjadi 3 (tiga) bagian yang sama. Bunga-bunga yang berada di setiap bagian dikorek sebanyak 60%, kemudian dari setiap bagian diambil secara acak 7 (tujuh) bunga (total 21 bunga tiap satu sikonium). Selanjutnya setiap bunga betina diletakkan di bawah mikroskop dan diukur panjang stilusnya dengan menggunakan mikrometer okuler. Panjang stilus diukur dari bagian atas stigma sampai ke bagian stilus yang masuk ke dalam ovari bunga (Gambar II.1).



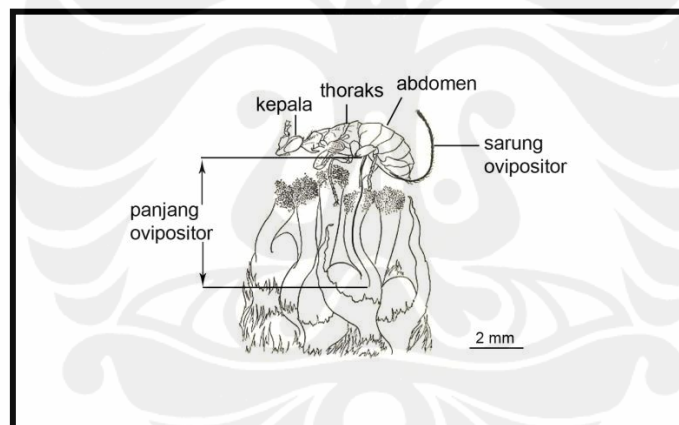
Gambar II.1. Cara mengukur panjang stilus. Bunga gal (a) dan bunga betina (b) dari *Ficus racemosa*. [Sumber: Berg & Corner 2005]

B. Pengambilan sampel tawon agaonin

Sampel tawon agaonin yang berasosiasi dengan kedua spesies *Ficus* diambil dari dalam sikonia gal yang berada dalam fase bunga jantan. Cara pengoleksian tawon agaonin mengacu pada Hill (1967) dengan sedikit modifikasi.

Beberapa sikonia gal dibelah dengan cara menekan sikonia menggunakan jari telunjuk dan ibu jari. Sikonia tersebut kemudian dimasukkan ke dalam wadah atau botol gelas berpenutup. Setelah beberapa jam yang ditandai dengan tawon-tawon yang keluar dari sikonia, selanjutnya dituangkan air ke dalam botol gelas untuk memudahkan pengambilan tawon-tawon tersebut. Tawon-tawon kemudian disaring secara hati-hati dengan menggunakan kertas saring.

Sampel tawon agaonin yang terkumpul kemudian dipilih secara acak sebanyak 45 ekor tawon betina, kemudian diukur panjang ovipositornya. Sampel tawon diletakkan di bawah mikroskop yang memiliki mikrometer okuler. Panjang ovipositor diukur dari titik lempeng basal abdomen tawon sampai ujung ovipositor (Gambar II.2). Hal tersebut sesuai dengan cara pengukuran ovipositor yang dilakukan oleh Nefdt dan Compton (1996).



Gambar II.2. Ovipositor dan bagian-bagian tubuh tawon agaonin. Tawon betina *Ceratosolen arabicus* sedang mengoviposisi sekaligus menyerbuki bunga dari *Ficus sycomorus*. [Sumber Berg & Wiebes 1992]

Uji statistik *one way* Anova digunakan di dalam penelitian ini untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan di dalam panjang stilus di antara sikonia dan pohon. Uji-*t* untuk sampel yang independen (*independent sample t-test*) digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan di dalam panjang stilus antara sikonia gal dan sikonia biji. Statistik deskriptif juga digunakan untuk mengetahui rata-rata (mean), standard deviasi (SD) dan koefisien variasi (KV) dari panjang stilus dan panjang ovipositor tawon. Koefisien variasi berguna untuk melihat tingkat variasi data dari panjang stilus

dan panjang ovipositor yang terdapat pada masing-masing *Ficus*. Program yang digunakan dalam uji-uji statistik tersebut adalah SPSS ver. 17.0.

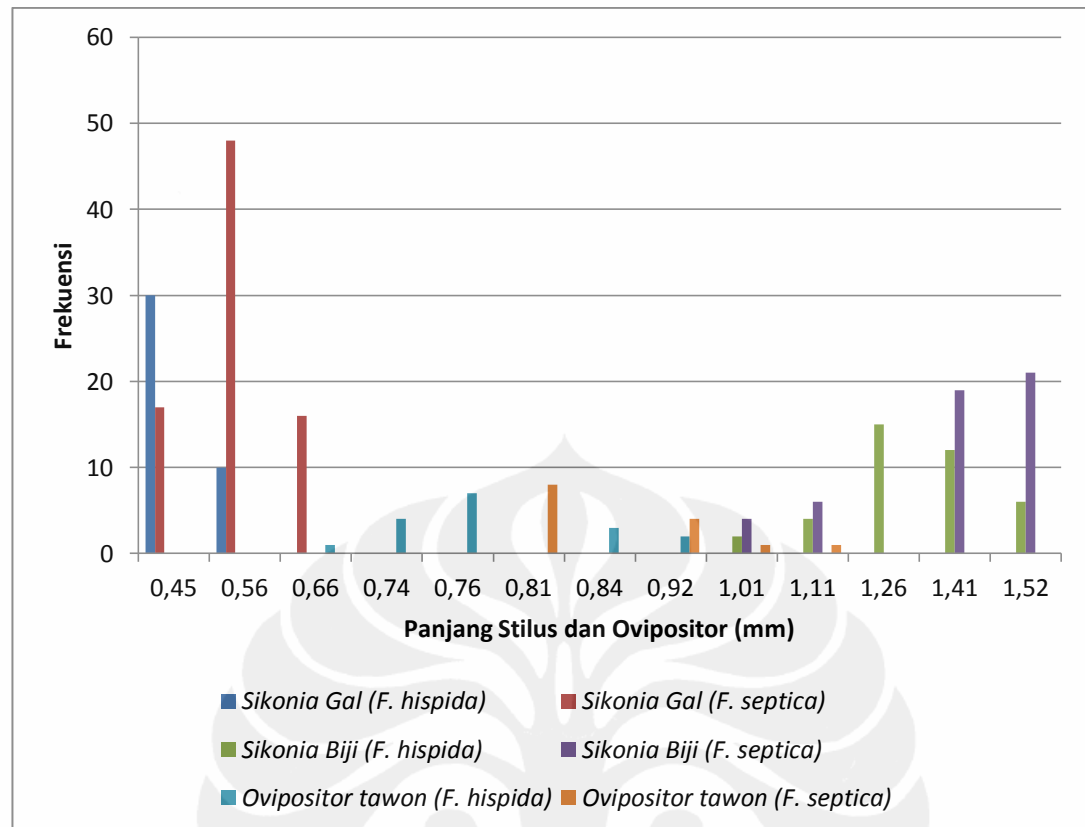
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji Anova (Tabel II.1) menunjukkan bahwa pada *Ficus hispida* dan *F. septica* terdapat perbedaan panjang stilus yang signifikan di antara pepohonan, namun tidak berbeda secara signifikan di antara sikonia. Hasil tersebut menyatakan bahwa panjang stilus di antara pepohonan lebih bervariasi daripada di antara sikonia. Hasil uji-*t* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan di dalam panjang stilus antara sikonia gal dan sikonia biji dari kedua spesies (*F. hispida*: $t = -33,736$, $p < 0,001$; *F. septica*: $t = -26,886$, $p < 0,001$). Hasil tersebut membuktikan bahwa panjang stilus di dalam sikonia gal sangat berbeda dengan panjang stilus di dalam sikonia biji.

Tabel II.1. Anova satu arah dan uji-*t* terhadap variasi panjang stilus di antara pepohonan dan sikonia.

Spesies <i>Ficus</i>	Jenis Sikonia	Sampel Pohon (n)	Sampel Sikonia (n)	Sampel Bunga (n)	Di antara Pohon		Di antara Sikonia		Uji- <i>t</i>	
					<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>F. hispida</i>	Sikonia Betina	3	9	189	14,937	<0,001	0,561	>0,001	-33,736	<0,001
	Sikonia Gal	4	12	252	23,246	<0,001	0,376	>0,001		
<i>F. septica</i>	Sikonia Betina	4	12	252	11,394	<0,001	1,914	>0,001	-26,886	<0,001
	Sikonia Gal	4	12	252	39,614	<0,001	0,284	>0,001		

Perbedaan panjang stilus menunjukkan tidak adanya konflik mutualisme antara *Ficus* dan tawon penyerbuk. Shi *et al.* (2006) melaporkan bahwa dua spesies *Ficus dioecious* yang ditelitinya menunjukkan produksi tawon dan produksi biji yang tinggi, oleh karena perbedaan variasi panjang stilus yang signifikan di antara sikonia dan pepohonan. Perbedaan panjang stilus yang signifikan di antara pepohonan yang ditemukan dalam penelitian ini memberikan dugaan bahwa baik *F. hispida* maupun *F. septica* juga memiliki laju reproduksi yang tinggi.



Gambar II.3. Distribusi panjang stilus dan ovipositor tawon dari *Ficus hispida* dan *F. septica*.

Gambar II.3 memperlihatkan bahwa panjang stilus dari *F. hispida* dan *F. septica* membentuk distribusi bimodal. Menurut Weiblen (2002), distribusi bimodal merupakan ciri khas dari spesies *Ficus* yang *dioecious* yang menyatakan adanya dimorfisme panjang stilus. Dimorfisme tersebut membedakan stilus yang panjang di dalam sikonia biji dan stilus yang pendek di dalam sikonia gal. Pada *Ficus* yang *monoecious*, distribusi panjang stilusnya bersifat kontinyu (normal) yang menunjukkan bahwa tidak ada dimorfisme panjang stilus seperti yang ditunjukkan pada *Ficus* yang *dioecious* (Otero & Ackerman 2002; Weiblen 2002).

Gambar II.3 juga memperlihatkan distribusi panjang ovipositor tawon dari *F. hispida* dan *F. septica*. Ovipositor tawon pada masing-masing spesies yang diteliti lebih panjang dari panjang stilus di dalam sikonia gal, tetapi lebih pendek dari panjang stilus di dalam sikonia biji. Oleh karena itu, keturunan-keturunan tawon penyerbuk hanya dapat berkembang di dalam sikonia gal, karena ovario-ovari bunga di dalam sikonia gal dapat dengan mudah dijangkau oleh ovipositor tawon. Namun, pada *F. septica* ditemukan sekitar 6% panjang stilus di dalam

sikonia biji lebih pendek daripada panjang ovipositor penyerbuknya. Hal tersebut menimbulkan dugaan bahwa tawon dapat juga meletakkan telur-telurnya di dalam sikonia biji. Akan tetapi, sebagaimana yang telah dilaporkan Shi *et al.* (2006), kemungkinan tersebut tidak mudah untuk terjadi, karena morfologi bunga juga memberikan pengaruh terhadap berhasil tidaknya tawon mengoviposisi ke dalam bunga. Berdasarkan hasil penelitian profil bunga *Ficus* yang *dioecious* di kampus UI, Depok, diketahui bahwa *F. septica* memiliki stigma di dalam sikonia gal yang sangat individual, tetapi stigma di dalam sikonia biji saling berlekatan. Stigma yang berlekatan (sinstigma) dapat memicu terbentuknya saluran polen di seluruh bunga betina yang saling menempel, sehingga berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi terbentuknya biji (Jousselin & Kjellberg 2001). Namun, stigma yang berlekatan menyulitkan tawon penyerbuk untuk menemukan lokasi oviposisi yang sesuai.

Tabel II.2. Rata-rata panjang stilus dari *Ficus hispida* dan *F. septica* serta panjang ovipositor dari masing-masing tawon penyerbuk kedua spesies *Ficus*.

Spesies <i>Ficus</i>	Jenis Sikonia	Panjang Stilus (mm)				Panjang ovipositor (mm)			
		<i>n</i>	Mean	SD	KV	<i>n</i>	Mean	SD	KV
<i>F. hispida</i>	Sikonia Biji	189	1,400	0,170	0,122	45	0,785	0,068	0,087
	Sikonia Gal	252	0,464	0,061	0,132				
<i>F. septica</i>	Sikonia Biji	252	1,475	0,213	0,144	45	0,871	0,067	0,077
	Sikonia Gal	252	0,555	0,067	0,121				

Tabel II.2 menjelaskan nilai rata-rata (mean), standard deviasi (SD) dan koefisien variasi (KV) panjang stilus bunga baik di dalam sikonia biji maupun di dalam sikonia gal dari *F. hispida* dan *F. septica*. Variasi panjang stilus di dalam sikonia biji dari *F. hispida* (KV = 0,122) terlihat hampir sama dengan variasi panjang stilus di dalam sikonia gal (KV = 0,132), sedangkan variasi panjang stilus di dalam sikonia biji dari *F. septica* (KV = 0,144) lebih besar daripada variasi panjang stilus di dalam sikonia gal (KV = 0,121). Variasi yang sedikit di dalam sikonia gal dapat mengurangi waktu tawon dalam mencari stilus bunga yang sesuai untuk tempat bereproduksi (Shi *et al.* 2006). Nefdt dan Compton (1996) melaporkan bahwa tawon betina seringkali memeriksa ke sejumlah stilus sebelum

mengoviposisi ke dalam salah satu stilus dan tawon betina tersebut lebih menyukai untuk mengoviposisi pada stilus yang pendek. Pernyataan tersebut mendukung hasil penelitian ini, karena variasi panjang ovipositor tawon dari kedua spesies *Ficus* lebih mendekati variasi dari panjang stilus di dalam sikonia gal.

Koefisien variasi panjang stilus dari kedua *Ficus* yang *dioecious* yang diteliti lebih kecil dibandingkan dengan koefisien variasi panjang stilus dari beberapa *Ficus* yang *monoecious* di India (Ganeshaiyah *et al.* 1995). Variasi panjang stilus yang tinggi pada *Ficus* yang *monoecious*, disebabkan tingginya konflik kepentingan antara *Ficus* dan tawon penyerbuk terhadap sumber daya bunga. *Ficus* membutuhkan bunga untuk menghasilkan biji, sedangkan tawon membutuhkan bunga juga untuk tempat bereproduksi. Adanya variasi yang tinggi di dalam panjang stilus dapat mengatur dua kepentingan tersebut (Ganeshaiyah *et al.* 1995; Nefdt & Compton 1996). Hal tersebut tidak terjadi pada *Ficus* yang *dioecious*, karena tawon dan biji dihasilkan dari sikonia yang berbeda, sehingga tidak memerlukan variasi panjang stilus bunga yang tinggi.

Pada kedua *Ficus* yang diteliti juga memperlihatkan bahwa panjang stilus di dalam sikonia gal dapat dijangkau oleh masing-masing penyerbuknya. Hal ini menunjukkan bahwa setiap *Ficus* masih berasosiasi secara spesifik dengan penyerbuknya. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Ware dan Compton (1992) bahwa mutualisme yang *one to one* antara *Ficus* dan tawon penyerbuknya dapat dipertahankan salah satunya karena kesesuaian panjang stilus dengan panjang ovipositor tawon. Namun, penelitian sebelumnya di RTHK UI, Depok oleh Sumanto (2011) dilaporkan bahwa tawon penyerbuk dari *F. hispida* yaitu *Ceratosolen marchali* Mayr juga ditemukan di dalam bunga dari *F. septica*. Hal tersebut memberikan dugaan yang lain terhadap hubungan antara kedua spesies *Ficus* dengan tawon penyerbuknya.

Berdasarkan tabel II.2 diketahui bahwa rata-rata panjang stilus di dalam sikonia gal *F. septica* dapat dijangkau oleh ovipositor tawon dari *F. hispida*. Hal tersebut menunjukkan bahwa pergantian tawon dari *F. hispida* ke *F. septica* dimungkinkan dapat terjadi. Hal yang sama juga berlaku pada *F. hispida* yang rata-rata panjang stilus di dalam sikonia galnya dapat juga dijangkau oleh

ovipositor tawon dari *F. septica*. Keadaan tersebut memperlihatkan terdapat kemungkinan lain bahwa tawon dari *F. septica* juga dapat berpindah ke dalam sikonia gal *F. hispida*. Morfologi bunga gal dari kedua *Ficus* yang memiliki kemiripan, sebagaimana yang dilaporkan dari pengamatan profil bunga *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok, semakin memperkuat dugaan bahwa masing-masing tawon penyerbuk dapat bertukar inang di antara *F. hispida* dan *F. septica*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Panjang stilus bunga dari kedua spesies *Ficus* menunjukkan distribusi yang bimodal dan menunjukkan distribusi yang cukup sempit di dalam sikonia gal sedangkan distribusi yang lebih bervariasi terdapat di dalam sikonia biji.
2. Panjang stilus bunga di dalam sikonia biji lebih panjang dan dibandingkan panjang stilus bunga di dalam sikonia gal untuk kedua spesies *Ficus*.
3. Panjang ovipositor penyerbuk lebih pendek daripada panjang stilus bunga di dalam sikonia biji, tetapi lebih panjang dari panjang stilus bunga di dalam sikonia gal untuk kedua spesies *Ficus*.
4. Hubungan mutualisme *one to one* antara *F. hispida* dan *F. septica* dengan masing-masing tawon penyerbuknya masih dapat dipertahankan, tetapi kemungkinan adanya penyerbuk berganti inang di antara kedua *Ficus* dapat terjadi karena kedua spesies memiliki rata-rata panjang stilus bunga gal yang dapat dijangkau oleh ovipositor kedua tawon tersebut.

Saran

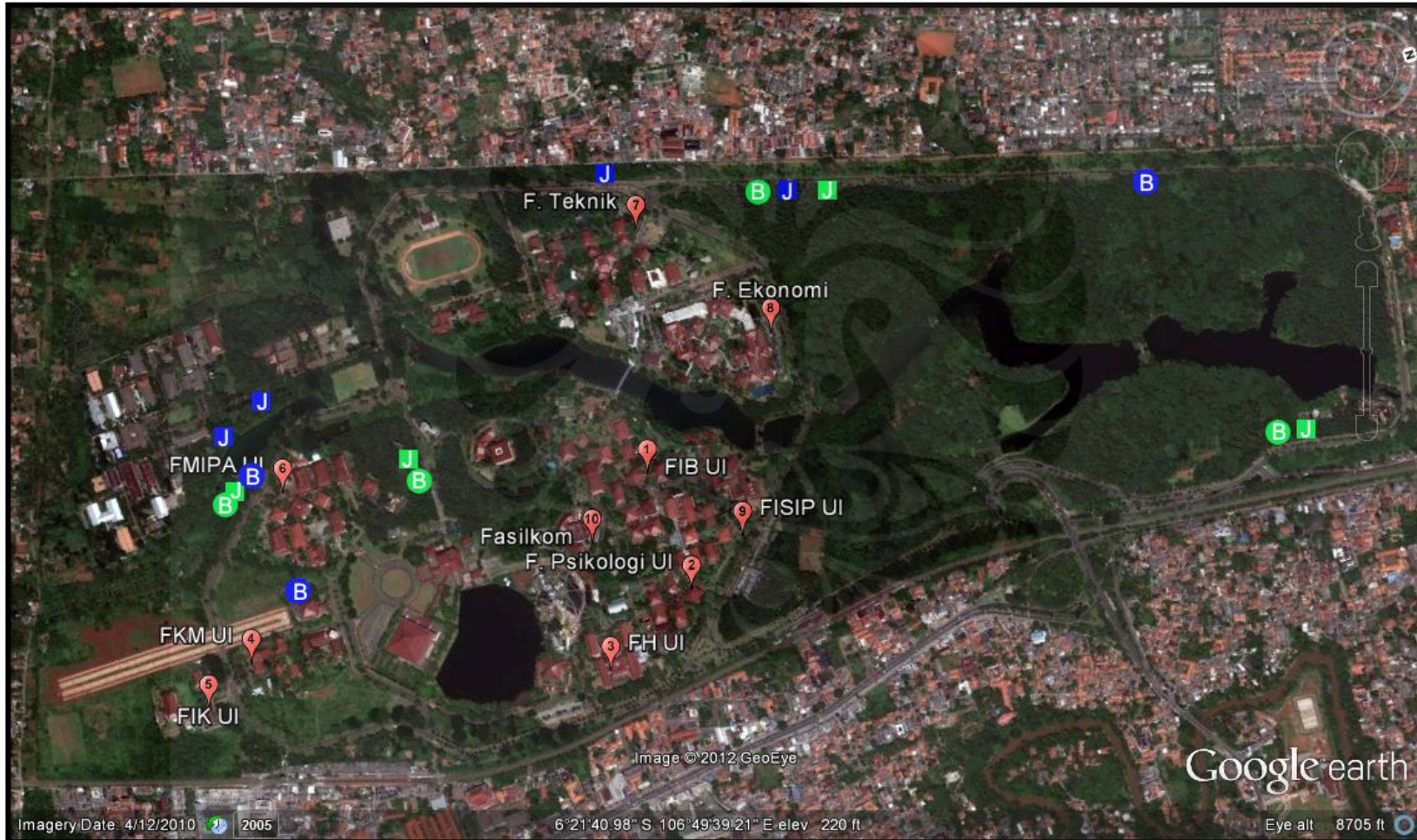
Penelitian lanjutan yang perlu dilakukan adalah mengamati koeksistensi kedua penyerbuk di dalam inangnya (*Ficus hispida* atau *F. septica*), untuk mengetahui apakah kedua penyerbuk berada di dalam pohon yang berbeda, atau di dalam sikonia dari pohon yang sama atau keduanya berada di dalam sikonium yang sama.

DAFTAR ACUAN

- Berg, C.C. & E.J.H. Corner. 2005. *Flora Malesiana: Moraceae* (Ficus). Series I. Vol. 17 (Part 2). Nooteboom, H.P. (ed). The Nationaal Herbarium of Nederland, Universiteit Leiden branch, The Netherlands: iv + 730 hlm.
- Berg, C.C. & J.T. Wiebes. 1992. *African fig trees and fig wasps*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Amsterdam: iv + 298 hlm.
- Cook, J.M. & J.-Y. Rasplus. 2003. Mutualist with attitude: Coevolving fig wasps and figs. *Trends in Ecology and Evolution* **18**(5): 241-248.
- Ganeshaiyah, K.N., P. Kathuria, R. U. Shaanker & R. Vasudeva. 1995. Evolution of style-length variability in figs and optimization of ovipositor length in their pollinator wasps: A coevolutionary model. *Journal of Genetica* **74**(1&2): 25-39.
- Herre, E.A. 1989. Coevolution of reproductive characteristics in 12 species of New World figs and their pollinator wasps. *Experientia* **45**: 637-647.
- Hill, D.S. 1967. *Figs (Ficus spp) of Hongkong*. Hongkong University Press, Hongkong: viii + 172 hlm.
- Jousselin, E. & F. Kjellberg. 2001. The functional implications of active and passive pollination dioecious figs. *Ecology letters* **4**: 151-158.
- Marussich, W.A. & C.A. Machado. 2007. Host-specificity and coevolution among pollinating and nonpollinating New World fig wasps. *Molecular Ecology* **16**: 1925-1946.
- Machado, C.A., N. Robbins, M.T.P. Gilbert & E.A. Herre. 2005. Critical review of host specificity and its coevolutionary implications in the fig/fig-wasp

- mutualism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 6558-6565.
- Moe, A.M., D.R. Rossi & G.D. Weiblen. 2011. Pollinator sharing in dioecious figs (*Ficus*: Moraceae). *Biological Journal of Linnean Society* **103**: 546-558.
- Nefdt, R.J.C. & S.G. Compton. 1996. Regulation of seed and pollinator production in the fig – fig wasp mutualism. *Journal of Animal Ecology* **65**(2): 170-182.
- Otero, J.T. & J.D. Ackerman. 2002. Flower style length and seed production in two species of *Ficus* (Moraceae) in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* **38**(3-4): 249-251.
- Shi, Z.-H., D.-R. Yang & Y.-Q. Peng. 2006. The style-length of the female florets and their fate in two dioecious species of *Xishuangbanna*, China. *Trees* **20**: 410-415.
- Sumanto, N.P. 2011. *The fig wasps of ex-situ conservation areas of Depok and Bogor: Symbiosis revisited*. Tesis. Program Studi Biologi. Program Pascasarjana. FMIPA-UI, Depok: xvii + 84 hlm.
- Ware, A.B. & S.G. Compton. 1992. Breakdown of pollinator specificity in an African fig tree. *Biotropica* **24**(4): 544-549.
- Weiblen, G.D. 2002. How to be a fig wasp. *Annual Review Entomology* **47**: 299-330

Lampiran II.1. Lokasi sampling *Ficus hispida* dan *F. septica* yang terdapat di RTHK UI, Depok.



Keterangan: J = jantan; B = betina; warna biru = *Ficus hispida*; warna hijau = *F. septica*.

DISKUSI PARIPURNA

Morfologi bunga *Ficus dioecious* yang terdapat di Ruang Terbuka Hijau Kampus (RTHK) Universitas Indonesia (UI), Depok serta pengaruhnya terhadap stabilitas mutualisme antara *Ficus* dengan tawon-tawon penyerbuknya telah diamati selama penelitian. Spesies *Ficus* yang *dioecious* yang diamati dalam penelitian ini meliputi *F. hispida* L.f., *F. septica* Burm.f., *F. montana* Burm.f. dan *F. hirta* Vahl. Keempat spesies tersebut termasuk ke dalam 3 (tiga) subgenus yang berbeda, yaitu subg. *Sycomorus* (*F. hispida* dan *F. septica*), subg. *Sycidium* (*F. montana*) dan subg. *Ficus* (*F. hirta*). Penelitian terhadap bunga *Ficus* yang *dioecious* tersebut sekaligus melengkapi deskripsi yang belum lengkap pada deskripsi sebelumnya, yaitu Backer dan Brink (1965). Selanjutnya, dua diantara empat spesies *Ficus* (*F. hispida* dan *F. septica*) tersebut diamati lebih jauh untuk melihat pengaruh organ bunga terhadap hubungan mutualisme dengan tawon penyerbuknya. Pengamatan terhadap pengaruh organ bunga baik dari *F. hispida* maupun *F. septica* dianggap penting untuk melengkapi hasil penelitian Sumanto (2011) yang menyimpulkan adanya *breakdown* mutualisme antara kedua *Ficus* tersebut dengan tawon penyerbuknya.

Bunga *Ficus* adalah bunga uniseksual. Bunga *Ficus* tersebut secara umum dibedakan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu bunga jantan, bunga betina dan bunga gal. Pada *Ficus* yang *dioecious* ketiga bunga terletak pada sikonia yang berbeda, yaitu sikonia gal di pohon jantan dan sikonia biji di pohon betina. Sikonia gal mengandung bunga jantan dan bunga gal yang akan menghasilkan polen dan keturunan-keturunan tawon penyerbuk, sedangkan sikonia biji mengandung bunga betina berstilus panjang yang hanya akan menghasilkan biji. Bunga gal sebenarnya juga merupakan bunga betina namun memiliki stilus yang pendek dan bagian ovarinya teradaptasi untuk perkembangan tawon penyerbuk (Hill 1967).

Pada makalah I disimpulkan bahwa keempat spesies *Ficus* yang *dioecious* yang diteliti memiliki profil atau karakter bunga berbeda satu sama lain, meskipun terdapat pula beberapa kemiripan. Bunga bersari atau bunga jantan pada keempat spesies *Ficus* umumnya terletak di dekat ostiol dalam satu barisan atau lebih. Susunan bunga jantan yang terletak di dekat ostiol dimaksudkan agar ketika polen

sudah masak dapat terbawa atau dibawa oleh tawon betina yang akan keluar melewati ostiol. Strukturnya yang selalu berpedisel mendukung keberadaan anter yang membawa polen untuk selalu berada dalam jangkauan tawon. Bunga gal maupun bunga betina dari keempat spesies *Ficus* meskipun termasuk bunga berputik namun memiliki perbedaan yang nyata. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan fungsi kedua bunga yang berbeda, yaitu bunga gal untuk membesarkan anak-anak tawon penyerbuk dan bunga betina untuk menghasilkan biji-biji *Ficus* (Hill 1967; Janzen 1979). Bunga gal pada keempat spesies *Ficus* yang diteliti umumnya memiliki stigma yang mencorong dan stilus yang gundul, serta lebih bersifat individual. Hal yang berbeda dicirikan oleh bunga betina pada keempat spesies *Ficus* yang diteliti, yaitu memiliki stigma yang umumnya menggada dan serta stilus yang berambut. Khusus pada *F. hispida* dan *F. septica* memiliki struktur stigma yang saling berlekatan atau sinstigma dan berfungsi untuk mengefisiensikan proses penyerbukan.

Selain ciri-ciri umum yang telah disebutkan di atas, terdapat ciri khas dari masing-masing spesies *Ficus* yang diteliti. Bunga jantan dari *F. hispida* dan *F. septica* saat belum matang memiliki tepal yang menutupi semua bagian bunga, namun saat polen telah matang akan tepal tersebut akan membuka. Hal tersebut merupakan ciri khas bunga jantan dari sebagian besar spesies subg. *Sycomorus* dan dimaksudkan untuk melindungi anter dan polen dari cairan di dalam sikonia (Berg & Corner 2005). Kekhususan juga diperlihatkan pada bunga jantan *F. montana*, karena memiliki *pistillode*. *Pistillode* merupakan bunga berputik vestigial yang masih melekat di bunga jantan dan bersifat steril (Hill 1967). Berg dan Corner (2005) menyatakan bahwa *pistillode* dapat ditemukan di seluruh spesies dari subg. *Sycidium* yang salah satu anggotanya adalah *F. montana*.

Bunga gal dan bunga betina baik dari *F. hispida* dan *F. septica* secara umum memperlihatkan kemiripan, yaitu tepal bunga gal berbentuk tubular dan menyatu hingga menutupi bagian stilus, sedangkan bunga betinanya memiliki tepal yang sangat tereduksi hingga berbentuk seperti pinggiran cangkir ataupun seperti bentuk kerah di bagian bawah ovari bunga. Namun demikian, terdapat beberapa ciri yang dapat membedakan antara kedua spesies *Ficus* tersebut. Tepal bunga gal *F. hispida* lebih menyatu ke dekat stilus dan tidak terlalu melebar

seperti yang terdapat pada tepal bunga gal *F. septica*. Selain itu stilus pada bunga betina *F. hispida* memiliki bulu-bulu yang lebih panjang daripada yang dimiliki oleh *F. septica*. Bentuk stigma bunga betina *F. hispida* berbentuk mencorong, sedangkan *F. septica* berbentuk menggada.

Kemiripan ciri atau karakter-karakter bunga juga diperlihatkan pada *F. montana* dan *F. hirta*, terutama pada bentuk stigma dan bentuk tepal baik pada bunga gal maupun pada bunga betina. Perbedaan yang cukup jelas terlihat pada bentuk tepi tepal dan rambut-rambut stilus pada kedua spesies. *Ficus montana* memiliki tepi tepal yang bergigi dan rambut-rambut stilus yang pendek, sedangkan *F. hirta* bagian tepi tepalnya rata dan stilusnya dengan rambut-rambut yang panjang. Berdasarkan Berg dan Corner (2005), *F. montana* dimasukkan ke dalam subg. *Sycidium*, sedangkan *F. hirta* merupakan anggota dari subgenus *Ficus*. Namun, pada awal pengklasifikasian tumbuhan *Ficus*, Corner (1965) dalam Berg & Corner (2005) memasukkan kelompok *Sycidium* ke dalam seksi dari subg. *Ficus*. Hal tersebut yang mungkin dapat menjelaskan kemiripan dari ciri-ciri bunga antara *F. montana* dan *F. hirta*.

Pada penelitian ini juga telah dilakukan pengukuran terhadap 5 (lima) karakter bunga, yaitu panjang stilus, panjang pedisel, panjang ovarium, panjang leher, dan panjang stigma. Selain untuk mengetahui panjang rata-rata dari setiap organ bunga, juga untuk menganalisis pola distribusi dari karakter-karakter tersebut di dalam sikonia. Penelitian terhadap distribusi dari ciri-ciri bunga di dalam sikonia juga telah dilakukan oleh Ganeshiaiah *et al.* (1999), namun untuk spesies yang *monoecious*.

Koefisien variasi (KV) panjang pedisel bunga, baik di dalam sikonia gal maupun di dalam sikonia biji, dari keempat spesies *Ficus* yang diteliti menunjukkan angka yang paling besar dibandingkan KV dari karakter-karakter lain. Hal ini menunjukkan panjang pedisel memiliki variasi yang tertinggi di antara karakter-karakter lain. Variasi yang tinggi dari panjang pedisel juga dilaporkan oleh Ganeshiaiah *et al.* (1999) di dalam spesies *Ficus* yang *monoecious*. Bahkan, variasi ciri-ciri bunga dari *Ficus* yang *monoecious* jauh lebih tinggi daripada variasi ciri-ciri bunga dari *Ficus* yang *dioecious*. Ganeshiaiah *et al.* (1995) menyatakan di dalam *Ficus* yang *monoecious* terdapat konflik kepentingan

antara *Ficus* dan tawon penyerbuk yang jauh lebih tinggi daripada di dalam spesies yang *dioecious*. Hal tersebut mendorong *Ficus* yang *monoecious* untuk menghasilkan variasi-variasi yang tinggi di dalam bunganya, demi menjamin ketersediaan biji dan keturunan-keturunan baru dari tawon penyerbuk *Ficus*.

Hubungan di antara karakter bunga menyatakan bahwa panjang pedisel di dalam sikonia gal, sebagai variabel dependen, selalu merespon terhadap perubahan di dalam hampir semua karakter-karakter lain dari semua spesies *Ficus* yang diteliti. Hal yang sebaliknya diperlihatkan pada panjang stilus yang relatif tidak sensitif terhadap variasi dari komponen-komponen lain dari bunga di dalam sikonia gal. Hasil tersebut diatas menunjukkan bahwa pedisel dan bukan stilus yang berkontribusi di dalam menempatkan stigma pada tinggi yang sama di dalam sikonia. Ganeshiaiah *et al.* (1999) yang melakukan uji yang sama di dalam karakter-karakter bunga dari *Ficus* yang *monoecious* menyimpulkan hal yang sama.

Pada bunga di dalam sikonia biji, tidak menunjukkan hasil korelasi yang sama seperti yang ditunjukkan di dalam sikonia gal. Panjang stilus di dalam sikonia biji memiliki lebih banyak asosiasi dengan komponen-komponen lain daripada panjang pedisel. Namun demikian, jika ditinjau dari rata-rata koefisien variasi panjang pedisel yang lebih besar ($55,92 \pm 10,82$) dibandingkan rata-rata koefisien variasi panjang stilus ($16,88 \pm 3,36$), maka pedisel masih merupakan organ yang bertindak sebagai pengatur penyeimbang pertumbuhan bunga di dalam sikonia.

Pada makalah II menjelaskan mengenai pengaruh bunga terhadap mutualisme antara *Ficus hispida* dan *F. septica* dengan tawon penyerbuknya. Mutualisme yang spesifik atau *one to one* antara *Ficus* dan tawon agaonin, umumnya dipertahankan karena adanya isyarat kimia (senyawa volatil) dan kesesuaian morfologi antara tawon dan *Ficus* (diameter ostiol dan panjang stilus) yang dapat menghalangi produksi biji atau tawon di dalam sikonia (Herre 1989; Ware & Compton 1992). Analisis terhadap panjang stilus bunga dari *F. hispida* dan *F. septica* serta panjang ovipositor dari tawon-tawon penyerbuk kedua *Ficus* telah dilakukan dalam penelitian ini untuk melengkapi temuan Sumanto (2011) terhadap adanya *breakdown* mutualisme di antara kedua spesies *Ficus* tersebut.

Hasil penelitian pada Makalah II menunjukkan bahwa terdapat distribusi yang bimodal di dalam panjang stilus dari kedua spesies *dioecious*. Distribusi bimodal tersebut menunjukkan adanya dimorfisme panjang stilus di dalam *Ficus* yang *dioecious* (Weiblen 2002). Dimorfisme tersebut membedakan panjang stilus yang lebih panjang di dalam sikonia biji daripada di dalam sikonia gal. Hal tersebut tidak ditunjukkan pada *Ficus* yang *monoecious*. Distribusi pada spesies *monoecious* adalah unimodal atau kontinyu yang menyatakan tidak ada perbedaan di dalam kategori bunga berstilus panjang dan berstilus pendek (Nefdt & Compton 1996; Otero & Ackerman 2002)

Rata-rata panjang ovipositor tawon dari kedua spesies *Ficus* lebih panjang dari rata-rata panjang stilus bunga di dalam sikonia gal, sehingga keturunan-keturunan tawon lebih banyak terdapat di dalam sikonia gal daripada di dalam sikonia biji. Namun, khusus pada *F. septica* terdapat sekitar 6% panjang stilus bunga di dalam sikonia biji lebih pendek dari panjang ovipositor tawonnya. Akan tetapi, tawon-tawon agaonin kemungkinan tidak dapat memanfaatkan bunga-bunga tersebut untuk meletakkan telur-telurnya. Hal tersebut salah satunya dapat disebabkan karena perbedaan morfologi bunga di dalam sikonia gal dan sikonia biji (Shi *et al.* 2006). Berdasarkan hasil penelitian profil bunga *Ficus* yang *dioecious* di kampus UI, Depok, diketahui bahwa *F. septica* memiliki stigma bunga di dalam sikonia gal yang sangat individual, tetapi stigma di dalam sikonia biji saling berlekatan. Stigma yang berlekatan (sinstigma) dapat memicu terbentuknya saluran polen di seluruh bunga betina yang saling menempel, sehingga berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi terbentuknya biji (Jousselin & Kjellberg 2001). Namun, stigma yang berlekatan menyulitkan tawon penyerbuk untuk menemukan lokasi oviposisi yang sesuai. Selain itu, bentuk stilus bunga di dalam sikonia biji lebih sempit dan fleksibel, sehingga dapat menghalangi oviposisi dari tawon.

Hasil analisis secara deskriptif dengan menghitung koefisien variasi (KV), diketahui bahwa panjang stilus di dalam sikonia gal sedikit bervariasi daripada di dalam sikonia biji, baik pada *F. hispida* maupun pada *F. septica*. Variasi yang sedikit di dalam sikonia gal memberikan keuntungan bagi tawon penyerbuk. Penyerbuk dapat menghemat waktu tawon dalam mencari stilus bunga yang

sesuai untuk tempat bereproduksi (Shi *et al.* 2006). Hal tersebut juga didukung dengan koefisien variasi ovipositor tawon dari *F. hispida* (KV = 0,087) dan *F. septica* (KV = 0,077) yang sangat berdekatan dengan koefisien variasi panjang stilus di dalam sikonia gal.

Koefisien variasi panjang stilus dari kedua *Ficus* yang *dioecious* yang telah diteliti lebih kecil dibandingkan dengan koefisien variasi panjang stilus dari beberapa *Ficus* yang *monoecious* di India (Ganeshaiyah *et al.* 1995). Variasi panjang stilus yang tinggi pada *Ficus* yang *monoecious*, disebabkan tingginya konflik kepentingan antara *Ficus* dan tawon. *Ficus* harus memproduksi biji, sedangkan tawon perlu untuk menghasilkan keturunan-keturunan baru. Adanya panjang stilus yang sangat bervariasi di dalam sikonium *Ficus* yang *monoecious* diharapkan dapat mengakomodir kepentingan kedua belah pihak. Hal tersebut tidak terjadi pada *Ficus* yang *dioecious*, karena tawon dan biji dihasilkan dari sikonia yang berbeda, sehingga konflik kepentingan jarang terjadi.

Asosiasi atau hubungan yang spesifik antara kedua *Ficus* yang diteliti, yaitu *F. hispida* dan *F. septica* dengan tawon penyerbuknya masih dapat dipertahankan. Kesesuaian panjang ovipositor yang dapat menjangkau bunga-bunga di dalam sikonia gal mendukung hal tersebut. Namun, laporan dari Sumanto (2011) yang menyatakan tawon dari *F. hispida* dapat berganti inang dengan *F. septica* memberikan dugaan bahwa keretakan simbiosis juga telah terjadi di kedua *Ficus*.

Kedua *Ficus* yang diteliti, yaitu *F. hispida* dan *F. septica* memiliki kekerabatan yang dekat. Keduanya termasuk ke dalam subgenus *Sycomorus*, seksi *Sycocarpus* dan subseksi *Sycocarpus*. Moe *et al.* (2011) menyatakan bahwa kekerabatan yang dekat dapat memberikan kondisi yang baik untuk terjadinya *sharing* penyerbuk. Penelitian terhadap profil bunga *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok menunjukkan adanya kemiripan morfologi bunga di antara kedua *Ficus*. Rata-rata panjang stilus di dalam sikonia gal dari kedua *Ficus* yang lebih pendek dari rata-rata panjang ovipositor tawon semakin memudahkan tawon untuk mengoviposisi ke dalam ovarium bunga. Kedua alasan tersebut dapat memperkuat dugaan, bahwa masing-masing tawon penyerbuk dapat bertukar inang di antara *F. hispida* dan *F. septica*.

Keberadaan *Ficus* yang *dioecious* di kampus UI masih dianggap kurang penting dibandingkan dengan spesies *Ficus* yang *monoecious*. Spesies *Ficus* yang *monoecious* seperti *F. benjamina*, *F. microcarpa*, *F. lyrata* dan *F. callosa* banyak ditanam sebagai tanaman hias dan peneduh di kampus UI (Nurhayati 2009). Hal yang berbeda terjadi pada *Ficus* yang *dioecious* yang sebagian besar tumbuh secara liar di pinggir-pinggir jalan, hutan kampus dan sekitar danau. Saat ini, habitat tumbuh dari *Ficus* yang *dioecious* tersebut telah banyak berkurang karena banyaknya pembangunan di wilayah kampus UI. Selain itu, kesulitan di dalam membedakan jenis seks di antara individu *Ficus* yang *dioecious* melalui ciri-ciri eksternal membuat kerentanan di dalam jumlah rasio antara individu jantan dan betina di alam bila habitatnya terus terganggu. Hal tersebut dapat berdampak lebih lanjut terhadap stabilitas mutualisme antara *Ficus* dan penyerbuknya. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu masukan kepada pihak manajemen lingkungan kampus UI, Depok mengenai pentingnya pelestarian dari jenis-jenis *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI.

RANGKUMAN KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Profil bunga jantan *Ficus* yang *dioecious* di RTHK UI, Depok dapat dibedakan berdasarkan karakter jumlah stamen dan bentuk tepal, sedangkan profil bunga berputik (bunga gal dan bunga betina) dapat dibedakan berdasarkan bentuk tepal, bentuk stilus dan bentuk stigma.
2. Karakter-karakter bunga yang dapat ditambahkan ke dalam deskripsi Backer dan van den Brink (1965) adalah deskripsi bunga jantan (*F. septica* dan *F. hirta*), deskripsi bunga gal (*F. hispida*, *F. montana* dan *F. hirta*), deskripsi bunga betina (*F. septica*, *F. montana* dan *F. hirta*) serta deskripsi panjang stilus untuk keempat spesies *Ficus* yang diteliti.
3. Hubungan karakter kuantitatif bunga dari keempat spesies *Ficus* yang *dioecious* menunjukkan bahwa panjang pedisel merespon terhadap perubahan dari semua karakter-karakter lain, sehingga menjadikan pedisel sebagai organ yang menyeimbangkan pertumbuhan panjang bunga di dalam sikonia.
4. Konflik mutualisme pada *F. hispida* dan *F. septica* dapat teratasi karena perbedaan variasi panjang stilus di antara sikonia gal dan sikonia biji,
5. Hubungan mutualisme yang *one to one* antara *F. hispida* dan *F. septica* dengan tawon-tawon penyerbuknya masih dapat dipertahankan, tetapi terdapat kemungkinan pertukaran penyerbuk di antara kedua *Ficus* dikarenakan panjang stilus kedua spesies dapat dijangkau oleh ovipositor kedua tawon agaonin.

Saran

Penelitian lebih lanjut yang dapat dikembangkan dari penelitian ini, di antaranya memperbanyak jumlah spesies yang diteliti dari *Ficus* yang *dioecious* untuk memperoleh hasil yang lebih representatif serta meneliti rasio *sharing* penyerbuk di dalam spesies *Ficus hispida* dan *F. septica* untuk mengetahui preferensi habitat terhadap kedua inang *Ficus*.

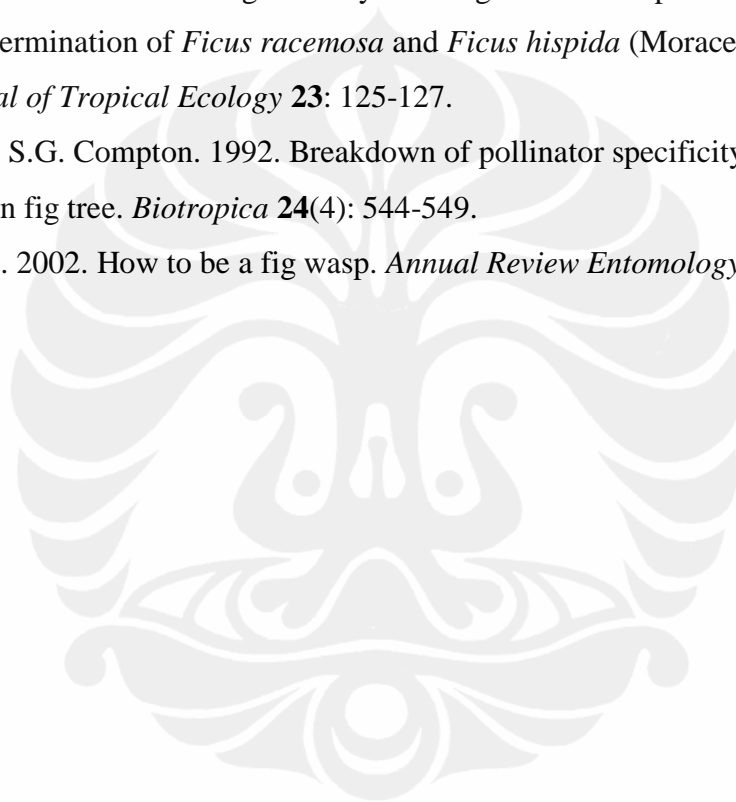


DAFTAR ACUAN

- Backer, C.A. & R.C.B. van den Brink. 1965. *Flora of Java*. Vol II. N.V.P. Noordhoff, Leyden: vii + 641 hlm.
- Berg, C.C. & E.J.H. Corner. 2005. *Flora Malesiana: Moraceae (Ficus)*. Series I. Vol. 17 (Part 2). Nooteboom, H.P. (ed). The Nationaal Herbarium of Nederland, Universiteit Leiden branch, The Netherlands: iv + 730 hlm.
- Berg, C.C. & J.T. Wiebes. 1992. *African fig trees and fig wasps*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Amsterdam: iv + 298 hlm.
- Cook, J.M & J.-Y. Rasplus. 2003. Mutualist with attitude: Coevolving fig wasps and figs. *Trends in Ecology and Evolution* **18**(5): 241-248.
- Hill, D.S. 1967. *Figs (Ficus spp) of Hongkong*. Hongkong University Press, Hongkong: viii + 172 hlm.
- Ganeshaiyah, K.N., P. Kathuria & R.U. Shaanker. 1999. Does optimal packing of flowers in syconia shape style length variation in monoecious figs? *Biotropica* **31**(2): 312-320.
- Ganeshaiyah, K.N., P. Kathuria, R.U. Shaanker & R. Vasudeva. 1995. Evolution of style-length variability in figs and optimization of ovipositor length in their pollinator wasps: A coevolutionary model. *Journal of Genetica* **74**(1&2): 25-39.
- Grafen, A. & H.C.J. Godfray. 1991. Vicarious selection explains some paradoxes in dioecious fig-pollinator systems. *Biological Sciences* **245**(1312): 73-76.
- Harrison, R.D. 2005. Figs and the diversity of tropical rainforests. *Bioscience* **55**(12): 1053-1064.
- Herre, E.A. 1989. Coevolution of reproductive characteristics in 12 species of New World figs and their pollinator wasps. *Experientia* **45**: 637-647.
- Herre, E.A., K.C. Jander & C.A. Machado. 2008. Evolutionary ecology of figs and their associates: Recent progress and outstanding puzzles. *The Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* **39**: 439-458.
- Janzen, D.H. 1979. How to be a fig. *Annual Review of Ecology and Systematics* **10**: 13-51.

- Jousselin, E. & F. Kjellberg. 2001. The functional implications of active and passive pollination dioecious figs. *Ecology letters* **4**: 151-158.
- Jousselin, E., F. Kjellberg & E.A. Herre. 2004. Flower specialization in passively pollinated monoecious fig: A question of style and stigma? *International Journal of Plant Sciences* **165**(4): 587-593.
- Kinnaird, M.F., T.G. O'Brien & S. Suryadi. 1996. Population fluctuation in Sulawesi red-knobbed hornbill: Tracking figs in space and time. *The Auk* **113**(2): 431-440.
- Knott, C.D. 1998. Changes in orangutan caloric intake, energy balance and keystone in response to fluctuating fruit availability. *International Journal of Primatology* **19**(6): 1061-1079.
- Marussich, W.A. & C.A. Machado. 2007. Host-specificity and coevolution among pollinating and nonpollinating New World fig wasps. *Molecular Ecology* **16**: 1925-1946.
- Machado, C.A., N. Robbins, M.T.P. Gilbert & E.A. Herre. 2005. Critical review of host specificity and its coevolutionary implications in the fig/fig-wasp mutualism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 6558-6565.
- Moe, A.M., D.R. Rossi & G.D. Weiblen. 2011. Pollinator sharing in dioecious figs (*Ficus*: Moraceae). *Biological Journal of the Linnean Society* **103**: 546-558.
- Nason, J.D., E.A. Herre & J.L. Hamrick. 1998. The breeding structure of a tropical keystone plant resource. *Nature* **391**: 685-687.
- Nefdt, R.J.C. & S.G. Compton. 1996. Regulation of seed and pollinator production in the fig – fig wasp mutualism. *Journal of Animal Ecology* **65**(2): 170-182.
- Nurhayati. 2009. *Struktur komunitas vegetasi dan pola stratifikasi tanaman di ruang terbuka hijau Kampus Universitas Indonesia Depok*. Tesis. Program Studi Biologi. Program Pascasarjana. FMIPA-UI, Depok: xii + 176 hlm.
- Otero, J.T. & J.D. Ackerman. 2002. Flower style length and seed production in two species of *Ficus* (Moraceae) in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* **38**(3-4): 249-251.

- Shi, Z.-H., D.-R. Yang & Y.-Q. Peng. 2006. The style-length of the female florets and their fate in two dioecious species of Xishuangbanna, China. *Trees* **20**: 410-415.
- Sumanto, N.P. 2011. *The fig wasps of ex-situ conservation areas of Depok and Bogor: Symbiosis revisited*. Tesis. Program Studi Biologi. Program Pascasarjana. FMIPA-UI, Depok: xvii + 84 hlm.
- Tang, Z.-H., A. Mukherjee, L.-X. Sheng, M. Cao, B. Liang, R.T. Corlett & S.-Y. Zhang. 2007. Effect of ingestion by two frugivorous bat species on the seed germination of *Ficus racemosa* and *Ficus hispida* (Moraceae). *Journal of Tropical Ecology* **23**: 125-127.
- Ware, A.B. & S.G. Compton. 1992. Breakdown of pollinator specificity in an African fig tree. *Biotropica* **24**(4): 544-549.
- Weiblen, G.D. 2002. How to be a fig wasp. *Annual Review Entomology* **47**: 299-330.



GLOSARIUM

Anter	: kepala sari
Antesis	: periode pembungaan pada saat kuncup bunga mekar ketika penyerbukan dapat terjadi
Braktea	: daun yang berbentuk seperti sisik dan berfungsi sebagai pelindung
Dioecious	: jenis tumbuhan yang memiliki organ perkembangbiakan jantan dan organ perkembangbiakan betina pada individu berbeda
Filamen	: tangkai sari
Ginodioecious	: tumbuhan yang mempunyai bunga betina dan bunga hermafrodit pada individu berbeda
Monoecious	: keadaan terdapatnya organ reproduksi jantan dan betina dalam satu individu
Mutualisme obligat	: suatu bentuk persekutuan hidup (simbiosis) yang kedua simbiotnya saling memperoleh keuntungan dan bersifat tidak dapat terpisahkan
Ostiol	: lubang kecil pada bagian apeks sikonium
Ostiolar	: terletak di sekitar ostiol
Ovari	: bagian bunga betina yang membesar dan berfungsi melindungi bakal biji
Oviposisi	: meletakkan telur
Ovipositor	: alat berbentuk seperti jarum yang dimiliki oleh serangga untuk meletakkan telur-telurnya.
Pedisel	: bertangkai
Periantium	: perhiasan bunga
Pilose	: berambut panjang dan halus
Pistillode	: bunga berputik vestigial yang melekat di bunga jantan dan bersifat steril
Polen	: serbuk sari
Reseptakulum	: dasar bunga
Rudimen	: keadaan struktur yang tidak berkembang secara sempurna

- Seksi : kategori berperingkat dalam klasifikasi makhluk, merupakan bagian anak marga serta gabungan beberapa deret
- Sesil : melekat secara langsung tanpa batang atau tangkai
- Sikonium : dasar bunga yang membesar dan membentuk struktur seperti guci dan di dalamnya terdapat bunga-bunga jantan dan betina.
- Sinstigma : stigma atau kepala putik yang saling menempel atau berlekatan
- Stamen : benang sari
- Stigma : kepala putik
- Stilus : tangkai putik
- Subgenus : anak marga
- Teka : ruang sari
- Tepal : perhiasan bunga yang tidak dapat dibedakan antara daun kelopak dan daun mahkota bunga

