



Biologi Konservasi **Rafflesia**

SOFI MURSIDAWATI & IRAWATI



Biologi Konservasi
Rafflesia

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved



Biologi Konservasi

Rafflesia

Sofi Mursidawati dan Irawati

LIPI Press

© 2017 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Konversi Tumbuhan Kebun Raya Bogor

Katalog dalam Terbitan (KDT)
Biologi Konservasi Rafflesia/Sofi Mursidawati dan Irawati.—
Jakarta: LIPI Press, 2017.

xv hlm. + 87 hlm.; 19 x 25 cm

ISBN: 978-979-799-877-6



1. Konservasi	2. Rafflesia	
		583.2

Copyeditor	: Sonny Heru Kusuma
Proofreader	: Risma Wahyu Hartiningsih
Kontributor	: Ngatari, Elizabeth Handini, Sunaryo, Melani Kurnia Riswati, Dian Latifah, Ujang Hapid, Ata, Rubono
Ilustrator	: Arif Setiawan
Desainer Isi	: Dhevi E.I.R. Mahelingga & Fadly Suhendra
Desainer Sampul	: Dhevi E.I.R. Mahelingga

Cetakan Pertama : Mei 2017



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Jln. Gondangdia Lama 39, Menteng, Jakarta 10350
Telp: (021) 314 0228, 314 6942. Faks.: (021) 314 4591
E-mail : press@mail.lipi.go.id
Website : lipipress.lipi.go.id

 LIPI Press
 @lipi_press

DAFTAR ISI

PENGANTAR PENERBIT	vii
KATA PENGANTAR	ix
PRAKATA	xi
UCAPAN TERIMA KASIH	xiii
I. PENDAHULUAN	1
II. BIOLOGI RAFFLESIA	5
A. Keragaman Jenis <i>Rafflesia</i> Indonesia	5
B. Kehidupan <i>Rafflesia</i> di Alam	6
C. Tipe Reproduksi Bunga <i>Rafflesia</i>	8
D. Populasi <i>Rafflesia</i> , Habitat, dan Penyebaran	10
E. Inang	11
F. Ancaman	14
G. Upaya Konservasi dan Penelitian <i>Rafflesia</i> di Kebun Raya Bogor	16
III. KOLONISASI RAFFLESIA PADA POHON INANG: STUDI KASUS PADA RAFFLESIA PATMA DI CAGAR ALAM PANGANDARAN	17
A. Fase Kehidupan Bunga <i>Rafflesia</i> dan Catatan Penting di Lapangan	17
B. Studi Populasi <i>Rafflesia patma</i>	18
C. Hasil Studi dan Pembahasan	20
IV. MORFOLOGI DAN ANATOMI BUAH DAN BIJI RAFFLESIA PATMA DAN RAFFLESIA ARNOLDII	25
A. Buah dan Biji <i>Rafflesia</i>	25
B. Pembahasan	33
V. INOKULASI BIJI RAFFLESIA PATMA SECARA IN VIVO	37
A. Percobaan Inokulasi Biji pada Pohon Inang	37
B. Hasil Percobaan dan Pembahasannya	38

VI. PERCOBAAN <i>IN VITRO</i> RAFFLESIA SPP.	41
A. Teknik Kultur <i>In Vitro Rafflesia</i>	41
B. Hasil Percobaan dan Pembahasannya	47
VII. STUDI ANATOMI <i>TETRASTIGMA SP. –RAFFLESIA PATMA</i>	51
A. Membuat Sediaan Preparat Anatomi	51
B. Hasil dan Pembahasan Spesimen Anatomi	53
VIII. KONSERVASI <i>EX SITU</i> RAFFLESIA PATMA DI KEBUN RAYA BOGOR	59
A. Metode <i>Grafting</i>	60
B. Hasil Percobaan dan Pembahasan	61
IX. PUSPA LANGKA DUTA KERAGAMAN HAYATI INDONESIA DI MANCANEGERA	69
A. Persiapan dan Observasi Bunga	70
X. PENUTUP	75
DAFTAR PUSTAKA	77
GLOSSARIUM	81
INDEX	83
BIOGRAFI PENULIS	87

PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Penyediaan terbitan ilmiah yang berkualitas adalah salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk turut serta mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku *Biologi Konservasi Rafflesia* ini merupakan rangkuman catatan perjalanan para peneliti dan staf Kebun Raya LIPI dalam upaya mengonservasi dan melestarikan *Rafflesia* di luar habitatnya. Upaya yang dilakukan selama hampir enam tahun ini berhasil menumbuhkan *Rafflesia horsfieldii*—atau lebih dikenal dengan nama *Rafflesia patma*—dari luar habitat alaminya secara *ex situ* di Kebun Raya LIPI.

Dalam buku ini dipaparkan tentang karakter biologis *Rafflesia*, inang, dan kehidupannya di alam. Selain itu, juga dibahas tentang studi populasi, morfologi buah dan biji *Rafflesia*, percobaan inokulasi atau penanaman biji pada pohon inang, *Tetrastigma* serta upaya menumbuhkan *Rafflesia* pada media kultur jaringan. Buku ini juga mengulas studi anatomi sebagai salah satu upaya menumbuhkan *Rafflesia* melalui bijinya, namun tetap menjadi parasit di dalam inangnya. Perjalanan relokasi *Rafflesia* dari habitatnya pun menjadi cerita yang menarik untuk dipelajari.

Semoga buku ini menjadi acuan ilmiah baru bagi dunia pengetahuan—baik nasional maupun internasional—khususnya bagi para peneliti yang akan melanjutkan upaya pelestarian keragaman *Rafflesia* Indonesia dalam konservasi *ex situ*. Selain itu, pembaca juga diharapkan termotivasi untuk lebih menjaga dan melestarikan puspa langka ini.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press





KATA PENGANTAR

Keunikan *Rafflesia* Indonesia sudah lama menjadi daya tarik bagi berbagai kalangan di dunia. Ketertarikan sebagian besar orang terhadap bunga ini tidak lepas dari bentuk, ukuran, dan keunikan sifat hidupnya. Hutan hujan tropis Sumatra merupakan tempat sejarah *Rafflesia* dimulai. Keeksotisan alam Sumatra dan penemuan bunga langka ini oleh Sir Thomas Stamford Raffles bersama Joseph Arnold pada tahun 1818 sangat melekat dalam pikiran banyak orang.

Menampakkan diri hanya dalam waktu singkat dan hanya bisa disaksikan di habitat aslinya membuat semakin banyak orang mempercayai bahwa tumbuhan parasit ini masih diliputi misteri. Berbagai usaha untuk menumbuhkan *Rafflesia* telah dicoba sejak lebih dari seabad silam dan diteruskan oleh generasi yang lebih baru dengan berbagai cara. Selama enam tahun sejak dimulainya penelitian, upaya keras staf Kebun Raya membawa hasil yang menggembirakan. Berhasil tumbuh dan berbunganya *Rafflesia patma* di luar habitat aslinya adalah capaian ilmiah yang sangat signifikan dan menjadi catatan sejarah baru menjelang dua abad usia Kebun Raya LIPI, Bogor.

Catatan perjalanan upaya gigih menumbuhkan *Rafflesia* yang terangkum dalam buku ini memberikan kontribusi ilmiah baru bagi dunia pengetahuan dan diharapkan menjadi acuan—nasional maupun internasional—bagi para peneliti yang akan melanjutkan upaya pelestarian keragaman *Rafflesia* Indonesia dalam konservasi *ex situ*.

Ucapan terima kasih ditujukan kepada peneliti dan semua staf Kebun Raya Bogor yang turut mendukung penelitian dan upaya konservasi *Rafflesia* hingga publikasi buku ini. Semoga lahir kontribusi ilmiah baru sebagai kelanjutan dari penelitian yang pernah dilakukan. Semoga bermanfaat bagi berbagai pihak dan bangsa Indonesia.

Bogor, Februari 2017
Kepala Kebun Raya LIPI, Bogor

Dr. Didik Widyatmoko, M.Sc.





PRAKATA

Salah satu penyebab langkanya tulisan mengenai *Rafflesia* dikarenakan status tumbuhan *Rafflesia* yang bersifat langka. Status ini cukup mengintimidasi orang yang ingin menjadikannya sebagai objek penelitian. Sudah bisa dipastikan bila penelitian ini dilakukan, akan berisiko memakan waktu lama dengan hasil yang tidak menjanjikan, selain harus berurusan dengan perizinan yang cukup ketat.

Sejarah mencatat, usaha untuk membuat *Rafflesia* hidup di Kebun Raya telah dilakukan sejak masa pendudukan Belanda di Indonesia atau hampir separuh usia Kebun Raya. Seiring waktu, tercatat sederet nama peneliti yang telah mengusahakan tumbuhnya *Rafflesia* melalui terbitan di berbagai buku dan tulisan ilmiah. Namun, kontribusi peneliti Indonesia pada tumbuhan endemik ini masih dirasakan sangat kurang. Sementara itu, kerusakan habitat *Rafflesia* dari waktu ke waktu terjadi secara cepat dan tidak terkendali. Kerusakan yang telah terjadi bersifat permanen dan tidak mungkin diperbaiki lagi mengingat spesifiknya habitat yang dikehendaki.

Berawal dari situasi tersebut, penulis memberanikan diri untuk melakukan penelitian terhadap “puspa langka” ini. Walaupun harus menanti hasil hingga enam tahun lamanya, hal ini menjadi kebanggaan tersendiri karena dapat memberikan kontribusi bagi perjalanan sejarah bunga ini meskipun hanya sedikit. Perjalanan untuk membuat populasi bunga *Rafflesia* bertambah dan dapat tumbuh di tempat yang baru, baik *in situ* maupun *ex situ*, masih sangat panjang. Namun, mudah-mudahan langkah kecil ini dapat menjadi inspirasi dan bermanfaat bagi siapa saja yang menyayangi bunga *Rafflesia* ini.

Bogor, Agustus 2016

Penulis





UCAPAN TERIMA KASIH

Diterbitkannya buku ini tidak lepas dari peran berbagai pihak yang turut memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk, mulai dari sumbangan pemikiran, teknis, dukungan pendanaan, hingga dukungan yang bersifat moril dan materiil. Terima kasih yang tak terhingga saya ucapkan kepada Kepala Kebun Raya Bogor, yaitu Ir. Mustaid Siregar M.Si., dan Dr. Didik Widyatmoko M.Sc. atas dukungannya sejak awal penelitian berlangsung. Pada tahun 2007, riset ini mendapatkan dukungan pendanaan dari IBSP (International Basic Science Program)-UNESCO, terima kasih Mr. Maciej Nalęcz dan Bapak Jusman Sihombing. Sumbangan pemikiran utamanya saya dapatkan dari tim Teknis, yaitu Elizabeth Handini, Ngatari, Dian Latifah, Ujang Hapid, Melani Kurnia Riswati, dan Ata. Prof. Binne Zwannenburg dari Nijmegen University atas hadiah GR-24-nya. Teman-teman di lapangan, Bapak Ikin Sadikin juga Bapak Samsu, Suharyono, dan Rachmat dari BKSDA Jabar II, Holidin bersaudara serta keluarga Sri Rafflesia di Batang Palupuh.

Teman-teman staf Kebun Raya Bogor dan kolega yang telah memberikan kontribusi sangat berharga berupa material tumbuhan yang didapatkan pada saat eksplorasi di berbagai daerah. Untuk itu, terima kasih yang tulus saya ucapkan kepada Rismita Sari, Sunaryo, Harry Wiriadinata, Syamsul Hidayat, Esti Munawaroh, Inggit Puji Astuti, Herwig Zahorka, Titien Praptosuwiryo, Dwi Murti Puspitaningtyas, Gregory Hambali, dan Daden. Dukungan informasi dan pemeliharaan saya dapatkan dari staf pembibitan dan reintroduksi di bawah pengawasan Dodo, Sri Hartini, Rubono, dan Mujahidin. Selama berbunga, staf Dokinfo selalu sigap bermalam-malam merekam prosesi berbunga, terima kasih saya ucapkan kepada Tatang Rohana, Ayi Doni, dan Sukendar, juga Tim sekuriti yang bergantian menunggu pengambilan gambar hingga mengatur ketertiban pengunjung. Tim kreatif dan pemandu yang tanpa lelah turut membantu memberi dan menyebarkan informasi dalam berbagai bentuk kepada ribuan pengunjung, terima kasih Dian Dinyati, Lyndle Hardstaff, Melani Kurnia, Richa Kusuma, dan teman-teman pemandu.

Dukungan sumber informasi selama penulisan saya dapatkan dari perpustakaan Kebun Raya Bogor, terima kasih Nana Sutaryah dan staf. Beberapa

tulisan, baik ilmiah maupun populer yang terbit dari riset ini tidak lepas dari sumbangan pemikiran dan diskusi intensif dengan Dr. Dedy Darnaedi, Dr. Kuswata Kartawinata, Dr. Agus Lazarus, Dr. Sunaryo, Dr. R. Hendrian, Sarah Cardinal, Dr. Hans Bänziger, Prof. Kingsley Dixon, Prof. Krishnapillai Sivasithamparam, Mark Brundrett, Adithyo Wicaksono, dan Jaime A. Téixeira da Silva.

Tidak hanya tulisan yang lahir dari penelitian ini, lebih dari itu kerja sama yang sangat luas turut terjalin, baik di tingkat nasional maupun internasional. Strategi Rencana Aksi Konservasi *Rafflesia* bisa terwujud berkat dukungan teman-teman spesialis kerja sama, yaitu Sugiarti, Ika Sartika, Yuzammi, dan Djauhar Asikin bersama perwakilan Kementerian Kehutanan Ir. Adi Susmianto, M.Sc. dan Dr. Hendra Gunawan; juga Balitbangda Provinsi Bengkulu, Ir. Diah Irianti, Drs. Iriansyah, Drs. Dede Kusyana, dan Dewi Rosmala beserta teman-teman KPPL Bengkulu Komunitas *Rafflesia*, Sofian, Krishna Gamawan, dan Asnody Restiawan. Terima kasih Mr. Lee Boon Woon, Mr. Jin Tae Yul, Christopher Lim, Bomyi-Ji, dan Nia Elfarah dari Goyang Flower Foundation-Korea atas kesempatan dan kerja sama yang baik membawa dan memperkenalkan *Rafflesia* ke dunia internasional. Pada Kesempatan ini pula kami ucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Elizabeth Widjaya dan Dr. Agus Susatya atas saran perbaikan pada naskah.





I. PENDAHULUAN

Selain dikenal karena bunganya yang unik, di kalangan para botanis, *Rafflesia* dikenal sebagai wakil dari tumbuhan tinggi yang memiliki cara hidup parasit. Tidak hanya di dunia fauna, di dalam dunia flora juga dikenal tumbuhan yang secara evolusi paling maju karena strategi hidupnya lebih canggih dibanding dengan yang lainnya. *Rafflesia* memiliki organ tubuh yang sederhana, tetapi bekerja sangat efisien. *Rafflesia* tidak memiliki daun dan akar yang sangat vital bagi sebagian besar tumbuhan karena sebagai alat berfotosintesis dan mengisap sari makanan. Perwakannya pun hanya berwujud bunga yang sekaligus berperan sebagai organ reproduksi. Cara hidup parasit ditempuhnya secara efisien sebagai kompensasi dari ketiadaan daun ataupun akar.

Kelangkaan *Rafflesia* di alam sebagian besar dikarenakan sifat biologisnya yang unik, sedangkan pemahaman akan sifat-sifat tersebut masih sangat sedikit. Inang adalah bagian tak terpisahkan dari kehidupannya, tak ada *Rafflesia* tanpa inang. Inang menjadi tempat tumbuh dan berkembang sehingga kondisi sehat-tidaknya inang sangat menentukan kehidupan *Rafflesia*. Kehidupan inang sangat dipengaruhi lingkungan sekitarnya, termasuk iklim mikro dan makronya yang sangat kompleks. Interaksi dengan inang dan berbagai faktor luar lainnya menyebabkan kehidupan biologis *Rafflesia* menjadi sangat rumit. Oleh karena itu, hingga kini hampir semua *Rafflesia* hanya bisa disaksikan di habitat alaminya dan dikategorikan sebagai tumbuhan langka.

Para ahli konservasi masih memerlukan informasi terkait berbagai faktor yang memengaruhi kehidupannya di alam sebelum benar-benar berhasil menghidupkannya di kawasan yang bukan habitat aslinya. Buku ini merupakan catatan hasil penelitian Tim *Rafflesia* Kebun Raya Bogor sejak Mei 2004 yang telah berhasil menumbuhkan *Rafflesia horsfieldii* atau lebih dikenal dengan nama *Rafflesia patma* secara *ex situ* di luar habitat alaminya, yaitu di Kebun Raya Bogor. Nama valid *Rafflesia patma* dalam The Plant List (2017) saat ini adalah *Rafflesia horsfieldii* R.Br. Untuk kepentingan praktis, dalam buku ini nama *Rafflesia patma* masih digunakan, mengikuti Meijer (1997) dan beberapa penulis lainnya.

Material *Rafflesia* sangat tidak mudah didapat sehingga kerja sama dengan jejaring di berbagai daerah tempat habitat *Rafflesia* berada sangat membantu

dalam memperoleh informasi atau material. Pengamatan dan percobaan yang dilakukan selama studi tidak hanya dilakukan pada *Rafflesia patma*, tetapi juga pada jenis *Rafflesia* lain, seperti *Rafflesia arnoldii* dan *Rafflesia meijerii*. Sebagai pembuka, pada Bab 2 akan didahului oleh pengenalan terhadap karakter biologis *Rafflesia* dan inangnya serta kehidupannya di alam. Dalam bab ini disertakan pula kronologi dimulainya penelitian, hasil pengamatan berbagai aspek kehidupannya, dan ancaman yang membuat *Rafflesia* menjadi kian langka. Studi populasi dan teknik praktis observasi *Rafflesia* di alam dibahas pada Bab 3. Meski belum merupakan metode yang paling tepat untuk melakukan kajian terhadap populasi *Rafflesia*, studi ini dapat memberi gambaran tentang data yang berhasil dikumpulkan dan masalah yang timbul selama studi. Di masa mendatang, siapa saja yang melakukan kajian populasi *Rafflesia*, dapat mengetahui hal-hal yang harus diantisipasi dan turut memperbaiki metode yang sudah dilakukan.

Cara menumbuhkan *Rafflesia* secara alami adalah dengan beregenerasi di alam. Biji adalah bagian organ yang berperan sangat penting dalam kehidupan regenerasi semua jenis tumbuhan. Pada Bab 4 dijelaskan tentang profil morfologi buah dan biji *Rafflesia*. Biji-biji tersebut dipelajari kemudian dipakai dalam berbagai upaya untuk menumbuhkan *Rafflesia*. Beberapa percobaan, baik secara konvensional maupun *in vitro*, telah dilakukan. Secara konvensional telah dilakukan percobaan inokulasi atau penanaman biji pada pohon inang (Bab 5). Secara *in vitro* dilakukan pula upaya menumbuhkan *Rafflesia* pada media kultur jaringan yang semuanya dijelaskan pada Bab 6 dengan berbagai sumber eksplan dan metodenya.

Awal interaksi *Rafflesia* dengan inang hingga menetap menjadi parasit di dalamnya dipelajari melalui pendekatan studi anatomi (Bab 7). Upaya ini penting untuk mencari metode yang tepat dan diterapkan dalam upaya menumbuhkan *Rafflesia* melalui biji. Relokasi *Rafflesia* juga menjadi salah satu upaya untuk menumbuhkan *Rafflesia* di luar habitatnya yang pada akhirnya menuntun Tim Rafflesia menuju keberhasilan menumbuhkannya secara *ex situ* di Kebun Raya LIPI, yang dibahas pada Bab 8.

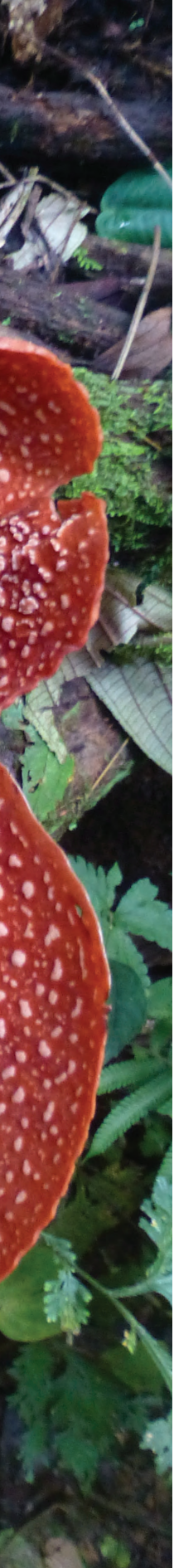
Meski sudah berhasil menumbuhkannya di Kebun Raya LIPI, penelitian terhadap *Rafflesia patma* masih perlu dilanjutkan karena masih banyak hal-hal yang belum terungkap. Sementara itu kualitas habitat di daerah asal semakin menurun dan berpengaruh buruk terhadap inangnya. Hal ini menyebabkan berkurangnya populasi tumbuhan langka ini. Keberhasilan menumbuhkan *Rafflesia patma* ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi upaya menumbuhkan jenis-jenis keluarga *Rafflesia* lain di luar habitatnya dan juga menumbuhkan harapan bagi terbukanya kemungkinan memperluas kehidupan populasinya di alam.

Di samping sebagai salah satu aset kekayaan hayati bangsa Indonesia yang perlu dilindungi, *Rafflesia* menjadi "*spesies maskot*" yang menjadi lambang kelangkaan mewakili jenis-jenis flora dunia yang keberadaannya semakin terancam. Secara nasional, *Rafflesia arnoldii* dipilih sebagai "Puspa Langka" mewakili

keunikan keragaman flora Indonesia berstatus langka. Di tingkat internasional, *Rafflesia* juga menjadi lambang “Flora Malesiana” mewakili salah satu flora langka dunia dari kawasan Malesia. Baik ilustrasi maupun gambar-gambar *Rafflesia* juga dipakai dalam dokumen resmi negara, seperti perangko, paspor, dan mata uang. Baik secara nasional maupun internasional hal-hal tersebut secara langsung merupakan sebuah bukti apresiasi terhadap *Rafflesia* sebagai salah satu aset dunia yang keberadaannya perlu dilestarikan. Tumbuhan unik ini masih menyimpan banyak misteri sehingga banyak ilmuwan, baik di dalam maupun di luar negeri yang merasa tertantang untuk dapat mengungkap berbagai aspek kehidupannya. Meskipun belum dikelola secara maksimal sebagai daerah wisata, beberapa kawasan habitat *Rafflesia*, seperti Sumatra Barat dan Bengkulu, menjadi tujuan turis domestik ataupun mancanegara. Mereka ingin melihat langsung keberadaan bunga ini. Hal tersebut menjadi bukti lain bahwa masyarakat umum masih sangat antusias dengan keberadaan bunga langka ini. Selain itu, hal ini menjadi indikasi bahwa potensi untuk menggerakkan sektor pariwisata di daerah tersebut cukup besar.

Bab terakhir buku ini menjelaskan upaya Kebun Raya LIPI dalam mempromosikan *Rafflesia* sebagai diseminasi penelitian konservasi *Rafflesia*. Promosi menjadi bagian yang sangat penting dalam perjalanan sebuah upaya konservasi tumbuhan. Keberhasilan sebuah capaian akan menjadi signifikan ketika informasi hasil-hasil penelitian tersebut dipromosikan dan dapat dijangkau serta dinikmati oleh masyarakat luas. Kegiatan diseminasi ini melengkapi peran Kebun Raya sebagai pintu gerbang promosi dan rumah ilmu bagi flora-flora unik kekayaan bangsa Indonesia.





II. BIOLOGI *RAFFLESIA*

A. KERAGAMAN JENIS *RAFFLESIA* INDONESIA

Indonesia merupakan salah satu negara dengan pusat keragaman *Rafflesia* terbanyak di dunia. Hingga tahun 2011 tercatat ada 12 jenis *Rafflesia* di Indonesia yang tersebar di Sumatra, Jawa, dan Kalimantan (Susatya, 2011). Sebelum tahun 2002 telah diketahui bahwa pusat keragaman *Rafflesia* berada di Pulau Kalimantan, termasuk wilayah negara tetangga Malaysia (Sabah dan Sarawak) dan Sumatra dengan jumlah total 18 jenis. (Barcelona dkk., 2009). Kini tidak kurang dari 29 jenis *Rafflesia* telah teridentifikasi di dunia menyusul banyaknya penemuan jenis *Rafflesia* baru di Filipina antara tahun 2006–2007 (Barcelona dkk., 2009). Menurut The Plant List (2017) telah terdaftar 54 jenis *Rafflesia* di dunia, dari jumlah tersebut baru 20 saja yang berstatus diterima namanya (*accepted name*).

Akses dan informasi keberadaan *Rafflesia* Indonesia sangat terbatas dan jenis-jenis berikut seperti yang dilaporkan Susatya (2011): *R. patma*, *R. rochusenii*, *R. zollingeriana*, *R. arnoldii*, *R. gadutensis*, *R. haseltii*, *R. atjehensis*, *R. micropylora*, *R. lawangensis*, *R. tuan-mudae*, *R. bengkuluensis*, dan *R. pricei*. Melengkapi laporan Susatya (2011), di Indonesia hingga kini ada 13 jenis *Rafflesia* (di Jawa, Sumatra, dan Kalimantan), dengan tambahan *R. meijerii* Wiriadinata dan Sari dari Sumatra yang dipublikasikan tahun 2010.

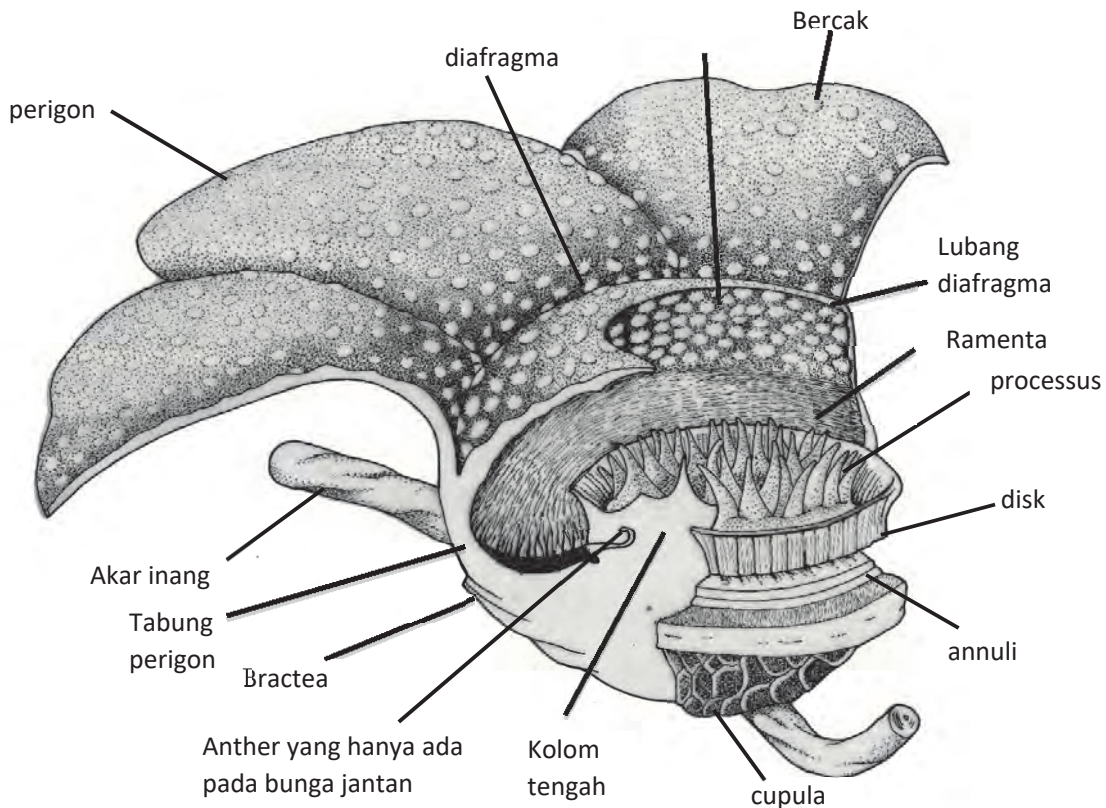
Keberadaan *Rafflesia* di tempat-tempat yang disebutkan di atas bersifat terbatas, tidak menutup kemungkinan masih ditemukan jenis baru di Sulawesi atau daerah lainnya. Namun, masih diperlukan eksplorasi lebih lanjut untuk memastikan keberadaannya. Penggolongan jenis-jenis *Rafflesia* sampai saat ini masih didasarkan pada bentuk dan struktur morfologi bunga. Beberapa karakter yang digunakan untuk mendeskripsikannya masih belum disepakati bersama oleh para ahli taksonomi sehingga masih perlu dipelajari lebih jauh. Saat ini karakter yang digunakan untuk membedakan jenis-jenis *Rafflesia* adalah seperti yang digunakan oleh Meijer (1997) dan Nais (2001). Karakter tersebut meliputi:

- 1) Ukuran diameter bunga pada saat mekar,
- 2) Diameter bukaan diafragma (lubang di tengah bunga),
- 3) Jumlah *processus* (cuatan seperti duri di tengah bagian bunga),

- 4) Jumlah dan pola bintil-bintil putih yang tersebar menutupi *perigone* (helai mahkota),
- 5) Jumlah dan ukuran *window* atau lingkaran barisan bintil-bintil yang berada di bawah permukaan diafragma (biasanya berjumlah 3–5 lingkaran pada *R. micropylora*, 7 lingkaran pada *R. kerii*, atau 5 lingkaran pada *R. pricei*),
- 6) Jumlah *anther* (kepala sari) biasanya 40 pada *R. arnoldii* jantan,
- 7) Panjang dan struktur *ramenta* (bulu-bulu yang tumbuh pada dinding diafragma) serta posisinya,
- 8) Jumlah *annuli* pada dasar *perigon* (struktur seperti cincin yang melingkar di dasar bunga),
- 9) Penyebaran atau lokasi tumbuh.

Untuk memahami istilah yang dipakai dalam tulisan ini, secara skematis bagian-bagian bunga *Rafflesia* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Bunga *Rafflesia* hanya tumbuh di kawasan Asia Tenggara, meliputi Thailand, Semenanjung Malaysia, Indonesia, dan Filipina. Deskripsi mengenai jenis-jenis *Rafflesia* yang ada di dunia sudah dikompilasi dengan baik oleh Beaman dkk. (1988), Meijer (1997), Nais (2001), Susatya (2011), dan Barcelona (2009). Pada masa yang akan datang masih terbuka kemungkinan adanya revisi sejalan dengan perkembangan teknologi, temuan fakta terbaru, atau penemuan *Rafflesia* jenis baru.

Gambar 2.1
Diagram Skematik
Bagian-Bagian
Bunga *Rafflesia*



Ilustrasi digambar ulang oleh Arif Setiawan dari buku *Rafflesia of the World* (Nais, 2001)

B. KEHIDUPAN *RAFFLESIA* DI ALAM

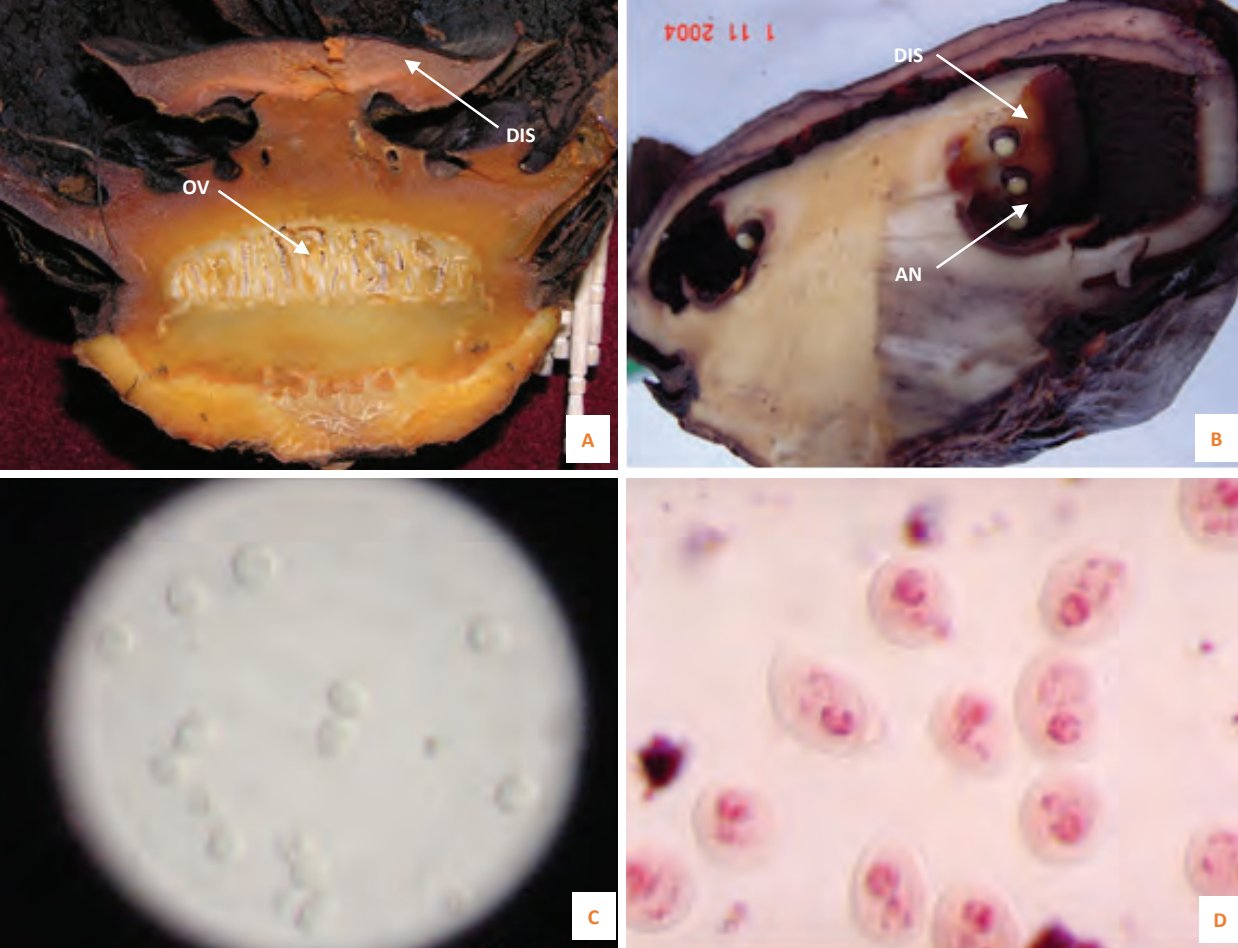
Bunga *Rafflesia* hidup pada sistem perakaran atau batang tumbuhan inang *Tetrastigma* spp. Karena tidak memiliki klorofil (butir hijau daun), *Rafflesia* tidak mampu melakukan proses fotosintesis sendiri sehingga seluruh kebutuhan hidupnya bergantung pada pohon inang. Sebagai endoparasit, *Rafflesia* tumbuh dalam batang atau akar pohon inang dengan organ yang disebut *haustoria* dan juga berfungsi sebagai pengisap nutrisi (Kuijt, 1969).

Hubungan inang-parasit pada *Rafflesia* spp. dan *Tetrastigma* spp. sangat unik dalam dunia tumbuhan. Meskipun *Tetrastigma* merupakan tumbuhan yang tersebar luas di Indonesia, tidak semua inang ditumbuhi *Rafflesia*, di habitatnya sekalipun. *Rafflesia* hanya tumbuh pada inang tertentu saja, baik jenis maupun individunya. Dalam kasus *R. patma*, meskipun tumbuhan inang mudah dijumpai di hampir semua sudut kawasan di habitatnya Pangandaran, beberapa lokasi seperti di Batu Kalde belum pernah tercatat ada inang yang ditumbuhi oleh *Rafflesia* (Samsu, *pers.com* 12 Desember 2004). Hal ini mengindikasikan bahwa *Rafflesia* memiliki struktur sangat spesifik.

Rafflesia berkembang biak dengan biji yang penyebarannya dibantu oleh binatang. Beberapa referensi menyebutkan serangga, angin, air, atau binatang mamalia, seperti landak, tupai, babi hutan, hingga gajah. Namun, semuanya masih bersifat perkiraan dan perlu diteliti lebih jauh. Kulit buah *Rafflesia* yang keras dan liat tampaknya hanya bisa dipecahkan oleh binatang-binatang tersebut. Pada tahun 1989, melalui foto-foto yang diambil dengan "camera-trap" oleh Jamili Nais, peneliti Malaysia, memperlihatkan bahwa tupai adalah salah satu binatang pengunjung bunga *Rafflesia*. Namun, itu belum dipastikan apakah berperan juga sebagai penyebar biji.

Meskipun penelitian sudah banyak dilakukan, beberapa pertanyaan tentang penyebaran *Rafflesia* masih banyak yang belum terjawab, di antaranya:

- 1) Bagaimana biji *Rafflesia* memulai perkecambahannya dan tumbuh menetap sejak bijinya jatuh di tempat yang baru dan mengapa hanya *Tetrastigma* sp. tertentu yang dipilih sebagai inangnya?
- 2) *Rafflesia* kadang-kadang ditemukan tumbuh berderet dalam satu batang inang atau akar sehingga menimbulkan dugaan bahwa tumbuhan ini memiliki kapasitas beregenerasi secara vegetatif. Hal ini perlu dibuktikan.
- 3) Perkecambahannya beberapa jenis tumbuhan parasit, seperti *Orobanche* dan *Striga* distimulasi oleh eksudat yang dikeluarkan oleh akar tumbuhan inangnya. Namun, belum dapat dipastikan apakah hal yang sama terjadi pada *Rafflesia*.
- 4) Apakah kolonisasi inang oleh *Rafflesia* hanya kebetulan disebarkan oleh agen dispersalnya atau ada faktor lain yang membantunya menetap pada inang?
- 5) Kriteria pohon inang (*Tetrastigma*) seperti apa yang sebenarnya dapat mengakomodasi pertumbuhan dan perkembangan biji *Rafflesia*?



Gambar 2.2 Penampang melintang bunga betina dan jantan *Rafflesia meijerii*. Bunga betina (A) memiliki ovarium (OV) dan *anther* (AN) pada jantan dengan polen di atasnya. DIS adalah *discus* pada kedua bunga.

Gambar C adalah polen (serbuk sari) yang diambil dari *anther* bunga jantan (B). Polen yang diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 25x berwarna kuning pucat (C) dan polen yang sudah diwarnai *acetocarmine* yang menampakkan bagian intinya dilihat di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x (D).

C. TIPE REPRODUKSI BUNGA *RAFFLESIA*

Tumbuhan memiliki beberapa tipe reproduksi. Untuk menghasilkan biji, serbuk sari bunga jantan harus membuahi bunga betina. Pada banyak tumbuhan, umumnya organ jantan dan betina berada dalam satu bunga atau hermafrodit. Nais (2001) dan Meijer (1997) melaporkan bahwa tipe reproduksi *Rafflesia* bersifat uniseksual, yang berarti organ jantan dan betinanya dalam bunga terpisah dan berada dalam individu berlainan (*dioecious*). Diawali oleh penelitian Bänziger dkk. (2007) pada *Rhizanthus lowii* (Rafflesiaceae) yang ternyata biseksual, membuka kemungkinan bahwa *Rafflesia* juga bisa bersifat *monoecious*. Selanjutnya, Balete dkk. (2010) melaporkan beberapa jenis *Rafflesia* Filipina, seperti *R. baletii* dan *R. verrucosa*, bersifat biseksual atau hermafrodit.

Untuk membedakan bunga jantan dan betina diperlukan pengenalan struktur morfologi bunga *Rafflesia*. Bunga jantan dan betina akan sangat sulit dibedakan jika hanya melihatnya dari luar. Cara mengenali yang paling baik adalah dengan meraba bagian dasar bunganya. Bunga jantan memiliki *anther* (benang dan kepala sari), yang pada *Rafflesia* letaknya pada bagian dalam di bawah *discus* (piringan yang ditumbuhi cuatan seperti duri). *Anther* ini berbentuk membulat dan setengah bagiannya tenggelam dalam kantong

anther. Kepala sarinya mengandung cairan lengket berwarna putih kekuningan seperti pasta gigi bila sudah matang. Bila cairan lengket ini mengering, terasa berbutir halus. Inilah yang dikenal sebagai serbuk atau tepung sari (Gambar 2.2 B).

Apabila area permukaan bawah *discus* tidak ditumbuhi *anther*, bisa dipastikan bunga tersebut adalah betina (Gambar 2.2 A). Jika *discus* diiris melintang, area yang disebut ovarium ini memiliki struktur seperti labirin yang terisi oleh bakal biji dan bila terjadi penyerbukan akan tumbuh menjadi biji. Baik bunga jantan maupun betina akan layu kemudian mati beberapa hari setelah mekar. Hanya bunga betina yang berhasil diserbuki saja yang akan meneruskan kehidupannya dan mengalami proses pembentukan buah. Proses penyerbukan harus dibantu oleh serangga yang diduga lalat hijau atau *Lucillia* sp. (Nais, 2001). Serangga penyerbuk membantu memindahkan serbuk sari dari bunga jantan ke bunga betina. Secara tidak sengaja polen terbawa oleh serangga penyerbuk, yang tertarik oleh bau bunga saat mekar. Kemungkinan terjadinya pembuahan tanpa penyerbukan dibuktikan oleh Nais (2001) pada bunga betina *R. keithii* dan *R. tengku-adlini*. Namun, belum diketahui apakah biji yang dihasilkan masih *viable* (dapat berkecambah). Umumnya biji yang dihasilkan tanpa penyerbukan *non-viable* (tidak dapat berkecambah), tetapi tidak menutup kemungkinan adanya biji yang *viable*.

Terbentuknya buah pada *Rafflesia* umumnya merupakan peristiwa langka. Peristiwa penyerbukan sebagai awal proses pembuahan bagi *Rafflesia* merupakan hal yang tidak mudah karena melibatkan kombinasi berbagai faktor yang berakibat pada terbatasnya kesempatan untuk menghasilkan buah. Faktor-faktor tersebut di antaranya:

- 1) *Bunga jantan dan betina yang terpisah*. Mempersempit kesempatan bunga betina untuk dibuahi oleh serbuk sari dari bunga jantan secara spontan karena bunga jantan belum tentu ditemukan di sekitar tempat tumbuhnya bunga betina.
- 2) *Ketidakterempakan masa berbunga*. *Rafflesia* berbunga secara sporadis atau tidak mengenal musim. Menemukan bunga yang siap untuk membuahi atau dibuahi pada saat yang bersamaan adalah kesempatan yang sangat langka.
- 3) *Masa periode berbunga yang pendek*. Tanpa bantuan serangga penyerbuk, *Rafflesia* tidak mungkin berbuah. *Rafflesia* betina sangat bergantung pada serangga penyerbuk yang berperan sebagai pembawa serbuk sari dari bunga jantan. Masa berbunga hanya berlangsung antara 3–6 hari dan hanya dalam rentang waktu inilah penyerbukan secara efektif dapat terjadi.
- 4) *Viabilitas polen yang terbatas*. Kesempatan semakin dipersempit lagi oleh viabilitas (masa hidup) polen yang sangat singkat. Pada *R. keithii* dan *R. pricei* viabilitasnya hanya 72 jam setelah lepas dari *anther*-nya (Bänziger, 1995).
- 5) *Jumlah populasi bunga tidak banyak*. Dengan jumlah bunga yang sedikit, peluang terjadinya penyerbukan silang antara bunga jantan dan betina menjadi sedikit pula.

- 6) *Ketidakseimbangan jumlah bunga jantan dan betina* merupakan antikli- maks dari hal-hal yang disebutkan di atas. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan pada *R. patma* di Kebun Raya Bogor, bahwa terlalu banyak jantan atau betina saja menyebabkan terbatas bahkan hilangnya peluang terjadinya penyerbukan silang.
- 7) *Faktor kondisi lingkungan* bisa menjadi penghalang terjadinya pembuahan. Misalnya jika *Rafflesia* berbunga pada musim hujan. Bentuk bunga yang seperti mangkuk menampung air hujan memungkinkan bisa mempercepat terjadinya pembusukan dan mengurangi kesempatan bagi serangga untuk melakukan penyerbukan.

D. POPULASI RAFFLESIA, HABITAT, DAN PENYEBARAN

Anggota suku Rafflesiaceae seluruhnya merupakan tumbuhan parasit, termasuk *Sapria* dan *Rhizanthus*. Marga ini tersebar di daerah tropis, terutama Asia Tenggara termasuk Filipina dan Thailand. Penyebaran *Rafflesia* di Indonesia meliputi wilayah Jawa, Sumatra, dan Kalimantan. *Rafflesia* dapat ditemukan, baik di hutan primer maupun sekunder. Penyebarannya sangat tergantung pada penyebaran pohon inangnya, yaitu *Tetrastigma*. Meskipun demikian, tidak semua *Tetrastigma* ditumbuhi *Rafflesia*. *Rafflesia* umumnya ditemukan pada inang tertentu yang hidup di tempat-tempat yang dekat dengan sumber air. Ketinggian dan kemiringan lahan tempat tumbuhnya sangat bervariasi tergantung dari jenisnya, mulai dari 5 meter (*Rafflesia patma* di Jawa Barat) hingga 1.400 meter di atas permukaan laut (*Rafflesia pricei* di Sabah dan *Rafflesia rochusenii* di Jawa Barat).

Populasi *Rafflesia patma* di kawasan Cagar Alam Pangandaran tersebar di beberapa area yang sangat spesifik. *Rafflesia patma* tersebut tumbuh pada inang yang terdapat di sepanjang aliran sungai, beberapa ada pula yang tumbuh agak jauh dari aliran sungai. *Rafflesia patma* kebanyakan hidup pada sistem perakaran *Tetrastigma* dan hanya sedikit yang tumbuh di batang. Besarnya populasi *Rafflesia* juga sangat ditentukan, baik oleh ukuran inang maupun ukuran bunga *Rafflesia* itu sendiri. Semakin besar ukuran inangnya, semakin banyak pula jumlah bunga yang dapat tumbuh. Semakin besar ukuran bunganya, semakin sedikit jumlah yang dapat ditoleransi oleh inangnya sehingga semakin sedikit pula jumlahnya dalam satu populasi (Nais, 2001). Dibanding dengan *Rafflesia arnoldii*, *Rafflesia patma* termasuk bunga yang tidak terlalu besar sehingga satu pohon inang bisa ditumbuhi oleh lebih dari satu individu, bahkan mencapai puluhan.

Sepanjang tahun, *Rafflesia patma* selalu ada dan ditemukan dalam berbagai fase perkembangan, mulai dari fase kuncup (*knop*) hingga buah (Gambar 2.3). Namun, jenis kelamin bunga *Rafflesia* baru diketahui setelah bunga mekar. Kajian detail tentang dinamika jenis kelamin sebuah populasi *Rafflesia* perlu dilakukan. Dalam sebuah survei bulan Desember 2004 ditemukan beberapa hal yang cukup menarik sehubungan dengan jenis kelamin bunga di Pangandaran. Di lokasi Pasir Putih umumnya bunga yang ditemukan, baik yang sedang maupun yang sudah



Gambar 2.3 Fase perkembangan *Rafflesia patma* di habitatnya. Diawali dengan kemunculan benjolan kecil pada permukaan akar atau batang (A). Kemudian berkembang membesar hingga muncul membentuk kuncup menembus permukaan kulit inang (B). Perkembangan selanjutnya ditandai dengan pecahnya kulit permukaan hingga benjolan membesar (C). Semakin tua *bractea* atau seludang yang tumbuh berlapis-lapis mulai luruh sejalan dengan perkembangan bunga hingga berukuran sebesar kubis (D) dan berbunga (E). Bunga betina yang berhasil diserbuki menghitam dan mengeras melanjutkan pertumbuhannya menjadi buah (F).

melewati masa berbunga adalah jantan. Hal yang sama ditemui juga di Badeto atas (data tidak ditampilkan). Dominasi bunga jantan di kawasan Pangandaran pernah juga dilaporkan oleh Hidayati dkk. (2000). Di kawasan sekitar air terjun dan Rajamantri tampaknya memiliki beberapa koloni campuran antara jantan dan betina. Salah satu bunga betina yang sempat diamati tumbuh menjadi buah setelah masa mekar terlewati. Bunga tersebut berubah warna menjadi cokelat kehitaman seperti akan membusuk, lama-kelamaan bagian *perigone* terlepas dan bagian *discus* (cakram) hingga dasar *cupula* (bagian yang menempel ke inang) mengeras. Bentuk buah seperti gendang (Gambar 2.3 F) atau lebih lanjut pada Gambar 4.1 B dan 4.3 B.

E. INANG

Marga *Tetrastigma* yang tersebar di dunia berjumlah tidak kurang dari 97 jenis, khususnya di kawasan Asia tropis (Wong, 2001). Di kawasan Asia tropis dan subtropis sudah diketahui terdapat 57 jenis, masing-masing 7 di Taiwan, 12 di India, 6 di Thailand, 22 di Indochina, dan 12 di Semenanjung Malaysia (Wong, 2001). Walaupun demikian, tidak semua jenis inang tersebut ditumbuhi *Rafflesia*. Hanya 10 jenis *Tetrastigma* yang tercatat menjadi inang *Rafflesia*. Tiga jenis di

antaranya telah teridentifikasi sebagai inang 4 jenis *Rafflesia* Indonesia (Zuhud dkk., 1998; Nais, 2001; dan Susatya, 2011). Masing-masing inang tersebut adalah

- 1) *Tetrastigma leucostaphyllum* dan *Tetrastigma glabratum* yang menjadi inang *Rafflesia patma* di Jawa (Zuhud dkk., 1998; Nais, 2001).
- 2) *Tetrastigma curtisii* dan *Tetrastigma leucostaphyllum* adalah inang bagi *Rafflesia arnoldii* dan *Rafflesia micropylora* di Sumatra (Nais, 2001; Susatya, 2011).
- 3) *Tetrastigma glabratum* yang menjadi inang *Rafflesia zollingeriana* di Jawa Timur (Zuhud dkk., 1998; Nais, 2001).

Dari hasil penelusuran di Herbarium Bogoriense didapatkan data beberapa jenis *Tetrastigma* yang tersebar di seluruh kawasan Indonesia selain yang disebut di atas, yaitu *Tetrastigma laevigatum*, *Tetrastigma mutabile*, *Tetrastigma hookeri*, *Tetrastigma papilosum*, *Tetrastigma pedunculare*, *Tetrastigma pisicarpum*, dan *Tetrastigma trifoliatum*. Identifikasi untuk *Tetrastigma* yang menjadi inang *Rafflesia* telah dikumpulkan oleh beberapa penulis, termasuk Veldkamp (2008; 2009) dan Chen dkk. (2011). Menurut Veldkamp (2008), *Tetrastigma lanceolarium* auct.non Planch atau *Tetrastigma leucostaphyllum* (Dennst.) Alston ex Mabb. yang selama ini dikenal sebagai inang *Rafflesia patma* dan *Rafflesia arnoldii* adalah *Tetrastigma rafflesiaceae*. Namun, pada tahun 2009, Veldkamp mengusulkan untuk menggantinya menjadi *Tetrastigma coriaceum* (DC) Gagnep. Kini nama *Tetrastigma tuberculatum* (Blume) Latiff. disebut sebagai nama yang valid pengganti *Tetrastigma lanceolarium* (Roxb.) Planch atau *Tetrastigma leucostaphyllum* (Dennst.) Alston ex Mabb. (Chen dkk., 2011). Sementara itu, *Tetrastigma* yang menjadi inang *Rafflesia patma* di Pangandaran, Bänziger (*pers.com* 7 Januari 2017) masih menyebutnya sebagai *Tetrastigma* sp. 12 (berdasarkan herbarium spesimen yang dipergunakan A. Latiff) untuk menghindari kerancuan.

Tetrastigma adalah tumbuhan liana pemanjat yang termasuk dalam keluarga anggur-angguran (Vitaceae). Tumbuhan ini tidak dapat berdiri tegak sehingga ia sangat tergantung pada tumbuhan lain sebagai panjatan agar dapat menjangkau sinar matahari. *Tetrastigma* memanjat dengan bantuan tendril (sulur) yang mengait pada tumbuhan panjatan. Beberapa jenis *Tetrastigma* juga dikenal sebagai inang bagi tumbuhan parasit lainnya, seperti *Sapria himalayana* pada *Tetrastigma cruciatum* dan *Rhizanthus* sp. pada *Tetrastigma dubium* (Nais, 2001). Selanjutnya, untuk menghindari kerancuan yang dimaksud dengan *Tetrastigma* dalam tulisan ini adalah *Tetrastigma* secara umum dan atau yang menjadi inang *Rafflesia patma* di Pangandaran, kecuali jika disebut khusus.

Ciri khas *Tetrastigma*—koleksi Kebun Raya Bogor asal Jawa Barat (Gambar 2.4 A-C)—berbatang pipih, beranak daun 5 helai, dan bunga berwarna hijau. *Tetrastigma* berbatang pipih ini dalam bahasa lokal di Pangandaran disebut *talikoja*, sedangkan Gambar 2.4 D adalah *Tetrastigma* inang *Rafflesia patma* di Pangandaran yang sedang berbuah (tetapi tidak ditumbuhi *Rafflesia patma*). Selama melakukan penelitian di habitatnya, *Tetrastigma* yang menjadi inang *Rafflesia patma* tidak ditemukan dalam keadaan berbunga.



Gambar 2.4 Gambar spesimen inang dari lapangan (Pangandaran) untuk keperluan pembuatan herbarium. Bunga *Tetrastigma* sp. koleksi Kebun Raya Bogor (B-C) dan buah *Tetrastigma* di Pangandaran (D).

Tetrastigma di habitatnya agak sulit untuk dikenali karena sifatnya yang memanjat. Daunnya tumbuh di antara kanopi pohon sehingga sering kali bentuknya tersamar oleh kerimbunan daun tumbuhan lain yang hidup di sekitarnya. Catatan tentang *Tetrastigma* inang *Rafflesia* sangat rawan kesalahan. Kesalahan informasi pada data herbarium bisa terjadi apabila spesimen *Tetrastigma* diambil begitu saja tanpa memperhatikan apakah spesimen tersebut merupakan bagian inang yang ditumbuhi oleh bunga *Rafflesia*. Pada kenyataannya di lapangan, tidak mudah untuk menelusuri inang *Rafflesia*. Tidak jarang pula bunga *Rafflesia* ditemukan tumbuh agak jauh dari inangnya.

Penelusuran, baik batang maupun sistem perakaran liana di hutan tropis memerlukan ketekunan dan kesabaran tinggi, terlebih lagi jika *Rafflesia* tersebut tumbuh di tepian sungai atau jurang terjal. Ketika *Rafflesia* tumbuh pada batang, untuk menjangkau daunnya yang hidup di ketinggian diperlukan alat bantu dan sering kali tersamar oleh liana atau daun dari pohon sejenis. Masalah lain yang ditemui selama pengamatan berlangsung adalah bahwa *Tetrastigma* yang ditumbuhi *R. patma* ini sering kali tidak ditemukan dalam keadaan berbunga sehingga menambah sulitnya melakukan identifikasi tumbuhan inangnya.

Di Cagar Alam Pangandaran, *Tetrastigma* ditemukan hampir di seluruh sudut kawasan, meskipun bukan termasuk tumbuhan yang dominan. Berdasarkan pengamatan, *Rafflesia patma* di kawasan ini ditemukan berasosiasi dengan dua jenis *Tetrastigma*, yang nama daerahnya disebut *kibalera* dan *talikoja*. Sementara itu, menurut observasi di lapangan, *Tetrastigma* di kawasan ini diperkirakan ada tiga jenis. Meijer (1997) dan Hidayati dkk. (2000) hanya menyebut *Tetrastigma leucostaphyllum* sebagai inang *Rafflesia patma*.

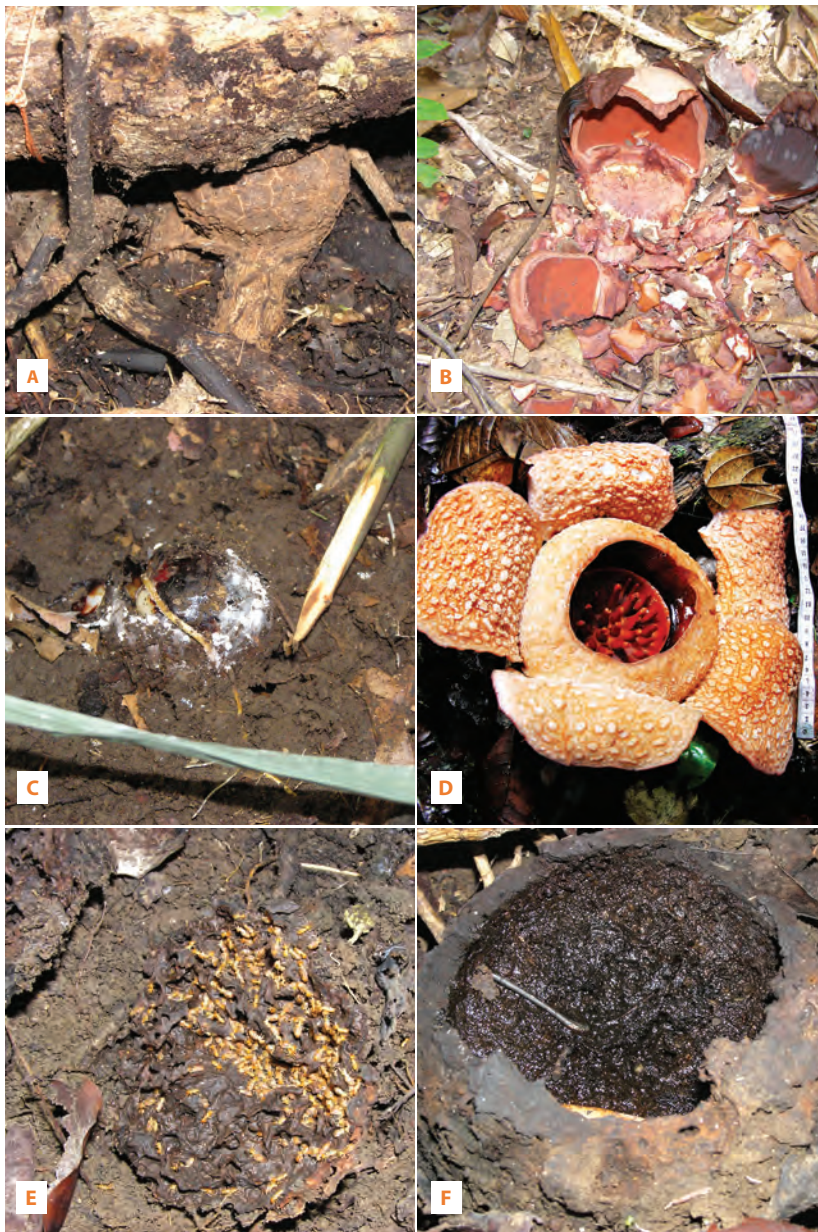
F. ANCAMAN

Jumlah populasi *Rafflesia* yang rendah menyebabkan keragaman genetik yang rendah pula (Bänziger, 1995). Sementara itu, kehidupan biologisnya sangat kompleks dan menghendaki habitat yang sangat spesifik. Variasi genetik yang rendah dan habitat yang spesifik menyebabkan *Rafflesia* rentan terhadap terjadinya perubahan habitat. Hal inilah yang akhirnya menjadikan *Rafflesia* berkarakter langka.

Selain itu, faktor kesempatan atau peluang tumbuh turut pula membatasi sintas hidup tumbuhan ini. Pada *Rafflesia patma* hal tersebut dijumpai pada kuncup atau *knop* yang mati karena tumbuh di tempat yang tidak menguntungkan seperti di bawah perakaran tumbuhan lain atau inangnya sendiri sehingga ketika hendak tumbuh besar posisinya terjepit (Gambar 2.5 A). Khusus pada *R. patma*, ancaman dari luar di antaranya faktor predator (landak, babi hutan, kijang, atau rusa), kesehatan pohon inang, serangan jamur, atau kondisi lingkungan yang berubah drastis (Gambar 2.5) dapat

menyebabkan perbungaan tidak bisa bertahan. Bencana tsunami pernah merusak sebagian kecil populasi *Rafflesia patma* yang hidup di tepi pantai Pangandaran pada Juli 2006.

Usaha konservasi *Rafflesia* sampai saat ini masih dilakukan secara pasif, yaitu dengan melindungi habitatnya. Sampai saat ini baru cara inilah yang paling efektif dilakukan. Kawasan Cagar Alam Pangandaran merupakan salah satu tujuan wisata sehingga kawasan ini banyak dikunjungi oleh wisatawan. Di samping itu, masyarakat lokal yang hidup dari usaha sebagai nelayan atau pelaku pariwisata juga memanfaatkan langsung beberapa lokasi cagar alam sebagai tempat beraktivitas.



Gambar 2.5
Ancaman yang mematikan bagi *Rafflesia patma*. Ancaman kematian pada *Rafflesia patma* terjadi pada berbagai fase, seperti terlihat pada Gambar 2.5, mulai dari kuncup yang sering tumbuh pada tempat yang tidak menguntungkan (A), predasi (B), serangan jamur (C), fase berbunga di musim hujan yang menyebabkan bunga tergenang air hujan sebelum sempat diserbuki (D), hingga buah diserang rayap (E-F).

G. UPAYA KONSERVASI DAN PENELITIAN *RAFFLESIA* DI KEBUN RAYA BOGOR

Usaha pelestarian *Rafflesia* sudah dilakukan oleh Kebun Raya sejak tahun 1850-an. Penanganan konservasi *Rafflesia* secara aktif perlu terus dilakukan karena harus berpacu dengan hilangnya *Rafflesia* di alam. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 2.1, masih banyak informasi yang harus diperoleh untuk melanjutkan program konservasi *Rafflesia*. Hasil akhir yang ingin dicapai adalah mengetahui teknik yang tepat untuk memperbanyak *Rafflesia* di alam, baik untuk keperluan konservasi *in situ* maupun *ex situ*. Jika daur hidup *Rafflesia* dan elemen-elemen penting—seperti teknik penyimpanan biji dan teknik stimulasi inang—telah dikuasai maka keberadaan *Rafflesia*, baik secara *in situ* maupun *ex situ* bisa diprogram sesuai dengan kebutuhan. Dengan kata lain, Kebun Raya diharapkan dapat menjadi “*restoration tool box*” atau bengkel bagi program konservasi tumbuhan langka seperti *Rafflesia*, melalui program *habitat recovery*, *reintroduction*, dan lain-lain. Pada Tabel 2.1 ditunjukkan usaha konservasi *ex situ* *Rafflesia* di Kebun Raya Bogor secara kronologis dari tahun 1850 hingga 2010 yang dirangkum dari beberapa sumber.

Tabel 2.1 Kronologi Penelitian *Rafflesia* spp. dari tahun 1850–2010 di Kebun Raya Bogor

No.	Penelitian/ dilaporkan tahun	Usaha Konservasi	Hasil
1	<i>R. rochusenii</i> oleh Loudon (1850), dilaporkan oleh Meijer (1997)	Menanam stek tumbuhan inang yang sudah terinfeksi.	<i>R. rochusenii</i> berbunga pada tahun 1853–mati
2	<i>R. arnoldii</i> oleh Teijsman & Binnendijk (1856) dilaporkan oleh Meijer, (1997)	Menginfeksi biji <i>R. arnoldii</i> pada batang <i>Tetrastigma</i> sp. (1854).	Kuncup <i>R. arnoldii</i> muncul pada bulan Agustus 1855 dan bunga mekar pada tahun 1857
3	<i>R. arnoldii</i> (Anonim, 1872–1875) dilaporkan oleh Meijer (1997)	Memindahkan inang yang sudah terinfeksi.	<i>R. arnoldii</i> berbunga
4	<i>R. patma</i> (Loudon, 1850) dilaporkan Meijer (1997).	Memindahkan inang yang sudah terinfeksi ke Kebun Raya.	<i>R. patma</i> berbunga 23–25 Maret 1850. Mekar kembali 6 Oktober 1850
5	<i>R. rochusenii</i> (Anonim, 1924) dilaporkan Meijer (1997)	Tidak tercatat dengan jelas	Berbunga pada tahun 1924–mati
6	<i>R. arnoldii</i> (Roemantyo, 1990–1994), dilaporkan oleh Astuti dkk. (2001)	Menginfeksi biji kepada beberapa jenis <i>Tetrastigma</i>	Mati, tetapi tumbuhan inangnya masih hidup.
7	<i>R. patma</i> oleh Astuti 1992 (Astuti dkk., 2001).	Menanam <i>Tetrastigma lanceolarium</i> yang sudah terinfeksi <i>R. patma</i>	<i>R. patma</i> mati, tetapi tumbuhan inangnya masih hidup.
8	<i>R. patma</i> (Wiriadinata) dilaporkan Astuti dkk. (2001)	Menanam stek tumbuhan inang yang sudah terinfeksi.	<i>R. patma</i> mati
9	<i>R. arnoldii</i> (Sukamto, 2001)	Menanam biji secara aseptik dan kultur jaringan dari kuncup bunga di laboratorium CSC	- Biji tidak tumbuh - Kultur kuncup tidak tumbuh
10	<i>R. arnoldii</i> (Sukamto & Mujiono, 2010)	Kultur <i>in vitro</i> kuncup muda <i>R. arnoldii</i> di laboratorium CSC	Tumbuh kalus yang diduga bunga dalam berbagai bentuk.

III. KOLONISASI *RAFFLESIA* PADA POHON INANG: STUDI KASUS PADA *RAFFLESIA PATMA* DI CAGAR ALAM PANGANDARAN

Untuk mempelajari dinamika kehidupan *Rafflesia*, diperlukan studi terhadap populasi bunga. Dengan mempelajari populasi bunga, dapat diperoleh gambaran pola sebaran individu pada sebuah populasi, seberapa cepat tumbuhan ini beregenerasi, dan faktor apa saja yang memengaruhi kehidupannya. Untuk itu, diperlukan beberapa pengetahuan praktis tentang sebaran populasi, kehidupan biologis *Rafflesia*, terutama daur hidup dan teknik sensus individunya.

Penyebaran populasi *R. patma* di Jawa Barat bagian timur hanya terbatas di dua kawasan terpisah. Kawasan-kawasan tersebut adalah Cagar Alam Leuweung Sancang dan Pangandaran. Sementara itu, di ujung barat Jawa Barat ditemukan di Cagar Alam Jayanti-Bojonglarang, Kabupaten Cianjur Selatan. Di Jawa Tengah terdapat di Nusa Kambangan. Pemilihan Cagar Alam Pangandaran sebagai fokus utama studi ini berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu jumlah populasinya yang bisa dikatakan cukup “banyak” dan akses yang mudah. Populasi *R. patma* di kawasan Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pangandaran tersebar menjadi beberapa subpopulasi. Sebagian besar tumbuhan ini ditemukan hidup pada sistem perakaran tumbuhan inangnya, *Tetrastigma* sp., dan hanya sebagian kecil saja yang tumbuh di batang. Meski tumbuhan inangnya mudah ditemukan di hampir setiap area di seluruh kawasan Taman Wisata dan Cagar Alam Pangandaran, subpopulasi ini hanya menempati lokasi yang sangat spesifik. Di kawasan ini *R. patma* ditemukan tumbuh berasosiasi dengan dua jenis *Tetrastigma*. Jenis pertama berbatang pipih bernama lokal *talikoja*, lainnya berbatang bulat dikenal dengan nama *kibalera*.

A. FASE KEHIDUPAN BUNGA *RAFFLESIA* DAN CATATAN PENTING DI LAPANGAN

Profil *Rafflesia patma* secara umum memiliki empat fase kehidupan, yaitu

- a) Fase 1 (F1). Kuncup pada awalnya merupakan tonjolan yang masih terbungkus oleh kulit *Tetrastigma* berdiameter 0,5–4 cm (Gambar 2.3 A-B)
- b) Fase 2 (F2). Kuncup terlihat menonjol menembus kulit batang atau akar *Tetrastigma* dan *bractea* (seludang) yang membungkusnya berwarna

- keputihan. Semakin tua umurnya warna berubah menjadi cokelat, diameter kuncup mencapai lebih dari 4 cm (Gambar 2.3 C)
- c) Fase 3 (F3). *Bractea* lepas sehingga permukaan *perigone* terlihat dari luar (Gambar 2.3 D). Ukuran diameter kuncup *R. patma* ketika akan mekar rata-rata antara 13–20 cm. Jika ukuran ini sudah tercapai, dalam waktu 1–2 hari bunga akan mekar, dengan catatan bila faktor lingkungan mendukung.
 - d) Fase 4 (F4). disebut juga masa *anthesis* (masa mekar bunga). *Perigone* terbuka dan diafragma serta *discus* terlihat (Gambar 2.3 E). Kadang-kadang ditemukan pula bunga gagal mekar sehingga prediksi waktu ini menjadi tidak sesuai. Sementara itu, masa mekar bunga *R. patma* berlangsung 3–5 hari.

1. Morfologi Bunga Jantan dan Betina

Untuk membedakan bunga jantan dan betina perlu melihat atau meraba dasar *discus* atau piringan di tengah bunga yang ditumbuhi organ seperti duri (*processus*). Bunga jantan atau betina dapat dibedakan oleh ada tidaknya *anther* (benang sari) atau *stigma* (putik). Bunga jantan memiliki *anther* yang terletak di bagian dasar bunga mengelilingi *discus*, area sekitarnya ditumbuhi bulu-bulu halus. Sementara itu, bunga betina tidak memiliki *anther* dan area sekeliling *discus* licin tidak berbulu. Alternatif lain dengan menggunakan cermin gigi (*dental mirror*) atau cermin kecil yang diletakkan di dasar bunga di bawah *discus* (Gambar 8.5 D). Bila *anther* tidak terlihat atau permukaan bawah *discus* rata dan licin, itu menandakan bunga betina (Gambar 2.2 A).

2. Kegiatan yang Penting Dilakukan Selama Pengamatan

- a) Mencatat diameter kuncup atau bunga (pada fase bunga apa);
- b) Mencatat apakah posisi tumbuh bunga berada di sistem perakaran atau batang;
- c) Menelusuri dan mengidentifikasi inang serta membuat spesimen herbarium dari inangnya, lengkap dengan bunga atau buahnya;
- d) Menghitung jumlah seluruh kuncup atau bunga pada satu inang;
- e) Mencatat kemungkinan penyebab kematian apabila *Rafflesia* ditemukan dalam keadaan mati. Kematian *Rafflesia* bisa ditemukan pada fase mana pun, dari fase terkecil hingga hampir mekar. Data pendukung seperti data iklim dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) setempat diperlukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *Rafflesia*;
- f) Mengamati serangga pengunjung bunga *Rafflesia* apabila ditemukan sedang berbunga. Mengambil contoh serangga untuk diidentifikasi. Dengan demikian, akan menjadi tambahan informasi yang berharga.

B. STUDI POPULASI *RAFFLESIA PATMA*

Dalam penelitian ini dilakukan sensus terhadap tiga subpopulasi *R. patma*, yaitu di kawasan Pasir Putih, Badeto atas, dan Rajamantri. Pertimbangan dilakukannya sensus yang dibatasi hanya di tiga lokasi karena *Rafflesia* merupakan individu yang sangat sensitif. Jika semua individu yang ada di seluruh kawasan disensus, dikhawatirkan akan mengganggu seluruh populasi. Ketiga lokasi terpilih itu dianggap cukup mewakili variasi habitat *Rafflesia* yang ada di Pangandaran. Kawasan Cagar Alam Pangandaran 80% di antaranya merupakan hutan sekunder dengan vegetasi yang didominasi oleh *Vitex pubescens*, *Dillenia excelsa*, *Cratoxylon formosum*, dan berjenis-jenis tumbuhan semak. Secara geografis, cagar alam ini membentang pada koordinat 7°42' 16"–7°43' 51" S, 108°52' 08"–108°52' 32" E. Memiliki iklim Tipe B dengan curah hujan 3.196 mm/tahun dengan rata-rata kelembapan 80–90%.

1. Lokasi Penelitian

Pasir putih (0–20 mdpl) mewakili area yang sangat dekat dengan aktivitas manusia. Kawasan ini terletak tidak jauh dari gerbang masuk cagar alam. Hutan di kawasan ini sudah terfragmentasi oleh jalan-jalan setapak yang sengaja dibuat untuk memudahkan akses masuk ke pantai atau objek-objek lainnya. Hampir setiap hari dilalui pengunjung yang menuju area wisata. Populasi *R. patma* di kawasan ini terdapat di kiri dan kanan jalan menuju pantai. Beberapa di antaranya tumbuh agak ke dalam hutan, namun beberapa lainnya tumbuh persis di pinggir jalan yang rawan dilalui dan terinjak pengunjung.

Hutan Badeto (80–130 mdpl) mewakili area yang masih cukup baik meskipun sering dilewati pengunjung. Frekuensi kedatangan pengunjung tidak intensif seperti di Pasir Putih karena jalan menuju ke hutan ini cukup jauh. Kawasan ini sering dilalui pengunjung terutama pada musim liburan atau akhir pekan. Kawasan ini dialiri Sungai Badeto menuju ke laut. Pengunjung biasanya masuk ke kawasan ini untuk sekadar jalan-jalan atau jika hendak menuju ke air terjun. Hutan Badeto masih memiliki kerapatan populasi vegetasi yang cukup padat dengan strata yang berlapis-lapis. Kuncup atau bunga *R. patma* di kawasan ini tersebar di sepanjang aliran sungai hingga air terjun yang langsung bermuara ke laut lepas.

Lokasi yang ketiga adalah Rajamantri (20–120 mdpl). Kawasan ini dapat dimasuki dari arah pantai Pasir Putih atau dari arah padang penggembalaan Cikamal. Kawasan Rajamantri termasuk lokasi yang hampir tidak pernah dilalui oleh pengunjung. Medannya berbukit-bukit hingga lereng. Kawasan ini juga dialiri sungai yang langsung bermuara ke laut. Penutupan vegetasi cukup padat didominasi oleh *Melicope latifolia*, *Calophyllum inophyllum*, dan berjenis-jenis *Syzigium* spp. *Rafflesia patma* di kawasan ini umumnya berada di tepi aliran sungai. Tumbuhan inang di kawasan ini sedikit lebih banyak dibanding dengan dua tempat di atas.

2. Sensus Individu

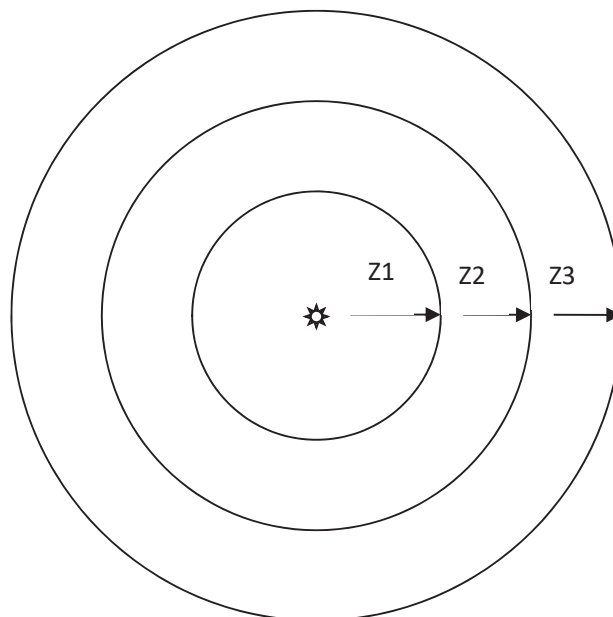
Sensus *Rafflesia patma* di ketiga kawasan tersebut dilakukan dengan *purposive sampling*, yang merupakan modifikasi metode kuadrat. *Rafflesia patma* di Pangandaran tumbuh pada *Tetrastigma* tertentu (*talikoja* dan *kibalera*) sehingga metode kuadrat yang biasa dilakukan untuk tumbuhan secara umum tidak mungkin diterapkan. Agar mudah dimonitor, setiap titik yang ditumbuhi *Rafflesia patma* pada sistem perakaran inang ditandai secara sistematis. Penandaan terhadap individu *R. patma* dilakukan hingga radius tiga meter dari inangnya. Tumbuhan inang merupakan titik pusat kuadrat dan setiap radius satu meter dari pusat ditandai sebagai satu zona. Secara skematis plot tersebut digambarkan seperti Gambar 3.1.

Sensus terhadap individu *Rafflesia* hanya dilakukan pada radius 3 meter dari inang karena jika lebih dari radius tersebut menyulitkan untuk memastikan apakah *Rafflesia* tersebut berasal dari inang yang sama. Di samping itu, untuk menghindari kerusakan akar inang akibat mengorek akar guna menelusuri keberadaan *Rafflesia*. Untuk memudahkan penghitungan, tiap individu disensus berdasarkan “*size class*”-nya. *Size class* ini merupakan penyederhanaan dari fase hidup *Rafflesia* yang dikemukakan Meijer (1997). Untuk keperluan sensus di lapangan, fase hidup *Rafflesia* lebih mudah diklasifikasikan dalam empat fase (dalam tulisan ini disebut fase F1–F4) seperti disebutkan pada halaman 17.

Setiap kuncup atau *knop* diberi tanda. Selama survei dilakukan, dicatat pula berbagai faktor yang menjadi penyebab kematian *Rafflesia*. Sensus ini dilakukan satu kali dalam satu bulan. Dengan metode *purposive sampling*, sensus difokuskan langsung pada tumbuhan inang (*Tetrastigma*) yang ditumbuhi *Rafflesia* sehingga nilai-nilai yang didapat dianggap sebagai nilai maksimum.

Gambar 3.1

Skema plot radial untuk sensus individu *Rafflesia patma*. Z1–Z3 mewakili satu zona, masing-masing berjarak 1 meter dari zona terdalam hingga zona terluar.



C. HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

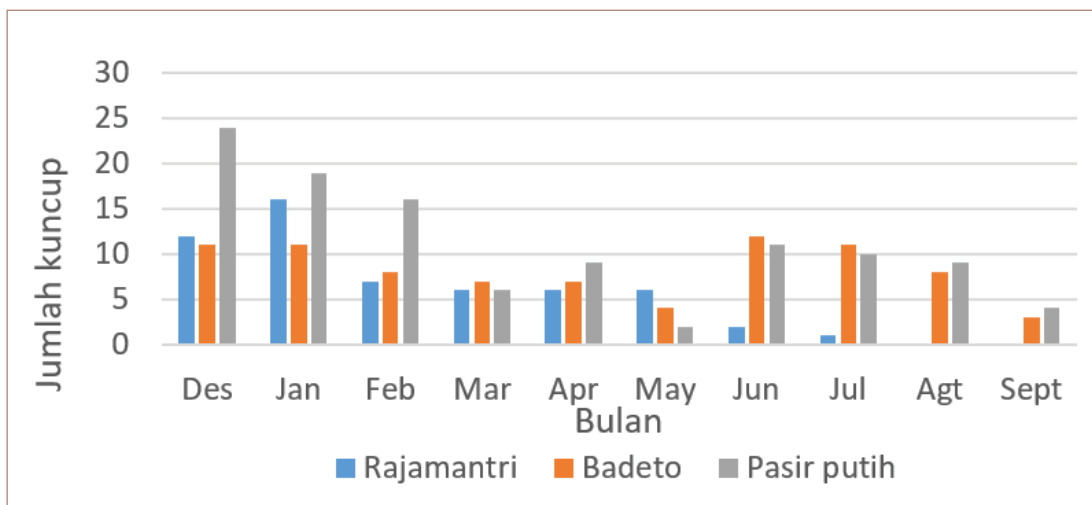
Pengamatan yang dilakukan selama kurang dari setahun sebenarnya belum cukup untuk menyimpulkan dinamika kehidupan *Rafflesia patma* secara utuh. Jumlah kuncup atau *knop* dalam satu koloni sangat fluktuatif, seperti tergambar dalam Grafik 3.1. Secara umum tampak bahwa di ketiga lokasi ada kecenderungan jumlah kuncup atau *knop* menurun dari awal (Desember 2004) hingga akhir pencatatan (September 2005).

Kondisi *R. patma* di Lokasi Rajamantri berfluktuasi, diawali dengan 12 kuncup yang tercatat pada bulan Desember 2004. Penambahan jumlah hanya terjadi pada bulan Januari 2005, selanjutnya yang terjadi adalah penurunan hingga jumlahnya 0 atau tidak ditemukan kuncup sama sekali. Hal ini terjadi dikarenakan inang yang ditumpanginya mengalami kerusakan, rebah akibat pohon yang dipanjati tumbang pada bulan Agustus 2005. Setelah itu tidak ada *R. patma* yang tersisa.

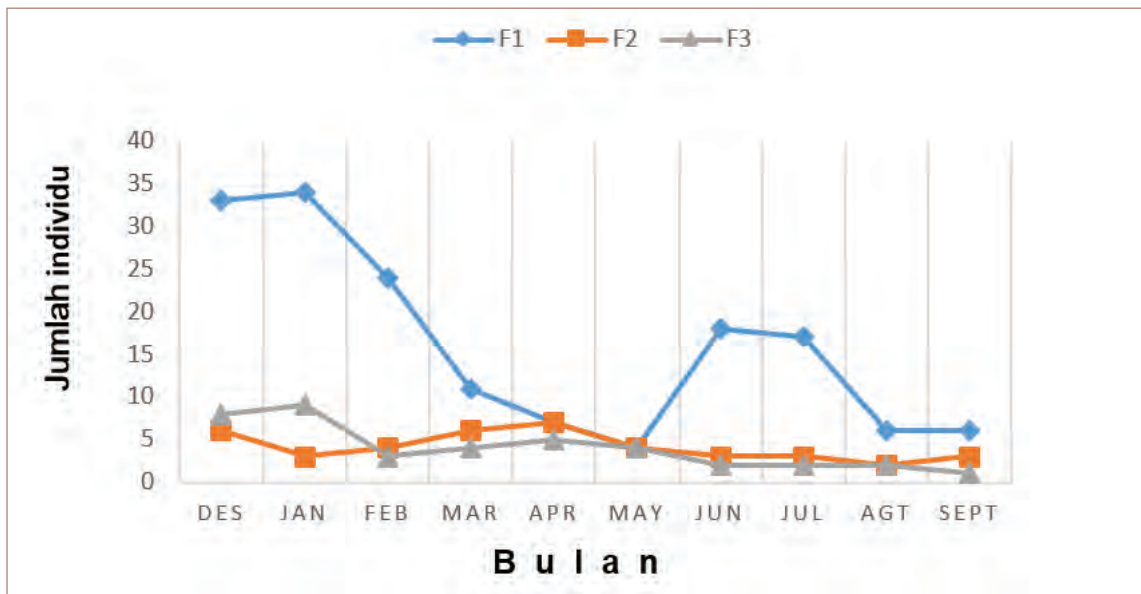
Jumlah kuncup yang ada di Badeto sempat mengalami kenaikan pada bulan Juni–Juli 2005. Selepas bulan-bulan tersebut kembali terjadi penurunan hingga menyisakan tiga individu pada akhir pencatatan. Ketiga individu yang tersisa pun tidak lagi tampak segar.

Kondisi *R. patma* di lokasi Pasir Putih juga mengalami hal yang sama. Tercatat ada 24 kuncup di awal survei (Desember 2004) dan terus mengalami penurunan hingga bulan Mei 2005. Pada Juni 2005 terjadi penambahan jumlah kuncup baru yang tumbuh, namun di akhir pencatatan hanya tersisa 4 kuncup saja.

Dilihat dari komposisi kelas ukuran kuncup (Grafik 3.2) di tiga lokasi plot, terlihat bahwa kuncup berukuran paling kecil (F1) mendominasi jumlah populasi yang ada, sedangkan kuncup pada fase lebih lanjut (F2 dan F3) menunjukkan jumlah yang kurang lebih sama. Tingginya jumlah kuncup terkecil diikuti pula oleh tingkat kematiannya yang tinggi. Ini terlihat dari jumlahnya yang turun



Grafik 3.1 Fluktuasi Jumlah Kuncup Tiga Koloni *Rafflesia patma* di Cagar Alam Pangandaran Tahun 2004–2005



Grafik 3.2 Fluktuasi Jumlah Kuncup Berdasarkan Fase Bunga (F1–F3) yang Dijumpai di Habitat Aslinya pada Masa Studi Bulan Desember 2004–September 2005

secara drastis pada bulan Maret hingga Mei 2005. Pertambahan kuncup baru sempat terjadi pada bulan Juni dan Juli 2005, namun jumlahnya kembali menurun di akhir pencatatan. Sementara itu, fase berbunga (F4) tidak ditemukan sama sekali selama pengamatan di ketiga plot, mengindikasikan langkanya kuncup mencapai fase lebih lanjut atau berbunga.

Penyebab kecenderungan turun-naiknya jumlah populasi di ketiga lokasi seperti digambarkan grafik sangat kompleks dan tidak bisa diambil kesimpulan secara umum. Pertumbuhan *R. patma* dalam inang ditentukan oleh gabungan banyak faktor, baik oleh faktor luar maupun dalam. Begitu pula dengan sebaran ukuran populasi yang didominasi fase awal (F1) dalam komposisi populasinya.

Pada *Rafflesia*, baik tumbuhnya kuncup baru maupun kelangsungan hidup kuncup yang sudah ada sangat dipengaruhi kondisi fisiologis tumbuhan inang, yang secara langsung dipengaruhi kondisi lingkungannya. Jadi, bukan satu faktor tunggal yang dapat memengaruhi kehidupan *Rafflesia* sebagai endofit. Tumbuhan dari keluarga anggur-angguran yang hidup memanjat juga tergantung pada tumbuhan lain sebagai penunjang mekanis bagi *xylem* tumbuhan tersebut (liana) yang tereduksi (Fisher & Ewers, 1991; Musselman dkk., 2001). Dibandingkan tumbuhan vaskular lain, tumbuhan dari keluarga Vitaceae sangat rentan terhadap terjadinya disfungsi *xylem* karena sempitnya ukuran batang, sedangkan permukaan daun yang harus ditunjang sangat luas (Musselman dkk., 2001). Kesulitan utama dalam memonitor populasi *Rafflesia* adalah sifatnya yang sensitif sehingga penelitian harus dilakukan dengan cermat dan hati-hati. Frekuensi pengamatan yang intensif mengakibatkan pemadatan tanah karena terinjak-injak, apalagi jika pengamatan dilakukan oleh banyak orang. Sensitifnya

tumbuhan ini juga membatasi pengamatan yang bertujuan untuk mengetahui siklus hidup *Rafflesia*. Banyak informasi terputus karena tidak ada kuncup yang berhasil menyelesaikan daur hidupnya. Pada umumnya kuncup mati di tengah-tengah masa pengamatan dengan berbagai penyebab yang diketahui seperti predasi atau hal lain (Gambar 2.5) maupun yang tidak diketahui seperti kuncup tiba-tiba mati tanpa ada jejak penyebab kematiannya.





IV. MORFOLOGI DAN ANATOMI BUAH DAN BIJI *RAFFLESIA* *PATMA* DAN *RAFFLESIA* *ARNOLDII*

Biji adalah organ yang sangat menentukan kelangsungan generasi suatu jenis tumbuhan di alam. Bentuk dan ukuran biji, baik antarjenis maupun di dalam jenisnya sendiri, sangat beragam. Biji keluarga anggrek (Orchidaceae) dan beberapa jenis tumbuhan parasit hanya berukuran 10^{-6} g, sedangkan biji *Lodoicea maldivica* (Arecaceae) berukuran jutaan kali lipatnya (10^4 g). Menetapnya satu jenis tumbuhan dalam suatu habitat tertentu tidak lepas dari karakter fisik dan sifat biologis bijinya (Arditti & Ghani, 2000).

Semua jenis *Rafflesia* termasuk dalam kategori genting (*endangered*) karena penyebaran populasinya yang terbatas di satu wilayah yang sempit dan jumlahnya yang sedikit. Kehidupan biologisnya yang kompleks sekaligus unik membuat regenerasinya sangat lambat. *Rafflesia* berkembang biak dengan biji, tetapi hingga saat ini pengetahuan tentang regenerasinya masih belum banyak terungkap.

Salah satu kesulitan utama dalam melakukan penelitian buah dan biji *Rafflesia* adalah pada saat memperoleh material karena akses dan informasi yang sangat terbatas. Oleh karena itu, kesempatan untuk mendapatkannya dalam keadaan berbunga dan berbuah menjadi tidak mudah. Banyak orang mengenal bentuk bunga *Rafflesia*, tetapi tidak banyak yang mengetahui informasi lainnya, termasuk buah *Rafflesia*. Karena itulah, publikasi mengenai buah *Rafflesia* menjadi sangat langka. Informasi keberadaannya menjadi sangat penting ketika sebuah usaha untuk pembudidayaan dan konservasi terhadap bunga ini akan dilaksanakan. Oleh sebab itu, di dalam bab ini akan diuraikan beberapa catatan morfologi tentang buah dan biji *Rafflesia*, terutama *Rafflesia patma* dan *Rafflesia arnoldii*.

A. BUAH DAN BIJI *RAFFLESIA*

Informasi mengenai buah *Rafflesia* dipelajari melalui identifikasi terhadap morfologi serta fisiologi buah dan bijinya. Pengamatan lebih detail terhadap biji dilakukan dengan mengeluarkannya dari daging buah dan mencucinya dalam tapan di bawah air mengalir. Setelah dicuci, biji diletakkan pada kain bersih, kemudian dikeringkan di suhu ruangan selama satu malam. Biji yang telah kering ditempatkan di dalam botol-botol bersih dan steril.

1. Buah *Rafflesia patma* dan *Rafflesia arnoldii*

Baik buah *Rafflesia patma* maupun *Rafflesia arnoldii* tidak mudah untuk dilihat di lapangan karena warnanya yang cokelat tanah tersamarkan oleh keadaan sekelilingnya. Bentuk buah *R. patma* secara umum seperti gendang dengan alur-alur vertikal yang dalam di sekeliling permukaannya. Karena alur tersebut, tekstur permukaan buah tampak tidak rata (Gambar 4.1 B). Buah itu ditemukan berdiameter 14 cm pada bagian *apex*-nya, lingkaran badan terlebar buah 28 cm, dan berwarna cokelat tua kehitaman dengan posisi duduk pada akar *Tetrastigma*.

Bagian puncak buah adalah sisa-sisa dari *discus* (panah-DIS) yang semula ditumbuhi oleh *processus* (cuatan seperti duri) pada saat *R. patma* masih berwujud bunga (Gambar 4.1 A). Bagian yang menggelembung membentuk badan utama buah (B) adalah *column* bagian tengah, yang batasnya mulai dari bawah *discus* hingga ovarium yang terletak di dasar bunga.

Beberapa buah *R. patma* lain yang ditemukan selama pengamatan berlangsung berada dalam berbagai fase, mulai dari fase paling awal hingga fase lanjut (Gambar 4.2 A–D). Dari tiga yang mekar, pada



Gambar 4.1
Bunga dan Buah
Rafflesia patma dari
Cagar Alam
Pangandaran



saat pengamatan hanya satu (33,3%) yang membentuk buah. Buah *R. patma* berasal dari bunga betina yang berhasil diserbuki oleh serangga. Untuk menjadi buah, *Rafflesia* mengalami serangkaian kejadian yang sangat spesifik dan langka. Populasi bunga *Rafflesia* di alam sangat rendah ditambah dengan musim berbunga yang sporadis dan tidak serentak. Hal ini menyebabkan langkanya mendapatkan kesempatan bunga jantan dan betina yang mekar pada waktu bersamaan. Sepanjang masa pengamatan *R. patma* di Pangandaran, populasinya didominasi oleh bunga jantan. Hal yang sama dikemukakan juga oleh Hidayati dkk. (2000), yang berarti memperkecil peluang terjadinya penyerbukan antara bunga jantan dan betina. Peluang ini diperkecil lagi oleh masa mekar bunga yang pendek, sekitar 3–5 hari saja. Konsekuensinya viabilitas polen dari bunga jantan pun akan sangat terbatas. Dalam sebuah studi ada dua marga serangga yang mengunjungi *R. patma*, yaitu *Lucillia* dan *Sarcophaga* (Hidayati dkk., 2000). Pada saat bunga mekar, keduanya teramati aktif pada pagi dan siang hari, namun tidak tampak setelah pukul 17.30 WIB. Aktivitas serangga pengunjung menurun seiring layunya *R. patma*. Hari ke-5 tidak lagi dijumpai adanya aktivitas serangga pengunjung.

Setelah menyelesaikan masa *anthesis*-nya antara bunga jantan dan betina tidak tampak berbeda. Sejalan dengan waktu *perigone* membusuk dan terlepas, lalu warnanya menghitam. Namun, pada bunga yang berhasil menjadi buah, seluruh tubuhnya, terutama dari bagian *discus* ke bawah (*column*), mengeras dan tidak berlendir sebagai tanda buah membusuk (Gambar 4.2 A). Semakin tua umurnya, piringan *discus* dan *processus*-nya mulai terangkat karena perkembangan bakal buah yang mulai berisi. Semakin lama, buah semakin berisi hingga menggembung melebar di bagian bawah (Gambar 4.2 B). Alur-alur vertikal yang terbentuk pada permukaan buah semakin dangkal sejalan dengan semakin tuanya umur buah.

Seiring waktu, *processus* yang semula tumbuh mencuat dari bagian piringan atas buah tidak ditemukan lagi karena rontok. Buah yang matang tidak memperlihatkan perbedaan yang mencolok dengan buah yang masih muda, tekstur luarnya sangat keras dan liat. Sementara itu, buah *R. patma* yang sudah melewati masa kematangan, bila tidak rusak terganggu binatang, umumnya mengering, dan lama-kelamaan keropos. Kadang-kadang seluruh bagian tubuhnya tertembus, baik oleh akar inang maupun akar tumbuhan lain di sekelilingnya (Gambar 4.2 C). Di lapangan banyak pula dijumpai buah matang yang kosong karena isinya kemungkinan sudah dimakan rayap (Gambar 4.2 D)

Dari Gambar 4.2 C ada indikasi bahwa penyebaran biji *R. patma* kemungkinan juga terjadi secara pasif, dengan kata lain, akar inanglah yang menghampiri buahnya kemudian interaksi dengan biji terjadi. Selama ini penyebaran biji *R. patma* di alam masih menjadi spekulasi karena pengamatan langsung terhadap buah belum dilakukan secara intensif. Di Malaysia, Nais (2001) melaporkan bahwa *R. keithii* disebarkan oleh sejenis rodensia yang bernama tupai tanah (*Tupaia tana*). Daerah persebaran *Tupaia tana*, terutama di hutan dataran rendah



Gambar 4.2 Buah *Rafflesia patma* berusia 2 minggu (A) dan 4 bulan (B). Buah yang tidak terganggu tetap utuh hingga ditembus oleh akar inang (C). Ada pula yang tampak utuh dari luar, namun bijinya sudah habis, diduga dimakan rayap atau serangga lainnya (D).

Sumatra dan Kalimantan (Payne dkk., 2007). *Tupaia javanica* dapat dijumpai di Pangandaran (Hidayati dkk., 2000), tetapi hingga saat ini belum diketahui apakah jenis ini melakukan hal yang sama.

Frekuensi ditemukannya buah *R. patma* matang yang kosong seperti dimakan binatang cukup banyak. Dasar buah masih utuh menempel pada inang, tepi buah terpotong beraturan, dan isinya habis hingga meninggalkan buah dalam keadaan bersih (Gambar 4.2 D). Berdasarkan pengamatan, di lantai hutan Cagar Alam Pangandaran, rayap banyak ditemukan bersarang pada kayu lapuk, bahkan di permukaan tanah. Ada kemungkinan rayap memakan biji-biji tersebut. Namun, apakah rayap ikut menyebarkan biji *Rafflesia patma* belum diketahui secara pasti.



Pada Gambar 4.3, bunga (A) dan buah (B) *R. arnoldii* bentuknya agak sedikit berbeda dengan *R. patma*. Warna tersamar dengan bongkahan tanah, alur dangkal, dan tampak pada bagian atas buah (C). Potongan melintang buah *R. arnoldii* yang mulai matang (D).

Gambar 4.3 Bunga dan Buah *Rafflesia arnoldii* di Habitatnya di Batang Palupuh, Sumatra Barat

Buah *R. arnoldii* yang diperoleh dari Cagar Alam Batang Palupuh, Sumatra Barat, memiliki kemiripan dengan *R. patma*. Dibanding dengan *R. patma*, buah *R. arnoldii* memiliki ukuran lebih besar. Keliling buah pada bagian terlebar adalah 50 cm dan berdiameter 18 cm. Bentuknya mirip dengan *R. patma*, hanya saja proporsinya lebih seimbang, tidak terlalu mengerucut, dan berwarna cokelat tanah agak kemerahan. Permukaan buah tidak rata, artefak berupa rekahan dangkal melintang pada permukaan puncak buah (Gambar 4.3 C). Bekas-bekas *processus* tidak tampak sama sekali ketika buah semakin tua. Dilihat sepintas lalu mirip dengan bongkahan tanah biasa. Buahnya sangat keras seperti batu.

2. Biji *Rafflesia patma* dan *Rafflesia arnoldii*

Seperti umumnya biji parasit yang lain, biji *Rafflesia* berukuran sangat kecil atau dikenal sebagai "*microseed*". Biji-biji yang halus tersebut terkandung dalam buah dan menempel pada daging buahnya yang berbentuk labirin, baik pada *R. arnoldii* (Gambar 4.3 D) maupun *R. patma* (4.4 A). Tekstur daging buah *R. patma* ataupun *R. arnoldii* berwarna kecokelatan jika sudah matang,



Gambar 4.4
Struktur Buah yang Dipotong Melintang (A) dan Biji *R. patma* (B) dengan Perbesaran 25x

sedangkan yang muda berwarna lebih terang dan kaku serta berasa seperti kelapa, tetapi lebih sepat dan agak pahit.

Ketika matang, kulit biji (testa) *R. patma* berwarna coklat sedikit lebih terang dari *R. arnoldii* yang berwarna coklat kehitaman. Teksturnya keras dan kaku terbangun dari sel-sel sklerenkim tebal dan cekung (Gambar 4.4 B).

Secara keseluruhan bentuk biji mirip dengan kacang tanah. Posisinya pada daging buah menempel seperti plasenta. Jika biji terlepas, plasenta tersebut biasanya masih menempel pada bagian ujung biji. Tidak semua biji dalam satu buah memiliki derajat kematangan yang sama, ini diindikasikan oleh morfologi biji yang sebagian belum sempurna bentuknya. Biji yang ditempatkan dalam cawan petri berisi air ada yang terapung, tetapi banyak pula biji yang tenggelam.

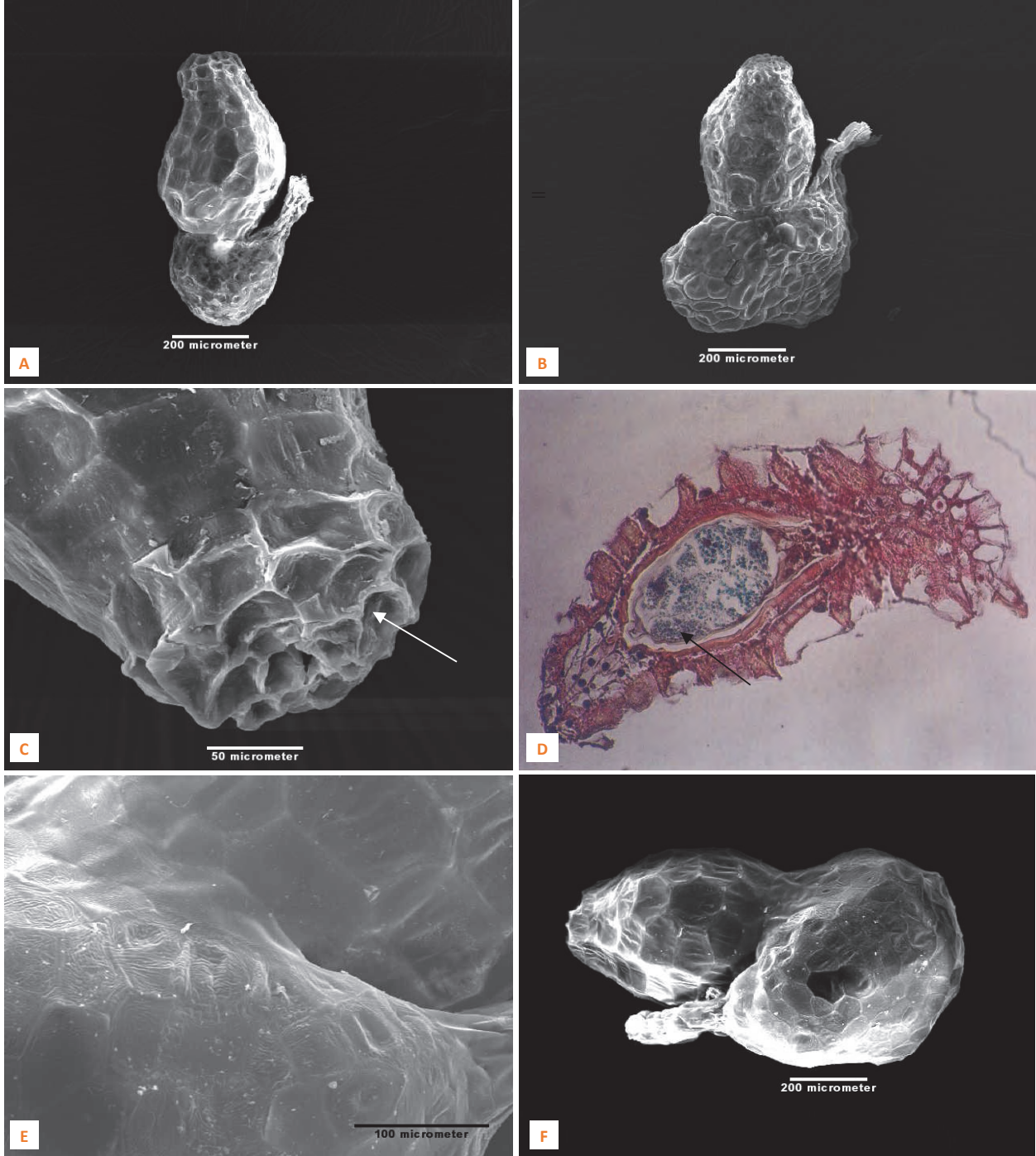
Ultrastruktur biji terlihat pada gambar-gambar yang diambil dengan *scanning electron microscope* (SEM), baik pada *R. patma* maupun *R. arnoldii* (Gambar 4.5 dan Gambar 4.6).

Permukaan biji yang tampak tak rata dibangun oleh jaringan sklerenkim yang tebal, menjadi dinding dan kerangka pelindung bagi material yang ada di dalamnya. Di bawah dinding tersebut terdapat rongga-rongga kosong. Di bagian ujung biji tampak lubang mikrofil yang diduga berperan dalam proses imbibisi air selama terjadinya perkecambahan (Gambar 4.5 C). Sementara itu, gambar biji *R. arnoldii* yang diiris melintang (Gambar 4.5 B)

memperlihatkan bagian inti yang terdiri dari 12 sel berisi cadangan makanan yang terbungkus oleh lapisan berpori seperti tapisan (Gambar 4.6 C-D).

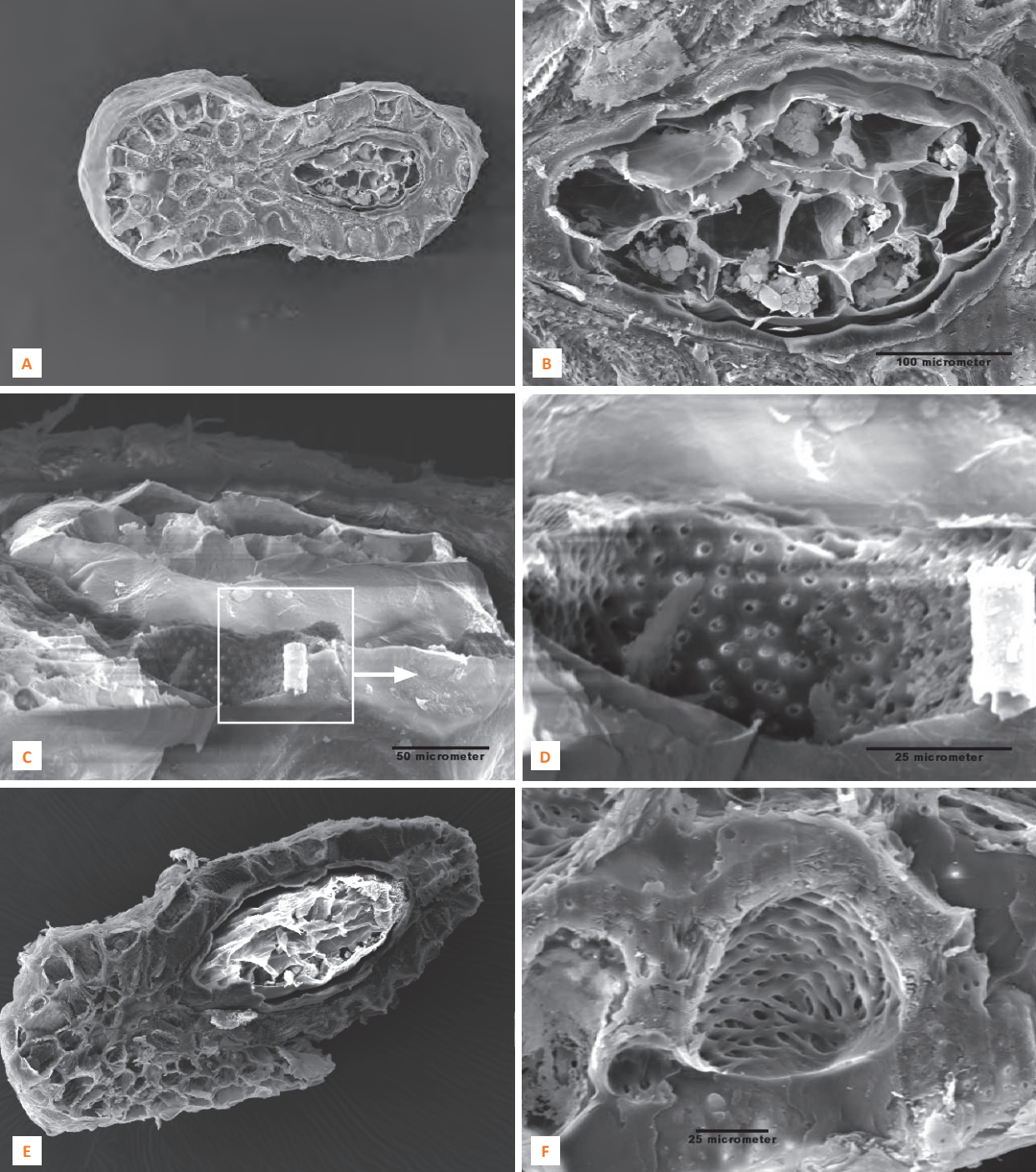
Tabel 4.1 Perbandingan Ukuran Buah dan Biji *R. patma* dan *R. arnoldii*

Buah/ Biji	<i>R. arnoldii</i>	<i>R. patma</i>
Diameter buah	18 cm	13–14 cm
Keliling buah	50 cm	28–32 cm
Berat biji	87–97µg	18–21µg
Panjang biji	1.000–1.500 µm	500–900 µm



Ket.: Scanning electron micrograph (SEM) biji *Rafflesia patma* (A) dan *R. arnoldii* (B), mikrofil (panah) pada ujung biji *Rafflesia* (C). Metode paraffin menunjukkan keberadaan mikrofil (panah) (D). Gambar ini juga memperlihatkan susunan sel-sel yang membangun biji sehingga menampilkan permukaan seperti pada Gambar E (*R. arnoldii*) dan F (*R. patma*).

Gambar 4.5 Ultrastruktur Biji *Rafflesia patma* dan *R. arnoldii*



Ket.: Bagian dalam rongga-rongga di bagian tengah biji *R. arnoldii* (A) yang diperbesar (B) dan *R. patma* (E) diperbesar pada (F). Sel-sel berisi cadangan makanan (A-B). Struktur penyimpan cadangan makanan ini (C) dibungkus lapisan berpori (D).

Gambar 4.6 Ultrastruktur Biji *Rafflesia arnoldii* dan *Rafflesia patma*

B. PEMBAHASAN

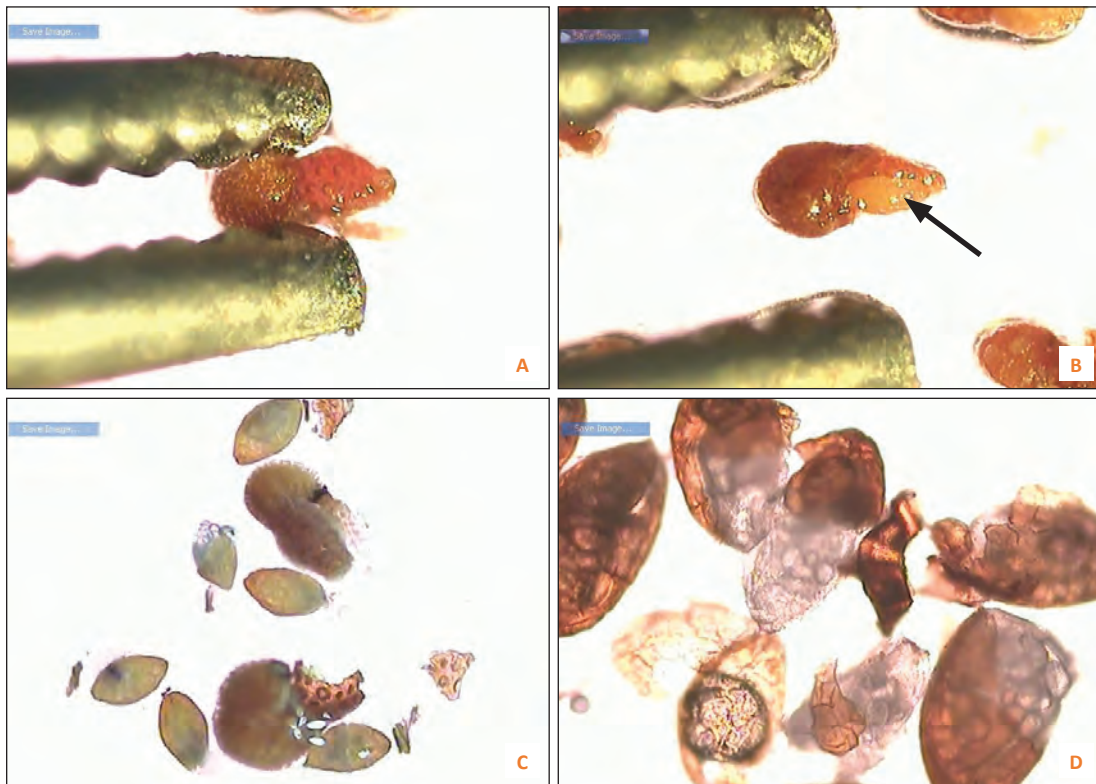
Kulit buah *Rafflesia patma* dan *Rafflesia arnoldii* sangat keras. Pada *Rafflesia patma*, meskipun memiliki alur-alur vertikal yang dalam di permukaannya, tampaknya struktur ini tidak ditujukan sebagai tempat bukaan (*dehiscent zone*) untuk mengeluarkan biji ketika matang. Pada kenyataannya alur tersebut ikut menggelembung dan semakin mendangkal sejalan dengan usianya. Selain keras, buah *Rafflesia arnoldii* bahkan sama sekali tidak memiliki artefak apa pun di permukaannya yang datar, kecuali bagian atas bekas permukaan *discus*. Tampaknya biji baru bisa terekspos keluar setelah terjadinya pembusukan atau rusak karena sesuatu. Hal ini diutarakan juga oleh Kuijt (1969).

Jumlah biji, baik *R. arnoldii* maupun *R. patma* mencapai ribuan. Jumlah biji yang besar ini merupakan suatu investasi agar peluang untuk berkecambah juga lebih besar sehingga keberadaan generasi berikutnya di alam masih akan terjamin (Arditti & Ghani, 2000). Seperti halnya biji anggrek yang memiliki sifat *mycotropy* karena ketergantungannya akan partner jamur simbiosis tertentu (Rasmussen, 1995). Namun, belum diketahui apakah simbiosis tertentu diperlukan oleh *Rafflesia* untuk berkecambah.

Dari bentuk morfologisnya, baik biji *R. patma* maupun *R. arnoldii* seperti biji tumbuhan holoparasit lainnya dirancang berukuran kecil karena tidak memerlukan cadangan makanan yang terlalu besar untuk menumbuhkan alat-alat fotosintesis seperti daun. Kebutuhan nutrisi selama hidupnya akan tergantung sepenuhnya kepada tumbuhan inangnya. Kulit biji yang keras dan kedap air membantunya untuk bertahan selama beberapa waktu dari serangan jamur atau bakteri pembusuk. Lubang mikrofil yang terdapat di salah satu ujungnya memungkinkan masuknya air selama proses perkecambahan.

Pada biji anggrek, masuknya air terjadi akibat tekanan udara di dalam biji berkurang karena terekspos oleh air yang sangat dingin atau temperatur berkurang sehingga air tersedot masuk (Arditti & Ghani, 2000). Hal yang sama sangat mungkin terjadi pada biji *Rafflesia*. Kemungkinan masuknya jamur atau bakteri masih ada selama ukuran *miselium* atau bakteri lebih kecil dari lubang mikrofil tersebut. Selaput tebal berpori juga tampak membungkus sel endosperma penyimpan cadangan makanan. Ada kemungkinan fungsi pori pada selaput pembungkus tersebut sebagai pelindung kedua, yang juga berperan menyeleksi molekul suatu zat atau organisme renik seperti bakteri yang masuk ke dalamnya.

Selain ukurannya yang kecil, struktur bagian dalam biji berongga sehingga menjadi ringan dan terapung jika hanyut terbawa air. Hal ini tampaknya berhubungan erat dengan strategi penyebaran *Rafflesia* yang salah satunya diduga melalui aliran air (Meijer, 1997). Pada anggrek, volume biji dan proporsi rongga di dalam biji sangat menentukan lamanya ketahanan biji terapung di air, biji yang lebih ringan memiliki rongga lebih banyak dan memiliki ketahanan terapung lebih lama di air dan pada akhirnya memperbesar kesempatan untuk tersebar (Arditti & Ghani, 2000). Dari fakta yang berhasil dikumpulkan di lapangan selama



Gambar 4.7
 Pengupasan Biji dan Uji Tetrazolium *Rafflesia arnoldii*. Biji *Rafflesia arnoldii* yang sangat kecil, di antara ujung pinset runcing (A), dan Gambar B menunjukkan bahwa sebagian kulitnya yang keras (cangkang) telah dikupas (panah). Sebagian biji yang telah dikupas (C) dan biji yang telah direndam dalam larutan Tetrazolium. Warna merah jambu muda (D) tampak setelah 3 hari menunjukkan bahwa viabilitasnya cukup baik meskipun respons pengujian ini lambat karena bijinya relatif keras.

pengamatan berlangsung, diketahui pula bahwa penyebaran biji *R. patma* juga terjadi secara pasif dan diduga oleh rayap. Penyebaran oleh rayap dilaporkan juga oleh Bänziger (2004) pada *R. kerii* dan *Sapria himalayana* di Thailand.

Dari studi ini diketahui bahwa biji *R. patma* tidak semua memiliki derajat kematangan yang sama walaupun berasal dari satu buah. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi terhadap biji perlu dilakukan jika akan dipakai untuk sebuah percobaan. Umumnya biji-biji tumbuhan yang memiliki cangkang keras memerlukan proses *scarifikasi* (perusakan kulit biji) untuk percobaan perkecambahan atau uji viabilitas biji. Untuk biji sekecil *Rafflesia*, proses ini berisiko merusak keseluruhan tubuh biji, sedangkan memperoleh biji tumbuhan langka seperti *Rafflesia* juga merupakan kesempatan yang sangat langka.

Pengetahuan tentang kualitas biji yang akan dipakai untuk keperluan konservasi *ex situ* sangat penting untuk diketahui. Terkait dengan hal tersebut, juga diperlukan pengetahuan tentang penyimpanannya agar sewaktu diperlukan biji tumbuhan langka ini masih dapat dipakai. Hasil pengamatan yang dilakukan dalam kegiatan ini baru memberi informasi sebatas bentuk morfologisnya saja, sedangkan sifat fisiologisnya masih harus dikaji lebih jauh. Perlakuan suhu dan penggunaan stimulan atau zat perangsang seperti yang dilakukan pada tumbuhan parasit, misalnya

Striga (Stump, 1994; Matusova dkk., 2004) memberi peluang lebih besar karena risiko kerusakan fisik lebih kecil.

Untuk menyimpan biji-biji tumbuhan langka seperti *Rafflesia*, uji viabilitas biji sangat diperlukan agar dapat diketahui ketahanan daya simpannya. Kesulitan yang akan dihadapi pada uji viabilitas biji *Rafflesia* adalah penentuan kandungan kadar air awal karena ukuran beratnya yang tidak signifikan. Begitu pula dalam proses penyerapan warna pada tes Tetrazolium. Biji *Rafflesia* bercangkang tebal dan keras membuat sukarnya penyerapan warna oleh embrio. Oleh karena itu, untuk menguji viabilitas biji dengan Tetrazolium, dilakukan pengupasan cangkang biji dengan menggosoknya di antara dua kertas ampelas halus, namun hasilnya kurang memuaskan. Pengupasan biji dapat dilakukan dengan jarum di bawah mikroskop (Gambar 4.7), kemudian direndam dengan larutan 1% 2, 3, 5- triphenyl tetrazolium chloride pada pH 7.

Buah *R. patma* dan *R. arnoldii* memiliki kemiripan secara morfologis. Perbedaan terdapat pada dimensinya karena *R. arnoldii* memiliki ukuran buah dan biji yang lebih besar daripada *R. patma*. Keduanya memiliki karakter biji tumbuhan holoparasitis, yaitu berjumlah banyak dan berukuran kecil sebagai bentuk jaminan agar kesempatan hidup di alam lebih besar. Struktur biji mencerminkan kemampuan penyebarannya.

Biji tumbuhan holoparasitis seperti *Rafflesia* memerlukan kajian fisiologis lebih dalam mengingat sifatnya yang sangat kompleks. Oleh karena itu, menggunakan biji segar dan bernas sebagai bahan percobaan masih menjadi alternatif utama sebelum metode penyimpanan biji diketahui.





V. INOKULASI BIJI *RAFFLESIA PATMA* SECARA *IN VIVO*

Rafflesia merupakan tumbuhan endemik yang sangat terkait dengan lingkungannya. Tumbuhan ini memiliki ketergantungan absolut kepada tumbuhan inangnya (*Tetrastigma*). Sebagai endoparasit yang hidup pada inangnya, faktor-faktor yang memengaruhi kehidupan *Tetrastigma* dampaknya akan secara langsung berpengaruh pada *Rafflesia*. Hingga saat ini belum ada yang berhasil membudidayakan *Rafflesia*, selain *R. patma*, pada kondisi *ex situ* karena rumitnya kehidupan tumbuhan ini. Mempelajari *Rafflesia*, berarti harus mempelajari seluruh komponen pembentuk kehidupannya.

Meijer (1997) menyebutkan bahwa serangga, angin, air, ataupun binatang mamalia, seperti landak, tupai, babi hutan, hingga gajah berperan dalam penyebaran *Rafflesia* di alam. Namun, semuanya itu masih bersifat perkiraan dan perlu diteliti lebih jauh. Meskipun penelitian sudah banyak dilakukan, beberapa pertanyaan tentang *Rafflesia* masih banyak yang belum terjawab, di antaranya bagaimana *Rafflesia* memulai perkecambahan dan tumbuh menetap sejak bijinya jatuh di tempat yang baru dan mengapa hanya *Tetrastigma* sp. tertentu yang dipilih sebagai inangnya. Lebih jauh lagi kriteria inang apa yang sebenarnya dapat mengakomodasi pertumbuhan dan perkembangan biji *Rafflesia*. Percobaan inokulasi biji *R. patma* pada tumbuhan inangnya bertujuan menjawab pertanyaan tersebut. Informasi awal tentang perilaku biji setelah inokulasi sangat diperlukan sebagai dasar untuk studi selanjutnya.

A. PERCOBAAN INOKULASI BIJI PADA POHON INANG

Percobaan inokulasi biji ini dilakukan pada inang (*Tetrastigma* spp.), baik yang berada di habitatnya maupun di Kebun Raya Bogor. Beberapa inang di habitatnya, baik yang pernah terinfeksi oleh *R. patma* maupun yang tidak terinfeksi, juga dipilih sebagai tempat percobaan inokulasi. Pohon inang terpilih di habitatnya tumbuh di 3 lokasi yang berbeda. Pada setiap inang dibuat masing-masing tiga sayatan, baik di akar maupun di batang, sebagai titik inokulasi. Perlakuan yang sama seperti di atas juga diterapkan pada inang di Kebun Raya Bogor yang tumbuh di vak VI A. Biji *R. patma* yang baru dipanen dan disortir diinokulasi



Gambar 5.1
Inokulasi Biji
Rafflesia patma pada
Permukaan Akar Inang

dengan cara disisipkan atau ditaburkan di permukaan sayatan. Selanjutnya, sayatan terbuka itu ditutup kembali dengan sayatan kulit inang atau ditutup dengan plastik bila dikelupas permukaannya. Beberapa sampel biji dicoba direndam dalam larutan GR-24 atau Strigol (senyawa kimia untuk merangsang perkecambahan biji-biji tumbuhan parasit) selama beberapa menit sebelum diinokulasi pada inang. Observasi dilakukan 320 hari dan 628 hari kemudian dengan memeriksa keadaan titik inokulasi pada inang. Permukaan kulit inang di titik inokulasi lalu disayat dan dibawa ke laboratorium kultur jaringan Kebun Raya Bogor untuk diperiksa di bawah mikroskop stereo.

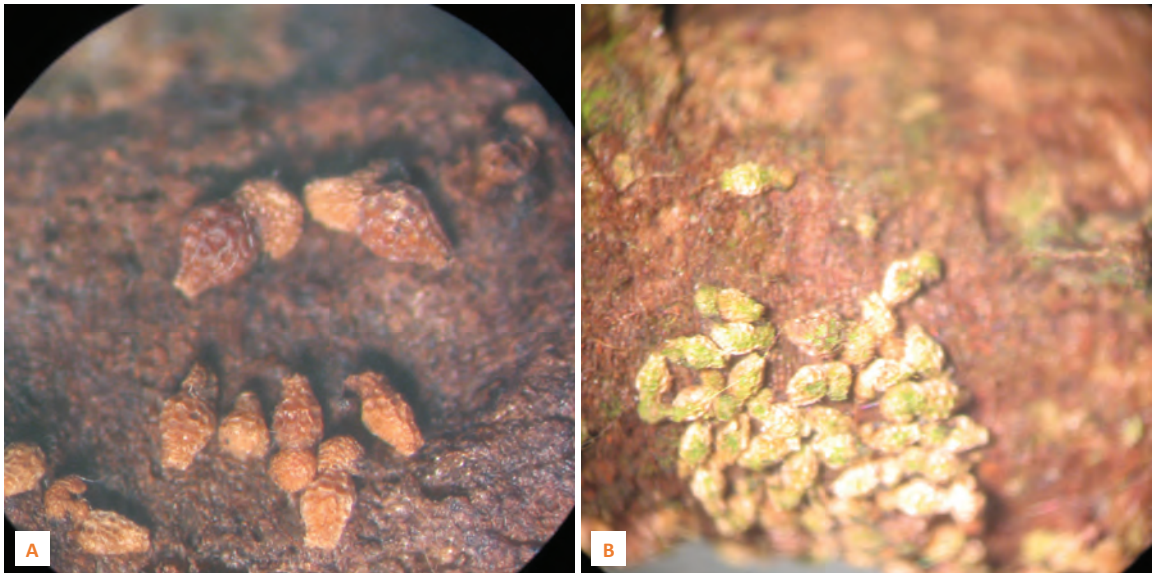
Metode mengelupas permukaan akar (A) menyisipkannya pada sayatan di permukaan (B), dan sesaat sebelum dipanen 628 hari kemudian (C). Tampak titik inokulasi yang sudah sembuh berupa luka sayatan dan bekas ikatan penahan sayatan (panah putih).

B. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASANNYA

Inokulasi pada pohon inang, baik di habitatnya maupun di Kebun Raya Bogor, dengan berbagai perlakuan tidak menunjukkan terjadinya perkecambahan, walaupun telah berumur 320 dan 628 hari. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa biji masih menempel di tempatnya semula, namun terlihat masih segar dan tampaknya masih berisi. Pada permukaan biji tampak berwarna hijau ditumbuhi lumut (Gambar 5.2).

Ada beberapa faktor yang membatasi keberhasilan percobaan ini, baik faktor dari dalam maupun dari luar. Faktor dari dalam adalah faktor sifat fisiologis dari biji itu sendiri, sedangkan faktor dari luar terkait dengan mekanisme interaksi biji dan tumbuhan inangnya. Faktor dari dalam biji yang terkait dengan morfologis dan fisiologisnya, yaitu.

- 1) *Rafflesia* memiliki struktur morfologi biji mikro (*micro seed*) khas parasit. Bercangkang keras agar memiliki kesempatan bertahan lebih lama di alam dan berukuran mikro. Ukuran biji yang bersifat mikro ini tidak memungkinkannya untuk membawa cadangan makanan yang cukup. Dengan kondisi ini, biji harus bertemu dan berinteraksi dengan inang yang tepat yang dapat mengakomodasi pertumbuhannya.



- 2) Karakter biji parasit segar diketahui berada dalam kondisi dormansi primer sehingga memerlukan stimulan untuk keluar dari fase dormansi tersebut. Dormansi primer ini waktunya sangat pendek dan pada saat tersebut biji sangat sensitif terhadap adanya perangsang atau *stimulan* (Baskin & Baskin, 2004). Jika fase ini terlewati, biji akan masuk ke dalam dormansi sekunder yang mengakibatkan sensitivitasnya terhadap stimulan menjadi berkurang (Dixon, *pers.comm* 6 Oktober 2005).

Sementara itu, faktor dari luar kemungkinannya terkait dengan faktor lingkungan sekitarnya. Mekanisme *Rafflesia* untuk dapat masuk sebagai endoparasit dan berbiak di dalam inang sampai saat ini pun masih bersifat spekulasi. *Striga* (Scrophulariaceae) merupakan jenis tumbuhan parasit yang banyak dipelajari orang karena berdampak negatif secara ekonomi di Eropa dan Spanyol. Tumbuhan ini merusak *sorghum* dan jagung, terutama di bagian perakarannya. Perkecambah *Striga* memerlukan perangsang berupa eksudat dari inangnya. Eksudat yang dikeluarkan dari inang menjadi sinyal yang efektif untuk merangsang tumbuhnya haustorium. Haustorium ini awalnya berfungsi sebagai organ *perekat* pada inang, yang kemudian berkembang menjadi saluran penghubung sekaligus pengisap nutrisi dari inangnya (Kuijt, 1969). Mekanisme yang sama kemungkinan besar terjadi pada *Rafflesia*, namun agak sedikit berbeda dalam beberapa hal. *Striga* merupakan parasit yang tidak spesifik pada satu inang saja. Sebagai parasit, ia tumbuh sangat cepat pada jagung, kapas, dan *sorghum* (Parker & Riches, 1993), sedangkan *Rafflesia* dikenal sebagai tumbuhan yang langka endemik dan *host-specific*. Tumbuhan ini hidup pada inang setempat, misalnya *T. leucostaphyllum* yang menjadi inang *R. patma* dari Jawa Barat, *T. curtisii* adalah inang bagi *R. arnoldii* di Sumatra Barat, dan *T. glabratum* yang menjadi inang *R. zollingeri* di Jawa Timur (Nais, 2001).

Gambar 5.2 Biji-biji yang telah diinokulasi pada inang di Kebun Raya Bogor (A) dan di habitatnya (B). Tidak memperlihatkan tanda pertumbuhan meski sudah diinokulasi lebih dari 320 hari dan 628 hari.

Penggunaan larutan Strigol dalam percobaan ini merupakan manipulasi eksudat yang dikeluarkan oleh inang dari tumbuhan parasit *Striga*. *Striga* yang merupakan parasit pada jagung dan *sorghum* telah terbukti dirangsang oleh adanya Strigol dan *sorgolactone*. Sementara itu, *orobanchol* dan *alectrol* berhasil diisolasi dari akar *red clover* (Matusova dkk., 2004). Namun, penggunaan Strigol tidak memicu pertumbuhan jika konsentrasi dan waktu yang dikehendaki belum tepat. Pada biji-biji yang berukuran mikro, seperti anggrek, perkecambahannya diawali oleh masuknya air dari lingkungan sekitarnya. Bila biji terpapar oleh air yang sangat dingin atau temperatur atmosfer yang berkurang, menyebabkan tekanan udara di dalam biji akan turun dan secara mekanis larutan dari luar tersedot ke dalam melalui lubang mikropil. Di alam atau dalam media kultur di laboratorium, dalam keadaan terimbibisi asosiasi mikoriza anggrek dapat terbentuk karena endosperma biji menjadi lebih lunak (Arditti & Ghani, 2000).

Kebutuhan *Rafflesia* yang sangat spesifik akan kondisi biologis dan lingkungan tertentu sangat membatasi keberhasilan percobaan inokulasi ini. Dari segi teknis belum diketahui ukuran-ukuran fisiologis yang dikehendaki karena interaksi antara *Rafflesia* dan inangnya melibatkan pula faktor lingkungan yang sangat kompleks.

Kebutuhan *R. patma* yang spesifik untuk berkecambah dapat membatasi kesempatan perkecambahannya sehingga tumbuhan ini menjadi langka. Oleh karena itu, tidak mengherankan bila di habitatnya jumlahnya pun tidak banyak meskipun inangnya tersebar di hampir seluruh kawasan. Namun, tampaknya kelangkaan sangat penting bagi *Rafflesia* sebagai kendali perjalanan evolusinya. Apabila dibanding dengan parasit lainnya, *Rafflesia* adalah tumbuhan parasit berukuran raksasa. Jika tumbuhan ini mudah berbiak dan menjadi parasit bagi inangnya, kepunahannya sudah terjadi sejak lama (Bänziger, 1994). Tingkat kematiannya yang tinggi adalah sebagai penyeimbang agar inang yang ditempatinya tidak mengalami kematian. Punahnya inang akan menjadi musnahnya *Rafflesia* juga.

Percobaan ini masih memerlukan penyempurnaan karena dalam praktiknya masih diperlukan informasi untuk menentukan berapa banyak konsentrasi Strigol yang dikehendaki dan pada suhu berapa biji dapat optimal dipicu perkecambahannya. Faktor lainnya adalah masalah teknis untuk mengikuti perkembangan biji yang tumbuh di dalam inang. Pengamatan bisa bersifat destruktif karena bila hasil inokulasi dipanen, percobaan terputus, dan berisiko mengganggu kesehatan inangnya. Oleh sebab itu, penelitian ini memerlukan banyak sampel ulangan untuk melakukan percobaan ini.

Hanya inokulasi yang dilakukan di luar habitatnya saja yang dapat menjadi bukti bahwa sebuah metode inokulasi dinilai sukses. Apabila dilakukan di habitatnya selalu ada kemungkinan kuncup yang muncul terjadi secara alami.

VI. PERCOBAAN *IN VITRO* *RAFFLESIA* SPP.

Rafflesia adalah tumbuhan parasit raksasa yang kehidupannya sangat bergantung pada tumbuhan inang *Tetrastigma* sp. Sebagai endoparasit, *Rafflesia* tidak memiliki bagian vegetatif dan muncul begitu saja dari batang atau akar inang. Kuncup atau calon bunga sering dijumpai tumbuh berderet, baik pada sistem perakaran maupun batang inang. Oleh karena itu, menimbulkan dugaan bahwa *Rafflesia* dapat beregenerasi secara vegetatif. Namun, hal ini masih harus dibuktikan secara langsung. Asal mula hubungan *Rafflesia* dengan inang sampai saat ini masih belum terungkap. Beberapa alasan yang menyebabkannya adalah sulitnya memperoleh material dan hidupnya yang tersembunyi di dalam inang. Atas dasar tersebut, dilakukan percobaan kultur *in vitro* dengan harapan perjalanan tumbuh kembang, baik biji maupun eksplan jaringan dapat diamati secara detail.

Kultur *in vitro* *Rafflesia* diharapkan dapat menjawab beberapa hal yang masih belum terungkap selama ini. Ada tiga percobaan kultur *in vitro* yang telah dilakukan untuk mengetahui kapasitas regenerasi *Rafflesia* berdasarkan jenis eksplan yang didapat. Eksplan tersebut berupa kuncup muda bunga *Rafflesia*, biji *Rafflesia*, dan biji *Tetrastigma*. Eksplan kuncup *R. meijerii* muda dipakai untuk mengetahui kapasitas beregenerasi secara klonal atau vegetatif. Biji *Rafflesia patma* dan *R. arnoldii* yang dicoba disemaikan dalam media agar-agar digunakan untuk mengetahui kapasitas perkecambahannya. Sementara itu, percobaan simbiotis antara biji *Rafflesia* dan *Tetrastigma* dilakukan untuk mengetahui kapasitas perkecambahan biji pada inang secara *in vitro*. Dalam hal ini, eksplan *Tetrastigma* yang digunakan dalam percobaan adalah dalam bentuk biji ataupun *Tetrastigma* hasil kultur secara *in vitro*.

A. TEKNIK KULTUR *IN VITRO* *RAFFLESIA*

Usaha menumbuhkan *Rafflesia* melalui kultur *in vitro* dicoba dengan berbagai cara, sebagai berikut.

Dengan bahan tanaman kuncup bunga *Rafflesia meijerii* yang masih utuh, akar *Tetrastigma* yang telah terinfeksi *Rafflesia*, kultur biji *Rafflesia*, dan kultur simbiotis biji *Rafflesia* serta kalus maupun kecambah *Tetrastigma*. Tahap inisiasi

eksplan dari kuncup bunga terlihat pada Gambar 6.1 dan tahap inisiasi eksplan yang berasal dari akar *Tetrastigma* terinfeksi *Rafflesia* terlihat pada Gambar 6.2. Sementara itu, kultur *in vitro* biji *Rafflesia* terlihat pada Gambar 6.3. Kultur simbiotis antara biji *Rafflesia* dan kalus *Tetrastigma* (Gambar 6.4) serta antara biji *Rafflesia* dan kecambah *Tetrastigma* terdapat pada Gambar 6.5.

1. Kultur *in vitro* dengan eksplan kuncup bunga *Rafflesia mijerii* utuh

Pada Gambar 6.1 diperlihatkan pemotongan kuncup bunga *R. meijerii* (A); bagian generatif dari bunga jantan (B); Sterilisasi eksplan (C); eksplan yang telah diinokulasikan pada media agar-agar (D). Sumber eksplan disterilisasi dengan mencelupkannya dalam alkohol 95% dan dilewatkan pada nyala api selama beberapa detik. Kemudian dilanjutkan dengan sterilisasi bertingkat dalam Clorox 20% selama 20 menit, 10% selama 10 menit, dan 5% selama 5 menit. Setiap tingkat sterilisasi selalu diakhiri dengan pembilasan dengan air steril. Sebelum dimasukkan dalam botol kultur berisi medium $\frac{1}{2}$ MS, potongan jaringan tersebut dicelupkan dalam larutan *iodine* selama beberapa detik. Semua botol tersebut ditempatkan di ruang kultur jaringan Kebun Raya Bogor pada suhu 26°C. Kultur-kultur ini diamati pertumbuhan dan perkembangannya secara berkala.

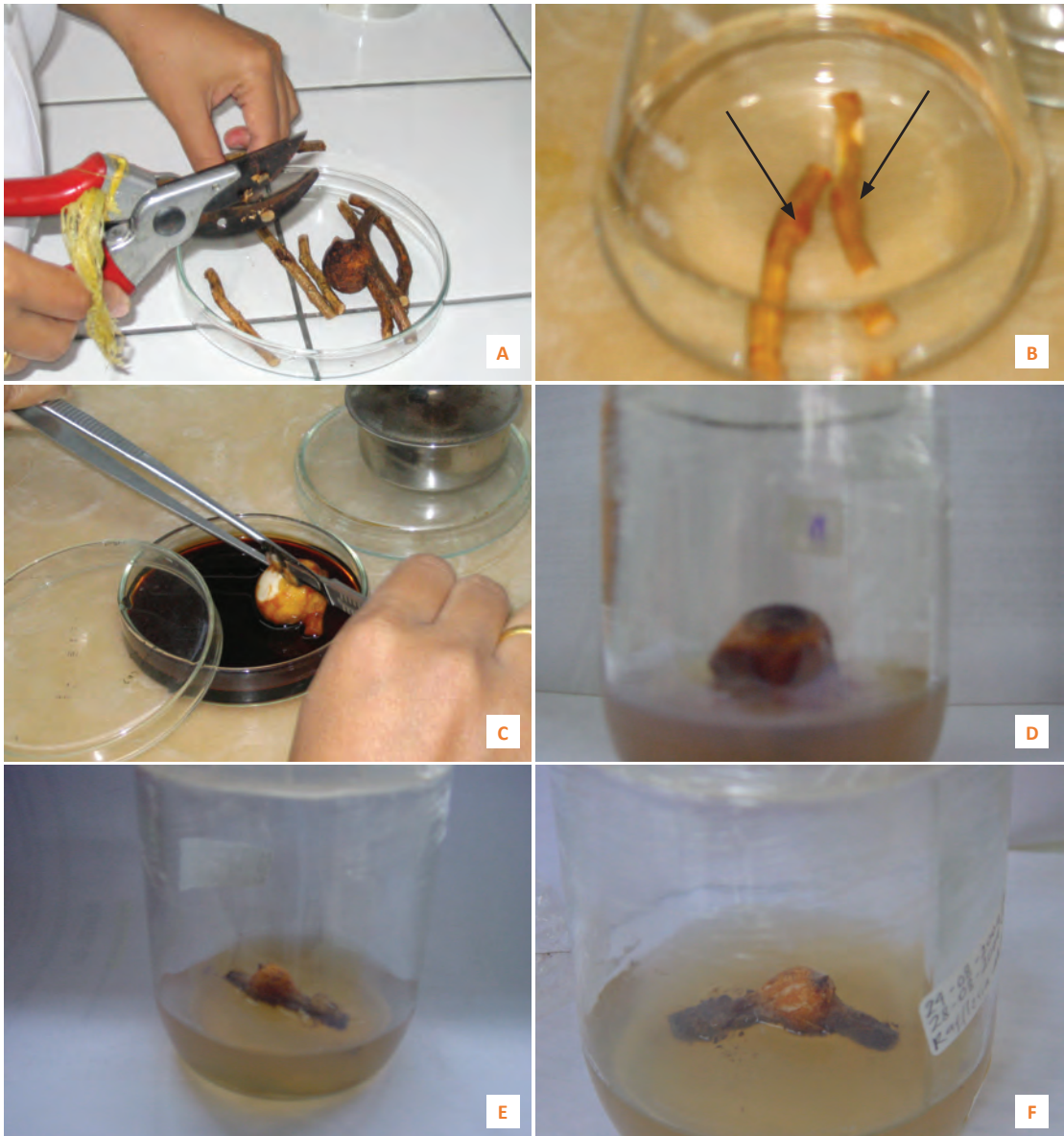


Gambar 6.1 Kultur *In Vitro* dari Kuncup Bunga *Rafflesia*

2. Kultur *in vitro* dengan eksplan akar *Rafflesia patma* terinfeksi

Pada Gambar 6.2 diperlihatkan pemotongan eksplan akar *R. patma* (A). Pada proses sterilisasi permukaan, terlihat area gelap yang merupakan tanda terinfeksi oleh *R. patma* pada eksplan akar (B). Eksplan kuncup utuh saat pengelupasan kulit dalam kondisi steril sebelum dan sesudah dimasukkan dalam media kultur (C dan D). Akar terinfeksi mengalami pembengkakan 7 dan 12 hari setelah tanam (E dan F). Peretakan akar terinfeksi terlihat pada permukaan kulit sebagai indikasi adanya perkembangan (F).

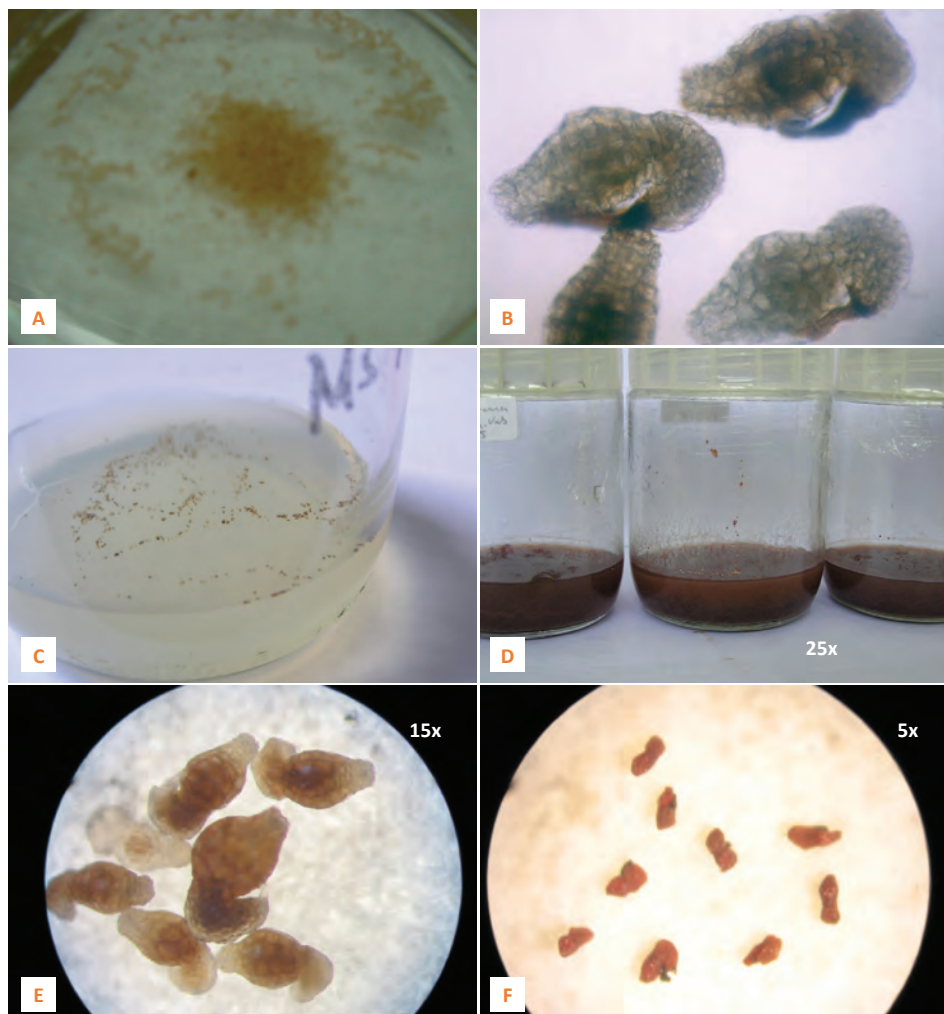
Gambar 6.2
Kultur *In Vitro* dari
Akar *Tetrastigma*
yang Terinfeksi
Rafflesia



3. Kultur biji *Rafflesia*

Pada Gambar 6.3 diperlihatkan biji dalam air steril (A), dipilih hanya yang berisi atau tenggelam (B), dikultur dalam media $\frac{1}{2}$ MS (C), dan media yang ditambah dengan serbuk kulit batang *Tetrastigma* (D). Biji diamati di bawah mikroskop stereo sebelum dan setelah ditanam secara *in vitro* setahun kemudian (E dan F).

Pengujian perkecambahan biji *Rafflesia arnoldii* pada berbagai jenis media, yaitu media dasar Murashige & Skoog (MS) dengan penambahan berbagai zat pengatur tumbuh (1 ppm Naphtalene Acetic Acid + 2 ppm Benzyl Adenine); Kinetin, 2-iP, Zeatin pada konsentrasi 0,1; 0,5; dan 1 ppm. Media lain yang dicoba adalah media MS dengan penambahan air kelapa, Jasmonic acid, Strigol, maupun ekstrak batang *Tetrastigma*. Kemudian biji direndam dalam 1.000 dan 2.000 ppm Gibberelic Acid. Pengujian ini dilakukan dalam botol kultur atau cawan petri dengan minimal 5 ulangan. Ternyata cara tersebut di atas tidak membuahkan hasil.

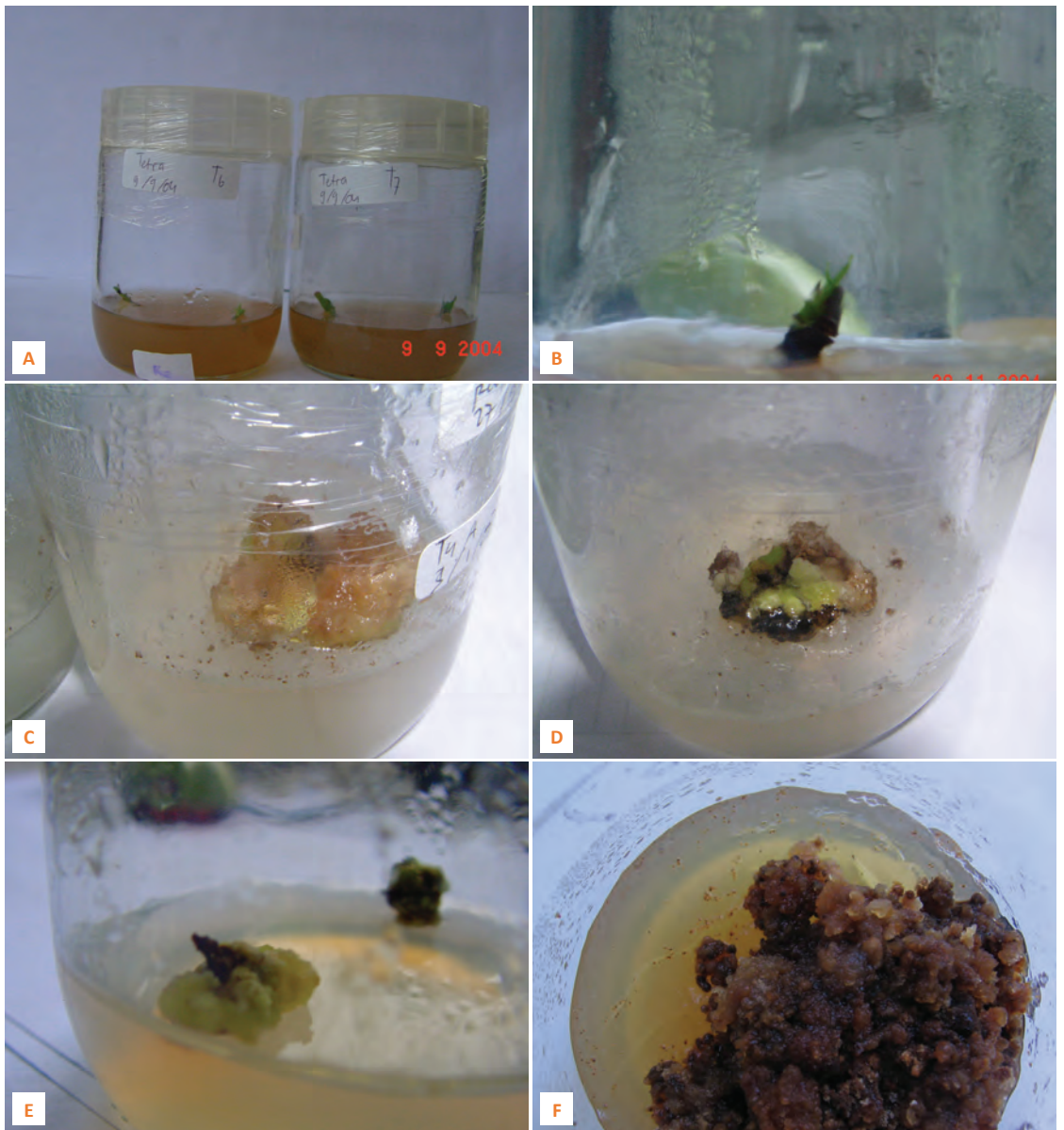


Gambar 6.3 Kultur Biji *Rafflesia*

4. Percobaan kultur simbiotis *Rafflesia-Tetrastigma*

Kalus dari tunas pucuk yang berhasil dikultur (A–C). Kalus berusia 3 minggu diintroduksi ke dalam kultur biji (D). Sejalan dengan waktu kalus tumbuh melebar mengisi seluruh ruang botol hingga berubah warna (E–F), menjadi cokelat dan mati.

Biji *T. leucostaphyllum* yang ditumbuhkan secara *in vitro* sebagai bahan percobaan kultur simbiotis (A–C). Setelah berumur 3 minggu, *T. leucostaphyllum* diintroduksi ke dalam kultur biji *R. patma* (D). Kesulitan muncul ketika *plantlet* terus tumbuh tinggi hingga mencapai tutup botol erlenmeyer, sedangkan respons biji *R. patma* belum tampak (E).



Gambar 6.4 Kultur Simbiotis Biji *Rafflesia* dan Kalus *Tetrastigma*

Prosedur yang sama dilakukan terhadap eksplan yang diambil dari akar terinfeksi (Gambar 6.2 A–D). Sementara itu, untuk kultur biji *Rafflesia patma* dan *Rafflesia arnoldii* mengikuti protokol penyemaian biji angrek mulai dari sterilisasi hingga penyemaian. Biji disemaikan dalam berbagai media dasar, termasuk Vacin & Went serta ½ Murashige & Skoog (MS). Variasi media termasuk penambahan hormon, penambahan batang *Tetrastigma* kering berupa serbuk sebanyak 30 gr serta larutan Strigol (GR-24) sebanyak 1, 5, dan 10 ppm yang disaring dengan *millipore* (Gambar 6.3 A–D).

Kultur simbiotis biji *Rafflesia patma* dan *Tetrastigma* secara *in vitro* dilakukan dengan dua cara menurut jenis eksplan yang dipakai. Eksplan *Tetrastigma* asal tunas pucuk berusia 3 minggu setelah tanam dan eksplan asal biji berusia 2 minggu dipakai dalam percobaan ini. Eksplan tersebut masing-masing ditanam secara terpisah. Demikian juga dengan biji *Rafflesia patma*. Setelah 2 minggu disemaikan dan terlihat bebas dari kontaminasi eksplan, *Tetrastigma* diintroduksi ke dalam botol semai berisi biji *Rafflesia*. Introduksi *Tetrastigma* ke dalam botol *Rafflesia* memiliki risiko terkontaminasi lebih kecil daripada sebaliknya.



Gambar 6.5 Kultur *In Vitro* Biji *Rafflesia* dan Kecambah *Tetrastigma leucostaphyllum*

B. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASANNYA

Ringkasan hasil percobaan kultur *in vitro* *R. patma*, *R. Meijerii*, dan *T. leucostaphyllum* disusun dalam Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6.1 Percobaan Kultur *In Vitro Rafflesia* spp. melalui Berbagai Eksplan dan Metode

Percobaan/ Eksplan	Media	Hasil	Keterangan
Kultur kuncup – 1	½ MS dengan hormon	-	Tidak ada respons
Kultur kuncup – 2	½ MS tanpa hormon	-	Tidak ada respons
Kultur akar – 1	½ MS dengan hormon	+-	Pertambahan diameter 11 mm
Kultur akar – 2	½ MS tanpa hormon	+-	Pertambahan diameter 7 mm
Kultur biji - 1	½ MS dengan hormon	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 2	½ MS tanpa hormon	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 3	½ MS dengan ekstrak Tetrastigma	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 4	½ MS dengan 1, 5, 10 ppm Strigol	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 5	VW dengan hormon	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 6	VW tanpa hormon	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 7	VW dengan ekstrak Tetrastigma	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 8	VW dengan 1, 5, 10 ppm Strigol	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 9	MS + 1 ppm NAA + 2 ppm BA	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 10	MS dengan 0,1; 0,5; 1 ppm Kinetin	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 11	MS dengan 0,1; 0,5; 1 ppm 2-iP	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 12	MS dengan 0,1; 0,5; 1 ppm Zeatin	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 13	MS dengan 150 ml/l air kelapa, biji direndam dengan 1.000 dan 2.000 ppm GA	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 14	MS dengan 0,1; 0,5; 1 ppm Jasmonic acid, biji direndam dengan 1.000 dan 2.000 ppm GA	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 15	MS dengan 0,1; 0,5; 1 ppm Strigol, biji direndam dengan 1.000 dan 2.000 ppm GA	-	Tidak ada respons
Kultur biji – 16	MS dengan ekstrak batang Tetrastigma, biji direndam dengan 1.000 dan 2.000 ppm GA	-	Tidak ada respons
Kultur simbiotis – 1	½ MS dengan hormon	-	Tidak ada respons
	½ MS tanpa hormon	-	Tidak ada respons
Kultur simbiotis – 2	½ MS dengan hormon	-	Tidak ada respons
	½ MS tanpa hormon	-	Tidak ada respons

Hampir semua percobaan memberikan respons yang negatif, kecuali kultur akar pada media ½ MS. Tidak terjadinya pertumbuhan pada eksplan kuncup *R. meijerii* bisa dipahami mengingat kondisi *Rafflesia* di alam sangat bergantung pada inangnya. Hal ini berarti bila *Rafflesia* diputuskan dari jaringan inangnya, hubungan nutrisi yang biasa diperoleh langsung dari inangnya juga terputus. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa kultur *Rafflesia* dengan cara ini adalah kurang tepat. Tujuan percobaan yang semula ingin mengetahui kapasitas beregenerasi secara vegetatif belum dapat dicapai dengan cara ini.

Respons berupa adanya perkembangan eksplan dalam percobaan ini menunjukkan indikasi positif. Perkembangan terjadi pada akar dengan bertambahnya diameter akar hingga 7 dan 11 mm pada media agar-agar. Namun, berakhir dengan terkontaminasi setelah hari ke-24. Untuk memastikan penyebab perkembangan potongan eksplan pada media percobaan ini tidaklah mudah. Pertumbuhan pada eksplan dalam media agar-agar bisa disebabkan oleh tiga kemungkinan, yaitu

- 1) Kemungkinan pertama bisa disebabkan oleh kehadiran hormon pada media yang langsung dimanfaatkan oleh eksplan sehingga terjadi percepatan tumbuh.
- 2) Kemungkinan kedua bisa disebabkan oleh pengaruh perkembangan bakal bunga yang masih bisa memanfaatkan sisa makanan yang terkandung pada akar.
- 3) Kemungkinan yang ketiga adalah gabungan dari kedua hal yang disebutkan di atas. Akar telah memanfaatkan media kultur sehingga kebutuhan nutrisi akar maupun kuncup untuk jangka waktu tersebut tercukupi.

Pada dasarnya, penggunaan material akar sebagai eksplan dalam percobaan ini memiliki peluang keberhasilan kecil karena terkait dengan terbatasnya jumlah material yang dicoba. Di samping itu, adanya masalah sterilisasi eksplan. Kultur akar masih dimungkinkan untuk dilakukan pada jenis-jenis anggrek epifit yang akarnya berupa akar udara (*aerial root*). Sementara itu, akar *Tetrastigma leucostaphyllum* sebagai inang *R. patma* yang digunakan dalam percobaan ini tumbuh di tanah dan berinteraksi langsung dengan berbagai jenis mikroorganisme, baik patogen maupun nonpatogen. Sebaliknya, penggunaan kuncup *Rafflesia* yang tumbuh di batang inang untuk eksplan cenderung destruktif atau mematikan populasinya di alam.

Laporan pertama tentang keberhasilan menumbuhkan *Rafflesia* dalam kultur *in vitro* dilakukan oleh Sukamto & Mujiono (2010). Eksplan diambil dari kuncup *R. arnoldii* berdiameter 2 cm yang ditumbuhkan dalam media dasar MS dengan tambahan hormon 2,4-D atau Picloram pada berbagai konsentrasi. Eksplan *R. arnoldii* tumbuh menjadi kalus berstruktur kompak dan beberapa eksplan menumbuhkan struktur benang putih pada permukaannya. Meskipun demikian, keberhasilan ini masih memerlukan tindak lanjut lebih jauh agar didapatkan informasi sesuai dengan yang diharapkan. Potongan eksplan yang diambil dari primordia atau inti bakal bunga memiliki tingkat kontaminasi lebih rendah daripada eksplan dari akar.

Kultur biji pada media yang telah dipersiapkan juga menunjukkan respons negatif hingga percobaan berakhir. Biji tumbuhan holoparasit menghendaki persyaratan yang sangat kompleks, seperti telah dijelaskan pada Bab 4.

Informasi tidak pula didapatkan dari kultur simbiotis. Banyak faktor yang menyebabkan tidak adanya respons. Baik faktor dari dalam biji maupun faktor lingkungan sekitarnya, termasuk inang. Selain faktor fisiologis biji, ada kemungkinan persyaratan tumbuh yang diharapkan oleh biji dari inang tidak muncul dari *seedling*, kalus, atau *plantlet* pada percobaan ini. Hal ini disebabkan ketidaksesuaian inang karena di alam kuncup bunga *Rafflesia* selalu muncul dari akar atau batang yang sudah berkayu, tidak pernah muncul dari batang atau akar muda. Nutrisi pada botol kultur *in vitro* akan habis sejalan dengan waktu dan pertumbuhan eksplan sehingga perlu dipindahkan secara rutin ke media baru. Risiko ketidakstabilan komposisi media kultur ataupun kontaminasi tidak terhindarkan apabila kultur terlalu sering dipindahkan. Di samping itu, ukuran botol tidak memungkinkan menampung *Tetrastigma* yang tumbuh membesar dalam waktu singkat. Sementara itu, biji-biji *Rafflesia* yang menempel pada akarnya akan terus terganggu karena mengalami pemindahan.

Rafflesia di habitatnya tumbuh dan berkembang bersama dengan inang dan aliran nutrisi pada endofit yang dikandungnya secara berkesinambungan. Siklus kehidupan populasi *Rafflesia* akan terus berdinamika mengikuti lingkungan di habitatnya. Di dalam kultur *in vitro*, dinamika tersebut tidak didapatkan, bahkan cenderung terputus atau tidak stabil karena kesalahan manusia. Dinamika yang positif hanya terjadi apabila setiap simpul mata rantai ekosistemnya masih berdenyut sehingga dapat menopang kelangsungan hidup habitat *Rafflesia*.



VII. STUDI ANATOMI *TETRASTIGMA* SP. –*RAFFLESIA PATMA*

Salah satu masa paling kritis yang sangat menentukan hidup-tidaknya calon bunga *Rafflesia* di alam adalah awal interaksi bijinya dengan pohon inang. Kehidupan biologis *Rafflesia* di alam sangat kompleks karena mensyaratkan kondisi tumbuh yang sangat spesifik sehingga secara langsung mengakibatkan kelangkaannya. Sifat kelangkaan tumbuhan ini menyebabkan kesulitan untuk memperoleh material yang dapat digunakan sebagai bahan penelitian. Sementara itu, dari segi teknis, untuk mengamati interaksi biji dan inang secara langsung tidak memungkinkan karena ukuran biji yang sangat halus, sedangkan perkembangan dan pertumbuhan biji tumbuhan endofit seperti *Rafflesia* terjadi di dalam tubuh inang. Oleh karena itulah, hingga kini pertumbuhan dan perkembangan *Rafflesia* di alam masih belum terungkap.

Dalam tulisan ini akan dibahas tentang *R. patma* dengan inangnya melalui pendekatan anatomi. Beberapa studi anatomi yang telah dilakukan selama ini hanya memperlihatkan struktur anatomi *Rafflesia* yang sudah berkembang besar. Tidak terlalu banyak informasi yang didapatkan, selain kemunculannya yang tiba-tiba dari batang atau akar inang. Ilustrasi yang ada tentang struktur anatomi batang *Tetrastigma* terinfeksi digambar oleh Jusimin Duaneh (dalam Nais, 2001). Gambar ini pun merupakan ilustrasi ulang dari Brown (1920).

Studi ini bertujuan untuk memahami pertumbuhan dan perkembangan *R. patma* yang bersifat endoparasit. Dalam studi ini, batang *Tetrastigma* yang terinfeksi oleh *Rafflesia patma* merupakan material utama sampel. Pertumbuhan dan perkembangan *R. patma* diikuti secara anatomis, mulai dari ukuran infeksi terkecil hingga terbesar, yang berhasil dikoleksi dan memungkinkan untuk dibuat spesimen anatomisnya.

A. MEMBUAT SEDIAAN PREPARAT ANATOMI

Bahan yang digunakan untuk pengamatan adalah akar *Tetrastigma* yang sudah terinfeksi *Rafflesia*. Sampel berupa kuncup atau *knop R. patma* berbagai ukuran yang diambil dari habitat *R. patma* di kawasan Cagar Alam Pangandaran. Sampel diambil dari pohon inang yang terinfeksi *Rafflesia*. Untuk meminimalkan kerusakan yang terjadi, sampel tidak diambil dari kuncup *Rafflesia* yang tumbuh di batang, tetapi yang tumbuh di akar.

Metode parafin (Berlyn & Miksche, 1976) digunakan untuk memperoleh preparat. Proses pembuatan preparat melalui beberapa tahap, diawali dengan fiksasi, dehidrasi (meliputi alkoholisasi dan xylolisasi), *infiltrasi blok*, *embedding*, pengirisan, dan pewarnaan.

- 1) Fiksasi. Material segar dimasukkan ke dalam larutan FAA. Setelah itu dimasukkan ke dalam pompa vakum hingga udara dalam jaringan tersedot keluar dan udara yang ada digantikan cairan FAA.
- 2) Dehidrasi. Larutan FAA dibuang kemudian diganti berturut-turut dengan alkohol 50%, 70%, 95%, alkohol absolut, alkohol:xylol (3:1), alkohol:xylol (1:1), alkohol:xylol (1:3), dan xylol absolut 2 kali. Lama perendaman dalam masing-masing larutan selama 3 jam.
- 3) Infiltrasi. Serbuk parafin sedikit-sedikit dimasukkan ke dalam botol sampel hingga jenuh dan botol ditempatkan pada suhu ruang dalam keadaan tertutup. Botol kemudian dibuka dan disimpan dalam oven bersuhu 60°C. Pada 3 jam pertama, $\frac{1}{4}$ bagian dari larutan dibuang, kemudian diisi parafin cair. Selang 3 jam kemudian, $\frac{1}{2}$ bagian dibuang dan diganti sebanyak yang terbuang. Langkah selanjutnya, $\frac{3}{4}$ bagian larutan dibuang dan diganti lagi sama banyak. Terakhir semua dibuang, kemudian diganti dengan larutan baru dan didiamkan selama 3 jam.
- 4) Pengeblokan. Pada tahap ini larutan parafin dimasukkan ke dalam kotak kertas berukuran 2x4 cm. Material dimasukkan dengan pinset ke dalam kotak dengan posisi yang diinginkan. Setelah parafin mengeras, lalu dikeluarkan dari kotak.
- 5) *Embedding*. Parafin berisi material ditempelkan pada blok kayu yang besarnyaimbang dan didiamkan hingga melekat kuat. Parafin yang tidak diinginkan dibuang sesuai dengan bentuk material.
- 6) Pengirisan. Material diiris dengan mikrotom dengan ketebalan 17–20 μ . Irisan dideretkan pada objek *glass* yang sudah diolesi *Haupt adhesive* sehari sebelumnya. Terakhir ditetesi dengan Formalin 4% dan dikeringkan di atas *hot plate* dengan suhu 30–35°C dan didiamkan selama 1 malam.
- 7) Pewarnaan. Pada tahap pewarnaan *slide* yang sudah kering direndam selama masing-masing 3 menit dalam larutan-larutan berikut. Xylol absolut I; xylol absolut II; xylol-alkohol 3:1; xylol-alkohol 1:1; xylol:alkohol 1:3; Alkohol absolut; alkohol 95%; alkohol 70%; alkohol 50%; Safranin 2%; alkohol 50%; alkohol 70%; alkohol 95%; alkohol absolut; *fast green* 1%; alkohol absolut I; alkohol absolut II; alkohol-xylol 3:1; alkohol-xylol 1:1; alkohol:xylol 1:3; xylol absolut I; xylol absolut II. Sebelum ditutup *cover glass*, *slide* ditetesi dengan Entelan.

Sejumlah sampel kuncup *R. patma* dalam berbagai fase telah diproses dalam studi ini. Walaupun demikian, tidak semua memberikan informasi yang diinginkan. Banyak di antara sampel yang tampak mulus dari luar, namun setelah diiris ditemukan cacat fisik yang membuat hilangnya informasi yang diinginkan. Pemilihan sampel ditentukan berdasarkan bentuk dan ukuran inang

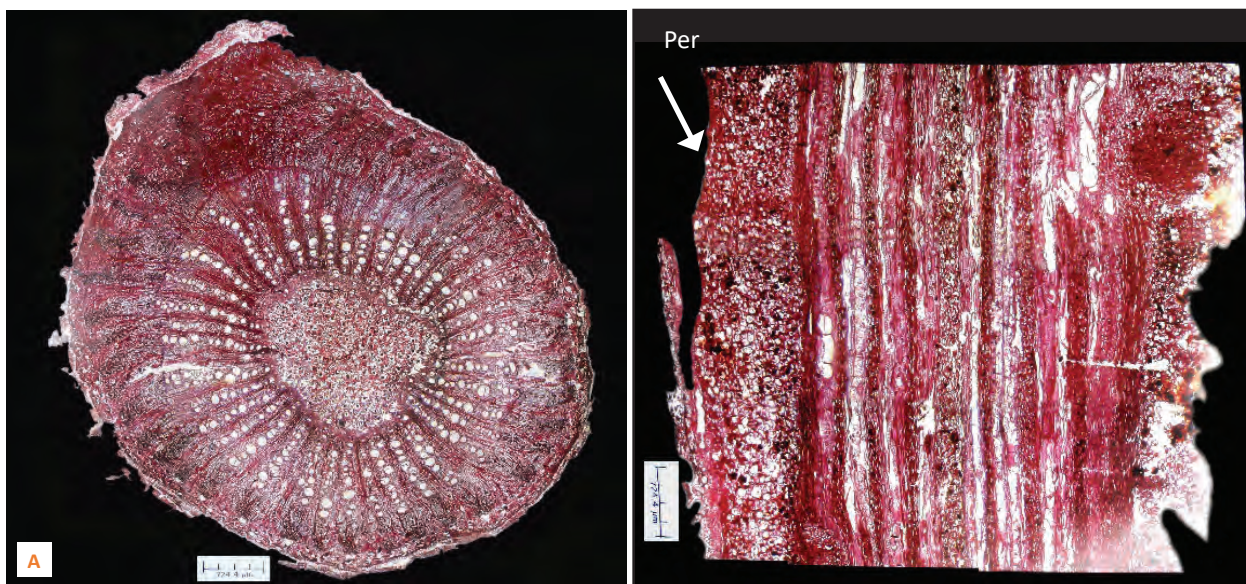
yang diduga terinfeksi. Sementara itu, dalam teknis pengerjaan preparat hingga siap diamati diperlukan banyak modifikasi, baik pada pemotongan maupun pewarnaan sampel, agar tidak ada bagian jaringan yang terbuang yang pada akhirnya akan membuat hilangnya informasi. Dua preparat di antaranya sengaja tidak diberi pewarna (Gambar 7.2 A dan B) karena pewarnaan membuat jaringan terhalus di awal fase terjadinya kontak tidak terlihat jelas.

B. HASIL DAN PEMBAHASAN SPESIMEN ANATOMI

Fase vegetatif *Rafflesia* terjadi di dalam inang, sedangkan fase perkembangan generatif atau fase berbunga terjadi di luar inang (Meijer, 1997). Fase vegetatif perkembangan *Rafflesia* hingga saat ini belum pernah diamati secara detail.

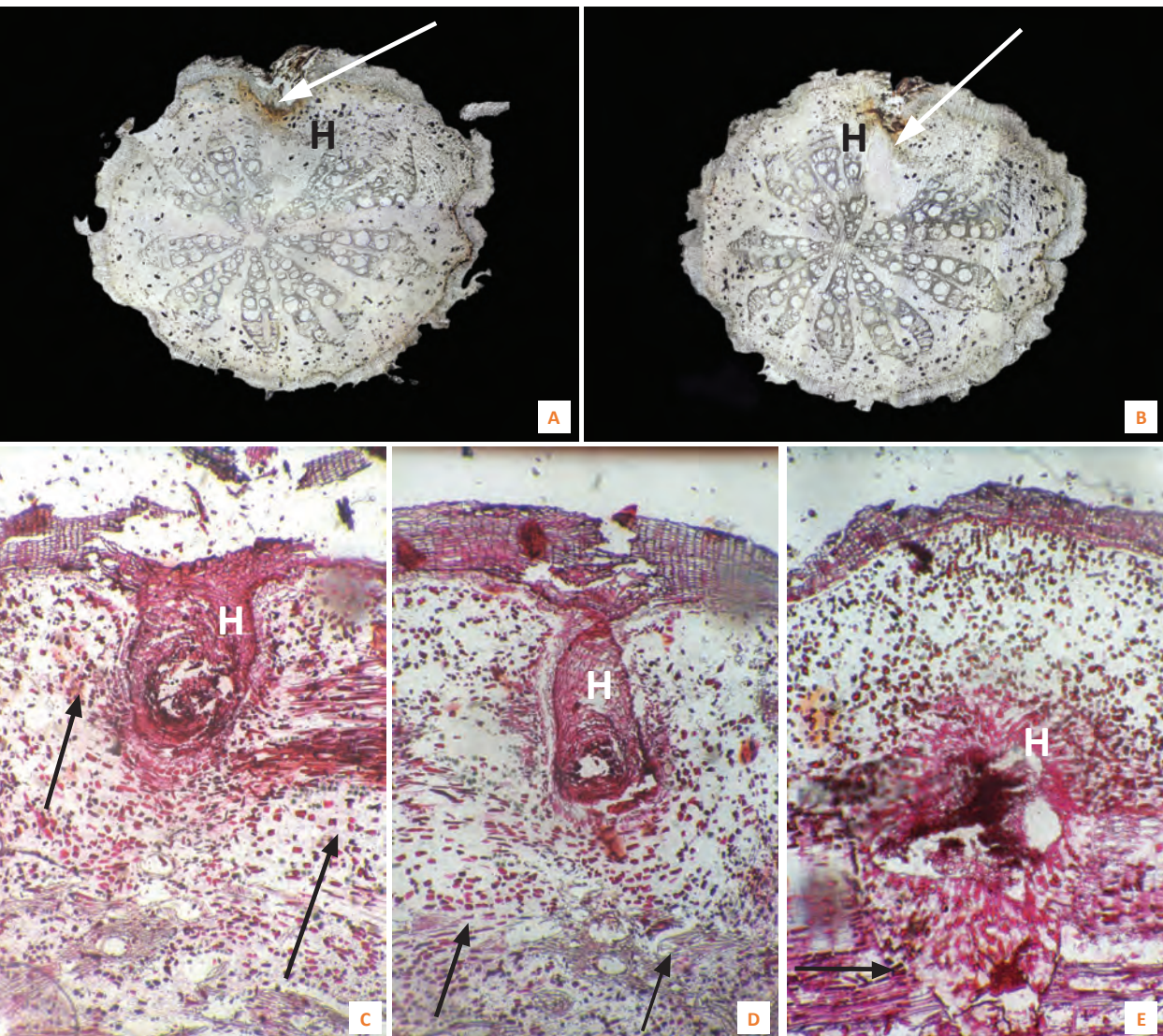
Studi anatomi awal perkembangan dan pertumbuhan pada tumbuhan parasit lain, seperti *Striga* dan *Santalum*, relatif lebih mudah dikerjakan karena material mudah diperoleh dan fase-fase perkembangan yang ingin diamati bisa dimonitor dalam kondisi terkontrol, seperti dalam *pot culture* atau kultur *in vitro* (Tenakoon dkk, 1997; Yoder, 1999). Ini tidak terjadi pada *Rafflesia* yang hidup sebagai endoparasit pada *Tetrastigma* spp. dan hingga kini belum diketahui metode kultur atau inokulasinya pada tumbuhan inang.

Dalam studi ini berhasil dikumpulkan beberapa sampel yang bisa memberi informasi awal perkembangan *R. patma* di alam. Sampel tersebut meliputi jaringan yang tidak terinfeksi (Gambar 7.1) ataupun jaringan yang terinfeksi (Gambar 7.2).



Gambar 7.1 Potongan transversal dan longitudinal akar *Tetrastigma* (inang) yang tidak terinfeksi. Jaringan inang memperlihatkan struktur yang beraturan. Pada potongan transversal (A) tampak jaringan xilem dengan posisi di tengah yang dikelilingi oleh phloem yang tersusun melingkarinya. Potongan longitudinal (B) memperlihatkan jaringan pengangkut yang berjajar beraturan, jaringan gabus atau periderm (Peri) tampak melapisi permukaan luar akar (perbesaran 400x).

Walaupun secara morfologis sampel-sampel akar pada Gambar 7.2 seperti halnya akar normal yang tidak memperlihatkan adanya benjolan sebagai tanda telah terinfeksi, tetapi berbeda secara anatomis. Ciri bagian terinfeksi hanyalah berupa area yang berwarna sedikit lebih tua daripada area sekitarnya. Di dalam larutan kalium yodida (KI), bagian terinfeksi berwarna lebih gelap. Gambar inang yang dipotong secara transversal (Gambar 7.2 A dan B) memperlihatkan permukaan inang yang diinvasi oleh sel-sel berbentuk memanjang (*filamen*) seperti tidak berinti. Sel-sel tersebut mendesak masuk ke dalam jaringan akar. Sebagian jaringan *phloem* inang yang berada tepat di bawah titik infeksi mengalami desakan sehingga jaringan tersebut pertumbuhannya agak bergeser ke arah samping.



Gambar 7.2 Potongan transversal (A dan B) dan potongan longitudinal (C-E) akar *Tetrastigma* (inang) yang terinfeksi. Panah menunjukkan sel-sel yang terdesak.

Akar *Tetrastigma* pada awal terjadinya penetrasi (A-B), sedangkan C-D-E adalah rangkaian proses kronologi selanjutnya (perbesaran 400x). Gambar 6.2 A dan B mewakili fase inisiasi, termasuk proses penetrasi, yang merupakan kontak awal ke permukaan kulit inang dan masuknya sel-sel parasit ke dalam tubuh tumbuhan inang. Prosesnya terlihat jelas pada potongan longitudinal (Gambar 7.2 C), dengan dinding rhizodermis akar berhasil ditembus oleh jaringan parasit. Secara morfologis belum memperlihatkan adanya tonjolan pada permukaan inang.

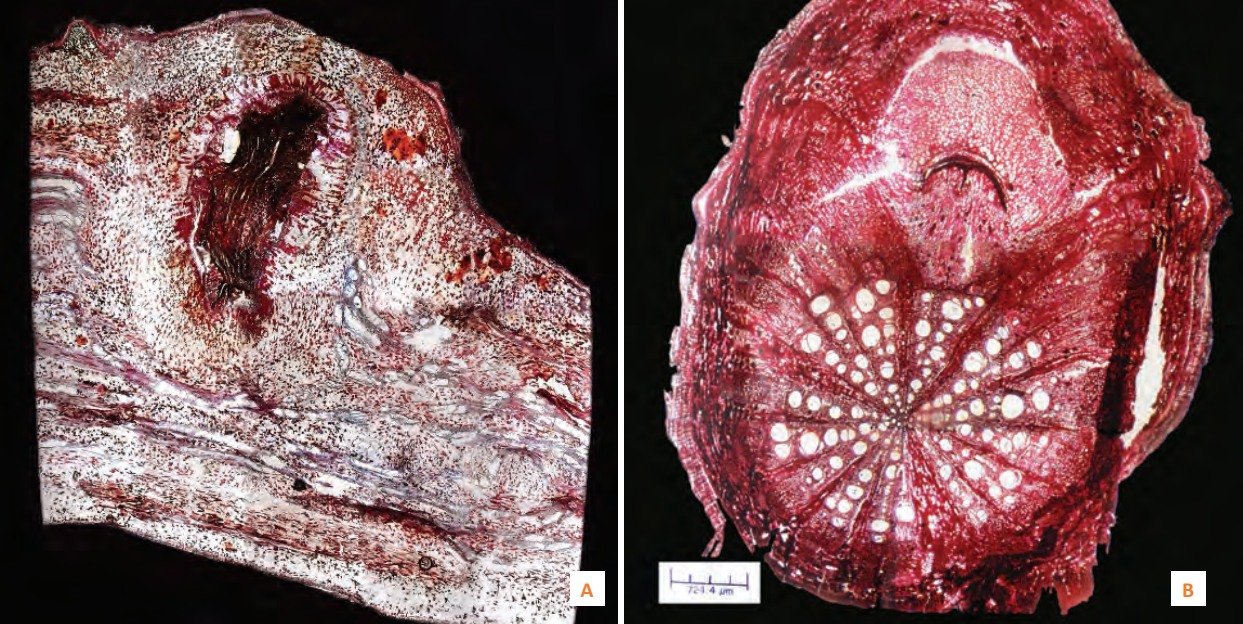
Tahapan setelah proses penetrasi adalah fase intrusi, yaitu jaringan parasit mulai menyusup lebih dalam yang secara jelas diwakili oleh Gambar 7.2 D. Pada fase ini terjadi perubahan-perubahan pada sel-sel jaringan tumbuhan inang yang berada di sekitar badan materi asing tersebut. Perubahan yang terjadi meliputi perubahan pola, bentuk, dan orientasi sel-sel jaringan inang. Perubahan-perubahan ini terjadi karena sel-sel inang mengalami desakan-desakan dan hambatan-hambatan akibat perkembangan dari badan materi asing tersebut. Bagian permukaan luar rhizodermis yang rusak saat proses penetrasi mulai mengalami pemulihan dan memasuki proses berikutnya (Gambar 7.2 E).

Fase selanjutnya diwakili oleh Gambar 7.2 E, merupakan awal dari tahap perkembangan atau *establishment* yang ditandai dengan proliferasi sel-sel parasit. Sel-sel tersebut berwarna lebih tua karena inti sel parasit lebih besar dari sel-sel inang di sekelilingnya. Secara morfologis, sampel kuncup ini sudah memperlihatkan penonjolan lemah dengan diameter 0,4 mm. Jaringan pengangkut tampak membaaur antara sel inang dan sel parasit. Dari gambaran anatomi bahkan terlihat bahwa perkembangan jaringan endofit *Rafflesia* sudah mencapai berkas-berkas pengangkut tumbuhan inang, yang terpotong membujur di bagian bawah (Gambar 7.2 E). Ini merupakan fase yang penting bagi pertumbuhan jaringan endofit *Rafflesia*. Tercapainya kontak dengan berkas pengangkut (*xylem* dan *phloem*) tumbuhan inang, jaringan endofit *Rafflesia* memperoleh pasokan air dan hara untuk kelanjutan hidupnya. Mekanisme pemotongan aliran nutrisi semacam ini merupakan suatu yang spesifik dilakukan oleh tumbuhan parasit terhadap tumbuhan inangnya.

Selanjutnya, pada proses *establishment* ditunjukkan dengan penonjolan lebih kuat yang sudah mulai tampak dari luar (Gambar 7.3 A dan B). Kemudian, yang mewakili fase konduktif termasuk proses tumbuh kembang diperlihatkan oleh Gambar 7.4 A dan B. Secara morfologis sudah memperlihatkan tonjolan lebih kuat berdiameter 1 dan 0,8 cm, sedangkan secara anatomis bagian organ bunga sudah terbentuk sempurna. Pada tahap ini jaringan parasit yang memanfaatkan nutrisi dari inang tumbuh dan berkembang hingga mencapai dewasa dan menyelesaikan siklus hidupnya.

Tampak dalam Gambar 7.4 adalah jaringan inang yang ditumbuhi *R. patma*. Bagian-bagian yang terlihat jika dimulai dari arah luar sebagai berikut:

- 1) Jaringan epidermis inang yang terdiri dari jaringan keras berkayu atau *periderm* (Peri), melingkupi seluruh bagian kuncup bunga.



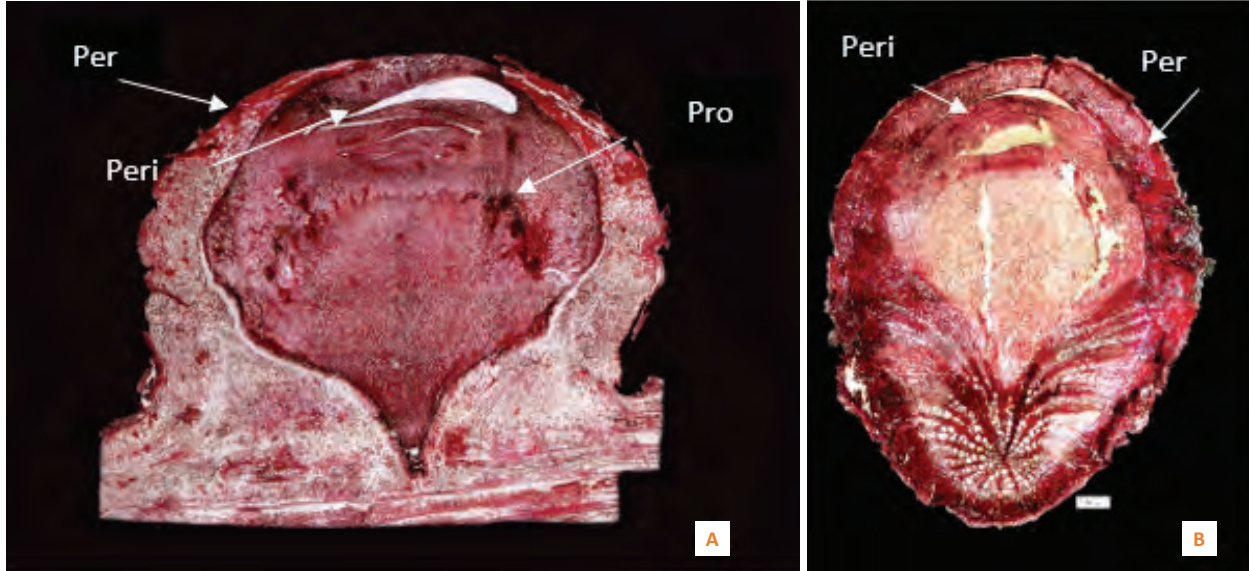
Gambar 7.3 Potongan Transversal dan Longitudinal *R. patma* pada Tahap *Establishment*

- 2) Calon helai mahkota atau *perigone* (Per) yang biasanya terdiri atas lima helai tampak berlapis-lapis saling menumpuk satu sama lain.
- 3) Calon *processus* (Pro) yang sudah terlihat berjajar mengelilingi bagian tengah bunga. *Processus* yang tampak menonjol dan bentuknya sudah sempurna.
- 4) Di bagian paling bawah tempat menempelnya inang adalah jaringan pembuluh *xylem* dan *phloem* yang salurannya sudah disadap oleh bunga parasit ini.

Karena sampel yang digunakan hanya berdasarkan ukuran dan bukan kronologi waktu, hasil studi anatomi ini belum menjawab berbagai pertanyaan dan masih perlu dilengkapi dengan studi lebih lanjut. Selain itu, tidak diketahui secara pasti proses jangka waktu perkembangan dari satu fase ke fase selanjutnya.

Proses awal mula kontak tumbuhan parasit dan inang sudah dipelajari lebih intensif pada tumbuhan ektoparasit seperti *Cuscuta* dan *Cassytha*. Pada kelompok tumbuhan ektoparasit, pembentukan kanal penghubung (*haustorium*) di awal kontak dapat terlihat dengan jelas karena terjadi di permukaan luar tumbuhan inang. Sebaliknya, pada kelompok endoparasit (termasuk *Rafflesia*) mekanisme pemotongan aliran nutrisi tidak didahului dan tidak melalui pembentukan organ penghubung tersebut. Tumbuhan endoparasit melakukan seluruh mekanisme penyadapan di dalam jaringan tumbuhan inang (Kuijt, 1969).

Secara kronologis, kehidupan tumbuhan parasit akan melalui fase-fase adhesif, *intrusive*, dan fase konduktif. Proses penetrasi di awal kontak dengan inang dilakukan oleh *haustorium*, namun istilah *haustorium* pada *Rafflesia* masih diperdebatkan banyak peneliti. Definisi *haustorium* menurut Kuijt (1969) adalah jembatan fisiologis yang menghubungkan inang dan



Gambar 7.4 Potongan transversal dan longitudinal dari *R. patma* pada tahap tumbuh kembang lebih lanjut. Bentuk kuncup sudah terlihat jelas.

parasitnya, biasanya berupa saluran yang mengalirkan nutrisi dari satu pihak ke pihak lainnya. Fungsi atau perannya bisa berbeda-beda sejalan dengan umurnya. Sebagai konsekuensi, strukturnya pun menjadi berbeda di setiap fase. Pada awal pembentukannya, fungsi utama haustorium adalah melakukan fungsi inisiasi, pelekatan atau sifat adhesif, disusul kemudian dengan fungsi *intrusive* dan fase konduktif. Fase ini terjadi susul-menyusul dan terkadang ada saat fungsinya menjadi saling tumpang tindih. Dalam hal ini, haustorium menjadi spesialis organ intrusi yang berperan sebagai pionir pembuka jalan masuk ke dalam inang dan di akhir perjalanannya menjadi penghubung antara jaringan inang dan parasit. Para ahli berpendapat bahwa pada *Rafflesia* penyebutan haustoria, *absorptive system* atau *endophytic system* menjadi kurang tepat karena bagian yang disebut haustoria itu mungkin berupa seluruh tubuh vegetatif *Rafflesia* sendiri seperti yang tergambar jelas pada Gambar 7.2 A–E.

Selain berawal dari biji, kehidupan *Rafflesia* diduga dapat tumbuh dari rimpang (rimpang atau *runner* diistilahkan oleh Jørgensen (2008)). Sifatnya yang endofitis sering kali diidentikkan dengan *mycelium fungi* yang bercabang dan ber-*anastomose* di sepanjang tubuh inangnya. *Rafflesia kerii* asal Malaysia sering ditemukan tumbuh pada *Tetrastigma* muda. Sebuah indikasi bahwa rimpang (*runner*) bisa tumbuh menjalar dari bagian batang yang tumbuh menua ke bagian yang lebih muda agar kehidupannya tidak ikut mati bersama batang yang tua (Bänziger, 1994). Melalui pendekatan anatomi ini interaksi *Rafflesia-Tetrastigma* di awal kehidupannya belum sepenuhnya terungkap dan pengetahuan tentang hal tersebut hingga kini didapatkan dari perbandingan dengan tumbuhan parasit lain serta bukti-bukti tak langsung. Studi anatomi untuk mengungkap lebih dalam kronologi awal hubungan inang-parasit pada *Rafflesia* masih perlu dilakukan.





VIII. KONSERVASI *EX SITU* *RAFFLESIA PATMA* DI KEBUN RAYA BOGOR

Usaha untuk membuat *Rafflesia* hidup di luar habitatnya setelah era kemerdekaan sudah lama dilakukan di Kebun Raya Bogor, dan pada awalnya belum mendapatkan hasil yang memuaskan. Penelitian ini difokuskan kepada *R. patma* dari Cagar Alam Pangandaran di pantai selatan Jawa Barat karena beberapa pertimbangan teknis berikut:

- 1) Akses ke lokasi yang mudah dari Bogor dan sebaliknya. Jika membawa material tidak memerlukan waktu yang lama di perjalanan sehingga memberi kesempatan yang lebih besar bagi material untuk bertahan hidup.
- 2) Populasinya cukup banyak jika dibanding dengan *Rafflesia* jenis lainnya sehingga kesempatan untuk memperoleh material lebih besar.
- 3) Ukuran bunga *R. patma* tidak terlalu besar jika dibandingkan *Rafflesia* lain sehingga untuk menyambung dengan cara *grafting* dengan inang yang ada di Kebun Raya Bogor cukup memadai.
- 4) Kondisi lingkungan, terutama iklim dan ketinggian tempat antara kedua daerah (Bogor dan Pangandaran), juga menjadi pertimbangan utama.

Pada awalnya, usaha memindahkan *Rafflesia* hanya bersifat relokasi atau memindahkan seluruh tumbuhan inang yang ditumbuhi *Rafflesia* ke Kebun Raya. Namun, cara tersebut dinilai sangat destruktif bagi kelangsungan populasi *Rafflesia* di alam. Metode *grafting* menjadi pilihan karena pertimbangan praktis dan tidak terlalu destruktif. *Grafting* adalah teknik regenerasi jaringan dengan cara memasukkan atau menyambung bagian dari satu tanaman ke tanaman lain. Penyambungan ini dilakukan sedemikian rupa sehingga terjadi persenyawaan antara kedua tanaman yang disambung. Jika tidak mengalami gangguan, sambungan yang terbentuk akan bersifat permanen. *Grafting* akar biasanya dilakukan pada tanaman budi daya. *Grafting* dengan cara ini dapat dilakukan pada potongan akar (*piece-root grafts*) atau seluruh sistem akar (*whole-root grafts*). Cara ini umumnya digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar bagi tanaman yang memiliki jumlah akar sedikit.

Metode *grafting* akar pada *Tetrastigma* yang dilakukan pada percobaan ini dinilai tepat, baik dari segi teknis maupun tujuan yang ingin dicapai. Secara teknis, kebanyakan kuncup atau *knop Rafflesia* tumbuh pada akar *Tetrastigma*. Jika

penyambungan berhasil, baik *scion* maupun *rootstock* masih mempertahankan identitas masing-masing. Dalam hal ini, *rootstock* yang terinfeksi *Rafflesia* diharapkan masih bisa dipertahankan untuk terus tumbuh.

A. METODE GRAFTING

Material yang dibutuhkan dalam percobaan ini adalah akar *Tetrastigma* spp. yang sudah terinfeksi *Rafflesia*. Dua metode yang diterapkan pada *Rafflesia* (Gambar 8.1) adalah metode jepit sisip (model *V-grafting*) dan sambung susu.

Dua tipe penyambungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Tipe penyambungan dengan cara jepit sisip (*V-grafting*) dilakukan jika kedua akar ukurannya kurang lebih sama (Gambar 8.1. A-B). Akar terinfeksi dipilih yang lurus sebagai *scion*, ujungnya dibersihkan dengan kertas tisu kemudian dipotong runcing membentuk lidah atau huruf "V" kemudian disisip-jepitkan pada akar *Tetrastigma* dari Kebun Raya yang berperan sebagai *rootstock*. Kemudian diikat dengan plastik dan ikatan dibuat agak ketat agar terhindar dari air. Setelah pengikatan dinilai cukup baik, tumbuhan tersebut diposisikan tidur di atas tanah atau serasah.



Gambar 8.1 Dua Metode *Grafting* yang Berhasil Menumbuhkan *R. patma* di Kebun Raya Bogor

- 2) Tipe penyambungan dengan cara penyusuan dilakukan jika kedua akar yang disambung ukurannya tidak sama besar (Gambar 8.1 C-D). Kedua akar yang akan disambung disayat tipis permukaannya, kemudian ditempelkan satu sama lain. Setelah itu diikat ketat dengan plastik. Sambungan diposisikan tidur di atas tanah atau serasah.

B. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan *grafting* yang tertera pada Tabel 8.1 berikut ini adalah beberapa catatan ringkas yang berhasil dikumpulkan.

Tabel 8.1 Hasil Percobaan 2 Tipe *Grafting Tetrastigma-R. patma* di Kebun Raya Bogor (2004–2010)

No.	Inang Hidup/Mati	Sambungan Hidup/Mati	<i>Rafflesia</i> Hidup/Mati	Keterangan
1	+	+	–	Kemungkinan <i>Rafflesia</i> mati atau belum muncul
2	+	+	+	<i>Rafflesia</i> tumbuh berupa kuncup/knop ada yang tumbuh hingga berbunga, ada yang tidak
3	+	–	–	Inang masih hidup, namun sambungan beserta <i>Rafflesia</i> yang terkandung di dalamnya mati
4	–	–	–	Baik inang maupun <i>Rafflesia</i> mati

Pada dasarnya empat kondisi *Tetrastigma-Rafflesia* yang disebutkan di atas telah tercatat sebagai koleksi Kebun Raya Bogor sejak dimulainya percobaan *grafting* tahun 2004. Kondisi tersebut sebagai berikut:

- 1) Tumbuhan inang hidup, sambungan *grafting* masih hidup, namun kuncup *Rafflesia* yang terkandung di dalamnya kemungkinan mengalami kematian atau belum muncul hingga tulisan ini dibuat.
- 2) Tumbuhan inang hidup, sambungan *grafting* hidup dan kuncup *Rafflesia* yang terkandung di dalamnya hidup. Pada awalnya muncul berupa kuncup kecil dan beberapa kuncup bisa menyelesaikan daur hidupnya hingga berbunga (Gambar 8.2 dan 8.3).
- 3) Tumbuhan inang hidup, sambungan *grafting* hidup untuk beberapa waktu, namun akhirnya mengalami kematian. Umumnya sambungan mengering sehingga *Rafflesia* yang terkandung di dalamnya mati. Potensi untuk ditumbuhi kuncup *Rafflesia* diharapkan masih ada, meskipun kecil.
- 4) Tumbuhan inang dan sambungan tidak dapat beradaptasi dan mengalami kematian. Pada kondisi ini kematian sambungan biasanya terjadi tidak lama setelah *grafting* dilakukan. Penyebabnya bisa ditimbulkan oleh kesalahan teknis ataupun faktor lingkungan yang tidak mendukung.

Beberapa hal detail yang berhasil dikumpulkan selama percobaan ini menjadi catatan penting untuk perjalanan perbaikan teknik konservasi *Rafflesia* di masa yang akan datang. Beberapa catatan yang berhasil dikumpulkan dalam usaha menumbuhkan *Rafflesia* di Kebun Raya, antara lain:

- 1) Sumber akar tanaman inang yang berasal dari habitat dekat air memiliki kecenderungan *survive* lebih besar di Kebun Raya.
- 2) Dalam memilih potongan akar inang sebagai *rootstock* diusahakan mendapatkan akar dengan bentuk lurus, tidak bengkok, dan memiliki banyak akar rambut atau beberapa percabangan. Selama beradaptasi, akar rambut *Tetrastigma* tumbuh lebih cepat dibandingkan akar cabang di tempat yang baru sehingga kebutuhan air dan nutrisi inang dapat terbantu tanpa menunggu waktu lama.
- 3) Sangat penting untuk memilih akar dengan kuncup atau *knop* berukuran sekecil mungkin. Kuncup yang sudah besar membuat akar lebih cepat mengalami stres karena kebutuhannya akan air dan nutrisi lebih besar daripada yang masih kecil. Sementara itu, penyembuhan akibat luka selama perjalanan atau karena *grafting* hingga kompatibel dengan inang yang baru disambung memerlukan waktu yang tidak sebentar. Oleh karena itu, tidak disarankan untuk memilih akar dengan kuncup yang sudah berukuran besar agar tidak memperburuk kondisi fisiologis akar yang akan disambung.

Keberhasilan ini ditunjang juga oleh pemilihan lokasi penanaman dan pemeliharaan yang intensif, terutama pada awal dilakukannya *grafting*. Pemeliharaan selanjutnya dilakukan seperti pada tanaman lain. *Tetrastigma* merupakan liana yang sangat cepat beradaptasi dan tumbuh sangat cepat bila kondisi lingkungan mendukung. Batang dan akar *Tetrastigma* yang sehat akan tumbuh membesar dan mendukung pertumbuhan *Rafflesia* di dalamnya. Dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan sekelilingnya, pemangkasan *Tetrastigma* diperlukan bila intensitas matahari sudah terlalu rendah sehingga membuat lingkungan akar terlalu lembap. Pemeliharaan akar juga sangat diperlukan agar dapat mengakomodasi pertumbuhan *Rafflesia*.

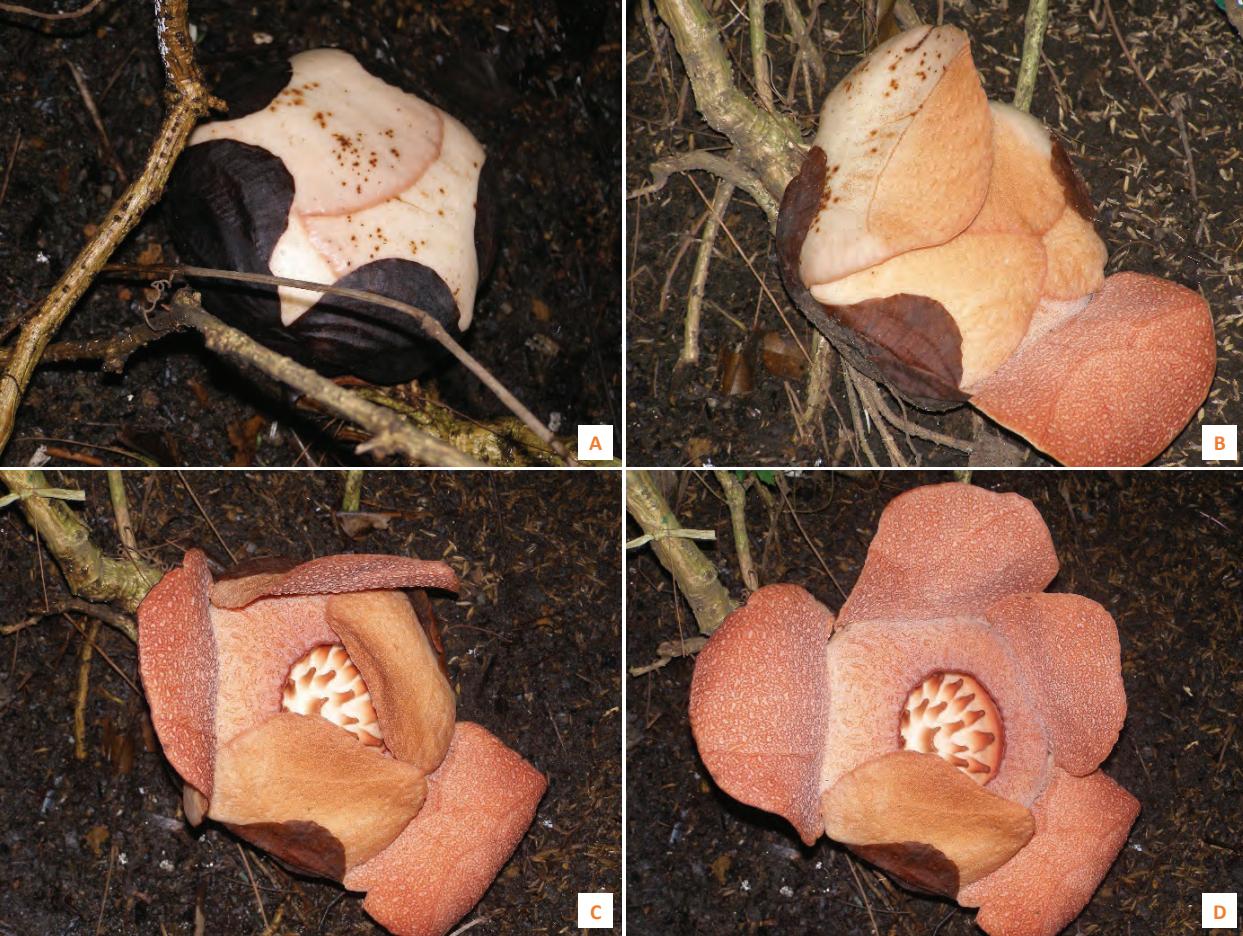
Secara tidak langsung metode *grafting* membuktikan bahwa *Rafflesia patma* dapat tumbuh dari bagian vegetatif dan secara sistemik menjangkar menumbuhkan beberapa kuncup dalam suatu waktu. Pada tahun 2009, atau setelah 5 tahun sejak percobaan dimulai, kuncup pertama tumbuh pada salah satu batang *Tetrastigma* percobaan. *Tetrastigma* tersebut berasal dari Ujung Kulon-Jawa Barat, lokasi yang berbeda dengan asal *scion*. Menyusul kuncup pertama, kuncup-kuncup baru yang lain muncul dari dua inang lainnya pada tahun yang sama. Kuncup-kuncup tersebut ada yang menyelesaikan siklus hidupnya hingga berbunga, namun lebih banyak yang mengalami kematian sebelum mencapai masa berbunga. Hal yang sama juga terjadi di habitatnya, tidak diketahui secara pasti penyebab kematian kuncup tersebut. Kehidupan endofit dipengaruhi oleh banyak faktor, baik dari dalam maupun dari luar.

Perkembangan *Rafflesia patma* yang diamati di Kebun Raya Bogor tahun 2009 terlihat pada Gambar 8.3. Pada saat bunga *Rafflesia patma* mekar pada tahun 2010 terlihat pada Gambar 8.4.

Titik *grafting* masih terlihat jelas pada Gambar A (panah) dan perkembangannya hingga menjelang mekar pada Juni 2010 (B-F). Bunga yang muncul dari inang hasil *grafting* ini berjenis jantan dengan posisi tumbuh tidak jauh dari titik *grafting*.



Gambar 8.2 Perkembangan *Rafflesia patma* di Kebun Raya Bogor Diamati Sejak Bulan Maret 2009



Gambar 8.3
Detik-detik Rafflesia patma Mekar pada Bulan Juni 2010.

Suatu peristiwa yang jarang terjadi di alam dijumpai di Kebun Raya Bogor, dua bunga *Rafflesia patma* mekar dari inang yang sama pada waktu yang hampir bersamaan (November 2012). Kedua bunga tersebut mekar hanya selisih tiga hari (Gambar 8.4 dan Gambar 8.5). Sangat disayangkan bahwa kedua bunga yang mekar tersebut berkelamin betina sehingga tidak memungkinkan dilakukan penyerbukan.

Pengamatan terhadap *Rafflesia patma* yang mekar di Kebun Raya dilakukan dalam beberapa waktu (Gambar 8.4), yaitu

- 1) Pada 16 Oktober 2012, pukul 10.30 WIB, dua kuncup bunga;
- 2) Pada 1 November 2012, pukul 21.59 WIB, bunga pertama (bawah) mulai mekar;
- 3) Pada 2 November 2012, pukul 07.44 WIB, bunga pertama hampir mekar sempurna;
- 4) Pada 2 November 2012, pukul 08.15 WIB, bunga pertama mekar sempurna.



Gambar 8.4 Perkembangan Dua Bunga *Rafflesia patma* yang Mekar pada Waktu yang Hampir Bersamaan

Selain itu, juga dilakukan pengamatan *Rafflesia patma* yang mekar hampir bersamaan (Gambar 8.5), yaitu

- 1) Pada 4 November 2012, pukul 16.03 WIB, bunga kedua (atas) mulai mekar, bunga pertama berubah warna, mulai layu;
- 2) Pada 5 November 2012, pukul 09.53 WIB, bunga kedua mekar sempurna;
- 3) Pada 6 November 2012, pukul 12.07 WIB, bunga pertama mulai menghitam dan bunga kedua layu;
- 4) Pemeriksaan jenis kelamin bunga dengan cermin.

Dalam kurun waktu 12 tahun, hingga tahun 2016, *Rafflesia patma* di Kebun Raya Bogor telah berbunga 10 kali. Kesepuluh bunga yang mekar berasal dari tiga inang yang berbeda dan hanya dua kali menghasilkan bunga *R. patma* jantan. Keberhasilan ini baru merupakan awal tantangan yang lebih besar lagi. Untuk tetap lestari dalam kawasan *ex situ* diperlukan populasi hidup yang mendukung proses regenerasi *Rafflesia* secara berkelanjutan.

Rafflesia memiliki peluang sangat kecil untuk berkembang biak secara alami dalam konservasi *ex situ* dan menjadi sebuah populasi yang hidup. Kehidupan biologis bunga yang mensyaratkan jantan dan betina mekar secara serentak untuk saat ini hanya bisa dicapai bila peluang berbunga diperbesar dengan menambah jumlah populasinya. Populasi mati tidak memberi kontribusi signifikan terhadap populasi yang ada di alam karena kemungkinan besar tidak akan mampu menambah variasi genetik yang sudah ada. Tugas ini yang masih menjadi pekerjaan rumah bagi Kebun Raya, selain melahirkan peneliti-peneliti andal baru yang akan menjaga keberadaan *Rafflesia patma* dan keragaman *Rafflesia* Indonesia lainnya.



Gambar 8.5 Dua Bunga *Rafflesia patma* Mekar Hampir Bersamaan (Lanjutan) dan Pemeriksaan Jenis Kelamin Bunga





IX. PUSPA LANGKA DUTA KERAGAMAN HAYATI INDONESIA DI MANCANEGARA

Sejak pertama kali *Rafflesia* mekar di Kebun Raya Bogor, berbagai kalangan sangat tertarik untuk dapat melihat dan menyaksikan bunga tersebut. Menurut catatan sejarah, *Rafflesia* yang terlihat terakhir di Kebun Raya Bogor sebelum tahun 2010 adalah *R. rochusenii* pada Januari 1929. Tidak saja masyarakat umum yang ingin menyaksikan, beberapa pejabat negara dari dalam maupun luar negeri hadir pada hari mekarnya bunga tersebut. Ini menandakan bahwa *Rafflesia* masih menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat luas.

Kebun Raya Bogor pada bulan April 2014 mengikuti pameran *International Horticulture Goyang Korea* yang diadakan di Goyang City-Seoul, Korea Selatan. Sebagai duta Indonesia, terpilih *Rafflesia arnoldii* yang menjadi maskot di Paviliun Indonesia. Kebanggaan besar bagi bangsa Indonesia ketika awetan *Rafflesia arnoldii* menjadi maskot pameran berskala internasional ini bersama dengan dua maskot unggulan lainnya, yaitu mawar raksasa dari Kolombia dan *rainbow tulip* dari negeri Belanda. Ketiga maskot mengisi gerbang utama arena pameran yang bertempat di Plaza Goyang International Flower Foundation-Seoul.

Mempersiapkan *Rafflesia arnoldii* sebelum tampil di arena pameran merupakan pengalaman yang sangat berharga. Dari pengalaman ini diakui bahwa pengawetan bunga-bunga atau flora berukuran tidak biasa harus menjadi program nasional Indonesia. Selama ini pengawetan untuk tumbuhan Indonesia yang dilakukan di Herbarium Bogoriense dan Kebun Raya Bogor terbatas untuk tetumbuhan yang bersifat penting untuk dikoleksi sebagai dokumentasi ilmiah dalam bentuk *herbarium sheet* atau herbarium basah.

Koleksi *Rafflesia arnoldii* dan beberapa tumbuhan berukuran besar lainnya di Herbarium Bogoriense diawetkan dalam bentuk herbarium basah yang tersimpan dalam toples berukuran besar. Secara fisik, bentuk dan warna *Rafflesia arnoldii* dalam awetan basah tidak lagi terlihat jelas seperti dalam pengamatan karena sudah berubah dari aslinya. Perubahan tersebut terutama karena warnanya yang menghitam dan cairan pengawetnya sendiri berwarna gelap. Beberapa bagian sudah tidak lagi utuh, baik kerusakan karena umur penyimpanan maupun karena telah mengalami beberapa kali observasi.

Pengawetan *Rafflesia arnoldii* dalam bentuk kering untuk diikutsertakan dalam pameran ini membuka wawasan baru. Dipamerkannya tumbuhan langka ini sebagai spesimen awetan dalam sebuah pameran internasional membuka mata ratusan ribu pengunjung hanya dalam waktu dua minggu. Tidak banyak orang atau wisatawan yang beruntung dapat melihat bunga *Rafflesia* ketika berlibur di Indonesia karena masa hidup yang singkat atau karena tidak sedang berbunga. Sementara itu, akses informasi untuk mengetahui waktu berbunga juga sangat terbatas. Pengemasan *Rafflesia arnoldii* menjadi awetan untuk pameran sehingga dapat memberi kesempatan bagi pengunjung dalam maupun luar negeri yang sengaja datang untuk melihat bunga spektakuler ini.

A. PERSIAPAN DAN OBSERVASI BUNGA

Proyek pengawetan *Rafflesia arnoldii* ini dibantu oleh dua orang ahli pengawetan dari Goyang Flower Foundation-Korea. Rangkaian kegiatan dimulai dengan persiapan pengadaan bunga. Bunga telah dimonitor satu bulan sebelum pengawetan dan dikerjakan bekerja sama dengan LSM Lembaga Peduli Puspa Langka dan Lingkungan yang berbasis di Desa Tebat Monok, Kabupaten Kepahiang-Bengkulu. *Monitoring* secara harian mutlak dilakukan karena calon bunga yang diharapkan harus utuh dan mekar sempurna. Sementara itu, gangguan di lapangan bisa terjadi kapan saja, baik oleh faktor alam maupun manusia. Persiapan yang tak kalah penting adalah kelengkapan surat-surat izin dan koordinasi dengan BKSDA serta pengadaan bahan pengawet yang didatangkan dari Korea. Bahan-bahan pengawet memerlukan izin khusus, baik dari pihak Pemerintah Korea maupun Indonesia karena berupa bahan kimia dan sebagian berbentuk cairan. Pada saat pelaksanaan pengawetan, persiapan di atas telah dipastikan selesai.

Untuk kebutuhan display diperlukan bunga yang mekar sempurna. Walaupun demikian, tidak semua bunga *Rafflesia* di alam mekar hingga sempurna, faktor fisiologis dari dalam bisa berpengaruh terhadap kelangsungan masa mekar bunga. Oleh karena itu, koordinasi di lapangan dilakukan dengan sangat intensif. Hal ini terjadi pada calon bunga yang akan diawetkan.

Pada Gambar 9.1, bunga tampak tidak melanjutkan proses menuju mekar, dua helai perigone tampak masih dalam keadaan terlipat meskipun sudah ditunggu lebih dari 30 jam. Kondisi mekar sempurna secara alami tidak lagi menjadi pilihan karena perigone yang telah lebih dulu mekar bisa mengalami proses penuaan lebih dulu dan membusuk lebih cepat. Dengan situasi ini, diputuskan untuk memotong bunga dan memberi perlakuan khusus. Pengemasan ke dalam wadah dilakukan secara cermat, dialasi dengan bahan lunak (diapers) agar posisi bunga stabil selama dalam perjalanan. Sesaat setelah ditransportasikan dan tiba di Bengkulu, bunga tersebut diberi perlakuan antibakteri agar proses pembusukan dapat diminimalkan.

Pemberian larutan antibakteri dilakukan dengan sapuan kuas pada permukaan mahkota (*perigone*), sedangkan pada beberapa bagian yang tebal larutan dimasukkan dengan cara diinjeksikan dengan jarum suntik. Proses *coating*



bahan-bahan kimia berbasis silikon dilakukan pada hari berikutnya. Selain sebagai pengawet, pemberian bahan-bahan ini dimaksudkan agar derajat kekakuan helai mahkota dapat disesuaikan dengan kebutuhan (Gambar 9.2).

Pengawetan bunga (Gambar 9.2) dimulai dengan aplikasi antijamur hingga pengeringan dan *stacking* atau pengeplakan pada dasar kertas tebal untuk memberi bentuk bunga yang ideal (A-C). Diakhiri dengan pengepakan (D). Pengeringan dengan *hairdrier* dan kipas angin dilakukan setiap selesai satu tahap aplikasi bahan pengawet pada tiap helai mahkota bunga atau *perigone*. Agar bentuknya tetap bagian helai, mahkota bunga dirapikan dengan ditempel pada kertas karton menggunakan jarum pentul. Warna bunga perlahan pudar dan menghitam seiring dengan aplikasi bahan kimia. Sangat penting untuk mengambil foto dokumentasi bunga sesaat setelah aplikasi cairan selesai. Hal itu digunakan untuk referensi warna dan bentuk bunga serta memperkirakan seberapa banyak aplikasi bahan kimia yang masih diperlukan. Foto dokumentasi ini menjadi sangat penting sebagai dasar untuk memberi kesan hidup pada saat sentuhan akhir.

Bagian tengah (*discus*) adalah bagian paling berair sehingga perlu dikeringkan dengan lebih intensif. Bagian *discus* dipotong dan dipisahkan dari bunga. Piringan *discus* ditusuk dengan sumpit runcing untuk mengeluarkan kandungan cairan. Proses *coating* untuk bagian ini diperlakukan sama seperti yang diberikan pada bagian *perigone*. *Coating* dilakukan enam kali sehingga membuat bagian *perigone* lebih fleksibel dan dapat dibentuk seideal mungkin.

Gambar 9.1 Bunga *Rafflesia arnoldii* yang tidak mekar sempurna di lapangan. Proses pengangkutan dan transportasinya ke Kota Bengkulu.



Gambar 9.2
Proses Pengawetan
Bunga *Rafflesia*

Bagian akhir dari rangkaian pengawetan adalah pengepakan yang dilakukan secara cermat. Beberapa bagian bunga yang rawan robek atau rapuh dialasi dengan kain atau *diapers*. Sementara itu, pada kotak kayu yang akan menjadi wadah dibuatkan kerangka segi lima menyesuaikan dengan ukuran bunga sehingga posisi bunga duduk kaku pada kerangka. Sentuhan akhir sebelum dipamerkan adalah membuat bunga terlihat hidup yang merupakan pekerjaan artistik. Bunga yang telah diawetkan kemudian dicat dengan pewarna sesuai dengan warna aslinya. Untuk kebutuhan pameran, bunga ini ditempatkan dalam sebuah kotak kaca berlatar belakang habitat alamnya di Bengkulu.

Pada hari pameran yang berlangsung selama dua minggu, tidak kurang dari 500.000 pengunjung memadati arena pameran memuaskan keingintahuan mereka akan bunga raksasa asal Indonesia ini. Beberapa stasiun TV lokal dan internasional turut memberikan liputan khusus kepada bunga yang menjadi maskot pameran (Gambar 9.3).

Pengawetan bunga dalam bentuk herbarium sangat penting sebagai dokumen kekayaan sumber daya hayati, khususnya flora Indonesia. Pengawetan dengan metode pengeringan sederhana (dipres) umum dilakukan pada bunga-bunga yang berukuran standar, baik untuk kepentingan dokumentasi ilmiah maupun artistik. Sementara itu, pengeringan untuk berbagai flora raksasa sifatnya masih mencoba-coba karena bunga-bunga

tersebut selain langka, juga tidak umum dilakukan di dunia. Kesuksesan menampilkan bunga awetan seperti ini merupakan salah satu model yang sangat baik untuk diterapkan di Kebun Raya sebagai bahan promosi, edukasi, dan untuk memfasilitasi pengunjung yang tidak memiliki kesempatan melihat bunga-bunga langka tersebut di alam.



Gambar 9.3 *Rafflesia arnoldii* Beserta Dua Maskot Bunga dari Negara Lain Menempati Paviliun Utama (A) dan Suasana di Awal Pameran (B-C)

세상에서 가장 화경이 큰 꽃

라플레시아



라플레시아 (Rafflesia)
은 꽃이 5
일 이내 죽고
의 멸종 위기 식

X. PENUTUP

Kehidupan biologi *Rafflesia* di alam masih menyisakan banyak hal yang belum terungkap. Keterbatasan pengembangan metode pada berbagai studi yang telah dilakukan lebih disebabkan oleh sifat hidupnya yang tersembunyi dalam tubuh tumbuhan inang dan rumitnya pengaruh faktor lingkungan yang turut membentuknya. Meskipun demikian, ini menjadi tantangan luar biasa bagi terungkapnya hal yang masih menjadi misteri dalam kehidupan *Rafflesia*.

Studi ekologi tanpa memengaruhi kehidupan populasi dan habitatnya, studi anatomi yang lebih runut, dan menciptakan kultur *in vivo* yang mudah cara mengontrolnya adalah pekerjaan rumah yang masih perlu dieksplorasi. Sementara itu, keberhasilan kultur *in vitro* masih berada di awal pencarian yang cukup memberi harapan, namun masih jauh untuk dapat diterapkan pada kegiatan konservasi *Rafflesia* secara langsung. Begitu pula dengan teknik *grafting* yang berhasil membuat *Rafflesia* berbunga di kawasan konservasi *ex situ*. Metode ini membuka pintu misteri karena bagaimanapun populasi dalam konservasi *ex situ* belum dapat diharapkan untuk menjadi tambahan populasi baru di alam, kecuali bila berhasil menjadikan sebuah populasi hidup yang beregenerasi sepanjang waktu. Tantangan lebih besar dan nyata bagi konservasi *ex situ* di masa datang adalah membuat populasi bunga yang bisa diatur dan dikendalikan agar bunga jantan dan betina tumbuh serentak sehingga dapat menghasilkan buah untuk beregenerasi. Selain itu, perlu dicoba penyimpanan serbuk sari bunga jantan untuk dapat digunakan dalam membuahi bunga betina. Sementara itu, sejalan dengan waktu, kehidupan *Rafflesia* di alam pun akan selalu terancam berbagai aktivitas manusia.

Upaya promosi perlu terus dilakukan untuk mendidik masyarakat tentang keragaman hayati dan prospek yang diberikannya bagi generasi mendatang. *Rafflesia* adalah spesies payung (*umbrella species*) karena kehidupannya sangat bergantung pada ekosistem yang masih berfungsi. Menyelamatkan dan menjaga *Rafflesia* dari kepunahan sama artinya dengan menjaga kelangsungan hidup sebuah ekosistem yang menopang

kehidupan lain di bawahnya. Tidak hanya *Rafflesia* atau makhluk yang tinggal di hutan, tetapi juga menopang kebutuhan manusia akan kualitas lingkungan yang sehat sebagai penyangga iklim, penyedia air, oksigen, dan potensi bernilai ekonomi seperti kehidupan pariwisata. Peran pemerintah dalam melindungi tumbuhan ini perlu terus didorong agar dapat menciptakan situasi dan kondisi yang sehat serta sinergis, baik bagi *Rafflesia* maupun manusia yang tinggal di wilayah sekitarnya.

Di Indonesia sudah sejak lama *Rafflesia* menjadi salah satu flora yang dilindungi. Namun, tindakan nyata untuk melindunginya belum memadai karena permasalahan klasik, seperti kurangnya tenaga-tenaga ahli yang mumpuni dan kurangnya kerja sama yang baik dengan berbagai pihak terkait. Langkah baru yang telah diambil pemerintah adalah diluncurkannya Strategi Rencana Aksi Konservasi (SRAK) *Rafflesia* pada bulan September 2015, sebagai referensi bagi kegiatan konservasi *Rafflesia* Indonesia. Pada kesempatan tersebut, sebuah forum telah dibentuk untuk mewadahi masyarakat dari berbagai latar belakang dan diharapkan dapat memfasilitasi berbagai pihak untuk bersama-sama melakukan aksi nyata melindungi kelestarian *Rafflesia* sesuai dengan bidang dan kewenangannya masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Arditti, J. & Ghani, A.K.A. (2000). Tansley Review No. 110. Numerical and Physiological Property of Orchid Seeds and their Biological Implications. *New Phytologist*, 145, 367–421.
- Astuti, I. P., Yuzammi, Darnaedi, D. (2001). Usaha konservasi *ex-situ* jenis-jenis *Rafflesia* di Kebun Raya Bogor. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Puspa Langka Indonesia–Bogor*: Rafflesia Foundation, 28–30.
- Bänziger, H. (1995). Ecological, morphological and taxonomic studies on Thailand's fifth species of Rafflesiaceae: *Rhizanthus zippelii* (Blume) Spach. *The Natural History Bulletin of the Siam Society*, 43(2), 337–365.
- Bänziger, H. (2004). Studies on hitherto unknown fruit and seeds of some Rafflesiaceae and unknown method to manually pollinate their flowers for research and conservation. *Linzer Biol. Beitr.*, 36(2), 1175–1198.
- Bänziger, H., Lamb, A., & Kocyan, A. (2007). Bisexual *Rhizanthus lowii* (Beccarii) Harms (Rafflesiaceae) from Borneo: First description of flowers, fruits and seeds. *Natural History Bulletin Siam Society*, 55(2), 341–352.
- Barcelona, J. F., Pelsner, P. B., Balet, D. S., & Co, L. L. (2009). Taxonomy, ecology, and conservation status of Philippine *Rafflesia* (Rafflesiaceae). *Blumea*, 54, 77–93.
- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. (2004). Determining dormancy-breaking and germination requirements from the fewest seeds. Dalam E.O. Guerrant Jr., K. Havens, dan M. Maunder. *Ex Situ Plant Conservation Supporting Species Survival in the Wild*. Washington: Island Press. *Society for Ecological Restoration International Center for Plant Conservation*.
- Beaman, R. S., Decker, P. J., & Beaman, J. H. (1988). Pollination of *Rafflesia*. *American Journal of Botany*, 75(8), 1148–1162.
- Berlyn, G.P. & Miksche, J. R. P. (1976). Botanical microtechnique and cytochemistry. 3rd Ed. Ames, Iowa–USA: Iowa State University Press.
- Brown, R. (1821). An Account of a new genus of plants, named *Rafflesia*. *Transaction of the Linnean Society of London*, 13(1), 201–234.
- Chen, P.T., Chen, L., & Wen, J. (2011). The first phylogenetic analysis of *Tetrastigma* (Miq.) Planch., the host of Rafflesiaceae. *Taxon*, 60(2), 499–512.

- Fisher, J. B., & Ewers, F. W. (1991). Structural responses to stem injury in vines. Dalam E.E. Putz & H.A. Mooney. *The Biology of Vines*. Cambridge: Cambridge University Press. 99–124.
- Heide-Jørgensen, H. S. (2008). *Parasitic flowering plants*. Leiden: Brill.
- Hidayati, S.N., Meijer, W., Baskin, J. M. & Walck, J. L. (2000). A contribution to the life history of the rare Indonesian holoparasite *Rafflesia patma* (Rafflesiaceae). *Biotropica*, 32(3), 408–414.
- Kuijt, J. (1969). *The biology of parasitic flowering plants*. Berkeley: University of California Press.
- Latiff, A. (2001). A Studies in Malesian Vitaceae Xii: Taxonomic notes on Cissus, Ampelocissus, Nothocissus and Tetrastigma and other genera. *Folia Malaysiana*, 2(3), 179–189.
- Mat-Salleh, K., Mahyuni, R., Susatya, A., & Veldkamp, J. F. (2010). *Rafflesia lawangensis* (Rafflesiaceae) a new species from Bukit Lawang-Gunung Leuser National Park. *Reindwardtia*, 13(2), 159–166.
- Matusova, R., van Mourik, T., & Bouwmester, H. J. (2004). Changes in sensitivity of parasitic weed seeds to germination stimulants. *Seed Science Research*, 14(4), 335–344.
- Meijer, W. (1997). Rafflesiaceae. *Flora Malesiana*, Series I, Spermatophyta 13(1), 1–42.
- Mogea, J. P., Gandawidjaya, J., Wiriadinata, H., Nasution, R. E., & Irawati. (2001). *Tumbuhan langka Indonesia*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi-LIPI.
- Musselman, L. J., Yoder, J. I., & Westwood, J. H., (2001). Parasitic plants major problem to food crops. *Science*, 293(5534), 1434–1434.
- Nais, J. (2001). *Rafflesia of the World*. Sabah Park Malaysia.
- Parker, C., & Riches, C. R. (1993). *Parasitic weeds of the world: biology and control*. CAB International.
- Payne, J., Francis, C. M., & Phillips, K. (2007). *Field guide to mammals of Borneo*. The Sabah Society with World Wildlife Fund Malaysia.
- Rasmussen, H. N. (1995). *Terrestrial orchid: from seed to mycotrophic plant*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Stump, W. (1994). *Host recognition strategies of striga: A parasitic angiosperm*. Diakses pada 15 Juli 2017 dari http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/Courses/en570/papers_1994/Stump.
- Sukamto, L.A. (2001). Upaya menumbuhkan *Rafflesia arnoldii* secara *in vitro*. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Puspa Langka Indonesia*. Bogor: Rafflesia Foundation, 31–34.
- Sukamto, L. A., & Mujiono. (2010). In vitro culture of holoparasite *Rafflesia arnoldii* R. Brown. *Buletin Kebun Raya*, 13(2), 79–85.
- Susatya, A. (2011). *Rafflesia pesona bunga terbesar di dunia*. Jakarta: Direktorat Kawasan Konservasi dan Bina Hutan Lindung-Kementerian Kehutanan Indonesia.

- Tennakoon, K. U., Pate, J. S., & Arthur, D. (1997). Ecophysiological aspect of the woody root hemiparasite *Santalum acuminatum* (R.Br.) and its common host in South Western Australia. *Annals Journal of Botany*, 80(3), 245–256.
- The Plant List. (2017). Diakses pada 12 Januari 2017 dari <http://www.theplantlist.org>
- Veldkamp, J. F. (2008). The correct name for the *Tetrastigma* (Vitaceae) host of *Rafflesia* (Rafflesiaceae) in Malesia and a (not so) new species. *Reinwardtia*, 12(4), 261–265.
- (2009). Notes on the names of the *Tetrastigma* (Vitaceae) Host of *Rafflesia* (Rafflesiaceae). *Reinwardtia*, 13(1), 75–78
- Wiradinata, H., & Sari, R. (2010). A new species of *Rafflesia* (Rafflesiaceae) from North Sumatra. *Reinwardtia*, 13(2), 95–100.
- Wong, M. (2001). A good host *Tetrastigma tuberculatum*. *Malaysian Naturalist*, 58(2), 44–46
- Yoder, J. I. (1999). Parasitic plant responses to host plant signals: A model for subterranean plant-plant interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 2(1), 65–70. Diakses pada 15 Juli 2005 dari <http://biomednet.com/elecref/1369526600200065>.
- Zuhud, E. A. M., Hikmat, A., & Jamil, N. (1998). *Rafflesia Indonesia: Keanekaragaman, ekologi, dan pelestariannya*. Yayasan Suaka Alam dan Suaka Margasatwa Indonesia (The Indonesian Wildlife Fund).



GLOSSARIUM

Anastomosis	: Penyatuan percabangan yang membenang seperti hifa jamur
Anther	: Kepala sari yang merupakan bagian dari organ re produksi jantan pada bunga
Anthesis	: Masa berbunga
Braktea	: Daun gagang
Column	: Struktur seperti tugu atau pilar pada bunga
Cupula	: Daun pembalut yang menyatu membentuk mangkuk penyangga bunga
Diafragma	: Dinding atau selaput pemisah
Dioecius	: Organ reproduksi jantan dan betina tidak berada pada satu bunga, tetapi terpisah atau pada bunga berlainan.
Discus	: Struktur seperti cakram pada bunga Rafflesia yang terletak di bagian tengah bunga, ditumbuhi cuatan seperti duri.
Eksplan	: Potongan jaringan dari suatu organisme yang ditumbuhkan pada media buatan atau in vitro
Endofit	: Sifat parasit yang hidup di dalam jaringan inang
Endoparasit	: Parasit yang hidup di dalam jaringan inang
Ex situ	: Istilah yang berarti di luar habitat aslinya
Endemik	: Makhluk yang persebarannya sangat terbatas di daerah tertentu
Grafting	: Enten, menyambung
Habitat recovery	: Pemulihan habitat
Hermafrodit	: Organ reproduksi jantan dan betina dalam satu bunga
Imbibisi	: Penyerapan air ke dalam rongga-rongga jaringan melalui pori-pori secara pasif
Inokulasi	: Memasukkan inokulum dengan sengaja ke dalam media atau inang

In situ	: Istilah yang berarti di dalam habitat aslinya.
In vitro	: Menanam secara aseptik dalam botol berisi media tanam
In vivo	: Pengujian penanaman bahan-bahan di dalam sel atau jaringan makhluk yang masih hidup
Kalus	: Jaringan yang terbentuk pada permukaan tumbuhan yang merupakan respons atas terjadinya luka, infeksi patogen, terpotong atau rusak
Knop	: Istilah untuk kuncup <i>Rafflesia</i> muda hingga saat sebelum mekar
Miselium	: benang-benang hifa
Monoecious	: Organ reproduksi jantan dan betina berada dalam satu bunga
Ovarium	: Bagian organ reproduksi pada bunga betina.
Parasit	: Istilah untuk makhluk yang kehidupannya mutlak tergantung kepada makhluk lain
Perigone	: Helai mahkota pada bunga <i>Rafflesia</i> , bertekstur tebal berbintik-bintik dan unik untuk setiap jenisnya.
Plantlet	: Anak tumbuhan
Polinator	: Atau penyerbuk, yang membantu penyerbukan pada bunga. Bisa berupa serangga atau makhluk lainnya.
Polen	: Serbuk atau tepung sari, merupakan bagian dari organ reproduksi betina.
Processus	: Cuatan seperti duri pada cakram <i>Rafflesia</i>
Reintroduction	: Program pengembalian suatu jenis tumbuhan/ hewan ke habitat asalnya.
Rootstock	: Bagian bawah tumbuhan yang dijadikan sumber untuk disambung
Skarifikasi	: Proses pengelupasan kulit biji
Scion	: Bagian atas tumbuhan yang dijadikan sumber untuk disambung
Viabel	: Masih hidup
Xylem	: Jaringan pembuluh pada tumbuhan tinggi

INDEX

- Acetic Acid, 44
alectrol, 40
anastomose, 57
anatomi, 2, 51, 53, 55, 56, 57, 75
annuli, 6
anther, 6, 8, 9, 18
anthesis, 18, 27
- Benzyl Adenine, 44
bractea, 11, 17
- camera-trap, 6
Cassytha, 56
column, 26, 27
cupula, 11
Cuscuta, 56
- dental mirror, 18
diafragma, 5, 6, 18
discus, 8, 9, 11, 18, 26, 27, 33, 71
- eksplan, 2, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49
eksudat, 7, 39, 40
embrio, 35
endemik, ix, 37, 39, 87
endofit, 22, 49, 51, 55, 62
endoparasit, 6, 37, 39, 41, 51, 53, 56
epidermis, 55
erlenmeyer, 45
evolusi, 1
ex situ, vii, ix, 1, 2, 16, 34, 37, 67, 75
- fase, 10, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 26, 39, 52, 53, 55, 56, 57
- filamen, 54
fotosintesis, 6, 33
- Gibberelic Acid, 44
grafting, 59, 60, 61, 62, 63, 75
- haustoria, 6, 57
herbarium, 12, 13, 14, 18, 69, 72
Herbarium, 12, 69
holoparasit, 33, 48
- inang, 1, 2, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 37, 38, 39, 40, 41, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 62, 63, 64, 67, 75, 85, 86
- iniasiasi, 41, 42, 55, 57
inokulasi, 2, 37, 38, 40
intrusi, 55, 57
in vitro, 2, 16, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 53, 75, 78, 85
- Kibalera, 14, 20
klorofil, 6
konduktif, 55, 56, 57
konservasi, vii, 1, 3, 15, 16, 25, 34, 62, 67, 75, 76, 77, 87
kuncup, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 57, 59, 61, 62, 64, 86
- liana, 12, 14, 22, 62
Lodoicea maldivica, 25
Lucillia, 9, 27

Malesia, 3, 79
 metode kuadrat, 19, 20
 micro seed, 38
 mikrofil, 30, 31, 33
 miselium, 33
 monoecious, 8
 mycotropy, 33

Orchidaceae, 25
 Orobanche, 7
 orobanchol, 40
 ovarium, 8, 9, 26

parasit, vii, 1, 2, 6, 7, 10, 12, 25, 29, 34, 38, 39, 40, 41, 53, 55, 56, 57, 85
 periderm, 53, 55
 perigone, 6, 11, 18, 27, 56, 70, 71
 phloem, 53, 54, 55, 56
 Picloram, 48
 plasenta, 30
 polen, 8, 9, 27
 populasi, ix, 2, 9, 10, 14, 15, 17, 19, 21, 22, 49, 59, 67, 75
 processus, 5, 18, 26, 27, 29, 56
 purposive sampling, 19, 20
 putik, 18

Rafflesia arnoldii, 2, 3, 10, 12, 25, 26, 29, 33, 44, 46, 69, 70, 71, 73, 78, 87
Rafflesia zollingeriana, 12
 ramenta, 6
R. atjehensis, 5
 rayap, 15, 27, 28, 34
R. bengkulensis, 5
 recovery, 16, 85
 reintroduksi, xi
 relokasi, 59
 restoration tool box, 16
R. gadutensis, 5
R. haseltii, 5
 rhizodermis, 55
R. keithii, 9, 27
R. kerii, 6, 34
R. lawangensis, 5
R. meijerii, 5, 41, 42, 47

R. micropylora, 5, 6
 rootstock, 60, 62
R. patma, 5, 6, 10, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 39, 40, 43, 45, 47, 48, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 67
R. pricei, 5, 6, 9
R. rochusenii, 5, 16, 69
R. tuan-mudae, 5
R. zollingeriana, 5

Santalum, 53, 79
 Sapria, 10, 12, 34
 scarifikasi, 34
 scion, 60, 62
 seludang, 11, 17
 simbion, 33
 size class, 20
 sklerenkim, 30
 sporadis, 9, 27
 stimulan, 34, 39
 Striga, 7, 35, 39, 40, 53
 Strigol, 38, 40, 44, 46, 47
 sulur, 12

talikoja, 12, 17
 tendril, 12
 tepung sari, 9, 86
 testa, 30
Tetrastigma, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 26, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 77, 78, 79
Tetrastigma cruciatum, 12
Tetrastigma curtisii, 12
Tetrastigma dubium, 12
Tetrastigma glabratum, 12
Tetrastigma hookeri, 12
Tetrastigma laevigatum, 12
Tetrastigma leucostaphyllum, 12, 14, 46, 48
Tetrastigma mutabile, 12
Tetrastigma papilosum, 12
Tetrastigma pedunculare, 12
Tetrastigma trifoliatum, 12
 Tetrazolium, 35
 Tupaia tana, 27

Ultrastruktur, 30, 31, 32

variasi genetik, 67

Variasi genetik, 14

vegetatif, 7, 41, 47, 53, 57, 62

viabilitas, 9, 27, 34, 35

Vitaceae, 12, 22, 78, 79

window, 6

xylem, 22, 53, 55, 56



BIOGRAFI PENULIS



SOFI MURSIDAWATI, M.Sc. lahir di Bandung, 4 September 1968. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar dari SD hingga SMA di Bandung. Gelar sarjana biologi diraih oleh penulis pada tahun 1993 dari Universitas Padjadjaran-Bandung. Berkarier di Kebun Raya Bogor sejak tahun 1994 dan mulai mengikuti berbagai pelatihan terkait konservasi tumbuhan, baik di dalam maupun luar negeri.

Pada tahun 2003, penulis menyelesaikan pendidikan Master dari University of Western Australia (UWA) di Perth, memperdalam ilmu konservasi *Rhizanthella gardnerii* anggrek endemik yang menjadi *icon* Australia Barat. Selain oleh UWA, kegiatan ini juga didukung oleh Kings Park Botanical Garden and Park Authority tempat penulis bernaung selama belajar di Australia.

Berbekal ilmu yang didapat selama bekerja dan menyelesaikan pendidikan di Perth, penulis merasa berkewajiban untuk mengerjakan hal yang sama untuk *Rafflesia* hingga terbit buku ini. Selama menjalankan penelitian, penulis sempat bertugas

mewakili Indonesia memamerkan duta Flora Indonesia, termasuk *Rafflesia arnoldii*, *Amorphophallus titanum*, *Eucalyptus deglupta*, dan *Anaphalis javanica* selama empat tahun berturut-turut (2013–2016) dalam acara tahunan “International Horticulture Goyang Korea” di Seoul. Kini, penulis aktif sebagai kurator anggrek dan *Rafflesia* koleksi Kebun Raya Bogor.



IRAWATI, lahir di Wonosobo, 21 Januari 1950. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Fakultas Pertanian-Institut Pertanian Bogor (IPB). Selanjutnya, penulis menyelesaikan pendidikan master di University of Birmingham (UK) dengan memperdalam ilmu *Conservation and Utilization of Plant Genetic Resources*. Kemudian, gelar doktor diraih penulis di Fakultas Agronomi-University Pertanian Malaysia.

Memulai karier sebagai staf Kebun Raya Bogor pada tahun 1974, penulis kemudian bekerja sebagai peneliti Lembaga Biologi Nasional/Puslitbang Biologi. Selain itu, penulis juga pernah menjabat Kepala Bidang Botani-Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Biologi dan juga pernah menjabat sebagai Kepala Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor. Setelah itu, penulis bekerja sebagai peneliti Pusat Konservasi Tumbuhan (PKT) Kebun Raya Bogor hingga pensiun pada tahun 2015.

Kegiatan penelitian yang dilakukan penulis mengenai fisiologi anggrek, talas-talasan, dan *Rafflesia*. Selama menjalankan tugas, penulis juga menjadi wakil Indonesia di Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) sejak tahun 2007; anggota CITES Plant Committee untuk kawasan Asia (2002–2007); Pengurus Bidang Konservasi Perhimpunan Anggrek Indonesia, dan Indonesian Country Representatives of Asia Orchid Specialist Group IUCN-SSC.



Biologi Konservasi Rafflesia

Pelestarian *Rafflesia* sebagai puspa langka dan tumbuhan khas Indonesia perlu terus dibangun dan digalakkan oleh seluruh masyarakat. LIPI patut berbangga hati atas keberhasilan Kebun Raya LIPI Bogor dalam mengonservasi habitat *Rafflesia*, melestarikan, dan memperluas kehidupan populasinya di alam.

Kupas dan telisik (kulik) lebih cermat semua informasi terkait puspa langka dan pelestariannya. Temukan ciri keunikan puspa langka ini, baik sifat biologisnya, morfologi buah dan bijinya, maupun upaya menumbuhkan *Rafflesia* pada media kultur jaringan.

Mari memulai aksi nyata melindungi kelestarian *Rafflesia* dengan memperkaya informasi dan pengetahuan dengan membaca buku ini. Kemudian kuatkan niat dengan bergabung dengan forum yang akan melaksanakan Strategi Rencana Aksi Konservasi (SRAK) *Rafflesia*. Semoga catatan keberhasilan dalam buku ini dapat menginspirasi masyarakat untuk menjaga dan mencintai puspa langka ini. Dirgahayu Kebun Raya LIPI, Bogor!



Distributor:

Yayasan Obor Indonesia
Jl. Plaju No. 10 Jakarta 10230
Telp. (021) 319 26978, 392 0114
Faks. (021) 319 24488
E-mail: yayasan_obor@cbn.net.id

LIPI Press

ISBN 978-979-799-877-6

