
MORFOLOGI BUAH DAN BIJI *RAFFLESIA PATMA* DAN *R. ARNOLDII*

Sofi Mursidawati

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI
Jl. Ir. H. Juanda 13, Bogor 16003
email: sofi_mdawati@yahoo.com

Abstract

Most members of family Rafflesiaceae are rare plants which found only in a restricted area in Southeast Asia. As a holoparasitic plant *Rafflesia* totally depends on the specific host plant in specific habitat. The rarity of *Rafflesia* caused the limited number of research of many biological aspects of this species. In this study, observations on the fruit and seed of *R. patma* and *R. arnoldii* were carried out in its habitat and laboratory. Figures and dimension of the seeds was recorded by Scanning Electron Microscope (SEM).

Keywords: fruit, morphology, *Rafflesia arnoldii*, *Rafflesia patma*, seed,

Abstrak

Hampir semua anggota marga *Rafflesiaceae* merupakan tumbuhan langka yang hanya ditemukan di tempat yang sangat terbatas di Asia Tenggara. Sebagai tumbuhan holoparasit kehidupannya tergantung sepenuhnya pada inang dan habitat yang sangat spesifik. Kelangkaan *Rafflesia* pula yang membatasi jumlah penelitian berbagai aspek tumbuhan ini. Dalam studi ini observasi dilakukan di lapangan maupun di laboratorium terhadap buah dan biji *Rafflesia patma* maupun *R. arnoldii*. Selain pencatatan dan pengamatan dilakukan pula pengambilan gambar-gambar dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Kata kunci: biji, buah, morfologi, *Rafflesia arnoldii*, *Rafflesia patma*

PENDAHULUAN

Biji adalah organ yang sangat menentukan kelangsungan generasi suatu jenis tumbuhan di alam. Bentuk dan ukuran biji, baik antar jenis maupun di dalam jenisnya sendiri sangat beragam. Biji Orchidaceae dan beberapa jenis tumbuhan parasit hanya berukuran 10-6g sedangkan biji *Lodoicea maldivica* berukuran jutaan kali lipatnya (104g). 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 dan sampai saat ini pengetahuan biologisnya juga masih belum diketahui dengan baik.

Salah satu kesulitan utama dalam melakukan penelitian buah dan biji *Rafflesia* adalah memperoleh material karena akses yang sangat terbatas. Dari segi teknis keberadaan bunga yang

mekar sukar diprediksi, sehingga kesempatan untuk mendapatinya dalam keadaan berbuahpun lebih sulit lagi mengingat kompleksnya kehidupan biologis bunga *Rafflesia*. Karena hal itulah, publikasi mengenai buah *Rafflesia* yang langka inipun tidak banyak dan penelitian dasar semacam ini menjadi sangat penting ketika usaha untuk melakukan konservasi (terutama usaha propagasi) terhadap bunga ini akan dilaksanakan. Dalam tulisan ini akan diuraikan beberapa kajian morfologi tentang buah dan biji *Rafflesia patma* dan *R. arnoldii*.

BAHAN DAN METODE

Pengamatan terhadap buah *R. patma* dilakukan dibantu oleh tim Jagawana PHPA resort Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pangandaran di Jawa Barat. Sedangkan buah *R. arnoldii* diperoleh dari Cagar Alam Batang Palupuh Sumatra Barat. Pengamatan dilakukan terhadap ciri fisik dan morfologi buah serta pengukuran dimensinya dilakukan dilapangan. Sedangkan pengamatan terhadap bijinya dilakukan di laboratorium.

Pengamatan lebih detil dilakukan dengan memotong buahnya baik secara melintang maupun membujur. Sedangkan biji dikeluarkan dari daging buahnya dengan cara mencucinya dalam tapisan

dengan air mengalir dan menampungnya dalam kain bersih kemudian dikeringkan di suhu ruangan selama satu malam. Biji yang telah kering ditempatkan didalam botol-botol bersih dan steril.

Pengamatan morfologi biji dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya yang dikerjakan di laboratorium Kultur Jaringan Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor dan SEM (Scanning Electron Microscope) model JEOL 3520. di Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi – LIPI Cibinong. Penelitian ini dilakukan dari tahun 2004-2006.

HASIL

Buah *Rafflesia patma* dan *Rafflesia arnoldii*

Baik buah *R. patma* maupun *R. arnoldii* tidak mudah untuk dilihat di lapangan karena warnanya yang coklat tanah tersamarkan oleh keadaan sekelilingnya. Bentuk buah *R. patma* secara umum seperti cawan terbalik dengan alur-alur vertikal yang dalam di sekeliling permukaannya. Karena alur tersebut, tekstur permukaan buah tampak tidak rata (Gb.1B). Buah yang ditemukan berdiameter 15 cm dan lingkaran bagian terlebar buah 28 cm, berwarna coklat tua kehitaman dengan posisi duduk pada akar *Tetrastigma leucostaphyllum*.



Gambar 1. Bunga (A) dan buah (B) *Rafflesia patma* di Cagar Alam Pangandaran. Bagian puncak buah adalah sisa-sisa dari discus (tanda panah-DIS) yang semula ditumbuhi oleh *processus* (cuatan seperti duri) pada saat *R. patma* masih berwujud bunga (tanda panah). Sedangkan yang menggelembung membentuk badan utama buah adalah column bagian tengah, yang batasnya mulai dari bawah discus hingga ovarium yang semula 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 2A dan B). Memperoleh buah *R. patma* sangat tidak mudah. Buah *R. patma* berasal dari bunga betina yang berhasil diserbuki oleh serangga. Untuk menjadi buah diperlukan serangkaian kejadian yang sangat spesifik dan langka terjadi. Secara morfologi tumbuhan *Rafflesia* berupa benang yang tumbuh dalam inang dan menghasilkan bunga betina atau bunga jantan secara terpisah jadi bersifat uniseksual.

Populasi bunga *Rafflesia* di alam sangat rendah, begitu juga dengan *R. patma*. Jumlahnya yang tidak banyak ditambah dengan musim berbunga yang sporadis dan tidak serentak menyebabkan langkanya mendapatkan kesempatan bunga jantan dan betina yang mekar pada waktu bersamaan. Pada kasus *R. patma* di Pangandaran (Jawa Barat) populasinya di dominasi oleh bunga jantan (Hidayati et al., 2002), yang berarti semakin memperkecil peluang terjadinya penyerbukan antara bunga jantan dan betina. Peluang ini diperkecil lagi oleh masa mekar bunga yang pendek, sekitar 4 – 5 hari saja. Konsekuensinya viabilitas pollen dari bunga jantanpun akan sangat terbatas. Nais (2001) menyebutkan viabilitas pollen *R. keithii* hanya 72 jam setelah dipisahkan dari bunganya. Ini berarti bahwa dalam rentang waktu tersebut serangga penyerbuk harus menemukan bunga betina yang sedang berbunga dan menyerbukinya. Tidak terjadi pembuahan bila bunga betina tidak ada atau tidak berhasil diserbuki. Belum diketahui berapa lamanya viabilitas pollen *R. patma*.

Dalam sebuah survey di Cagar Alam Pangandaran tahun 2006, berhasil ditemukan 2 bunga betina dan kemudian diamati perkembangannya. Menurut hasil pengamatan, buah yang termuda berusia 2 minggu (Gambar 2A). Penampilan bunga yang mulai membusuk setelah anthesis ini tidak tampak berbeda pada bunga jantan atau betina, yang membusuk setelah menyelesaikan masa mekarnya. Perigon membusuk dan terlepas, warnanya menghitam, namun pada bunga yang berhasil menjadi buah, seluruh tubuhnya terutama dari bagian discus kebawah mengeras dan tidak berlendir sebagai tanda membusuk seperti halnya bunga yang tidak berkembang menjadi buah. Semakin tua umurnya, piringan discus (bekas processus) mulai terangkat keatas karena bakal buah mulai berisi. Semakin lama buah semakin berisi hingga menggembung melebar ke bagian bawah. Alur-alur vertikal yang terbentuk pada permukaan buah semakin dangkal sejalan dengan semakin tuanya umur buah.

Sejalan dengan waktu, processus yang semula tumbuh mencuat dari bagian piringan atas buah tidak ditemukan lagi karena gugur. Buah yang matang tidak memperlihatkan perbedaan yang mencolok dengan buah yang masih muda, tekstur luarnya sangat keras dan liat. Ditemukan pula buah *R. patma* yang sudah melewati masa kematangan. Buah tersebut tampak utuh berwarna hitam dan mulai keropos, agak mengering. Seluruh bagian tubuhnya tampak tertembus oleh akar inang maupun akar tumbuhan lain di sekelilingnya (Gambar 2C).



Gambar 2. Buah *R. patma* berusia 2 (A) minggu dan 4 bulan (B). Buah *R. patma* yang sudah melewati masa kematangan, bentuknya masih utuh namun seluruh permukaannya tertembus akar inang maupun tumbuhan lain di sekitarnya (C). Buah matang yang kosong karena isinya kemungkinan sudah dimakan rayap (D)

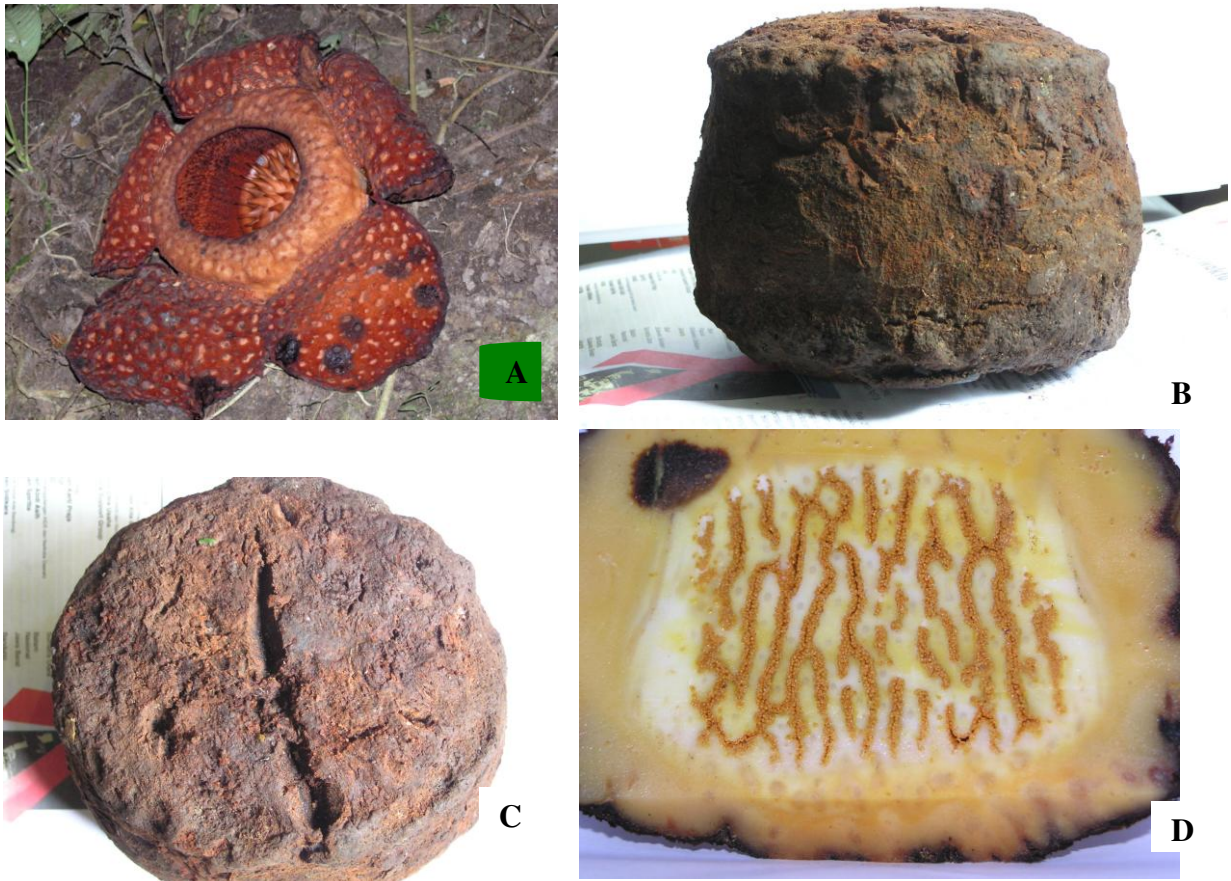
Dari gambar ini ada indikasi bahwa penyebaran biji *R. patma* dapat juga terjadi secara pasif dengan kata lain, akar inanglah yang menghampiri buahnya kemudian interaksi dengan biji terjadi. Selama ini penyebaran biji *R. patma* di alam masih menjadi spekulasi karena pengamatan langsung terhadap buah belum dilakukan secara intensif. Di Malaysia Nais (2001) melaporkan bahwa *R. keithii* disebarkan oleh sejenis rodensia yang bernama lokal Tupai tanah (*Tupaia tanna*). Daerah persebaran *Tupaia tanna* terutama di hutan dataran rendah Sumatra dan Kalimantan (Payne et al., 1984). Belum diketahui apakah rodensia sejenis ada di habitat *R. patma* di Pangandaran.

Frekuensi ditemukannya buah *R. patma* matang yang kosong seperti dimakan binatang bukan pengerat cukup banyak. Dasar buah masih utuh menempel pada inangnya, tepi buah terpotong beraturan dan isinya terkuras habis hingga meninggalkan buah dalam keadaan bersih (Gambar 2D). Berdasarkan pengamatan rayap yang banyak ditemukan di lantai hutan Cagar Alam Pangandaran yang mungkin memakan biji-biji tersebut. Namun apakah rayap ikut menyebarkan biji *R. patma* belum diketahui dengan pasti.

Buah *R. arnoldii* diperoleh dari Cagar Alam Batang Palupuh Sumatra Barat. Dibandingkan 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 proporsinya lebih seimbang, tidak mengerucut, berwarna coklat tanah agak kemerahan. Permukaan buah tidak rata, artefak berupa rekahan dangkal melintang pada permukaan puncak buah (Gb 3D). Bekas-bekas *processus* tidak tampak sama sekali. Dilihat sepintas lalu mirip dengan bongkahan

tanah biasa. Buahnya sangat keras seperti batu. Walaupun berukuran besar, namun tidak mudah untuk melihat buah *R. arnoldii*, karena warnanya yang samar. Dibandingkan dengan *R. patma* keberadaan buah *R. arnoldii* di habitatnya di kawasan Batang Palupuh Sumatra Barat sangat langka karena populasinya jauh lebih sedikit dan tumbuh di lokasi yang curam dan tidak mudah diakses.



Gambar 3. Bunga dan buah *R. arnoldii* di habitatnya (A-B). Buah *R. arnoldii* dari samping (B) dan atas tampak atas dengan rekahan dangkal tampak pada permukaan atas buah *R. arnoldii* (C). Potongan membujur buah *R. arnoldii* (D)

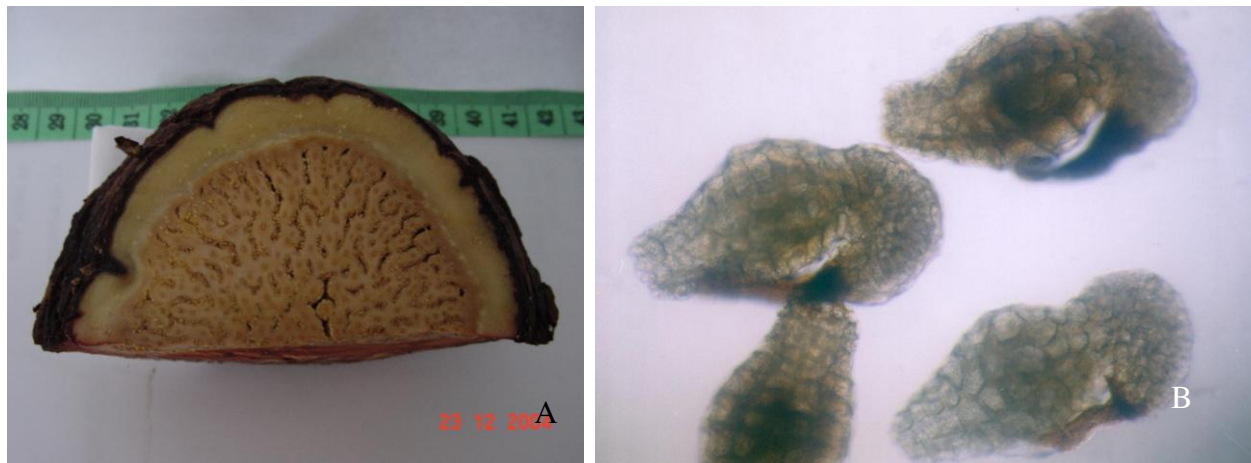
Biji *Rafflesia patma* dan *R. arnoldii*

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 (Gambar 3D dan 4A). Tekstur daging buah *R. patma* maupun *R. arnoldii* seperti pulp berwarna kecoklatan jika sudah matang, sedangkan yang muda berwarna lebih terang dan kaku seperti pepaya mentah, rasanya sepat dan agak pahit.

Ketika matang, kulit biji (testa) *R. patma* berwarna coklat terang sedangkan *R. arnoldii* berwarna coklat kehitaman. Teksturnya keras dan

kaku terbangun dari sel-sel sklerenkim tebal dan cekung berbentuk huruf U (Gambar 5D), bagian luarnya kering tetapi agak basah di tengahnya.



Gambar 4. Struktur buah *R.patma* yang telah dipotong melintang (A) memperlihatkan biji yang menempel pada daging buahnya. Biji *R. patma* dilihat mikroskop cahaya perbesaran 25 X (B)

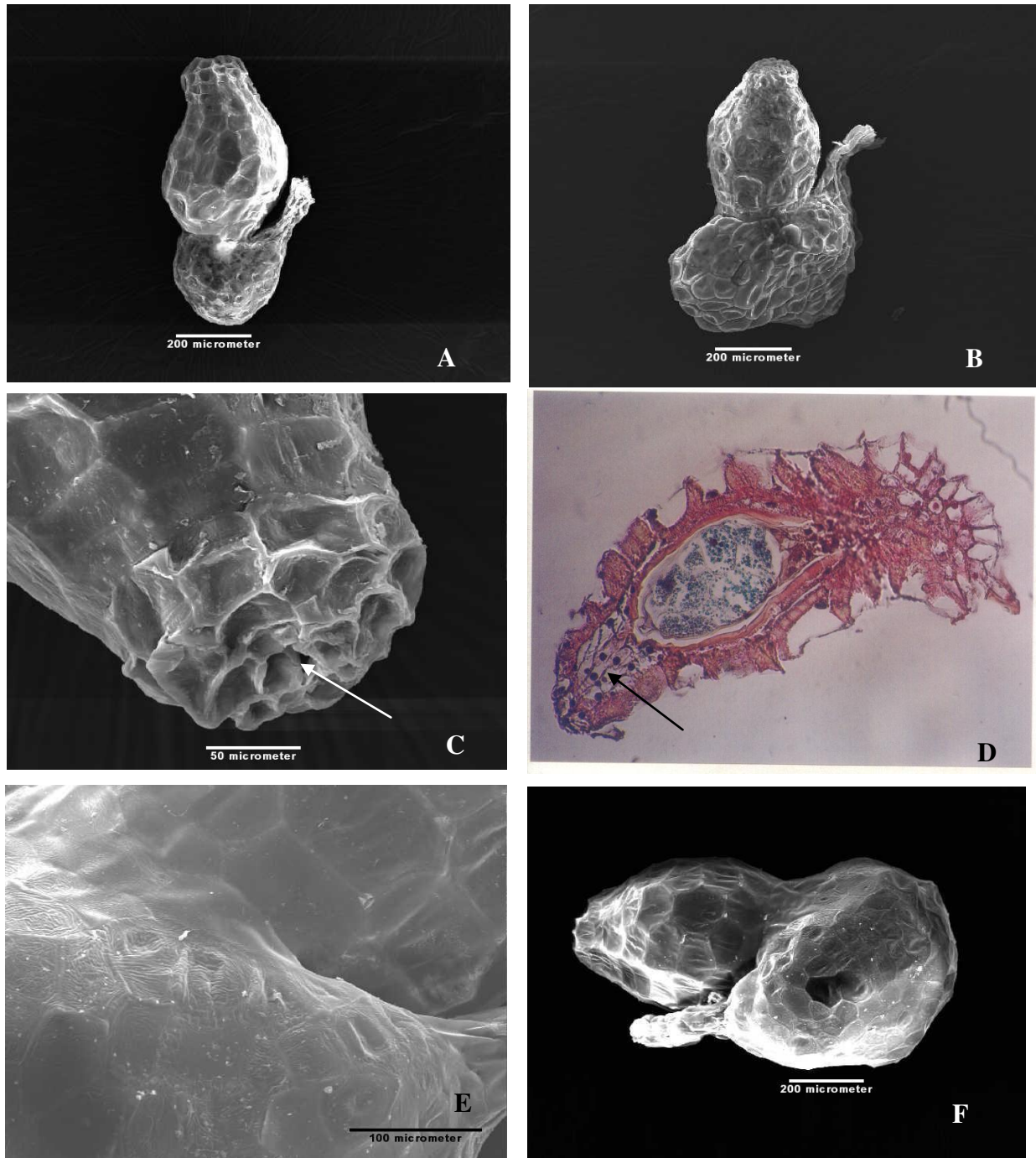
Tabel.1. Perbandingan ukuran buah dan biji *R. patma* dan *R. arnoldi*

Buah/ Biji	<i>R. arnoldi</i>	<i>R. patma</i>
Diameter buah	18 cm	13 – 15 cm
Keliling buah	50 cm	28 – 32 cm
Berat biji	87 – 97 µg	18 – 21 µg
Panjang Biji	1000 – 1500 µm	500 – 900 µm

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

bagian luarnya cekung dan kecil seringkali terisi udara sehingga banyak biji yang terapung di air.

Ultra struktur biji terlihat pada gambar-gambar yang diambil dengan Scanning Electron Microscope (SEM) baik pada *R.patma* (Gb.5A) maupun *R.arnoldii*. (Gb.5B). Permukaan biji yang tampak tak rata dibangun oleh jaringan sklerenkim yang tebal, menjadi dinding dan kerangka pelindung bagi material yang ada di dalamnya.



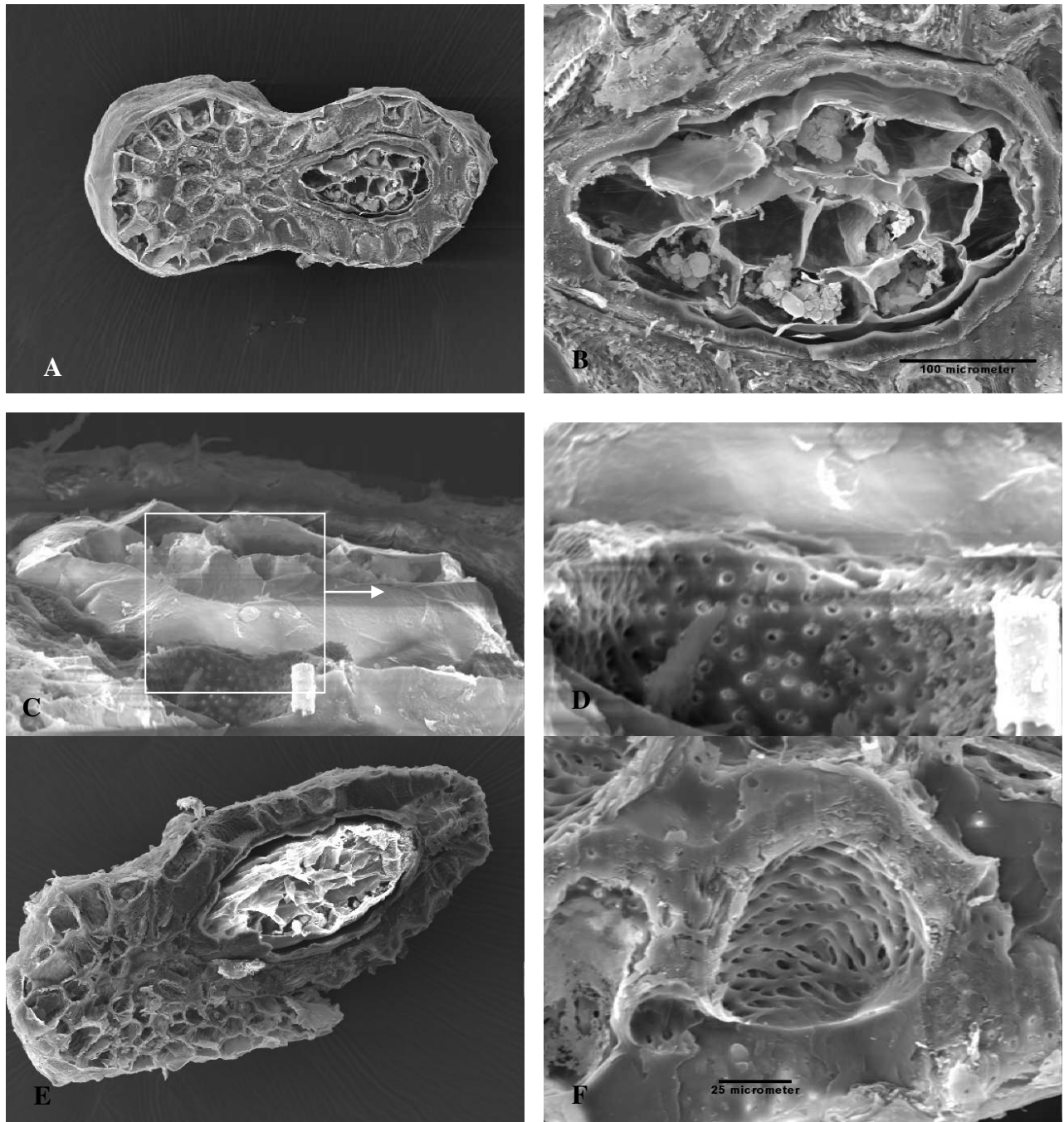
Gambar 5. Gambar Scanning Electron Microscope (SEM) biji *R. patma* (A) dan *R. arnoldii* (B) dalam keadaan utuh. Microfil terdapat di salahsatu ujung biji (C). Keberadaan mikrofil ini diperjelas oleh gb.D (panah) yang dikerjakan dengan metode parafin, gambar tersebut juga memperlihatkan susunan sel-sel yang membangun biji sehingga menampilkan permukaan seperti pada gb.E (*R. arnoldii*) dan F (*R. patma*).

Dinding tersebut terdiri atas sel-sel besar dan kosong (Gambar 6A, E) tersusun dari bahan yang sama. Dibawah lapisan terluar terdapat lapisan sel

yang berdinding keras tetapi berpori seperti tapisan (Gambar 6 C dan D).

Di bagian ujung biji tampak lubang mikrofil yang diduga berperan dalam proses imbibisi air selama terjadinya perkecambahan. Gambar biji *R.arnoldii*

yang diiris melintang (Gambar 6A) memperlihatkan bagian inti yang terdiri dari 12 sel berisi cadangan makanan (Gambar 6B) t



Gambar 6. Di bagian tengah biji *R. arnoldii* (A-B) dan *R. patma* (E) menunjukkan adanya rongga-rongga, diperbesar pada gb. (F) dan sel-sel berisi cadangan makanan (A-B). Struktur penyimpan cadangan makanan ini dibungkus lapisan sel yang keras tetapi berpori (C dan D).

PEMBAHASAN

Kulit buah *R. patma* dan *R. arnoldii* sangat keras. Pada *R. patma*, meski 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 *R. arnoldii* bahkan sama sekali tidak memiliki artefak apapun di permukaannya yang datar kecuali bagian atas bekas permukaan discus. tampaknya biji baru bisa terekspose keluar setelah terjadinya pembusukan atau rusak karena sesuatu sebab, hal ini diutarakan juga oleh Kuijt (1966).

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

Dari bentuk morfologinya, 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 fotosintetik seperti daun. Kebutuhan nutrisi selama hidupnya dikemudian hari akan digantungkan kepada tumbuhan inangnya. Kulit biji yang keras dan kedap air, membantunya untuk bertahan selama beberapa waktu dari serangan jamur atau bakteri pembusuk. Lubang microfil yang terdapat di salah satu ujungnya memungkinkan masuknya air selama proses perkecambahan. Pada biji anggrek masuknya air baru terjadi dalam situasi jika biji terekspos oleh air yang sangat dingin atau temperatur berkurang, akibatnya tekanan udara didalam biji bekurang dan menyebabkan tersedotnya air dari luar (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 *microfil* tersebut. Selaput tebal berpori juga tampak membungkus sel **endosperm** penyimpan cadangan makanan. Ada kemungkinan fungsi pori pada selaput pembungkus tersebut sebagai pelindung kedua yang juga berperan menyeleksi molekul suatu zat atau organisme renek seperti bakteri yang masuk kedalamnya.

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 dispersalnya 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 yang pada akhirnya memperbesar kesempatan untuk tersebar (Arditti & Ghani, 2000). Dari fakta yang berhasil dikumpulkan di lapangan selama 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 paling tidak sudah diketahui bahwa biji *R. patma* tidak semua memiliki level kematangan yang sama walaupun berasal dari satu buah. Hal ini berarti 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 terlalu beresiko 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 morfologinya saja sedangkan sifat fisiologisnya masih harus dikaji lebih jauh. Perlakuan suhu dan penggunaan stimulant seperti yang dilakukan pada tumbuhan parasit seperti *Striga* (Stump, 1994 : Matusova *et al*, 2004) memberi peluang lebih besar karena resiko 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 adalah penentuan kandungan kadar air awal karena ukurannya yang tidak signifikan. Begitupula dalam proses penyerapan warna test *Tetrazolium*. Biji *Rafflesia* yang bercangkang tebal dan keras yang membuat sukarnya penyerapan warna oleh embrio, walaupun terwarnai agak sulit membedakan dengan warna asli embryo sebelum perlakuan.

KESIMPULAN

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

Penyebaran biji *R. patma* yang diduga terjadi secara pasif, menambah informasi daftar sifat dispersal *Rafflesia*, yang pada berbagai jenis *Rafflesia* lainnya masih bersifat spekulatif. Sedangkan penyebaran oleh rayap perlu dikonfirmasi dengan studi lebih lanjut.

Biji tumbuhan holoparasit seperti *Rafflesia* sangat memerlukan kajian fisiologis lebih dalam mengingat sifatnya yang sangat kompleks. Karenanya

menggunakan biji segar sebagai bahan percobaan masih menjadi alternatif utama sebelum metode penyimpanan biji diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Arditti .J and A.K.A.Ghani.2000. Tansley Review no. 110. Numerical and physiological property of orchid seeds and their biological implications. *New Phytologist* 145: 367 -421
- Banziger. 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 Biologische Beitrage* 36/2 1175 - 1198 pp
- Banziger. H. (1995). Studies on the superlative deceiver; *Rhizanthus Dumortier* (*Rafflesiaceae*).*Bulletin of the British Ecological Society* . 32:3 pp
- Hidayati,S.N., W.Meijer and J.L. Waick. 2000. A contribution to the life history of the rare Indonesian holoparasite *Rafflesia patma* (*Rafflesiaceae*). *Biotropica* 32:408-414
- Kuijt, J. 1969. *The biology of parasitic flowering plants*. University of California Press. Berkeley.
- Matusova.R.,T. Mourik & H.J. Bouwmeste. 2004. Changes in sensitivity of parasitic weed seeds to germination stimulants.*Seed Science Research* 14 : 335-344.
- Meijer.,W. 1997. *Rafflesiaceae*. *Flora Malesiana*, Series I, Vol. 13 . 1 – 42 pp.
- Payne, J., C.M. Francis and K. Phillipps. 1985. *Field guide to mammals of Borneo*. The Sabah Society with World Wildlife Fund Malaysia.
- Nais.,J 2001. *Rafflesia of the world*. Sabah Park – Malaysia
- Rasmussen, H.N. 1999. *Terrestrial orchids, from seed to mycotrophic plant*. Cambridge, U.K: Cambridge University Press.
- Stump.W. 1994.Host Recognition Strategies of *Striga* – A Parasitic Angiosperm. http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/Courses/en570/papers_1994/Stump.html (accessed 15th July 2005)
- Tenakoon.K.U., Pate.J.S and 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: 245 – 256