

**SEEDLING FUNCTIONAL TYPES AND COTYLEDONS SHAPE
SOME SPECIES OF WOODY PLANT****Tri Handayani**

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI

Jl. Ir. H. Juanda 13, Bogor 16003

irtri@yahoo.co.id

Doi: <https://doi.org/10.31943/mangiferaedu.v6i1.118>

Received: December 24, 2020 Accepted: May 2, 2021 Published: July 31, 2021

Citation: Handayani, T. (2021). Seedling Functional Types and Cotyledons shape some species of Woody Plant. *Jurnal Mangifera Edu*, 6(1), 29-43**ABSTRACT**

Woody plants produce small to large seeds which can affect germination process. Cotyledons as an important food source for early growth of seedlings. The position, function, and type of cotyledons when seeds germinate varies. This research aimed to determine cotyledons characters of woody plant seedlings collection in Bogor Botanic Gardens. The position, function and type of cotyledons were observed for 65 species of seedlings. This research used an observative method and was analyzed descriptively. The position of cotyledons when the seeds germinate is epigeal (above the ground) and hypogeal (remain in the soil). The epigeal cotyledons type found in 44 species that is higher than hypogeal cotyledons type (21 species). The function of cotyledons for seedlings is to reserve food or photosynthesis. Species with cotyledon reserve type were more than foliar cotyledons type (43 species and 22 species, respectively). The proportion of seedling types CER (cryptocotylar-epigeal-reservoir), CHR (cryptocotylar-hypogeal-reservoir), PEF (phanerocotylar-epigeal-foliaceous), PER (phanerocotylar-epigeal-reservoir), PHR (phanerocotylar-hypogeal-reservoir) were 3.08%, 16.92%, 33.85%, 29.23%, 16.92%, respectively.

Keywords : Bogor Botanic Gardens, Epigeal, Hypogeal, Photosynthesis, Reserve Food.**ABSTRAK**

Tumbuhan berkayu menghasilkan biji berukuran kecil sampai besar yang dapat berpengaruh terhadap proses perkecambahan. Pertumbuhan awal semai bergantung pada kotiledon sebagai sumber makanan. Posisi, fungsi, dan tipe kotiledon pada saat biji berkecambah bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter kotiledon pada semai tumbuhan berkayu koleksi Kebun Raya Bogor (KRB). Sebanyak 65 jenis semai diamati posisi kotiledon, fungsi kotiledon serta kombinasi tipe kotiledonnya. Penelitian ini menggunakan metode observatif dan dianalisis secara deskriptif. Posisi kotiledon saat biji berkecambah terangkat di atas permukaan tanah (epigeal) atau tetap di dalam tanah (hipogeal). Jumlah semai dengan tipe kotiledon epigeal sebanyak 44 jenis sedangkan yang hipogeal sebanyak 21 jenis. Fungsi kotiledon bagi semai untuk cadangan makanan atau fotosintesis. Kotiledon yang berfungsi untuk cadangan makanan sebanyak 43 jenis dan untuk fotosintesis sebanyak 22 jenis. Terdapat 5 kombinasi tipe kotiledon, yaitu CER (3,08%), CHR (16,92 %), PEF (33,85%), PER (29,23 %), dan PHR (16,92%).

Kata Kunci : Cadangan Makanan, Fotosintesis, Epigeal, Hipogeal, Kebun Raya Bogor

PENDAHULUAN

Hampir semua tumbuhan berkayu berkembangbiak secara generatif dengan menggunakan biji. Biji yang berkecambah akan menghasilkan semai. Proses perkecambahan dimulai dengan perubahan morfologi, fisiologi, dan biokimia yang sangat kompleks. Perkecambahan umumnya diawali dengan penyerapan air oleh biji dan diakhiri dengan terjadinya pemanjangan poros embrio ([Bewley & Black, 1994](#); [Nash & Selles, 1995](#); [Bewley, 1997](#); [Martinez-Maldonado et al., 2013](#)). Proses perkecambahan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Jika lingkungan berkecambah sesuai, embrio cepat tumbuh memecahkan kulit biji, sehingga radikula muncul keluar dari kulit biji. Keluarnya radikula sebagai tanda bahwa biji sudah berkecambah.

Dari seluruh siklus hidup tumbuhan, perkecambahan biji dan pembentukan semai adalah tahap yang paling rentan terhadap stress lingkungan. Pada tahap ini terjadi seleksi alam yang paling ketat, sehingga angka kematiannya cukup tinggi ([Chen et al, 2012](#)). Selama perkecambahan berlangsung sangat bergantung pada cadangan makanan dalam biji, baik berupa kotiledon atau endosperm. Menurut [Zheng et al, \(2011\)](#), kotiledon di dalam biji memainkan peranan penting pada tahap awal pembentukan semai tumbuhan tingkat tinggi. Kotiledon akan memenuhi kebutuhan nutrisi sampai semai dapat menyediakan makanan sendiri. [Kitajima \(1992\)](#) menerangkan bahwa sebelum biji berkecambah kotiledon berfungsi untuk menyerap nutrisi dari endosperm dan tanaman induk. Selama dan setelah berkecambah, kotiledon bertugas untuk menyalurkan cadangan makanan (lemak, karbohidrat, dan mineral) ke bagian yang sedang tumbuh, yaitu plumula dan akar. Setelah menjadi semai, kotiledon berfungsi untuk fotosintesis atau cadangan makanan sampai mereka luruh.

Ukuran biji berpengaruh langsung terhadap proses perkecambahan dan pertumbuhan semai. Cadangan makanan dalam biji besar cukup banyak, sehingga biji besar memiliki kecenderungan untuk menghasilkan semai yang lebih kuat ([García-Cebrián et al., 2003](#); [Missanjo et al. 2013](#)), peluang bertahan hidup lebih besar ([Missanjo et al, 2013](#); [Solowski et al., 2011](#); [Mirani et al., 2012](#)) dan lebih kuat dalam menghadapi tekanan lingkungan tumbuhnya ([Lahoreau et al., 2006](#)). Sebaliknya, biji kecil mungkin berkecambah dengan baik tetapi karena cadangan makanan sedikit maka semainya kecil dan lemah, akibatnya pertumbuhan awalnya menjadi lambat ([Zareian et al., 2013](#)).

Pada saat berkecambah kotiledon memiliki perilaku tumbuh yang berbeda-beda yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam penggolongan jenis tumbuhan. Saat biji berkecambah

ada kotiledon yang terlepas dari kulit biji (phanerocotylar, fanerokotil), namun ada juga yang masih tertutup oleh kulit biji (cryptocotylar, kriptokotil) ([Ibarra-Manriquez et al., 2001](#)). Selain itu, saat biji berkecambah kotiledonnya ada yang muncul di atas permukaan tanah, atau tetap tinggal di dalam tanah ([Zanne et al., 2005](#)). Kotiledon pada biji yang baru berkecambah maupun pertumbuhan awal semai ada yang berfungsi sebagai cadangan makanan, namun ada juga yang berguna untuk melakukan fotosintesis ([Garwood, 1995](#)). Pembelajaran berbagai bidang ilmu, seperti morfologi, taksonomi, silvikultur, ekofisiologi dan konservasi sangat berkaitan erat dengan perkecambahan biji dan karakter semai ([Garwood, 1996](#); [Schmidt, 2000](#); [Vieira et al., 2010](#)). Oleh sebab itu pengetahuan perkecambahan dan karakter semai penting untuk dipelajari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter kotiledon pada perkecambahan 65 jenis tumbuhan berkayu koleksi Kebun Raya Bogor.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode observatif dan dianalisis secara deskriptif. Pengamatan ditujukan pada perilaku tumbuh kotiledon saat berkecambah, meliputi: ukuran biji, pembukaan kotiledon, posisi kotiledon, fungsi kotiledon, tipe semai, dan bentuk kotiledon. Pengamatan keadaan kulit biji terhadap kotiledon saat biji berkecambah dilakukan secara visual. Jika saat berkecambah kulit biji terlepas dari kotiledon disebut fanerokotil. Sebaliknya, jika kulit biji tetap membungkus kotiledon atau tidak terlepas disebut kriptokotil. Pengamatan posisi kotiledon saat biji berkecambah juga dilakukan secara visual. Pada saat biji berkecambah kotiledonnya terangkat di atas permukaan tanah digolongkan epigeal. Jika kotiledonnya tetap berada di dalam tanah digolongkan hipogeal. Pengamatan fungsi kotiledon dilakukan secara visual terhadap tekstur (tebal/tipisnya) dan warna kotiledon. Fungsi kotiledon dibagi menjadi dua yaitu fotosintesis (foliaceous) dan cadangan makanan (reservoir). Pengamatan tipe fungsional kotiledon / tipe semai mengikuti [de Vogel, \(1980\)](#), [Garwood, \(1995\)](#), dan [Zanne et al., \(2005\)](#) dengan menggunakan tiga kode, yaitu: kode 1. menunjukkan keadaan kulit biji kotiledon (Fanerokotil vs Kriptokotil). Kode 2. menunjukkan posisi kotiledon (Epigeal vs Hipogeal). Kode 3. menunjukkan fungsi kotiledon (Foliaceous vs Reservoir). Informasi tentang perkecambahan dan karakter kotiledon dilengkapi dengan informasi dari literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

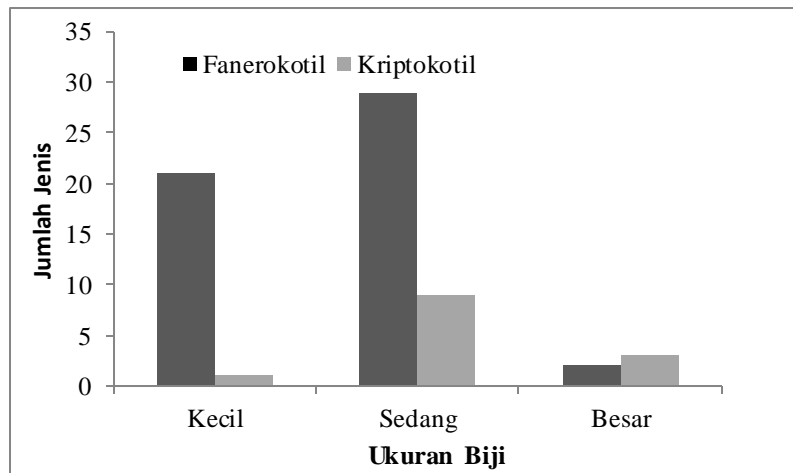
Ukuran biji jenis-jenis yang diamati berbeda-beda, yaitu kecil, sedang sampai besar. Terdapat 22 jenis yang ukuran bijinya kecil, 38 jenis memiliki biji yang berukuran sedang, dan 5 jenis bijinya berukuran besar. Ukuran biji berpengaruh terhadap ukuran kotiledon atau endosperm yang ada di dalamnya. Hal ini akan menyebabkan proses perkecambahan dan perilaku kotiledon saat berkecambah berbeda.

Pembukaan kotiledon

Biji yang berkecambah kulitnya dapat terlepas dari kotiledon atau masih menempel dan membungkus kotiledon (Gambar 1). Gambar 2 menunjukkan bahwa semai yang kotiledonnya terlepas dari kulit biji pada waktu biji berkecambah (fanerokotil) lebih banyak dibandingkan dengan kotiledon yang masih tertutup oleh kulit biji (kriptokotil). Hampir semua biji berukuran kecil dan sedang menghasilkan kotiledon fanerokotil. Sebaliknya, biji besar lebih banyak menghasilkan kotiledon kriptokotil. Jenis yang memperlihatkan tipe fanerokotil dalam penelitian ini lebih banyak ditemukan daripada tipe kriptokotil yaitu 52 jenis atau sebanyak 80% dari seluruh jenis yang diamati. Pada biji kecil, dari 22 jenis terdapat 21 jenis (55,26%) yang bertipe fanerokotil, dan hanya satu jenis (4,55%) saja yang kriptokotil. Pada biji berukuran sedang, dari 38 jenis ditemukan 29 jenis (76,32%) bertipe fanerokotil, dan 9 jenis (23,69%) tipe kriptokotil. Pada biji yang berukuran besar, terdapat 2 jenis (40%) yang fanerokotil dan 3 jenis yang kriptokotil. Penelitian ini selaras dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh [Ibarra-Manriquez et al., \(2001\)](#), [Andrews & Salim, \(2009\)](#), dan [Franceschini, \(2004\)](#), dimana tipe fanerokotil lebih banyak ditemukan daripada tipe kriptokotil. Dalam penelitian ini tipe fanerokotil sebagian besar ditemukan pada biji yang berukuran kecil dan sedang, yang umumnya lebih cepat tumbuh. Hal ini mencerminkan strategi adaptif yang digunakan jenis tumbuhan dalam menghadapi kondisi lingkungannya ([Garwood, 1996](#); [Baroloto & Forget, 2007](#)), sehingga jenis yang muncul dalam kondisi lingkungan tertentu merupakan jenis yang mampu beradaptasi dengan lingkungan tersebut. Di Kebun Raya Bogor, jenis-jenis tersebut sebagian besar berada pada lingkungan yang terbuka sehingga diduga sebagai strategi untuk segera mendapatkan cahaya matahari.



Gambar 1. Pembukaan kotiledon. a= kriptokotil, b= fanerokotil, c= kulit biji

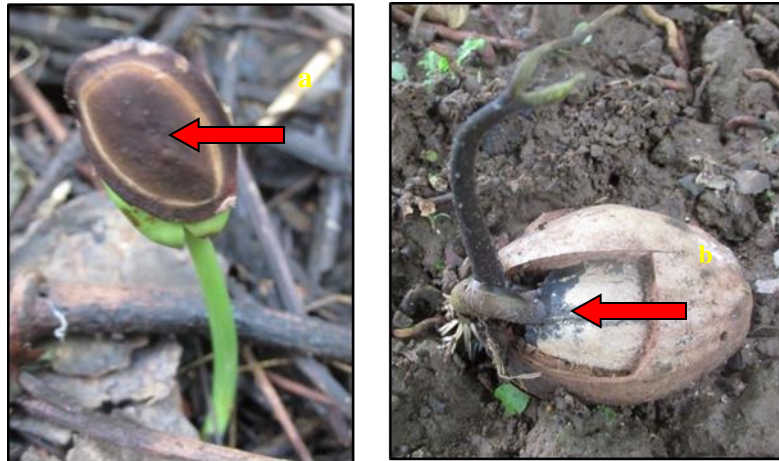


Gambar 2. Proporsi jenis berdasarkan ukuran biji dan pembukaan kotiledon

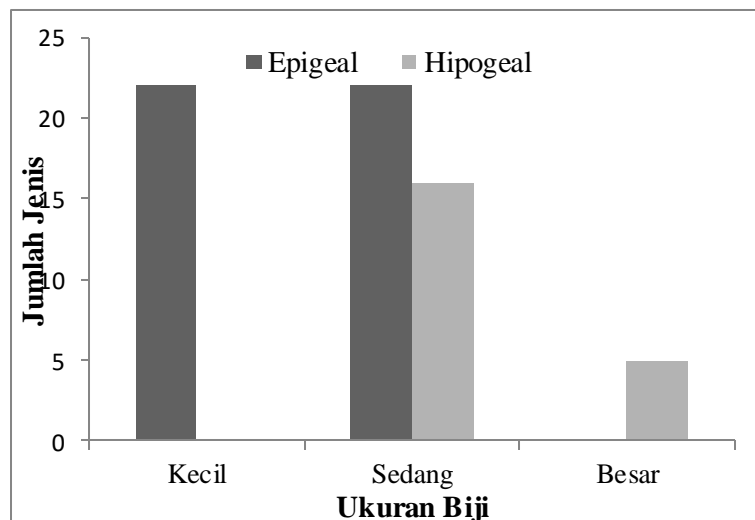
Posisi Kotiledon

Pada saat biji berkecambah maka kotiledonnya dapat terangkat ke atas permukaan media tanah maupun tetap tinggal di dalam tanah (Gambar 3). Seperti telah disebutkan dalam metode, jika kotiledonnya terangkat ke atas permukaan tanah disebut epigeal. Namun, jika kotiledonnya tetap tinggal di dalam tanah saat biji berkecambah disebut hipogeal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi kotiledon pada saat berkecambah berbeda-beda. Sebanyak 44 jenis (67,69%) kotiledonnya terangkat ke atas permukaan tanah (epigeal) pada saat berkecambah, sedangkan 21 jenis (32,21 %) kotiledonnya tetap tinggal di dalam tanah (hipogeal). Terdapat tiga jenis (*Disoxylum cauliflorum*, *D. gaudichaudianum* dan *Syzygium littorale*) meskipun pada saat berkecambah kotiledonnya naik sedikit di atas permukaan tanah, atau kadang-kadang disebut sebagai semihipogeal, dalam penelitian tetap digolongkan ke dalam epigeal. Hal ini karena dasar penggolongannya adalah terangkat atau tidaknya kotiledon saat berkecambah. Jenis-jenis yang ukuran bijinya kecil dan sedang, posisi kotiledonnya lebih banyak yang epigeal, dari pada yang hipogeal (Gambar 4). Dari 22

jenis yang bijinya kecil, semuanya (100%) memiliki kotiledon epigeal, atau sebanyak 33,85% kotiledon dari seluruh jenis yang diamati. Pada 38 jenis yang bijinya berukuran sedang, ditemukan 21 jenis (55,26%) yang memiliki kotiledon epigeal dan 17 jenis (44,74%) yang kotiledonnya hipogeal. Jika dibandingkan dengan seluruh jenis yang diamati maka terdapat 32,31 % kotiledon epigeal dan 26,15% kotiledon hipogeal. Meskipun semua jenis yang bijinya berukuran besar memiliki kotiledon hipogeal (100%), namun jika dibandingkan dengan seluruh jenis yang diamati hanya sekitar 15,38% saja.



Gambar 3. Posisi kotiledon. a: epigeal, b: hipogeal.



Gambar 4. Proporsi jenis berdasarkan ukuran biji dan posisi

Dari hasil penelitian diketahui bahwa semai dengan kotiledon epigeal lebih banyak daripada kotiledon hipogeal. Hasil penelitian ini selaras dengan beberapa penelitian yang dilakukan oleh para peneliti berikut. Menurut [Vieira et al. \(2010\)](#) semua Gymnospermae dan sebagian besar Angiospermae memiliki perkecambahan epigeal. Cadangan makanan di

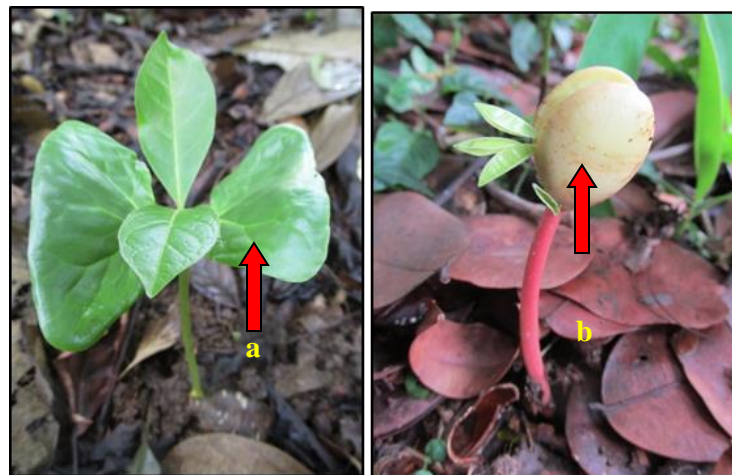
dalam biji juga berpengaruh terhadap cepat atau lambatnya kotiledon muncul di atas permukaan tanah. Biji kecil seringkali memiliki cadangan makanan yang terbatas ([Zareian et al, 2013](#)), sehingga lebih cepat muncul di permukaan tanah atau epigeal ([Garwood, 1995](#)). Sebaliknya, biji yang berukuran besar memiliki cadangan makanan yang lebih banyak ([Ibarra-Manriquez et al., 2001](#); [Zanne et al, 2005](#)), sehingga dapat mensuplai kebutuhan semai meskipun lama di dalam tanah. Menurut [Garwood \(1995\)](#), biji besar cenderung memiliki kotiledon hipogeal yang berfungsi sebagai cadangan makanan, sedangkan biji kecil cenderung memiliki kotiledon epigeal. Biji kecil umumnya memiliki keterbatasan cadangan makanan, sehingga berusaha untuk cepat tumbuh supaya dapat mengejar cahaya matahari. Oleh sebab itu, biji kecil yang berkecambah sebagian besar kotiledonnya terangkat ke atas permukaan tanah (epigeal). Mereka juga menyatakan bahwa morfologi kotiledon pada semai jenis pohon mungkin disesuaikan dengan lingkungan tertentu. Kotiledon epigeal karena lebih sedikit cadangan makanannya maka lebih cepat tumbuh di lingkungan yang banyak cahaya. Sebaliknya, kotiledon hipogeal memiliki cadangan makanan yang lebih banyak sehingga lebih toleran hidup di lingkungan yang terbatas cahayanya.

Fungsi Kotiledon

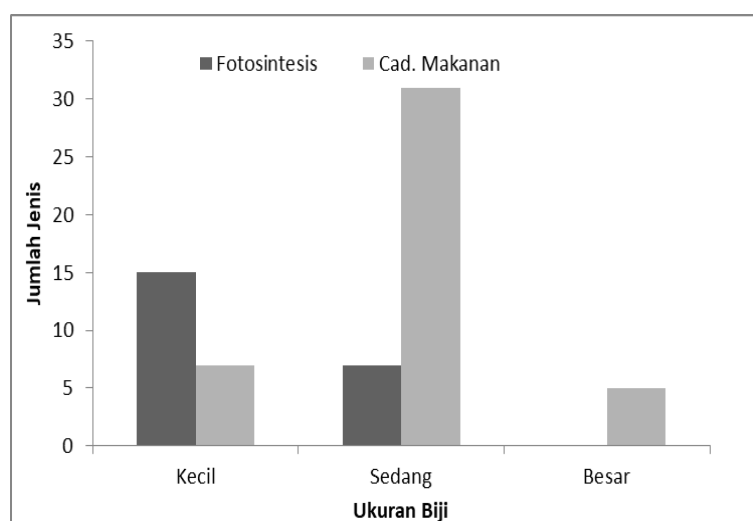
Kotiledon akan memenuhi kebutuhan nutrisi sampai semai dapat menyediakan makanan sendiri. Fungsi kotiledon pada semai umumnya untuk fotosintesis maupun cadangan makanan. Untuk menentukan fungsi kotiledon dapat dilakukan dengan mengamati morfologi kotiledon, seperti bentuknya, tebal tipisnya maupun warnanya (Gambar 5). Hasil pengamatan kotiledon berdasarkan fungsinya diketahui bahwa kotiledon pada biji yang berukuran kecil dan sedang ada yang berfungsi untuk fotosintesis maupun cadangan makanan. Sedangkan semua biji yang berukuran besar, kotiledonnya berfungsi hanya sebagai cadangan makanan (Gambar 6). Dari 22 jenis yang bijinya berukuran kecil terdapat 15 jenis (68,18%) yang kotiledonnya berfungsi untuk fotosintesis, serta 7 jenis (31,82%) yang kotiledonnya sebagai cadangan makanan. Namun jika dibandingkan dengan seluruh jenis yang diamati, maka kotiledon untuk fotosintesis sebanyak 23,08% dan 10,76% sebagai cadangan makanan. Jenis yang bijinya berukuran sedang memperlihatkan 7 jenis (18,42%) kotiledonnya untuk fotosintesis dan 31 jenis (81,58%) kotiledon sebagai cadangan makanan. Dari seluruh jenis yang diamati, hanya ada 10,77% kotiledon untuk fotosintesis dan 47,69% sebagai cadangan makanan. Semua jenis yang bijinya berukuran besar kotiledonnya

berfungsi sebagai cadangan makanan (100%), namun hanya sebesar 7,69% saja dari seluruh jenis yang diamati.

Kotiledon pada biji kecil cenderung berfungsi untuk fotosintesis. Karena ingin mendapatkan cahaya matahari agar dapat melakukan fotosintesis, maka bentuk dan warna kotiledon disesuaikan dengan fungsinya. Kotiledon yang berfungsi untuk fotosintesis sebagian besar bentuk menyerupai daun, yakni memiliki urat-urat kotiledon, tipis dan berwarna hijau. Kedua kotiledon dan daun merupakan organ fotosintetik, sama-sama menyediakan fotosintat atau hasil fotosintesis untuk pertumbuhan semai. Beberapa kotiledon fotosintesis bentuknya tebal seperti pada kotiledon cadangan makanan, namun berwarna hijau. Warna hijau menunjukkan adanya klorofil yang dianggap bertanggungjawab terhadap pelaksanaan fotosintesis pada tumbuhan hijau.



Gambar 5. Fungsi kotiledon. a= fotosintesis, b= cadangan makanan



Gambar 6. Proporsi jenis berdasarkan ukuran biji dan fungsi kotiledon

[Kitajima \(1992\)](#) menerangkan bahwa kotiledon merupakan makanan yang bergizi dan berenergi tinggi, baik untuk cadangan makanan maupun fotosintesis. Sebagai cadangan makanan, kotiledon menyediakan sebagian besar asimilat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan semai sampai daun sejati pertama menghasilkan asimilat ([Zheng et al., 2011](#)). Kotiledon cadangan makanan juga akan menyediakan sumber makanan untuk menunjang energi semai selama waktu stress dan beradaptasi dengan lingkungan yang kurang cahaya. Kotiledon tipe ini umumnya tebal, berwarna putih atau pucat serta cepat luruh. Biji yang berukuran sedang mengandung cadangan makanan yang cukup banyak, sehingga kotiledonnya lebih banyak sebagai cadangan makanan daripada untuk fotosintesis. Biji yang berukuran besar mengandung cadangan makanan yang lebih banyak, bentuk kotiledon sesuai untuk mendukung fungsinya sebagai cadangan makanan, yaitu tebal dan berwarna putih, merah muda atau kekuningan.

Tipe Fungsional Kotiledon (Tipe Semai)

Pengklasifikasian tumbuhan dapat dilakukan sejak fase semai, misalnya dengan menggunakan karakter morfologi, struktur atau fungsi kotiledon ([Menezes et al., 2018](#)). Pengklasifikasian tumbuhan melalui fase semai telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan berbagai cara, namun yang banyak digunakan adalah cara yang dilakukan oleh [de Vogel \(1980\)](#). [Garwood \(1995\)](#) menggabungkan tiga karakter pada kotiledon semai. Cara ini juga diikuti oleh peneliti lain, seperti [Ibarra-Manriquez et al. \(2001\)](#) dan [Zanne et al. \(2005\)](#). Tiga karakter pada kotiledon yang digabungkan yaitu: 1) Karakter pembukaan kotiledon: fanerokotil (phanerocotylar) dan kriptokotil (cryptocotylar). Seperti telah disebutkan sebelumnya Fanerokotil yaitu jika pada saat biji berkecambah kotiledonnya terbuka atau terlepas dari kulit biji. Kriptokotil yaitu jika pada saat biji berkecambah kotiledonnya tersembunyi atau tertutup oleh kulit biji. 2) Karakter posisi kotiledon: epigeal dan hipogeal. 3) Karakter tekstur atau fungsi kotiledon: foliaceous (untuk fotosintesis) dan reservoir (Cadangan makanan). Penggabungan dilakukan dengan mengurutkan karakter 1-2-3. Hasil gabungan tiga karakter tersebut terbentuklah lima kombinasi tipe morfofungsional semai tumbuhan di alam, yaitu: CER (Cryptocotylar-Epigeal-Reservoir), CHR (Cryptocotylar-Hypogeal-Reservoir), PEF (Phanerocotylar-Epigeal-Foliaceous), PER (Phanerocotylar-Epigeal-Reservoir), dan PHR (Phanerocotylar-Hypogeal-Reservoir).

Kombinasi tipe fungsional semai dalam penelitian ini ada lima, seperti yang tertera pada Gambar 7. Hasil pengamatan proporsi tipe fungsional semai 65 jenis tumbuhan berdasarkan pada cara yang digunakan oleh [de Vogel \(1980\)](#) dan [Garwood \(1995\)](#), selengkapnya disajikan pada Gambar 8. Secara umum, tipe PEF menunjukkan jumlah anggotanya yang paling banyak, yaitu 22 jenis (33,85%). Tipe yang paling sedikit ditemukan adalah CER, hanya 2 jenis (3,08%). Tipe PHR dan CHR memperlihatkan proporsi yang sama anggotanya, yaitu masing-masing 11 jenis (16,92 %). Sedangkan tipe PER sebanyak 19 jenis (29,23 %). Tipe CER paling jarang ditemukan senada dengan penelitian [Ibarra-Manriquez et al. \(2001\)](#), di Meksiko terhadap 210 jenis ternyata tipe CER paling jarang ditemukan. Sedangkan tipe PEF paling sering ditemukan.

Gambar 8 menunjukkan bahwa biji yang berukuran kecil didominasi oleh kombinasi tipe semai PEF yaitu sebanyak 15 jenis (68,18 %) atau sekitar 23,08 % dari seluruh jenis yang diamati. Kombinasi tipe semai CHR dan PHR tidak ditemukan pada biji kecil. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa biji berukuran kecil memiliki cadangan makanan yang terbatas, sehingga berusaha untuk segera tumbuh. Ukuran yang kecil menjadikan lebih ringan sehingga kotiledon mudah terangkat ke atas permukaan tanah. Karena cepat tumbuh maka kotiledon foliaceous ini segera mendapatkan cahaya matahari dan menjalankan fungsinya melakukan fotosintesis. Biji berukuran kecil pada umumnya tersebar di area yang lebih terbuka, dan mudah mendapatkan cahaya matahari. Kombinasi tipe semai CHR dan PHR tidak ditemukan pada biji kecil. Hal ini karena hampir semua biji berukuran kecil pada saat berkecambah kotiledonnya terangkat ke atas permukaan tanah atau epigeal. Sehingga tidak ditemukan adanya kotiledon hipogeal. Oleh sebab itu mengapa tidak ditemukan kombinasi tipe semai CHR dan PHR.

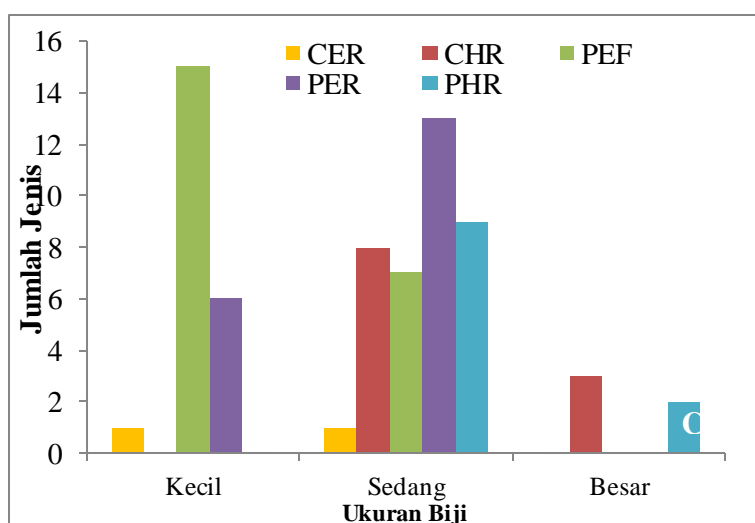
Dari Gambar 8 juga diketahui bahwa kotiledon pada biji berukuran sedang ditemukan semua kombinasi tipe fungsional semai. Hal ini diduga karena kotiledon pada biji sedang memiliki sifat diantara biji kecil dan biji besar. Sifat biji sedang yang cenderung pada biji kecil adalah fanerokotil, fotosintesis dan epigeal. Sedangkan sifat yang cenderung ke biji besar adalah kriptokotil, hipogeal, dan cadangan makanan. Tipe semai pada biji yang berukuran sedang didominasi oleh tipe PER (13 jenis atau 34,21%), sedangkan yang paling sedikit adalah tipe CER (1 jenis atau 2,63%). Jika dibandingkan dengan seluruh jenis yang diamati maka persentase jumlah tipe semai PER adalah 20% dan CER sebanyak 1,54%.

Kombinasi tipe semai pada biji besar yang ditemukan hanya CHR (60%) dan PHR (40%). Biji yang besar lebih berat daripada biji kecil atau sedang. Pada saat berkecambah

kotiledon biji besar tetap tinggal di dalam tanah. Biji besar banyak tersebar di bawah pohon induknya atau di tempat yang ternaungi. Mereka cenderung lebih lambat tumbuh, sehingga membutuhkan cadangan makanan yang cukup banyak untuk tetap bertahan hidup sampai semai menghasilkan daun untuk fotosintesis.



Gambar 7. Kombinasi tipe fungsional semai

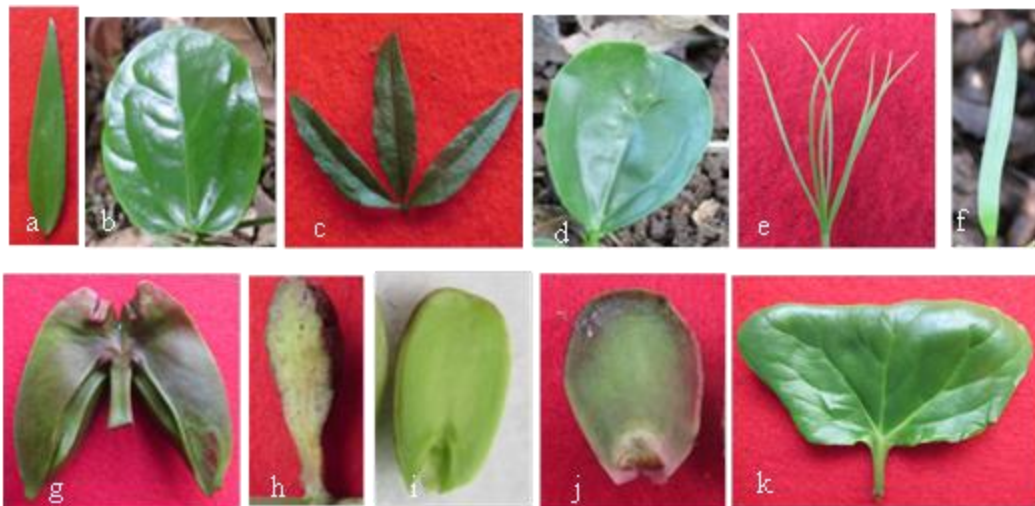


Gambar 8. Proporsi jenis berdasarkan ukuran biji dan tipe fungsional kotiledon

Tipe semai mencerminkan strategi adaptif yang digunakan jenis tumbuhan dalam menghadapi kondisi lingkungan, seperti kebutuhan cahaya (de Vogel, 1980; Garwood, 1995) terutama pada awal pembentukan semai (Kitajima, 1992). Hal ini tampak jelas pada tipe PEF yang lebih banyak ditemukan di area terbuka, sedangkan CHR lebih banyak terdapat di lingkungan yang terbatas cahaya atau ternaungi. Dalam merespon kebutuhan cahaya, biji kecil tumbuh lebih cepat di lingkungan cahaya tinggi, sedangkan biji besar akan berhubungan erat dengan lingkungan yang bercahaya terbatas (Garwood, 1995). Di alam keberadaan tipe semai berhubungan erat dengan curah hujan tahunan (Baroloto & Forget, 2007), dimana tipe CHR lebih banyak ditemukan pada tempat yang curah hujan tahunan lebih dari 1500 mm. Selain itu, tipe semai juga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui agen penyebar biji suatu jenis (Ibarra-Manriquez et al., 2001), misalnya tipe semai CHR penyebaran bijinya dilakukan oleh binatang.

Bentuk Kotiledon

Gambar 9., memperlihatkan macam-macam bentuk kotiledon yang ditemukan pada 65 jenis yang diamati. Kotiledon yang berfungsi untuk fotosintesis maupun cadangan makanan bentuknya ada yang mirip, misalnya bundar telur sungsang. Perbedaan tampak jelas pada tekstur atau tebal tipisnya kotiledon.



Gambar 9. Macam-macam bentuk kotiledon. a: lanset, b: membundar telur, c: bercabang tiga, d: bundar telur sungsang, e: memayung, f: pita, g: kupu-kupu, h: gada, i: lonjong, j: bundar telur sungsang, k: delta sungsang.

Kotiledon yang berfungsi untuk fotosintesis berwarna hijau, tipis dan memiliki urat-urat kotiledon menyerupai daun aslinya (Gambar 9a-f dan 9 k). Kotiledon ini umumnya tidak

cepat luruh. Bersama-sama dengan daun aslinya akan melakukan fotosintesis. Sebaliknya, kotiledon yang berfungsi untuk cadangan makanan berwarna kekuningan, tebal dan tidak memperlihatkan urat-urat kotiledon (Gambar 7 g-j). Kotiledon ini umumnya cepat luruh setelah daun asli tumbuh dan mampu melakukan fotosintesis.

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil bahwa ukuran biji 65 jenis yang diamati berkisar antara kecil, sedang dan besar. Tipe kotiledon fanerokotil lebih banyak dijumpai daripada tipe kriptokotil. Tipe epigeal lebih banyak daripada tipe hipogeal, sedangkan kotiledon yang berfungsi untuk cadangan makanan lebih banyak daripada untuk fotosintesis. Terdapat 5 (lima) kombinasi tipe semai yaitu CER, CHR, PEF, PER, dan PHR. Jenis yang paling banyak ditemukan dengan tipe PEF, sedangkan yang paling sedikit ditemukan adalah tipe CER. Bentuk kotiledon yang ditemukan ada 10 macam.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, K., & Salim, N. (2009). Cryptocotylar Semihypogeal Germination and Seedling Morphology of *Polyalthia longifolia* (Sonn.) Thw. (Annonaceae). *International Journal of Plant Science*, 4(2), 343–345.
- Baroloto, C. & Forget, P. (2007). Seed Size, Seedling Morphology, and Response to Deep Shade and Damage in Neotropical Rain Forest Trees. *American Journal of Botany*, 94(6), 901–911.
- Bewley, J. D. & M. B. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination* (2nd editio). Plenum Press.
- Bewley, J.D. (1997). Seed Germination and Dormancy. *Plant Cell*, 9, 1055–1066.
- Chen, F., Liu, L., Chen, F. & G. Jia. (2012). The Ecological Characteristics of Seed Germination and Seedling Establishment of *Manglietia patungensis*: Implication for Species Conservation. *American Journal of Plant Sciences*, 3, 1455–1461.
- de Vogel, E. E. (1980). *Seedlings of Dicotyledons*. Structure, Development, Types. Descriptions of 150 woody Malesian taxa. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. The Netherlands.
- Franceschini, M.C. (2004). An Unusual Case of Epigeal Cryptocotylar Germination in *Rollinia salicifolia* (Annonaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 146, 53–56.

- García-Cebrián, F., Estesó-Martínez, J. & GilPelegrín, E. (2003). Influence of Cotyledon Removal on early Seedling Growth in *Quercus robur* L. *Annals of Forest Science*, 60, 69–73.
- Garwood, N.C. (1995). Studies in Annonaceae. XX. Morphology and Ecology of Seedlings, Fruits and Seeds of Selected Panamanian Species. *Botanische Jahrbuecher Fuer Systematik Pflanzengeschichte Und Pflanzengeographie*, 117, 1–152.
- Garwood, N. C. (1996). Functional Morphology of Tropical Tree Seedlings. In: M.D. Swaine [ed.], *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*: 59–129. UNESCO, Paris, France
- Ibarra-Manriquez, G., Ramos, M.M. & Oyama, K. (2001). Seedling Functional Types in a Lowland Rainforest in Mexico. *American Journal of Botany*, 88(10), 1801–1812.
- Kitajima, K. (1992). Relationship between Photosynthesis and Thickness of Cotyledons for Tropical Tree Species. *Funct Ecol*, 6, 582-599
- Lahoreau, G., Barot, S., Gignoux, J., Hoffmann, W.A, Setterfield, S.A. & Williams, P.R. (2006). Positive Effect of Seed Size on Seedling Survival in Pre-prone Savannas of Australia, Brazil and West Africa. *Journal of Tropical Ecology*, 22,719–722.
- Martinez-Maldonado, F.E., Miranda-Lasprilla,D. & Magnitskiy, S. (2013). Sugar Apple (*Annona squamosa* L., Annonaceae) Seed Germination: Morphological and Anatomical Changes. *Agron Colomb*, 31(2), 176-183.
- Menezes, T.G.C., Rodal, M.J.N., de Lima, A.L.A., Lima, L.R., Pinto, M.A.D.S.C. & de Melo, A.L. (2018). Do Seedling Functional Groups Reflect Ecological Strategies of Woody Plant Species in Caatinga? *Acta Botanica Brasilica*, 32(1), 20–27.
- Mirani, O.I., Harah, Z.M. & Sidik, B.J. (2012). Germination and Seedling Development of *Trapa bispinosa* Roxb. *Pakistan Journal of Biological Science*, 15(13), 653–657.
- Missanjo, E., C. Maya, D. Kapira, H. Banda & G. Kamanga-Thole. (2013). Effect of seed size and pretreatment methods on germination of *Albizia lebbek*. <http://dx.doi.org-/10.1155/2013/969026> Diakses 31 Oktober 2014
- Nash, H.M. & Selles, F. (1995). Seedling Emergence as Influenced by Aggregate Size, Bulk Density, and Penetration Resistance of the Seedbed. *Soil & Tillage Research*, 34(6), 1–76.
- Sadeghi, H. & Jazaeri, M.R. (2013). Effect of Seed Size on some Germination Characteristics, Seedling Emergence Percentage and Yield of three Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Laboratory and Field. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 13(8), 1126–1131.
- Schmidt, L. H. (2000). *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. Danida Forest Seed Centre.

- Solowski, S., Cicero, S.M & Vieira, D.C.M. (2011). Seed Weight of *Xylopia aromatic* (Annonaceae): Quality Evaluation from Xray and Seedling Emergence. *Scientia Agricola*, 68(6), 643–646.
- Vieira, D.C.M.A., Socolowski, F.B. & Takaki, M.A. (2010). Seed Germination and Seedling Emergence of the Invasive Exotic Species, *Clausena excavate*. *Razilian Journal of Biology*, 7(4), 1015–1020.
- Zanne, A.E. Chapman, C.A. & Kitajima, K. (2005). Evolutionary and Ecological *American Journal of Botany*, 92(6), 972–978.
- Zareian, A., A. Hamidi, H. Sadeghi & M.R. Jazaeri. (2013). Effect of seed size on some sermination characteristics, seedling emergence percentage and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in laboratory and field. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 13(8), 1126–1131.
- Zheng, W., Ping, W., HongXiang, Z., Daowei, Z. (2011). Photosynthetic Characteristics of the Cotyledon and First True Leaf of Castor (*Ricinus communis* L.). *AJCS*, 5(6),702-708.