

PERKECAMBAHAN BIJI *Mitrephora polypyrena* (Blume) Zoll.

Tri Handayani

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya
Jl. Ir. H. Juanda no 13, Bogor 16122
E-mail: irtri@yahoo.co.id

Abstrak

Mitrephora polypyrena (Blume) Zoll. atau Kalak termasuk ke dalam suku Annonaceae. Jenis ini berpotensi sebagai tanaman hias, sumber kayu dan tanaman pelindung. Tanaman asli Jawa dan Kepulauan Sunda Kecil ini dapat diperbanyak dengan menggunakan biji. Sayangnya, informasi tentang perkecambahannya masih sangat terbatas. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui proses perkecambahan biji serta perkembangan awal semai jenis ini telah dilakukan di Kebun Raya Bogor. Tujuh puluh lima biji ditanam di dalam media pasir. Parameter yang diamati meliputi : awal berkecambah, daya kecambah, kecepatan berkecambah, lama berkecambah, dan tahapan berkecambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkecambahan biji paling awal terjadi 35 hari setelah biji disemai. Daya kecambah biji sebesar 68%, dengan kecepatan berkecambah sebesar 0,03-0,5 % per etmal. Waktu berkecambah sejak hari pertama biji berkecambah sampai hari terakhir biji berkecambah selama 91 hari, yang terjadi pada hari ke-35 sampai hari ke-126 setelah biji disemai. Proses perkecambahan biji sejak tumbuhnya radikula hingga daun pertama terbuka melalui lima fase, yaitu: fase munculnya radikula, fase munculnya hipokotil di permukaan media, fase terangkatnya kotiledon, fase terbukanya kotiledon dan fase terbukanya daun pertama.

Kata kunci : Annonaceae, daya kecambah, kecepatan kecambah, kotiledon, waktu berkecambah.

1. PENDAHULUAN

Marga *Mitrephora* (Blume) Hook.f. & Thomson., termasuk ke dalam Suku Annonaceae yang beranggotakan sekitar 47 jenis, dengan pusat keanekaragaman di Borneo dan Filipina (Ramana and Sanjappa 2015). Marga ini tumbuh di hutan tropis dataran rendah. Salah satu jenis yang dikenal adalah *Mitrephora polypirena* (Blume) Zoll, atau lebih dikenal dengan nama lokal “kalak”. Tersebar di Jawa, Bali dan Sumbawa, pada ketinggian 300-700 m dpl. Perawakannya berupa pohon berukuran sedang sampai besar. Bunga muncul dari dekat ketiak daun atau berseberangan dengan daun, jarang sekali muncul di pucuk. Bunga berukuran cukup besar, terdiri 6 buah petal yang tersusun dalam dua lingkaran. Petal luar sebanyak tiga helai, berukuran lebih besar, bagian ujung saling berlepasan. Petal luar awalnya berwarna krem kemudian berubah menjadi kuning. Petal dalam sebanyak tiga helai, berukuran lebih kecil, berwarna keunguan, bagian ujung saling berlekatan menutup putik dan benangsari (Weerasooriya & Saunders 2016). Karena memiliki bunga yang indah, berukuran besar dengan warna yang mencolok maka dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Selain itu, pohon juga digunakan untuk sumber kayu dan tanaman peneduh.

Menurut Weerasooriya and Saunders (2016) jenis ini dikategorikan sebagai jenis langka menurut IUCN (VU Blab(iv)). Beberapa alasan dianggap sebagai penyebab langkanya jenis ini. Di alam populasi mengalami penurunan karena habitatnya banyak dialihfungsikan untuk lahan pertanian (terutama di Jawa). Seperti anggota Annonaceae lainnya, masaknya putik dan benangsari dalam waktu yang tidak bersamaan, sehingga bunga seringkali gagal menjadi buah. Terbatasnya buah yang dihasilkan mengakibatkan biji yang dihasilkan juga sedikit. Padahal, biji merupakan alat perkembangbiakan utama pada jenis ini. Oleh sebab itu pemahaman tentang perkecambahan biji pada jenis ini penting untuk diteliti.

Fase yang kritis dalam siklus hidup tanaman adalah perkecambahan biji dan perkembangan semai. Fase tersebut juga merupakan fase yang sangat rentan terhadap stres lingkungan, yang dicirikan oleh adanya tingkat kematian yang tinggi dan adanya seleksi alam yang intens (Chen dkk, 2012). Perkecambahan merupakan rangkaian proses yang kompleks dari perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Perkecambahan diawali dengan penyerapan air oleh biji dan diakhiri dengan terjadinya pemanjangan poros embrio (Martines - Maldonado et al. 2013). Perkecambahan biji dipengaruhi oleh faktor internal (misal: genetik, dormansi, embrio) dan faktor luar (suhu, cahaya dan kelembaban tanah) (Vieira et al 2010,

Santoso et al 2012). Perkecambahan biji pada suku Annonacea umumnya lambat dan tidak seragam. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor: tekstur kulit biji yang keras, dormansi, mesotesta berserat, adanya endotesta, embrio yang tertunda kemasakannya, *ruminata endosperm*, dan kotiledon tipis (Svoma, 1997, Martinez Maldonado et al. 2013). Kalak termasuk anggota suku Annonaceae yang perlu dipelajari perkecambahan bijinya. Selain jenis ini langka, perkecambahannya berjalan lambat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui berbagai aspek perkecambahan biji kalak. Hasilnya diharapkan dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah-masalah perkecambahan pada kalak, sehingga dapat mengurangi terjadinya kelangkaan jenis ini.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Pembibitan Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI, pada bulan Maret sampai dengan Juni 2019.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan berupa bak-bak semai yang terbuat dari beton, media pasir, embrat, penggaris, color chat dan kamera Canon Power Shot SX160IS. Penelitian menggunakan biji yang dipanen dari pohon induk koleksi tanaman Kebun Raya Bogor. Biji yang akan dikecambahkan diambil dari buah-buah masak yang dipetik dari pohon. Biji kemudian dibersihkan dari daging buah dengan cara dicuci bersih pada air yang mengalir. Selanjutnya biji dikering-anginkan selama semalam, baru dikecambahkan dalam media pasir. Sebanyak 75 biji ditanam dalam 3 bak, masing-masing 25 biji setiap bak.

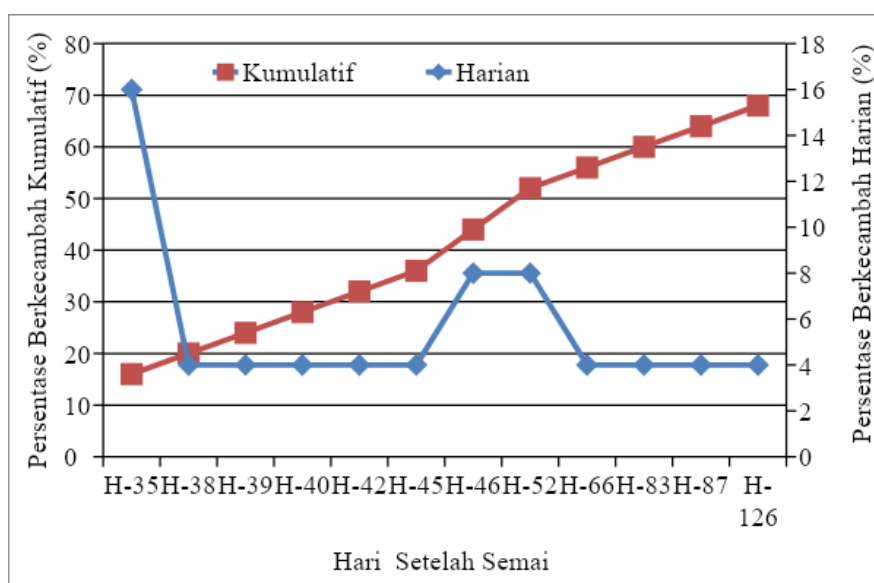
Penelitian ini menggunakan metode observatif dan dianalisis secara deskriptif. Data disusun dan dianalisis dengan menggunakan MS excel spreadsheet. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai tak ada biji yang berkecambah lagi. Parameter yang diamati meliputi: waktu awal berkecambah, daya kecambah, kecepatan berkecambah, lama berkecambah, dan tahapan berkecambah. Pencatatan waktu awal berkecambah dihitung pada hari pertama kali terdapat biji yang berkecambah. Biji dinyatakan berkecambah jika kecambah telah muncul di atas media tumbuh sepanjang 0,2–0,5 cm (MartinezMaldonado et al., 2013). Daya kecambah dihitung dari persentase jumlah biji yang tumbuh dibagi jumlah semua biji yang dikecambahkan. Kecepatan berkecambah dihitung dari persentase biji yang berkecambah per 24 jam, dihitung setiap hari sampai biji yang terakhir kali tumbuh. Lama perkecambahan dihitung dari hari munculnya biji pertama kali di permukaan media semai sampai terakhir kali biji berkecambah. Pengamatan tahapan perkecambahan dimulai dari munculnya radikula sampai dengan daun pertama terbuka. Pengambilan foto tahapan perkecambahan diambil dengan menggunakan kamera Canon Power Shot SX160IS, sejak munculnya hipokotil di atas media semai sampai daun pertama terbuka. Identifikasi warna semai dilakukan dengan menggunakan RHS color chart. Pengamatan tipe semai mengikuti Garwood (1996) dan Zanne *et al.* (2005) dengan menggunakan tiga kode, yaitu: 1 menunjukkan eksposur/kemunculan kotiledon (*Phanerocotyl* vs *Cryptokotil*). Kode 2 menunjukkan posisi kotiledon (*epigeal* vs *hipogeal*). Kode 3 menunjukkan tekstur/fungsi kotiledon (*fotosintesis* vs *cadangan makanan*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. HASIL

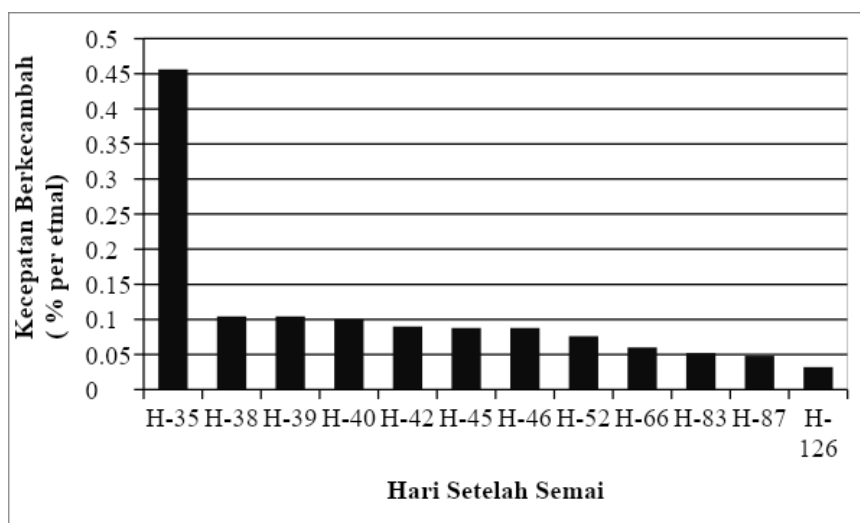
Perkecambahan biji kalak tidak serempak serta berlangsung dalam waktu yang lama. Biji yang pertama kali berkecambah baru terjadi pada hari ke-35 setelah biji disemai, sedangkan biji yang terakhir kali berkecambah pada hari ke-126 setelah biji disemai (**Gambar 1**). Dengan demikian, waktu yang dibutuhkan oleh biji kalak untuk berkecambah selama 91 hari atau sekitar 13 minggu. Menurut Garwood (1995), perkecambahan kalak termasuk dalam kategori

lambat. Persentase perkecambahan harian yang dicapai oleh biji kalak rendah. Hasil tertinggi ditunjukkan oleh biji yang berkecambah pertama kali sebesar 16 %. Pada hari ke-38 sampai ke-45, persentase perkecambahan harian rendah. Begitu juga di akhir pengamatan. Persentase perkecambahan kumulatif biji kalak di awal masih rendah sebesar 16 %. Namun, pada akhir pengamatan persentase perkecambahan kumulatif biji kalak meningkat menjadi sebesar 68 %, Peningkatan persentase daya kecambah pada hari-hari pengamatan nampak stabil, kecuali pada pengamatan hari ke-46 dan ke-52 terdapat peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal ini karena adanya jumlah biji yang berkecambah lebih banyak, sehingga dapat meningkatkan nilai daya kecambahnya.



Gambar 1. Persentase perkecambahan harian dan kumulatif biji kalak.

Kecepatan berkecambah biji kalak sejak biji disemai sampai hari ke-126 ternyata juga rendah (Gambar 2), berkisar 0,03% - 0,46 % per etmal. Kecepatan berkecambah paling tinggi terjadi pada saat biji pertama kali berkecambah sebesar 0,46 % per etmal. Sedangkan kecepatan berkecambah biji yang paling rendah terjadi pada hari terakhir biji berkecambah sebesar 0,03 % per etmal.



Gambar 2. Kecepatan berkecambah biji kalak

Perkecambahan biji kalak diawali dengan munculnya calon akar (radikula) dari mikrofil biji. Radikula terus memanjang ke arah bawah. Dalam waktu yang bersamaan, hipokotil akan memanjang tumbuh ke atas permukaan media semai. Di bagian pangkal hipokotil adalah akar, sedangkan dibagian ujungnya merupakan kotiledon. Adanya pemanjangan hipokotil, akan menarik kotiledon ke atas media semai. Kotiledon yang awalnya terdapat di dalam tanah akhirnya akan muncul dan berkembang di atas media semai. Setelah kotiledon terbuka, di tengah-tengahnya muncul plumula atau calon daun yang akan berkembang menjadi daun sebenarnya. Proses perkecambahan dari munculnya radikula sampai dengan terbukanya daun pertama melalui beberapa fase. Waktu antara fase-fase tersebut tiap-tiap biji berbeda.

Fase-fase perkecambahan sejak keluarnya radikula sampai dengan daun pertama terbuka penuh melalui 5 fase (**Gambar 3**), sebagai berikut :

Fase 1. Munculnya radikula

Tahap ini ditandai oleh munculnya calon akar (radikula) yang berwarna putih atau krem kekuningan dari lubang kecil yang terdapat di pangkal biji. Lubang kecil tempat keluarnya radikula tersebut sering disebut mikrofil biji. Dengan keluarnya radikula dari mikrofil biji maka biji dianggap sudah berkecambah. Menurut Fisher *et al.* (2002), perkecambahan biji terjadi pada saat radikula telah muncul dari kulit biji. Ukuran radikula bertambah besar, menyebabkan kulit biji disekitar lubang mikrofil retak. Akibat adanya retakan tersebut memudahkan radikula menembus mikrofil biji keluar dari kulit biji. Keluarnya radikula ini didorong oleh hipokotil yang tumbuh memanjang. Fase munculnya radikula pada percobaan ini umumnya terjadi 28-31 hari setelah biji disemai.

Tahap 2. Munculnya hipokotil di permukaan media semai.

Hipokotil merupakan bagian pada sumbu yang ke atas (kelak akan menjadi batang) dan umumnya hanya terdiri atas satu ruas. Fase ini ditandai oleh keluarnya hipokotil berwarna putih kekuningan melewati permukaan media semai. Munculnya hipokotil di atas permukaan media juga dianggap sebagai indikator perkecambahan biji (Martinez-Maldonado *et al.* 2013). Panjang hipokotil adalah 0,3-0,5 cm. Pertumbuhan hipokotil ke atas media membengkok yang menyerupai huruf “U” terbalik. Hal ini karena akar tetap tumbuh di dalam media, sedangkan kotiledon juga masih berada di dalam media semai. Hipokotil terletak di antara leher akar dan kotiledon. Hipokotil sukulen, berbentuk silinder dengan permukaan yang halus. Warna bagian hipokotil yang berada di dalam media semai putih kekuningan, sedangkan yang di atas media semai kuning muda atau hijau kekuningan. Fase kedua pada percobaan ini terjadi pada 35-38 hari setelah di semai.

Fase 3. Terangkatnya kotiledon ke atas permukaan media semai.

Fase ini ditandai oleh munculnya kotiledon ke atas permukaan media semai. Pembengkokan hipokotil semakin besar dengan bertambahnya umur semai. Adanya pertumbuhan hipokotil ke atas akan mengangkat kotiledon dari dalam media semai, untuk selanjutnya tumbuh menjauhi media semai. Bagian kotiledon yang nampak di permukaan media semai dimulai dari bagian pangkal, lalu tengah terakhir bagian ujungnya. Hipokotil yang awalnya bengkok, lambat laun tumbuh tegak, di bagian ujungnya mendukung kotiledon yang masih terbungkus oleh kulit biji. Tinggi semai yang hipokotilnya telah tumbuh tegak adalah 5,5-6 cm. Warna hipokotil hijau kekuningan (Yellow-green 145 B). Fase ini terjadi pada 4-6 hari setelah fase 2.

Fase 4. Terbukanya kotiledon.

Kotiledon atau keping biji merupakan salah satu organ pada semai yang berfungsi sebagai tempat cadangan makanan atau melakukan fotosintesis. Fase ini ditandai oleh terbukanya

kotiledon. Setelah hipokotil tegak atau kadang-kadang agak bengkok, kotiledon sudah terlepas dari kuli biji. Sepasang kotiledon masih saling menempel. Dua sampai tiga hari kemudian, bagian tengah dari sepasang kotiledon tersebut saling menjauhi, namun bagian pangkal dan ujung masih tetap menyatu. Hari berikutnya ujung sepasang kotiledon saling terlepas. Sedikit demi sedikit helaian kotiledon akan terbuka sampai akhirnya terbuka penuh. Helaian kotiledon awalnya memiliki tekstur yang lunak, selanjutnya akan menjadi keras. Pada saat kotiledon terbuka sempurna, tinggi semai 7-8,5 cm. Tangkai kotiledon 0,3-0,5 cm. Panjang helaian kotiledon 2,3-4,8 cm dan lebar 1,2-2,4 cm. Warna kotiledon awalnya hijau kekuningan (Yellow green group 146 B), selanjutnya berubah menjadi hijau (Green 137 A). . Fase ini terjadi pada 4-7 hari setelah fase ke 3.

Fase 5. Terbukanya daun pertama.

Calon daun yang asli muncul di tengah-tengah kotiledon. Pertumbuhan calon daun terus berlangsung sampai daun pertama tersebut terbuka penuh. Tangkai daun pertama memiliki panjang 0,3-0,5 cm. Helaian daun pertama pada tahap ini memiliki panjang 3,2-4,5 cm dan 2-2,7 lebar cm. Warna daun pertama hijau (Green 137 A). Fase ini terjadi pada 28-33 hari setelah fase 4.



Gambar 3. Tahapan perkecambahan. Fase 1: gambar atas paling kiri. Fase 2: gambar atas tengah. Fase 3: gambar atas paling kanan dan gambar bawah kiri Fase 4: gambar bawah tengah. Fase 5: gambar bawah kanan.

3.2. PEMBAHASAN

Perkecambahan biji kalak yang lambat tidak menyebabkan rendahnya persentase perkecambahan total pada akhir pengamatan. Faktanya, persentase perkecambahan pada akhir pengamatan sebesar 68 % yang termasuk cukup tinggi. Namun, proses perkecambahannya berlangsung lama sampai 91 hari. Persentase perkecambahan harian rendah, meningkat pada hari ke-46 dan ke-52, namun kemudian menurun lagi sampai hari ke-126. Di awal biji berkecambah, persentase berkecambah hanya 16 %. Dengan bertambahnya

biji yang berkecambah maka meningkatkan jumlah persentase perkecambahannya. Sampai hari terakhir pengamatan persentase perkecambahan kumulatif mencapai 68%.

Daya kecambah biji kalak pada penelitian ini (68%) masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian pada jenis *Mitrephora* lainnya. Perkecambahan biji *Mitrephora sirikitiae*, *M. keithii*, dan *M. tomentosa* pada penelitian yang dilakukan oleh Piriya Phattarakit et al. (2014) hanya menghasilkan daya kecambah kurang dari 20%. Sedangkan biji *M. maingayi* hanya menghasilkan daya kecambah sekitar 42%. Jika dilihat dari daya kecambah pada jenis-jenis *Mitrephora* tersebut, tampak bahwa daya kecambahnya tergolong rendah. Seperti anggota *Annonaceae* lainnya, biji *Mitrephora* memiliki kulit biji yang keras sehingga sulit untuk ditembus air maupun udara. Pada hal air dan udara merupakan faktor utama untuk mendukung biji berkecambah (Vieiria et al. 2010). Kerasnya kulit biji *Annonaceae* disebabkan karena kulit biji tersusun oleh lapisan eksotesta, mesotesta dan endotesta, dimana pada lapisan mesotesta tersusun serabut-serabut lignin (Svoma 1997). Lapisan mesotesta yang berserat tersebut yang dapat menghalangi masuknya air dan udara ke dalam biji. Sedangkan, persentase berkecambah biji kalak yang dapat mencapai 68%, diduga karena biji yang dikecambahkan diambil dari buah yang telah masak fisiologis. Biji hasil panen dari buah yang telah masak fisiologis menghasilkan persentase perkecambahan yang baik (Bewley and Black 1994; Santoso et al. 2012), sedangkan biji yang dipanen sebelum maupun setelah masak fisiologis dapat mengurangi persentase perkecambahannya (Mayer and Mayber 1989).

Kecepatan berkecambah biji kalak juga tergolong rendah, berkisar 0,03 % per etmal sampai 0,46 % per etmal. Kecepatan berkecambah berkaitan erat dengan jumlah biji yang berkecambah pada hari pengamatan. Kecepatan yang rendah disebabkan oleh karena biji yang berkecambah tidak serempak, namun berlangsung dalam waktu yang lama. Kecepatan berkecambah yang paling tinggi hanya terjadi pada hari pertama biji berkecambah sebesar 0,46 % per etmal. Kecepatan berkecambah pada pengamatan hari-hari berikutnya semakin menurun. Perkecambahan biji yang lama terjadi diduga karena masak fisiologisnya buah tidak sama. Biji *Annonaceae* memiliki embrio yang belum matang pada saat buah sudah masak fisiologis (Svoma 1997). Sehingga untuk dapat berkecambah embrio membutuhkan waktu untuk berkembang.

Pada waktu biji kalak berkecambah ternyata kotiledonnya terbuka atau terlepas dari kulit biji. Kotiledon yang terlepas dari kulit biji yang membungkusnya disebut *Fanerokotilar* (Zanne et al. 2005). Selain itu, biji kalak pada saat berkecambah dan dalam perkembangan kotiledonnya terangkat ke atas media semai. Kotiledon yang terangkat ke atas media saat biji berkecambah menurut Ibarra-Manriquez (2001) termasuk golongan epigeal. Kotiledon sangat penting artinya untuk semai yang masih pada tahap awal pertumbuhan. Kotiledon bagi suatu jenis dapat berfungsi untuk fotosintesis maupun untuk cadangan makanan (Ibarra-Manriquez et al. 2001; Zanne et al. 2005). Jika kotiledon tebal dan berwarna putih atau kekuningan lebih banyak berguna untuk cadangan makanan. Sebaliknya, kotiledon yang tipis dan berwarna hijau berguna untuk fotosintesis. Semai kalak memiliki kotiledon yang berguna untuk fotosintesis karena kotiledonnya tipis, berwarna hijau, dan terdapat urat-urat kotiledon sehingga menyerupai daun aslinya. Berdasarkan sistem klasifikasi dengan penggabungan tiga karakter pada kotiledon semai kalak yang diamati tergolong dalam tipe PEF (*Phanerocotylar-Epigeal-Fotosintesis*).

4. SIMPULAN

Sifat-sifat perkecambahan pada biji kalak adalah berjalan lambat, membutuhkan waktu 91 hari. Persentase perkecambahannya sebesar 68% dengan kecepatan berkecambah sebesar 1,29 per etmal. Biji yang berkecambah, mulai dari munculnya radikula hingga daun pertama terbuka melalui 5 fase, yaitu fase munculnya radikula, fase munculnya hipokotil di permukaan media,

fase terangkatnya kotiledon, fase terbukanya kotiledon dan fase terbukanya daun pertama. Tipe kecambah semai kalak adalah PEF (Phanerocotylar-Epigeal-Fotosintesis).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bewley, J. D., Black M. (1994). *Seeds: Physiology of development and germination*. 2nd edition. Plenum Press, New York
- Chen, F., Liu, L., Chen, F., Jia, G. (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.
- Fisher, J.B, Posluszy, U., Lee, D.W. (2002). Shade promotes thorn development in a tropical liana *Artabotrys hexapetalus* (Annonaceae). *Intl J Plant Sci* 163 (2): 295-300.
- 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.
- 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.
- 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.
- Martinez-Maldonado, F.E., Miranda-Lasprilla, D., Magnitskiy, S. (2013). Sugar apple (*Annona squamosa* L., Annonaceae) seed germination: morphological and anatomical changes. *Agronomía Colombiana* 31(2): 176–183.
- Mayer, A.M., Mayber, A.P. (1989). *The germination of seeds*. Pergamon Press, London
- Piriya-phattarakit, A., Taychasinpitk, T., Wongchaochant, S., Chalermglin, P. and Sreewongchai, T. (2014). Seed Germination of 5 Species in Annonaceae Family. *Agricultural Sci. J.* 45(2)(Suppl.): 557-560
- Ramana, M.V., Venu, P., Sanjappa, M. (2015). The less known *Mitrephora andamanica* (Annonaceae) from Andaman Islands. *Rheedea*, 25 (1) 72-76.
- Santoso, B.B, Budianto, A., Aryana, I.G.P.M. (2012). Seed viability of *Jatropha curcas* in different fruit maturity stages after storage. *Nusantara Biosci* 4 (3): 113-117
- Svoma, E. (1997). Seed development and function in *Artabotrys hexapetalus* (Annonaceae). *Plant Systematic and Evolution* 207 (3-4): 205–223.
- Vieira, D.C.M, Socolowski, F., Takaki, M. (2010). Seed germination and seedling emergence of the invasive exotic species, *Clausena excavate*. *Braz J Biol* 70 (4): 1015-1020.
- Weerasooriya, A.D., Saunders, R.M.K. (2010). Monograph of *Mitrephora* (Annonaceae). *Systematic Botany Monographs*, 90: 1-167
- Zanne, A.E., Chapman, C.A., Kitajima, K. (2005). Evolutionary and ecological correlates of early seedling morphology in East African trees and shrubs. *American Journal of Botany* 92(6): 972–978.