

Scientific Article

FENOFASE BUNGA *Sarcotheca macrophylla* Blume (Oxalidaceae) DAN INTERAKSINYA DENGAN FAKTOR LINGKUNGAN DI KEBUN RAYA BOGOR

Phenophases of Sarcotheca macrophylla Blume (Oxalidaceae) flower with its interactions to environmental factors in Bogor Botanic Gardens

Triadiati*¹, Adi Darmawan¹, Inggit Puji Astuti²

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

²Pusat Riset Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – BRIN
Jl. Ir. H. Juanda No.13 Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16003

Informasi Artikel

Diterima/Received : 14 Juni 2021
Disetujui/Accepted : 27 Desember 2021
Diterbitkan/Published : 30 Desember 2021

*Koresponden E-mail :
triadiati@apps.ipb.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v24i3.739>

Cara mengutip

Triadiati, Darmawan A, Astuti IP. 2021.
Fenofase bunga *Sarcotheca macrophylla*
Blume. (Oxalidaceae) dan interaksi dengan
faktor lingkungan di Kebun Raya Bogor.
Buletin Kebun Raya 24(3): 152–162.
DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v24i3.739>

Kontributor

Kontributor Utama/Main author:

Triadiati
Adi Darmawan
Inggit Puji Astuti

Kontributor Anggota/Author member:

-

Keywords: flowering, kerumbai merah,
Oxalidaceae, phenophase

Kata Kunci: fenofase, kerumbai merah,
Oxalidaceae, pembungaan

PENDAHULUAN

Sarcotheca macrophylla Blume (Oxalidaceae) adalah salah satu dari 8 jenis anggota marga *Sarcotheca* yang dilaporkan ada di Indonesia (Astuti & Sari 2009). Tumbuhan ini merupakan jenis endemik Borneo yang persebarannya meliputi Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Utara (Astuti *et al.* 2014). Selain *S. macrophylla*, *S. celebica* Veldkamp

Abstract

Sarcotheca macrophylla Blume as known as kerumbai merah is an endemic plant of Borneo belonging to the family Oxalidaceae. Its fruits are edible and the Dayak Kenyah people in West Kutai, East Kalimantan, also use them as shampoo. Taxonomic studies of this species has been reported, however, studies on its flowering phenophases and phenology has never been found in the literature. This study aimed to describe the flowering development phases of *S. macrophylla* and determine the environmental factors affecting the process. Descriptive observations of the growth phase and environmental factors were carried out in the Bogor Botanic Gardens. The time of floral initiation of *S. macrophylla* was 30 days. The phase of the single flower small bud took place for 6 days. The phase of large bud occurred in 12 days. The anthesis phase needed 1–2 days. The fruit development took place for 36–40 days. The biotic factor that is thought to influence the flowering process is air temperature. The biotic factor that influenced the fertilization of *S. macrophylla* was insect visits from the families Hymenoptera, Curculionidae, Mitidae, and Cicadellidae

Abstrak

Sarcotheca macrophylla Blume Yang dikenal dengan nama kerumbai merah merupakan tumbuhan endemik Borneo anggota suku Oxalidaceae. Buah dari tumbuhan ini dapat dimakan dan masyarakat Dayak Kenyah di Kutai Barat, Kalimantan Timur memanfaatkannya sebagai sampo. Kajian mengenai taksonomi jenis ini telah dilaporkan, namun kajian mengenai fenofase dan fenologi pembungaan belum pernah ditemukan dalam pustaka. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan proses pembungaan dan faktor lingkungan yang memengaruhi perkembangan bunga *S. macrophylla*. Pengamatan deskriptif dari fase perkembangan bunga dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya dilakukan di Kebun Raya Bogor. *S. macrophylla* memiliki waktu inisiasi pembungaan selama 30 hari. Fase kuncup kecil bunga tunggal berlangsung selama 6 hari. Fase kuncup besar terjadi selama 12 hari. Fase anthesis memerlukan waktu selama 1–2 hari. Perkembangan buah membutuhkan waktu selama 36–40 hari. Faktor biotik yang diduga berpengaruh pada proses pembungaan adalah suhu udara. Faktor biotik yang mempengaruhi pembuahan *S. macrophylla* adalah kunjungan serangga dari Hymenoptera, Curculionidae, Mitidae, dan Cicadellidae.

telah diamati persebarannya dan status konservasinya (Astuti *et al.* 2018).

Jenis ini dikenal dengan ciri-ciri morfologi sebagai berikut: perawakan berupa pohon dengan tinggi mencapai 15 m, daun melanset–lonjong. Perbungaan bentuk malai, muncul dari batang utama saat tanaman masih muda dan ketiak daun dan ujung ranting saat tanaman sudah tua, panjang 5 cm–1,5 m, mendukung bunga tunggal atau bunga yang tersusun dalam bentuk

klaster, setiap klaster berisi 5–10 kuntum bunga. Bunga berukuran kecil, diameter 3-5 mm dan berwarna merah. Buah membulat beralur, warna merah marun saat muda, dan berubah menjadi hitam keunguan saat masak, serta terbagi menjadi 5 ruangan (lokul) (Veldkamp 1967; Chung 1995; Astuti et al. 2014).

Sarcotheca macrophylla dikenal dengan nama lokal pengo (Kutai Barat), kerumbai merah (Kalimantan Barat), belimbing manik (Dayak Bakumpai, Serawak), piang (Dayak Iban, Serawak), dan pupoi (Malaysia) (Veldkamp 1967; Chung 1995). Buahnya dapat dimakan sebagai buah segar, meskipun rasanya masam. Masyarakat Dayak Kenyah di Kutai Barat memanfaatkan buahnya sebagai sampo, karena mengandung saponin, flavonoid, dan tannin (Damayanti & Astuti 2017).

Pembungaan merupakan fase penting dalam siklus hidup tumbuhan. Pola perbungaan dan perbuahan pada suatu tumbuhan memiliki perbedaan yang umumnya diawali dengan kemunculan kuncup bunga dan diakhiri dengan pematangan buah (Tabla & Vargas 2004). Perkembangan bunga dan buah dimulai dari fase inisiasi bunga, kuncup kecil, kuncup besar, bunga terbuka (antesis), dan perkembangan buah (Jamsari et al. 2007). Munculnya bunga adalah sebuah proses awal terjadinya pembentukan buah (Novianti et al. 2019). Proses pembungaan (fenofase) pada tumbuhan secara umum dimulai setelah adanya induksi bunga dan dilanjutkan dengan proses diferensiasi organ-organ bunga, antesis dan polinasi (Bernier et al. 1985).

Fase-fase pembungaan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan abiotik dan biotik (Fewless 2006; Widajati et al. 2012). Faktor lingkungan abiotik yang memengaruhi inisiasi bunga antara lain suhu udara, intensitas dan lama penyinaran, dan curah hujan (Ratheke & Lacey 1985). Menurut Al-Yahyai et al. (2005), jumlah bunga pada *Averrhoa carambola* L. dipengaruhi oleh curah hujan. Interaksi antara fenofase suatu organ tumbuhan dengan faktor lingkungan disebut dengan fenologi (Fitchett et al. 2015). Menurut Rahayu et al. (2007), proses inisiasi (awal pembentukan) perbungaan pada *Hoya lacunosa* Bl. dipengaruhi oleh rata-rata dan variasi suhu udara, intensitas cahaya dan kelembapan. Pembentukan bunga *Turnera subulata* J.E. Smith juga sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya (Aji et al. 2018).

Data fenologi pembungaan pada suatu jenis tumbuhan penting diketahui sebagai informasi dasar dalam persilangan, regenerasi, dan konservasi tumbuhan (Morellato et al. 2016). Implementasi fenologi dapat digunakan untuk membuat kalender pertumbuhan dan perkembangan suatu tumbuhan yang keberadaannya sudah langka maupun yang memiliki viabilitas rendah (Barlian et al. 1998). Dorji et al. (2020) menyatakan bahwa data fenologi pembungaan dari pohon alpin dapat

digunakan untuk memperkirakan peluang terjadinya perubahan iklim. Sebagai contoh, perubahan pola fenologi pembungaan di hutan California disebabkan oleh perubahan komposisi vegetasi yang merupakan dampak dari peningkatan suhu global (Wolf et al. 2017). Selain itu, hasil kajian Oleques et al. (2017) tentang fenologi pembungaan menunjukkan adanya dinamika hewan pengunjung bunga seiring dengan perubahan waktu yang dapat juga berperan sebagai polinator untuk kelestarian tumbuhan. Data fenologi pembungaan juga dapat digunakan untuk memilih jenis yang peka terhadap iklim yang ekstrim (Zhang et al. 2018).

Penelitian tentang fenologi pembungaan jenis tumbuhan endemik di Indonesia masih sangat terbatas, khususnya pada jenis yang tumbuh liar dan sering dimanfaatkan oleh masyarakat. *Sarcotheca macrophylla* merupakan jenis koleksi Kebun Raya Bogor yang belum memiliki informasi terkait proses reproduksinya, terutama perkembangan bunga dan buah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pembungaan (fenofase) dan faktor lingkungan yang berinteraksi selama perkembangan bunga *S. macrophylla*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada Februari sampai Juni 2017 di Kebun Raya Bogor dan Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor. Bahan penelitian yang digunakan sebanyak tiga individu *S. macrophylla* yang berasal dari Katingan (Kalimantan Tengah) dan ditanam di vak XXIV.B. 151-151A pada area koleksi tanaman obat Kebun Raya Bogor.

Tahapan pelaksanaan/rancangan penelitian

Pemilihan sampel pengamatan

Berdasarkan hasil pengamatan, dari tiga tanaman koleksi *S. macrophylla* tersebut yang menghasilkan bunga hanya dua tanaman. Pengamatan fenologi pembungaan dilakukan pada *S. macrophylla* dengan perbungaan berbentuk malai yang mendukung bunga tunggal–bentuk klaster, dalam setiap klasternya terdiri dari 5–10 kuntum bunga. Total klaster bunga yang diamati sebanyak 30 klaster bunga. Setiap pohon dipilih 3 percabangan. Tiap-tiap percabangan dipilih 3 perbungaan. Setiap perbungaan dipilih 5 klaster bunga dan tiap-tiap klaster dipilih 3 bunga (Dafni 1992). Fase perkembangan bunga yang diamati mengacu pada fase-fase yang digunakan oleh Dafni (1992) dengan modifikasi, yaitu fase inisiasi, kuncup kecil, kuncup besar, bunga terbuka, dan perkembangan buah.

Pengamatan fenofase dan fenologi bunga

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Peubah yang diamati meliputi tahapan perkembangan bunga (fenofase), waktu yang dibutuhkan untuk tiap tahapan perkembangan, dan faktor lingkungan. Adapun tahapan perkembangan bunga yang diamati meliputi perubahan morfologi tahap inisiasi bunga, kuncup kecil, kuncup besar, bunga terbuka/mekar dan perkembangan buah.

Perkembangan bunga

Pengamatan perkembangan bunga dilakukan pada individu yang mempunyai bagian bunga atau batang yang sehat dan memiliki kuncup bunga. Bunga yang sehat adalah bunga dengan susunan lengkap, sedangkan batang yang sehat adalah batang yang hijau, segar, dan tidak diserang hama penggerek batang. Perkembangan bunga *S. macrophylla* didokumentasikan untuk mendapatkan data sekuensial. Pada masing-masing fase perkembangan dilakukan pengamatan terhadap perubahan morfologi (warna, bentuk, dan ukuran). Pengamatan dilakukan tiap hari hingga diperoleh perubahan morfologi perkembangan bunga. Waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya perubahan setiap fase perkembangan bunga dicatat.

Faktor lingkungan

Faktor lingkungan yang diamati meliputi faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang diamati yaitu jenis dan jumlah serangga pengunjung bunga ketika memasuki fase antesis. Rentang waktu pengamatan dimulai dari pukul 08.00–16.00 WIB, dengan interval waktu 30 menit dari serangga yang pertama kali datang hingga serangga terakhir. Serangga yang berada di sekitar perbungaan dikoleksi untuk diidentifikasi. Serangga diawetkan dengan alkohol 70% atau ditempatkan di *point card* untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 35°C selama 3 hari (Borrer et al. 1996). Identifikasi serangga dilakukan

berdasarkan Alexander & Byers (1981), Goulet & Huber (1993), Borrer et al. (1996), dan Shattuck (1999).

Faktor abiotik yang diamati ialah faktor-faktor yang memengaruhi perkembangan bunga di sekitar tanaman meliputi intensitas cahaya matahari, suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin (Gutterman 1995) dengan alat *Digital Instrument 4 in 1*. Pengukuran faktor abiotik dilakukan setiap 30 menit pada pagi hari (08.00–09.00 WIB), siang hari (12.00–13.00 WIB), dan sore hari (15.00–16.00 WIB) selama dua hari setiap minggu. Data curah hujan selama periode pengamatan diperoleh dari Bagian Registrasi Kebun Raya Bogor.

Analisis data

Analisis data dilakukan untuk menentukan fase-fase perkembangan bunga. Data deskriptif yang diperoleh dikelompokkan berdasarkan karakter (bentuk, warna, dan ukuran).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sarcotheca macrophylla memiliki tipe bunga majemuk berbatas (*inflorescentia cymosa*) dengan perbungaan berbentuk malai (rangkain bunga), panjang malai mencapai lebih dari 1 m. Bunga majemuk berbatas adalah jenis bunga majemuk yang memiliki ciri-ciri pada tangkai utama selalu tertutup dengan suatu bunga, sehingga pertumbuhan pada tangkai utama terbatas. Tangkai utama malai bunga dapat tumbuh bercabang dan setiap cabangnya bisa menghasilkan bunga. Kondisi seperti ini dijumpai pada hibrid dari *Convolvulus* (Aykurt & Sümbül 2011) dan subspecies dari *Ipomoea* L. (Johnson 2012). Posisi bunga pada susunan malai yang mekar terlebih dahulu terletak pada bagian tengah malai, kemudian diikuti bunga-bunga di bagian ujung dan pangkal malai, sehingga perbungaan tidak bertambah panjang (Gambar 1). Bunga *S. macrophylla* yang mekar



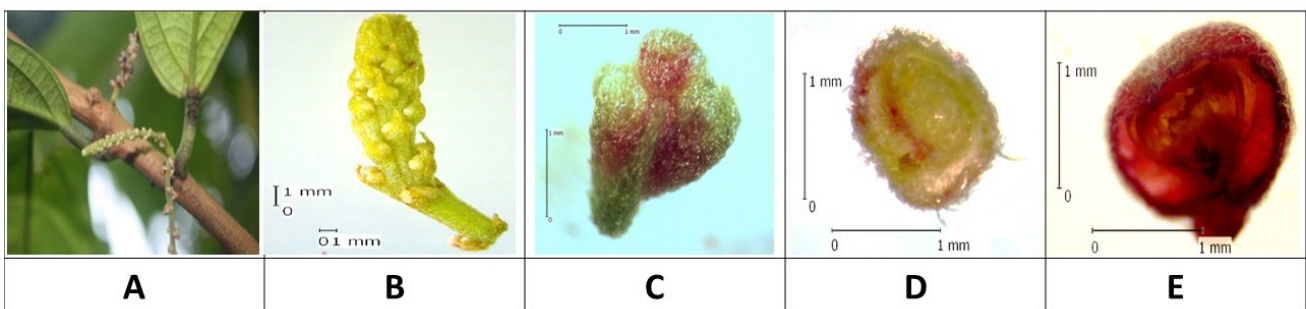
Gambar 1. Perbungaan *S. macrophylla*

memiliki panjang 3,69–4,76 mm, biseksual dengan simetri bunga aktinomorfik, yaitu bunga yang memiliki simetri radial. Bunga dapat dibedakan dalam kelopak (sepal) dan mahkota bunga (petal) (Hsu et al. 2015). Kelopak bunga memiliki struktur aposepalous dengan lima kelopak. Bagian-bagian bunga *S. macrophylla* tidak saling berlekatan.

Perkembangan Bunga

Tahap induksi bunga pada *S. macrophylla* tidak teramati secara visual karena hanya merupakan bentuk tonjolan berwarna sama dengan warna kulit batang, cabang, ranting atau di ketiak daun, sehingga sulit diprediksi sebagai bentuk induksi bunga dan dapat teramati saat berakhirnya proses induksi. Proses induksi

bunga merupakan tahap awal dari pertumbuhan bunga yang menyebabkan perubahan fase vegetatif menjadi fase reproduktif (Taiz & Zeiger 2015). Akhir fase induksi bunga ditandai dengan membengkak atau membesarnya pangkal calon tunas baru ataupun pada ketiak daun yang kemudian muncul sebagai kuncup bunga majemuk yang terdiri atas bunga-bunga tunggal. Setelah berakhirnya proses inisiasi kemudian diikuti fase berikutnya yaitu fase kuncup kecil (panjang kuncup ± 1 mm), kuncup besar (panjang kuncup ± 10 mm), bunga mekar, dan perkembangan buah (Gambar 2). Perkembangan bunga ini menyerupai inisiasi bunga pada *Syzygium pycnanthum* Merr. & L.M.Perry yang merupakan proses fisiologi berawal di tingkat sel, sehingga tidak terdeteksi secara visual (Mudiana & Ariyanti 2010).

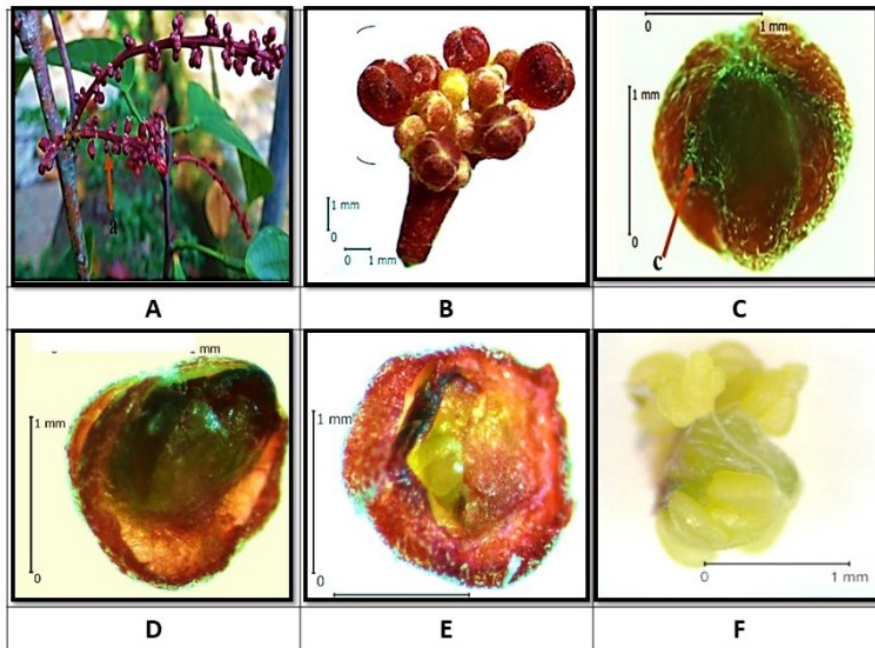


Gambar 2. Bunga *S. macrophylla*. (A-B) inisiasi bunga, (C) bunga tunggal, (D) sayatan membujur inisiasi bunga tahap awal, (E) sayatan membujur inisiasi bunga tahap akhir

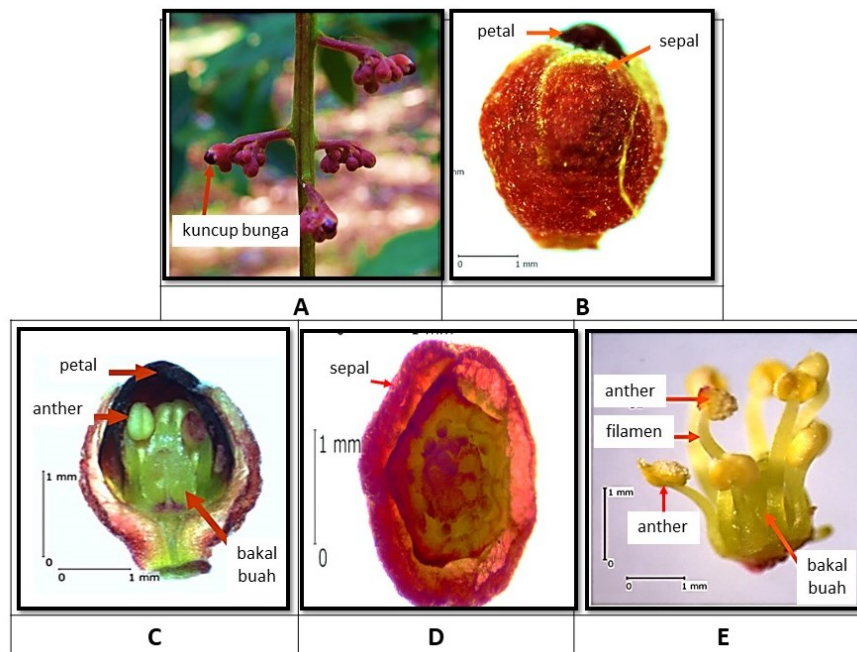
Fase inisiasi pada *S. macrophylla* ditandai dengan munculnya benjolan agak bulat serupa kuncup berukuran kecil dengan warna putih-hijau muda di ketiak daun dan pada tengah atau ujung cabang. Bakal bunga pada *S. macrophylla* tersebar di sepanjang tangkai perbungaan (Gambar 2A-B). Pada fase ini, belum terlihat perbedaan antara primordia bunga dan tangkai bunga secara mikroskopis (Gambar 2C). Struktur bunga belum terlihat meskipun dari penampang membujur (Gambar 2D-E). Bunga pada ujung rangkaian mengalami inisiasi bunga lebih awal dibandingkan yang terdapat pada ketiak daun dan tengah cabang. Hal yang sama ditemukan pada spesies dari suku Oxalidaceae yang lain yaitu *Oxalis cinerea* Zucc. dan *O. rosea* Feuillée ex Jacq. (Bull-Hereñu et al. 2016). Perbedaan waktu inisiasi antara bunga bagian ujung dengan yang lainnya diduga dipengaruhi oleh kiriman auksin yang banyak disintesis pada bagian pucuk (Marini 2003). Pertumbuhan tunas ketiak dihambat oleh tingginya konsentrasi auksin yang dihasilkan oleh tunas apikal yang selanjutnya auksin dikirim ke bagian basal secara polar (Cheng & Zhao 2007).

Tahap kedua yaitu fase kuncup kecil. Fase ini merupakan awal pembentukan bunga tunggal, sehingga susunan bunga pada perbungaan menjadi jelas (Gambar 3A). Morfologi bunga pada fase ini tampak tonjolan berbentuk bulat berwarna merah serta dijumpai adanya rambut-rambut yang diduga sebagai trikoma (Gambar

3C). Fase ketiga yaitu fase kuncup besar. Fase ini dimulai dengan adanya ujung mahkota bunga yang tampak keluar dari kelopak bunga (Gambar 3C). Penampang membujur bagian dalam bunga terlihat struktur bunganya, yaitu karpel berwarna kehijauan, antera berwarna kuning serta calon mahkota bunga berwarna merah dengan ujung berwarna hitam (Gambar 3D). Warna mahkota bunga dari awal hingga akhir fase perkembangan bunga tidak mengalami perubahan. Hal ini berbeda dengan mahkota bunga surian (*Toona sinensis* A. Juss.) yang mengalami perubahan warna pada awal fase perkembangan dari hijau keputihan menjadi merah keputihan (Hidayat 2010). Perubahan warna bunga dapat disebabkan oleh akumulasi atau hilangnya antosianin, akumulasi atau hilangnya karotenoid, atau akumulasi betalain. Perubahan warna bunga juga dapat disebabkan oleh peningkatan atau penurunan pH yang menyebabkan warna kemerahan/kebiruan pada antosianin dan pigmen pendamping (Weiss & Lamont 1997). Perubahan warna mahkota bunga merupakan fenomena yang umum pada Angiosperma yang diinduksi oleh faktor lingkungan dan faktor internal. Perubahan warna mahkota bunga akan menjadi penarik polinator, sehingga meningkatkan keberhasilan proses reproduksi (Yan et al. 2018). Pada bunga *S. macrophylla* kemungkinan secara fisiologi tidak mengalami perubahan pigmen yang mencolok pada mahkota bunga.



Gambar 3. Morfologi bunga *S. macrophylla* pada fase kuncup kecil. (A) rangkaian perbungaan, (B) fase kuncup kecil, (C) kuncup kecil tunggal, tanda panah menunjukkan adanya rambut-rambut, (D) sayatan membujur, (E) sayatan melintang, (F) bagian dalam kuncup bunga



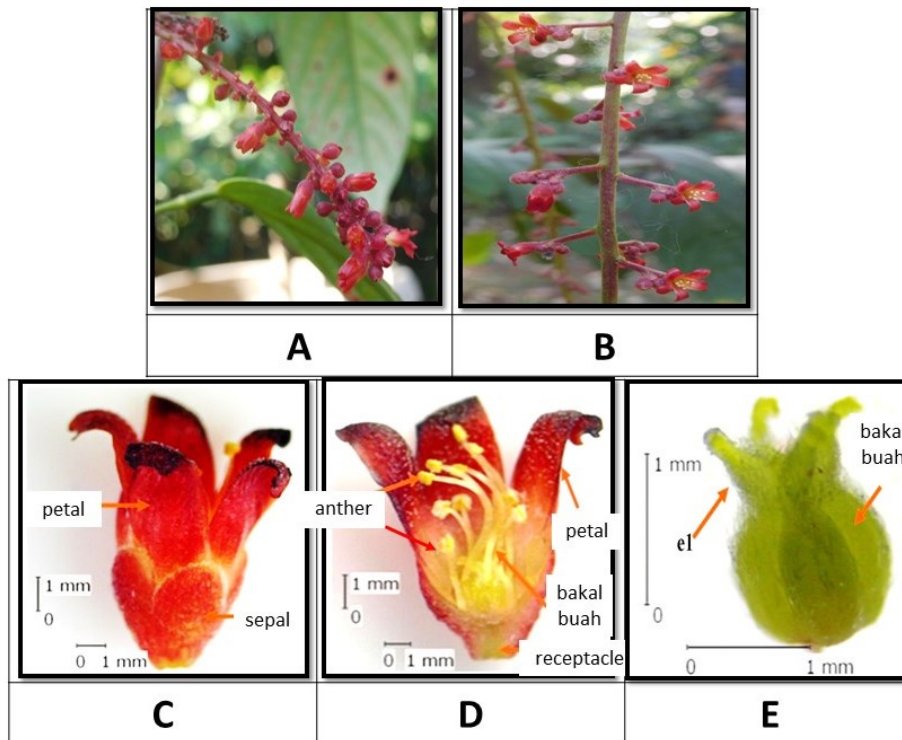
Gambar 4. Morfologi bunga *S. macrophylla* pada fase kuncup besar. (A) kuncup besar, (B) kuncup besar tunggal, (C) sayatan membujur, (D) sayatan melintang, (E) bagian dalam kuncup besar

Fase keempat yaitu fase bunga mekar. Fase ini terjadi setelah fase kuncup besar berakhir yang ditandai dengan mahkota bunga yang sudah sepenuhnya keluar dari kelopak bunga. Mahkota bunga memiliki warna merah muda dengan bagian agak kehitaman di tepi dan hijau di bagian pangkalnya, kelopak bunga berwarna merah muda, kepala sari dipenuhi serbuk sari berwarna putih dengan benang sari berjumlah 9–10. Pada fase awal terlihat penumpukan serbuk sari di kepala sari (Gambar 4A-E). Panjang tangkai sari (stamen) pada bunga *S. macrophylla* tidak sama (Gambar 4E dan 5D). Kondisi

tangkai sari yang tidak sama panjang (didynamous) juga dijumpai pada bunga *Campsis grandiflora* (Thunb.) K. Schum., karena dua pasang tangkai sari lebih pendek dibandingkan dua pasang tangkai sari lainnya (Ren & Tang 2010). Selain itu, ada dua pasang tangkai sari lebih panjang dibandingkan satu pasang tangkai sari lainnya yang disebut tetradynamous yang dijumpai pada *Brassica campestris* L. (Huang et al. 2010). Tipe tangkai sari bunga *S. macrophylla* perlu diteliti lebih lanjut, karena jumlah tangkai sari tidak konsisten pada setiap bunganya.

Bunga mekar terjadi pada pagi hari, Bunga mekar terjadi pada pagi hari, yaitu pukul 07.00 hingga 09.05 WIB. Ketika bunga mekar, kepala sari (anther) berwarna kuning. Warna benang sari ini diduga menjadi salah satu daya tarik serangga pengunjung (Gambar 5D). Ukuran, warna, dan jumlah bunga merupakan faktor yang memengaruhi ketertarikan serangga pengunjung bunga (Asikainen & Multikainen 2005). Bunga mekar sempurna hanya bertahan selama satu hari, setelah itu bunga akan menguncup dan layu. Hal yang sama terjadi pada bunga

Zephyranthes yang hanya bertahan satu hari setelah mekar (Paula 2006). Pada akhir fase bunga mekar kepala sari terlihat terbuka dan benang sari mulai melayu (Gambar 5D). Kondisi ini dapat digunakan sebagai ciri penanda bahwa polinasi dan fertilisasi telah terjadi pada bunga (Tyas et al. 2013). Ciri lain dari akhir fase pembungaan ialah gugurnya mahkota bunga dan tangkai sari, sedangkan kelopak bunga tetap menempel pada bakal buah (Gambar 5E).



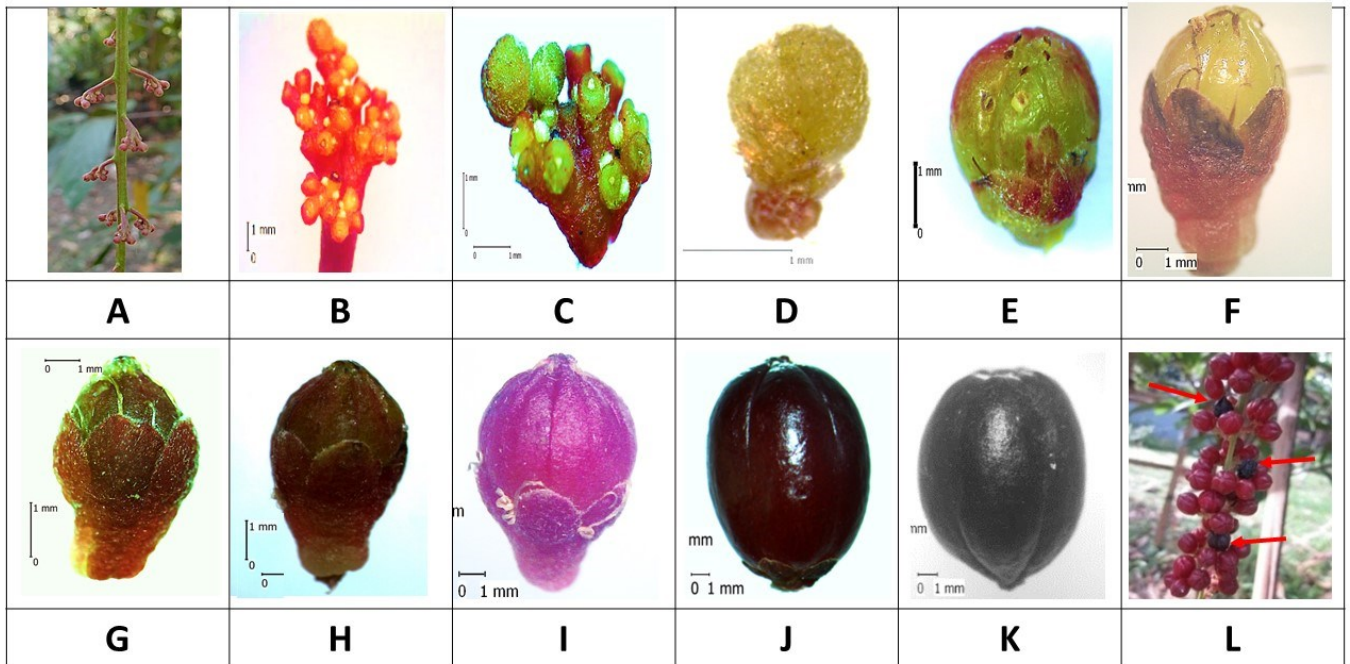
Gambar 5. Morfologi bunga *S. macrophylla* pada saat antesis. (A) menjelang mekar, (B) bunga mekar dalam perbungaan, (C) bunga tunggal, (D) sayatan membujur (D), (E) bakal buah

Waktu inisiasi bunga *S. macrophylla* berlangsung selama 30 hari (Tabel 1). Fase kuncup kecil berlangsung selama 6 hari dengan panjang awal 1,03 mm dan pada akhir fase mencapai 1,43 mm. Fase kuncup besar berlangsung selama 12 hari dengan ukuran antara 2,71–3,28 mm. Fase antesis hanya berlangsung selama 1-2 hari dengan ukuran bunga 4,76 mm.

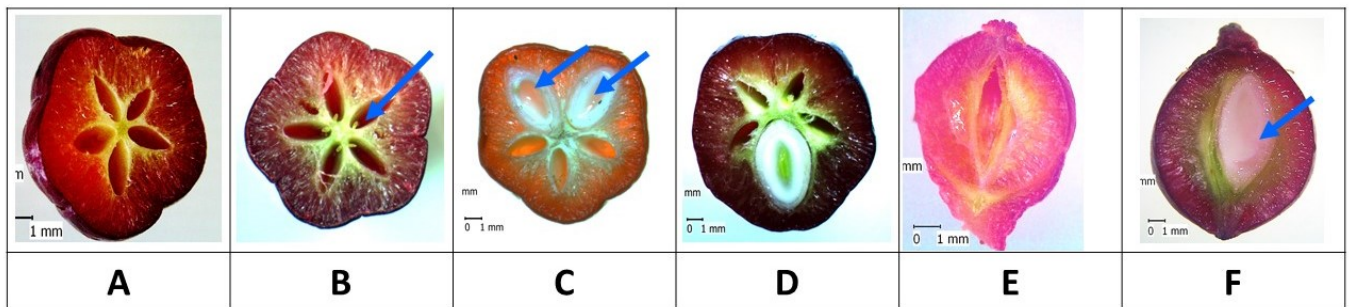
Tabel 1. Durasi fase pembungaan *S. macrophylla* di Kebun Raya Bogor

Fase pembungaan	Waktu min–mak (hari)
Inisiasi perbungaan	28–30
Kuncup kecil	4–6
Kuncup besar	10–12
Bunga mekar	2
Buah muda menuju kemasakan	38–40
Total	82–90

Fase terakhir dari pembungaan yaitu perkembangan buah. Fase pembentukan buah dimulai sejak akhir fase antesis. Proses ini ditandai dengan gugurnya beberapa struktur perhiasan bunga yaitu mahkota bunga dan kepala sari, sedangkan kepala putik tetap tinggal hingga buah masak. Ukuran buah awal sekitar 1,04 mm dan pada saat menjadi buah muda berukuran rata-rata 5,4 mm. Bakal buah mengalami pembesaran hingga mencapai panjang 6 mm dan berwarna merah marun (Gambar 6). Pembesaran bakal buah terjadi karena dinding ovary membesar yang menandakan bahwa ovul telah dibuahi (Griffin & Sedgley 1989). Bila dibandingkan dengan jenis lain pada suku Oxalidaceae, seperti *Averrhoa bilimbi* L. dan *Averrhoa carambola* L., maka ukuran buah *S. macrophylla* jauh lebih kecil (Soumya & Nair 2013).



Gambar 6. Perkembangan buah *S. macrophylla*. (A-D) bunga yang telah mengalami penyerbukan, (E) buah awal, (F-H) buah menuju kemasakan, (I) buah muda, (J-K) buah masak, (L) rangkaian buah dalam malai, tanda panah merah menunjukkan buah masak berwarna hitam



Gambar 7. Penampang melintang (A-D) dan membujur (E, F) buah *S. macrophylla*. (A, E) buah tidak mempunyai biji, (B) buah dengan bakal biji yang tidak berkembang, (C) buah dengan 2 biji, (D, F) buah dengan 1 biji

Buah awal yang terbentuk masih terbungkus oleh kelopak bunga dengan permukaan luar diselubungi rambut-rambut berwarna putih (Gambar 6D). Warna buah diawali dari hijau muda hingga pada saat matang berubah menjadi merah kehitaman (Gambar 6J). Buah *S. macrophylla* termasuk dalam kategori buah tunggal berdaging. Buah matang merupakan tahap mengakhiri perkembangan buah. Buah matang ditandai dengan perubahan warna menjadi lebih gelap, peningkatan kandungan air dan kadar gula (Schmidt 2000). Pada *A. carambola* perubahan tingkat kematangan buah secara visual dicirikan dengan perubahan berat dan warna buah (Oliveira et al. 2011).

Buah *S. macrophylla* tersusun dalam rangkaian memanjang seperti halnya rangkaian bunga (Gambar 6L). Buahnya mempunyai keunikan, karena tidak semua buah mempunyai biji (Gambar 7). Penampang melintang buah *S. macrophylla* menunjukkan bahwa buah mempunyai 5 rongga (*pentalocular*) tempat berkembangnya biji. Tampak rongga dalam buah *S. macrophylla* pada

penelitian ini tidak terisi dengan biji (Gambar 7A). Pembentukan rongga dalam buah dipengaruhi oleh gen, seperti pada buah tomat yang dipengaruhi oleh gen *SIWUS* (Li et al. 2017). Pada buah *S. macrophylla* yang lain dijumpai plasenta pada rongga dalam buah yang tidak disertai dengan ovul yang berkembang (Gambar 7B). Selain itu, dijumpai juga buah yang mengandung dua biji (Gambar 7C) dan satu biji (Gambar 7D) dalam rongga dalam buah. Gambar 7E dan 7F menunjukkan penampang membujur buah yang tidak mempunyai biji dan ada biji dalam rongga. Buah tanpa biji pada *S. macrophylla* dapat disebabkan oleh kegagalan penyerbukan dan pembuahan. Selain itu, dapat juga disebut dengan partenokarpi. Partenokarpi pada buah dengan biji banyak, secara alami merupakan bentuk adaptif terhadap penyerbuk yang dapat membatasi penyebaran biji tersebut (Picarella & Mazzucato 2019). Keberadaan biji dalam buah yang jarang ini menyebabkan peluang regenerasi *S. macrophylla* secara generatif menjadi kecil. Ketidakkonsistenan adanya

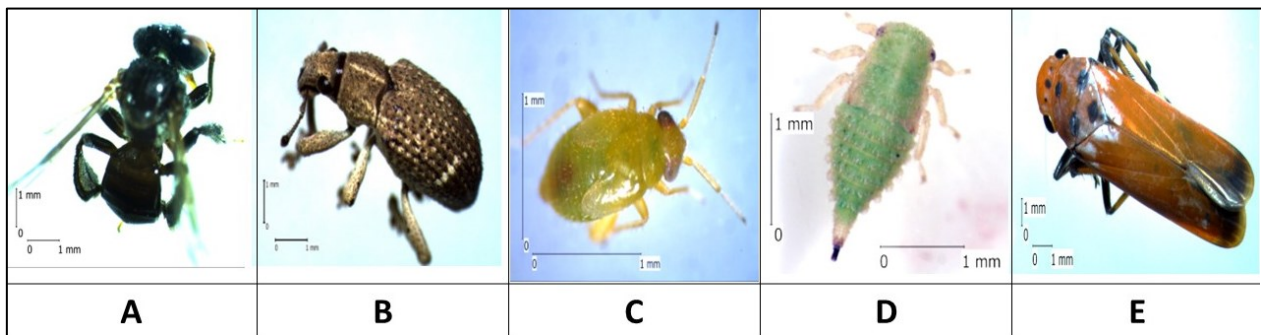
biji dalam rongga dalam buah *S. macrophylla* perlu diteliti lebih lanjut, agar dapat diketahui faktor penyebabnya.

Faktor Lingkungan Biotik

Faktor biotik yang diamati dalam penelitian ini adalah jenis serangga pengunjung bunga yang datang sejak bunga memasuki tahap antesis. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kunjungan serangga terjadi pada pukul 07.45–15.00 WIB pada masa antesis (Tabel 2). Frekuensi kunjungan serangga paling banyak berkunjung pada pukul 08.57 WIB. Aktivitas serangga untuk mencari pakan dimulai pagi sampai sore hari dengan aktivitas tertinggi pada siang hari (Wolda & Sabrosky 1986). Perbedaan ini disebabkan karena adanya perbedaan lokasi penelitian dan jenis tanaman yang diteliti.

Tabel 2. Jumlah serangga pengunjung bunga pada *S. macrophylla* di Kebun Raya Bogor

Pukul	Jumlah kunjungan serangga
07.00–08.00	10
08.00–09.00	11
09.00–10.00	2
10.00–11.00	1
11.00–12.00	4
12.00–13.00	3
13.00–14.00	3
14.00–15.00	3
15.00–16.00	0



Gambar 8. Serangga pengunjung bunga *S. macrophylla* di Kebun Raya Bogor. A= Hymenoptera, B Curculionidae, C= li Mitidae (fase nimfa), D= Cicadellidae (fase nimfa), E= Cicadellidae (fase dewasa)

Salah satu jenis serangga pengunjung yang paling banyak ditemukan adalah *Trigona laeviceps* dari suku Hymenoptera. Berdasarkan hasil identifikasi, serangga pengunjung yang ditemukan tergolong dalam 4 suku, yaitu Hymenoptera, Curculionidae, Mitidae (fase nimfa), dan Cicadellidae (fase nimfa dan dewasa) (Gambar 8) (Alexander & Byers 1981; Goulet & Huber 1993; Borror et al. 1996; Shattuck 1999). Untuk menentukan serangga pengunjung yang berperan sebagai serangga penyerbuk dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan melakukan konfirmasi ciri-ciri polen yang menempel pada tubuh serangga dengan polen *S. macrophylla*.

Faktor Lingkungan Abiotik

Hasil pengamatan faktor lingkungan abiotik untuk masing-masing fase berada pada kisaran suhu

26,1⁰–36,6⁰C, intensitas cahaya 1151–19930 lux, kelembapan udara 48,2–88,2%, dan kecepatan angin 0–0,8 m/detik. Kisaran suhu tertinggi terjadi saat fase kuncup menuju antesis (Tabel 3). Suhu yang berfluktuasi pada tiap perubahan fase pembungaan diduga berperan pada waktu yang dibutuhkan untuk perubahan tiap fase. Hal ini didukung oleh penelitian Moore & Lauenroth (2017) bahwa suhu yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya dapat memacu munculnya bunga. Faktor lingkungan abiotik saat pengamatan dilakukan tidak berbeda jauh dengan sebelum pengamatan. Selain itu, Ratchke & Lacey (1985) menyatakan bahwa faktor lingkungan yang memengaruhi inisiasi bunga adalah suhu udara, fotoperiode, dan curah hujan. *Averrhoa. arambola* L. akan berbunga banyak saat curah hujan rendah (Al-Yahyai et al. 2005).

Tabel 3. Faktor lingkungan abiotik di Kebun Raya Bogor lokasi tumbuh *S. macrophylla* pada Februari – Juni 2017.

Fase bunga	Faktor lingkungan abiotik			
	Suhu udara min-mak (°C)	Intensitas cahaya min-mak (lux)	Kelembapan udara min-mak (%)	Kecepatan angin min-mak (m/s)
Inisiasi bunga	26,2–36,6	2.350–19.930	75,7–82,4	0
Kuncup menuju antesis	29,1–33,5	1.334–8.850	58,2–88,2	0–0,8
Antesis	27,0–32,2	1.151–19.810	48,2–74,1	0
Perkembangan buah	26,1–31,2	1.549–10.350	61,0–83,2	0

Cahaya matahari merupakan faktor iklim yang memiliki peran penting bagi tumbuhan. Intensitas cahaya memengaruhi pertumbuhan melalui proses fotosintesis, pembukaan stomata, dan sintesis klorofil, sedangkan pengaruhnya terhadap pembesaran dan diferensiasi sel terlihat pada tinggi tanaman dan ukuran serta struktur daun dan batang (Taiz & Zeiger 2015). Intensitas cahaya matahari dan kelembapan udara diduga memengaruhi saat fase inisiasi bunga (Tabel 3). Inisiasi bunga sebagai awal dari pembungaan membutuhkan lingkungan dengan intensitas cahaya yang tinggi (Widiastuti & Tohari 2004). Cabang yang terpapar intensitas cahaya tinggi akan berbunga lebih banyak daripada cabang yang terlindungi atau ternaungi (Zomlefer 1994). Pembungaan tanaman kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) berkurang saat ditanam pada naungan 75% (Komariah et al. 2017). Demikian juga pada *Evolvulus glomeratus* Nees & Martius (Prayogo et al. 2018). Pembungaan pada baobab (*Adansonia digitata* L.) di Afrika Selatan juga dipengaruhi oleh lama penyinaran dan suhu dibandingkan curah hujan (Venter & Witkowski 2019). Curah hujan yang rendah di lingkungan tanaman mangga akan memacu pembungaan (Fauzi et al. 2017). Di sisi lain, suhu rendah dapat menghambat pembungaan pada bawang merah (Jasmi & Indradewa 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembungaan *S. macrophylla* dalam satu periode pembungaan meliputi inisiasi, kuncup kecil, kuncup besar, anthesis, dan perkembangan buah. Dalam setiap fase memiliki waktu yang berbeda-beda dengan total masa pembungaan selama 82–90 hari. Faktor lingkungan biotik yang mempengaruhi pembuahan *S. macrophylla* adalah kunjungan serangga dari famili Hymenoptera (*Trigona laeviceps*), (Curculionidae), Mitidae (fase nimfa), dan Cicadellidae (fase nimfa). Faktor lingkungan abiotik yang memengaruhi proses pembungaan belum dapat dipastikan.

Penelitian ini masih perlu dilanjutkan untuk memperoleh faktor yang menyebabkan ketidakkonsistenan pembentukan biji dalam buah *S. macrophylla*. Selain itu, analisis lebih lanjut diperlukan untuk faktor abiotik yang memengaruhi fenofase bunga pada periode pembungaan berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander CP, Byers GW. 1981. Manual of Nearctic Diptera. Vol 1 & 2. Agriculture Canada Monograph, Ottawa.
- Al-Yahyai R, Schaffer B, Crane JH, Davies FS. 2005. Four levels of soil water depletion minimally affect carambola phenological cycles. HortTechnology 15(3): 623–630. DOI: [10.21273/HORTTECH.15.3.0623](https://doi.org/10.21273/HORTTECH.15.3.0623).
- Astuti IP, Sari R. 2009. Distribution of *Sarcotheca* spp. in Indonesia. Proceeding of National Seminar The Role of Biosystematic of Indonesia Biodiversity. Faculty of Biology, University of Jenderal Sudirman. Purwokerto.
- Astuti IP, Rahayu S, Putri WU. 2014. *Sarcotheca macrophylla* Blume: An endemic plant species of Borneo. Proceedings of The 2nd INAFOR. International Conference of Indonesia Forestry Researcher. Ministry of Forestry, Forestry Research and Development Agency: 888–893.
- Astuti IP, Sari R, Susandarini R, Zuhro F. 2018. *Sarcotheca celebica* Veldkamp: persebarannya di Sulawesi, status konservasi dan kelangkaan. Jurnal Biologi Indonesia 14(1): 143–146.
- Asikainen E, Multikainen P. 2005. Preference of pollinators and herbivores in Gynodioecious *Geranium sylvaticum*. Annals of Botany 95: 879–886. DOI: [10.1093/aob/mci094](https://doi.org/10.1093/aob/mci094).
- Aji DK, Rosmarini UK, Setyawati ER. 2018. Pengaruh intensitas penyinaran dan frekuensi penyinaran terhadap pertumbuhan dan pembungaan bibit. Jurnal Agromast 3(1): 1–13.
- Aykurt C, Sümbül H. 2011. New natural hybrids of *Convolvulus* (Convolvulaceae) from Turkey. Nordic Journal of Botany 29(4): 408–416. DOI: [10.1111/j.1756-1051.2011.01164.x](https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2011.01164.x)
- Barlian J, Yeni H, Masano. 1998. Study of phenology and fruit position effect and seed size on *Gmelina* seed viability. Bulletin Agronomy 26(2): 8–12. DOI: [10.24831/jai.v26i2.1588](https://doi.org/10.24831/jai.v26i2.1588).
- Bernier GB, Kinet JM, Sachs RM. 1985. Transition to reproductive growth. The Physiology of Flowering. Vol II. CRC Press Inc, Florida.
- Borrer DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1996. Pengenalan Pelajaran Serangga Ed. ke-6. UGM Press, Yogyakarta.
- Bull-Hereñu K, De Craene LR, Pérez F. 2016. Flower meristematic size correlates with heterostylous morphs in two Chilean *Oxalis* (Oxalidaceae) species. Flora 221: 14–21.
- Cheng Y, Zhao Y. 2007. A role for auxin in flower development. Journal of Integrative Plant Biology 49(1): 99–104. DOI: [10.1111/j.1744-7909.2006.00412.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2006.00412.x).
- Chung RCK. 1995. Oxalidaceae. In Soepadmo E, Wong KM. Tree flora from Sabah and Serawak. Volume one. Sabah Forestry Department, Malaysia, Forest Research Institute Malaysia, Serawak Forestry Department, Malaysia: 289–293.

- Dafni A. 1992. *Pollinations Ecology A Practical Approach*. Oxford University Press, New York.
- Damayanti F, Astuti IP, 2017. Secondary metabolites of *Sarcotheca macrophylla* Blume. (Oxalidaceae): Potential fruit as natural shampoo. Proceeding of The International Conference on Tropical Plant Conservation and Utilization. "Plant and People in Harmony". Center for Plant Conservation Botanic Gardens, Indonesian Institute of Science, Bogor.
- Dorji T, Hopping KA, Meng F, Wang S, Jiang L, Klien JA. 2020. Impacts of climate change of flowering phenology and production in alpine plants: The importance of end of flowering. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 291(106795): 1–9. DOI: [10.1016/j.agee.2019.106795](https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106795).
- Fauzi AA, Sutari W, Nursuhud N, Mubarak S. 2017. Faktor yang mempengaruhi pembungaan pada mangga (*Mangifera indica* L.). *Kultivasi* 16(3): 461–465.
- Fewless, G. 2006. Phenology. <http://www.uwgb.edu/biodiversity/phenology/index.htm> (diakses 25 Desember 2019).
- Fitchett JM, Grab SW, Thompson DI. 2015. Plant phenology and climate change: Progress in methodological approaches and application. *Progress in Physical Geography*. 39(4): 460–482. DOI: [10.1177/0309133315578940](https://doi.org/10.1177/0309133315578940).
- Gutterman Y. 1995. Environmental factors affecting flowering and fruit development of *Opuntia ficus-indica* cuttings during the three weeks before planting. *Israel Journal of Plant Sciences* 43(2): 151–157. DOI: [10.1080/07929978.1995.10676601](https://doi.org/10.1080/07929978.1995.10676601).
- Goulet H, Huber JT. 1993. *Hymenoptera of The World: An Identification Guide to Families*. Research Branch Agriculture Canada, Ottawa.
- Griffin AR, Sedgley M. 1989. *Sexual Reproduction of Trees Crops*. Academic Press Inc., San Diego.
- Hidayat Y. 2010. Perkembangan bunga dan buah pada tegakan benih surian (*Toona sinensis* Roem). *Jurnal Agrikultura* 2(1): 12–30. DOI: [10.24198/agrikultura.v21i1.971](https://doi.org/10.24198/agrikultura.v21i1.971).
- Huang L, Zhao X, Liu T, Dong H, Cao J. 2010. Developmental characteristics of floral organs and pollen of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*). *Plant Systematics and Evolution* 286(1): 103–115. Doi: 10.1007/s00606-010-0283-4.
- Hsu HF, Hsu WH, Lee YI, Mao WT, Yang JY, Li JY, Yang CH. 2015. Model for perianth formation in orchids. *Nature Plants* 1(5): 1–8.
- Jamsari, Yaswendri, Kasim, M. 2007. Fenologi perkembangan bunga dan buah spesies *Uncaria gambir*. *Biodiversitas* 8(2): 141–146. DOI: [10.13057/biodiv/d080214](https://doi.org/10.13057/biodiv/d080214).
- Jasmi ES, Indradewa D. 2013. Pengaruh vernalisasi umbi terhadap pertumbuhan, hasil, dan pembungaan bawang merah (*Allium cepa* L. Aggregatum Group) di dataran rendah. *Ilmu pertanian* 16(1): 42–57. DOI: [10.22146/ijpas.2525](https://doi.org/10.22146/ijpas.2525).
- Johnson RW. 2012. New species and subspecies of *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) from northern Australia and a key to the Australian species. *Austrobaileya* 1: 699–723.
- Komariah A, Waloejo EC, Hidayat O. 2017. Pengaruh penggunaan naungan terhadap pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian* 5(1): 33–42. DOI: [10.35138/paspalum.v5i1.35](https://doi.org/10.35138/paspalum.v5i1.35).
- Li H, Qi M, Sun M, Liu Y, Liu Y, Xu T, Li Y, Li T. 2017. Tomato transcription factor *SIWUS* plays an important role in tomato flower and locule development. *Frontiers in Plant Science* 8: 457. DOI: [10.3389/fpls.2017.00457](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00457).
- Marini RP. 2003. *Physiology of pruning fruit trees*. Virginia Cooperative Extension. Publication 422–425: 1–8.
- Morellato LP, Alberton B, Alvarado ST, Borges B, Buisson E, Camargo MG, Cancian LF, Carstensen DW, Escobar DF, Leite PT, Mendoza I. 2016. Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation* 195: 60–72. DOI: [10.1016/j.biocon.2015.12.033](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033).
- Moore LM, Lauenroth WK. 2017. Differential effects of temperature and precipitation on early-vs. late-flowering species. *Ecosphere* 8(5): 1–18. DOI: [10.1002/ecs2.1819](https://doi.org/10.1002/ecs2.1819).
- Mudiana D, Ariyanti EE. 2010. Flower and fruit development of *Syzygium pycnanthum* Merr. & L.M Perry. *Biodiversitas* 11(3): 124–128. DOI: [10.13057/biodiv/d110304](https://doi.org/10.13057/biodiv/d110304).
- Novianti S, Ismanto, Astuti IP, 2019. Studi komparatif perkembangan buah dua jenis belimbing hutan (*Averrhoa dolichocarpa* Rugayah & Sunarti dan *A. leucopetala* Rugayah & Sunarti). *Buletin Kebun Raya* 22(2): 67–72.
- Oleques SS, Overbeck GE, Avia Jr RS. 2017. Flowering phenology and plant-pollinator interactions in a grassland community of Southern Brazil. *Flora* 229: 141–146. DOI: [10.1016/j.flora.2017.02.024](https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.02.024).
- Oliveira MTRD, Berbert PA, Pereira RDC, Vieira HD, Carlesso VO. 2011. Biometry and physical-chemical characterization of *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae) fruit and seed and seedling morphology. *Revista Brasileira de Sementes* 33(2): 251–260. DOI: [10.1590/S0101-31222011000200007](https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000200007).

- Paula CB. 2006. Morphological analysis of tropical bulbs and environmental effect on flowering and bulb development of *Habranthus robustus* and *Zephyranthes* spp. [Thesis]. University of Florida, Florida.
- Picarella ME, Mazzucato A. 2019. The occurrence of seedlessness in higher plants: insights on roles and mechanisms of parthenocarpy. *Frontiers in Plant Science* 9(1997): 1–11. DOI: [10.3389/fpls.2018.01997](https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01997).
- Prayogo B, Nurlaelih EE, Sitawati S. 2018. Respon pembungaan tanaman blue daze (*Evolvulus glomeratus*) terhadap naungan dan tiga dosis pupuk NPK. *Jurnal Produksi Tanaman* 6(6): 1189 – 1194.
- Ratchke BJ, Lacey EP. 1985. Phenological pattern of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematic* 16: 179–214.
- Rahayu S, Trisnawati DE, Qoyim I. 2007. Flowering biology of *Hoya lacunosa* Bl. (Asclepiadaceae) in Bogor Botanical Garden. *Biodiversitas* 8(1): 7–11. DOI: [10.13057/biodiv/d080102](https://doi.org/10.13057/biodiv/d080102).
- Ren MX, Tang JY. 2010. Anther fusion enhances pollen removal in *Campsis grandiflora*, a hermaphroditic flower with didynamous stamens. *International Journal of Plant Sciences* 171(3): 275–282. DOI: 10.1086/650157.
- Schmidt L 2000. Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Sub Tropis. (Terjemahan). Dirjen Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan dan Indonesia Forest Seed Project. PT Gramedia, Jakarta.
- Shattuck SO. 1999. Australian Ants: Their Biology and Identification. *Monographs on Invertebrae Taxonomy*. Vol 3. CSIRO Publishing, Collingwood.
- Soumya SL, Nair BR. 2013. Floral morphological features and variability in two species of *Averrhoa* L. (Oxalidaceae). *The International Journal of Plant Reproductive Biology* 5(2): 200–209.
- Taiz L, Zeiger E. 2015. *Plant Physiology and Development*. Sixth edition. Sinauer Associates, Sunderland.
- Tabla VP, Vargas CF. 2004. Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, *Mymecophila christinae*. *Annals of Botany* 94: 243–250. DOI: [10.1093/aob/mch134](https://doi.org/10.1093/aob/mch134).
- Tyas PS, Setyati D, Umiyah. 2013. Perkembangan pembungaan lengkung (*Dimocarpus longan* Lour.) ‘diamond river’. *Jurnal Ilmu Dasar* 14(2): 111–120.
- Veldkamp JF. 1967. A Revision of *Sarcotheca* Bl. and *Dapania* Korth. Oxalidaceae. *Blumea* XV 15(2): 541–542.
- Venter SM, Witkowski ETF. 2019. Phenology, flowering and fruit-set patterns of baobabs, *Adansonia digitate* in southern Africa. *Forest Ecology and Management* 453(117593): 1–11. DOI: [10.1016/j.foreco.2019.117593](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117593).
- Weiss MR, Lamont BB. 1997. Floral color change and insect pollination: a dynamic relationship. *Israel Journal of Plant Sciences* 45(2-3): 185–99. DOI: [10.1080/07929978.1997.10676683](https://doi.org/10.1080/07929978.1997.10676683).
- Widajati E, Murniati E, Palupi ER, Kartika T, Suhartanto MR, Qadir A. 2012. *Dasar Ilmu dan Teknologi Benih*. IPB Press, Bogor.
- Widiastuti L, Tohari ES. 2004. Pengaruh intensitas cahaya dan kadar daminosida terhadap iklim mikro dan pertumbuhan tanaman krisan dalam pot. *Ilmu Pertanian* 11(2): 35–42.
- Wolda H, Sabrosky CW. 1986. Insect visitor to two form of *Aristolochia pilosa* in Los Cumbres Panama. *Biotropica* 18(4): 29–299. DOI: [10.2307/2388572](https://doi.org/10.2307/2388572).
- Wolf AA, Zavaleta ES, Selmants PC. 2017. Flowering phenology shifts in response to biodiversity loss. *PNAS* 114(13): 3463–3468. DOI: [10.1073/pnas.1608357114](https://doi.org/10.1073/pnas.1608357114).
- Yan J, Wang M, Zhang L. 2018. Light induces petal color change in *Quisqualis indica* (Combretaceae). *Plant Diversity* 40(1): 28–34. DOI: [10.1016/j.pld.2017.11.004](https://doi.org/10.1016/j.pld.2017.11.004).
- Zhang J, Yi Q, Xing F, Tang C, Wang L, Ye W, Ng II, Chan TI, Chen H, Liu D. 2018. Rapid shifts of peak flowering phenology in 12 species under the effects of extreme climate events in Macao. *Scientific Reports* 8(13950): 1–9. DOI: 10.1038/s41598-018-32209-4.
- Zomlefer WB. 1994. *Guide to Flowering Plant Families*. University of North Carolina Press, Chapel Hill & London.