

ARTIKEL

FENOLOGI PEMBUNGAAN DAN PEMBUAHAN JENIS *Goniothalamus macrophyllus* DI HUTAN DATARAN RENDAH KABUPATEN KUNINGAN JAWA BARAT

[*Phenology of Flowering and Fertilization of Species Goniothalamus Macrophyllus in Lowland Forest Kuningan District, West Java*]

Ilham Adhya^{1*}, Toto Supartono², Yayan Hendrayana², Agus Yadi Ismail³, Nina Herlina¹, Fahrul Shobarudin Syahban²

¹Program Studi Ilmu Lingkungan, FAHUTAN, Universitas Kuningan, Jl. Cut Nyak Dhien No 36 A, Kuningan, Jawa Barat 45514.

²Program Studi Kehutanan, FAHUTAN, Universitas Kuningan, Jl. Cut Nyak Dhien No 36 A, Kuningan, Jawa Barat 45514

³Program Studi Pendidikan Biologi S2, Pascasarjana, Universitas Kuningan, Jl. Cut Nyak Dhien No 36 A, Kuningan, Jawa Barat 45514

ABSTRAK

Goniothalamus macrophyllus (Blume) Hook.f. & Thomson merupakan jenis tumbuhan dari keluarga annonaceae yang memiliki banyak manfaat dengan populasi yang sedikit dan penyebaran yang terbatas habitat alaminya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui fenologi pembungaan dan pematangan *Goniothalamus macrophyllus* (Blume) Hook.f. & Thomson pada habitat alaminya di hutan dataran rendah Gunung Tilu Kabupaten Kuningan. Hasil dari penelitian ini adalah periode pembungaan dan pematangan membutuhkan rata-rata ± 180 hari atau 6 bulan dengan dimulai dari fase kuncup bunga kecil – fase buah. Fase kuncup bunga kecil (B1) - fase kuncup bunga besar (B2) membutuhkan rata-rata 10 hari, fase kuncup bunga besar (B2) – fase bunga mekar (B3) 10 hari, fase bunga mekar (F3) - fase buah (B4) 11 hari, dan dari fase buah (B4) hingga buah matang 30 hari. Morfologi *G. macrophyllus* (Blume) Hook.f. & Thomson dibandingkan dengan jenis *Goniothalamus* lainnya memiliki morfologi bunga dan buah yang relatif lebih kecil.

Kata kunci: alami, fase, habitat, pembungaan, pematangan

ABSTRACT

Goniothalamus macrophyllus (Blume) Hook.f. & Thomson is a species of plant from the Annonaceae family that has many benefits with a small population and limited distribution in its natural habitat. The aim of this research is to determine the flowering and fruiting phenology of the species in its natural habitat in the lowland forests of Mount Tilu, Kuningan Regency. The results of this research are that the flowering and fruiting period requires an average of ± 180 days or 6 months starting from the small flower bud phase to the fruit phase. Small flower bud phase (B1) to - large flower bud phase (B2) takes an average of 10 days, large flower bud phase (B2) to blooming flower phase (B3) 10 days, blooming flower phase (F3) to fruiting phase (B4) 11 days, and from fruit phase (B4) to ripe fruit 30 days. Morphology of *G. macrophyllus* compared to other species of *Goniothalamus*, it has relatively smaller flower and fruit.

Keywords: natural, phase, habitat, flowering, fruiting

PENDAHULUAN

Goniothalamus macrophyllus (Blume) Hook.f. & Thomson merupakan salah satu jenis tumbuhan obat yang termasuk ke dalam keluarga Annonaceae., Keluarga suku ini termasuk dalam kelompok angiosperma yang memiliki keanekaragaman spesies yang cukup besar, terdiri dari 107 genus dan 2.400 spesies yang merupakan komponen penting dari ekosistem hutan dataran rendah (Tang *et al.*, 2017). Genusnya tersebar luas di hutan dataran rendah dan hutan submontana di Asia Tenggara, dengan pusat keanekaragaman di Malesia Barat, Sumatera dan Semenanjung Malaysia (Saunders, 2002; Saunders & Chalermglin, 2008; Tang dkk, 2013). Di Jawa Barat khususnya di Kabupaten Kuningan *G. macrophyllus* (Blume) Hook.f. & Thomson ditemukan di Hutan Bukit Pembarisan yang didominasi oleh semai (Adhya *et al.*, 2020). Spesies *Goniothalamus* dapat ditemukan dari mulai pohon kecil sampai besar, pada umumnya bersifat soliter, dengan perbungaan menggantung dan cauliflorus atau ramiflorous. Bunga individu memiliki satu lingkaran dengan tiga sepal dan dua lingkaran di dalamnya merupakan mahkota bunga masing-masing tiga petal dengan bagian luar lebih besar dari bagian dalamnya. Tiga kelopak bagian dalam membentuk kubah mitriform yang khas pada organ reproduksi dengan tiga lubang lateral di dasar kubah, sehingga dapat merupakan akses bagi serangga penyerbuk (Tang *et al.*, 2013; Saunders, 2010; Saunders, 2012).

Senyawa kimia dari *G. macrophyllus* memiliki aktivitas antikanker terhadap sel hati manusia serta memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri patogen (Abdullah *et al.*, 2013), hal tersebut menunjukkan bahwa *G. macrophyllus* merupakan tumbuhan yang mempunyai potensi pengembangan sebagai sumber senyawa bioaktif bagi pengobatan antikanker dan anti bakteri. Studi mengenai siklus pembungaan dan pematangan akan memberikan pemahaman berkaitan dengan perencanaan dan pemeliharaan tumbuhan baik tentang ekologi maupun biologi reproduksinya (Handayani, 2016; Ismail *et al.*, 2022). Pengetahuan mengenai mekanisme siklus pembungaan dan pematangan dapat membantu memahami perubahan ekologis yang terjadi akibat adanya perubahan iklim dan membantu konservasi tumbuhan tersebut (Sandor *et al.*, 2021). Pengetahuan mengenai siklus pembungaan dan pematangan menjadi hal yang penting diketahui sebagai pengetahuan untuk budidaya tanaman. Pengetahuan mengenai waktu pembungaan dan pematangan tumbuhan dapat memahami proses fisiologis tumbuhan dan responnya terhadap lingkungan sekitar (Micheloud *et al.*, 2018).

Mengingat spesies ini mempunyai manfaat besar sebagai tanaman obat, diperlukan upaya budidaya untuk meningkatkan populasi dan efektivitas pemanfaatan bagi masyarakat secara umum. Budidaya tumbuhan memerlukan data fenologi tumbuhan yaitu berupa data fase perkembangan tumbuhan. Informasi tahapan pertumbuhan, perkembangan dan struktur buah, merupakan hal penting bagi kelestarian tumbuhan dan pemuliaan tumbuhan yang tumbuh di habitat alaminya dengan status langka karena memiliki daerah persebaran terbatas (Baskorowati *et al.*, 2008; Pramono *et al.*, 2016). Hingga saat ini penelitian mengenai fenologi *G. macrophyllus* masih sangat terbatas. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui fenologi pembungaan dan pematangan *G. macrophyllus* (Blume) Hook.f. & Thomson pada habitat alaminya di hutan dataran rendah Gunung Tilu Kabupaten Kuningan. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu informasi dasar yang dikembangkan dalam pemuliaan tumbuhan maupun pengembangan tumbuhan obat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – September 2022 di kawasan hutan Gunung Tilu Kabupaten Kuningan Jawa Barat. Alat yang digunakan adalah jangka sorong, meteran, pensil, label dan kamera. Sampel tumbuhan yang digunakan sebanyak 10 individu, dengan jumlah bunga yang diamati bervariasi antara 2 sampai 3 bunga/individu (Tabel 1). Dalam penelitian ini, pengamatan fenologi tumbuhan berupa proses pembungaan dan pematangan yang terjadi pada periode Oktober – Desember 2022.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Pengamatan Tumbuhan Sampel dan Variabel yang Diamati untuk Setiap Individu Tumbuhan (*Coordinates of Observation Locations for Sample Plants and Variables Observed for Each Individual Plant*)

Koordinat (Coordinate)	Pohon Sampel (<i>Sample Tree</i>)			Bunga Kuncup (<i>Flower Buds</i>)
	Kode Pohon (<i>Tree Code</i>)	Diameter (<i>Diameter</i>) (cm)	Tinggi (<i>Height</i>) (m)	
S 07°06'23,6"	P1	3,34	3,02	2
E 108°92'34,7"	P2	2,86	2,70	3
	P3	3,18	2,92	2
S 07°06'23,8"	P4	3,73	2,85	2
E 108°92'34,9"	P5	2,93	1,98	2
S 07°06'23,9"	P6	3,66	2,80	2
E 108°92'34,9"	P7	3,50	2,92	3
S 09°06'24"	P8	3,50	2,03	2
E 108°92'34,9"	P9	3,12	2,00	2
	P10	3,18	2,20	3

Pengambilan data kuantitatif yaitu ukuran yang terkait tahapan perkembangan bunga dan buah *G. macrophyllus*. Pengukuran karakter bunga dan buah dilakukan dengan cara mengamati bunga dan buah pada setiap tahapan perkembangan dan mengukurnya menggunakan jangka sorong. Data kualitatif berupa tahapan dan waktu perkembangan buah, morfologi bunga dan buah, sifat kelopak bunga, bentuk daun kelopak bunga, warna dan bentuk buah, struktur buah serta produktivitas buah dideskripsikan berdasarkan penampakan morfologi. Parameter yang diukur adalah gejala perubahan fisik berupa ukuran organ reproduksi, bentuk dan warna, tahap perkembangan organ reproduksi serta waktu perubahan dari satu tahap perkembangan ke tahap berikutnya, dan durasi setiap tahap berlangsungnya perubahan tersebut. Pengamatan perubahan dimulai dari inisiasi bunga hingga buah masak.

Penelitian fenologi pembungaan dan pematangan *G. macrophyllus* di hutan dataran rendah Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Langkah pertama adalah pemilihan lokasi pengamatan dan penandaan pohon target. Selanjutnya, dilakukan pengamatan pada tahap pembentukan bunga dengan mencatat panjang dan diameter kuncup bunga serta calon buah. Pada tahap bunga mekar, diukur panjang kuntum, diameter periantum, dan diameter stamen. Pada tahap bunga sempurna, diukur kembali panjang kuntum, diameter periantum, diameter stamen, serta warna bagian bunga dan buah. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan metode deskriptif untuk menentukan pola fenologi. Hasil analisis tersebut disusun dalam laporan akhir yang mencakup kesimpulan mengenai pola pembungaan dan pematangan, serta rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.

HASIL

Fase muncul kuncup

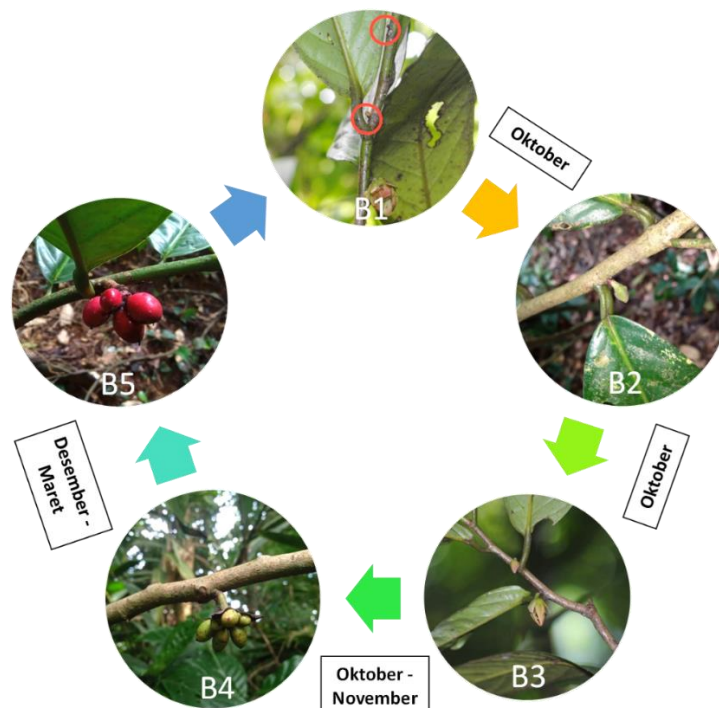
Pengamatan di lapangan telah mencatat bahwa pembungaan dan pematangan *Goniothalamus macrophyllus* membutuhkan waktu berkisar ± 180 hari atau 6 bulan. Fase munculnya kuncup bunga kecil sampai dengan fase menghasilkan buah yang matang pada penelitian ini adalah Oktober sampai Maret pada tahun berikutnya. Kuncup bunga kecil (B1) mulai terlihat pada awal Oktober 2022 dengan diameter sekitar 2 mm, kuncup bunga ini kemudian membesar menjadi 7,7 mm setelah 10 hari kemudian.

Fase bunga besar dan mekar

Kuncup bunga besar (B2) mulai mekar pada pertengahan bulan Oktober atau setelah 20 hari pengamatan dan memiliki diameter sekitar 11,3 mm (B3). Bunga yang sudah mekar (B3) terlihat mengering dan berubah warna menjadi coklat setelah 31 hari pengamatan. Fase buah (B4) mulai muncul setelah 61 hari dari munculnya kuncup bunga kecil (B1).

Fase buah dan buah matang

Periode mulai muncul buah (B4) sampai buah berwarna merah (B5) yang menandakan bahwa buah sudah matang membutuhkan waktu sekitar 120 hari, mulai Desember 2022 sampai Januari 2023. Diameter buah rata-rata pada bulan Desember sekitar 3,8 mm. Diameter buah rata-rata menjadi 5,9 mm bulan Januari, kemudian menjadi 8,0 mm pada bulan Februari, dan menjadi 10,4 mm pada bulan Maret; ketika buah sudah matang. Periode pembungaan dan pembuahan *G. macrophyllus* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Periode Pembungaan dan Pemuahan *G. macrophyllus* (Flowering and Fruiting Period *G. macrophyllus*)

Morfologi Bunga dan Buah

Penelitian juga telah mencatat bahwa bunga *G. macrophyllus* bertipe soliter dan bergerombol berjumlah 7 untaian bunga dengan posisi menggantung pada batang utama. Tangkai bunga memiliki panjang berkisar 5-10 mm. Bunga kuncup berbentuk membulat telur atau lanset dan berbulu jarang. Penutup mahkota bunga pada saat masih muda didominasi oleh warna hijau dengan sedikit merah muda, tetapi pada saat sudah dewasa didominasi merah muda dengan sedikit hijau, dengan panjang sekitar 2-5 mm. Mahkota bunga memiliki panjang sekitar 3-7 mm. Benang sari berjumlah banyak berbentuk lonjong menyempit, panjang 1-2 mm, dengan bakal biji pada setiap bunga sekitar 15-25 buah. Bakal buah melonjong, panjang 1-1,5 mm berambut putih dan kepala putik i panjang 1,2 mm.

Buah *G. macrophyllus* terbentuk dengan kelopak bunga masih menempel pada tangkai bunga, buah berwarna hijau pada saat belum matang dan menjadi merah ketika sudah matang, diameter buah 7,1 mm berbentuk menjorong hingga membulat telur; daging buah memiliki ketebalan sekitar 0,5-1 mm. Tangkai buah memiliki panjang 1-1,5 mm, berbulu jarang hingga gundul. Setiap buah memiliki 1-2 biji dengan rata-rata biji berbentuk bulat telur serta berlendir.

Karakteristik Lingkungan

Penelitian juga telah mencatat ketinggian tempat dan unsur iklim mikro pada lokasi perjumpaan individu dari spesies *G. macrophyllus*. *G. macrophyllus* ditemukan pada lokasi yang memiliki ketinggian 432-1.273 mdpl, suhu sekitar 18-22o C, kelembaban relative sekitar 80-90%, dan curah hujan rata-rata sekitar 2.000-4.000 mm/tahun.

PEMBAHASAN

Pengetahuan tentang fenologi spesies tumbuhan, termasuk spesies *G. macrophyllus*, memiliki peranan penting dalam mengelola sebuah ekosistem (Jin *et al.*, 2017; Stucky *et al.*, 2018) termasuk mengetahui dampak dari perubahan iklim (Papagiannopoulou & Tsitsoni, 2022). Pengetahuan fenologi juga bermanfaat untuk konservasi spesies, misalnya dalam hal menentukan waktu yang tepat untuk pengambilan benih untuk pembibitan. Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa *G. macrophyllus* dapat berbunga sebanyak dua kali dan berbuah sebanyak satu kali dalam setahun sama dengan hasil penelitian terdahulu di Purwodadi Botanic Garden (Lestari., 2019). Jenis *G. saccopetaloides* (Yang *et al.*, 2020), *G. sericeus* (Sujana *et al.*, 2020), dan *G. roseipetalus* (Leeratiwong *et al.*, 2021) juga mengalami masa pembungaan yang sama dengan *G. macrophyllus*. Sementara itu, *G. elmeri* Merr yang ditemukan di Filipina memiliki perbedaan periode pembungaan dan pembuahannya; hanya berbunga dan berbuah satu kali dalam satu tahun (Dioneda *et al.*, 2022).

Bunga dari spesies yang diteliti dapat mengeluarkan aroma yang wangi sehingga dapat menarik serangga untuk penyerbukan (Anjali & Sreekala, 2023; Lau *et al.*, 2016). Oleh karena itu, penyerbukan spesies ini diduga oleh serangga, sebagaimana dalam produksi pertanian (Dolezal, 2021). Polinasi oleh serangga pada tanaman berbunga (angiosperma) memainkan peran kunci bagi tanaman berbunga di seluruh dunia (Bao *et al.*, 2019). Beberapa spesies Cunoniaceae didatangi oleh berbagai jenis serangga seperti lebah madu, kumbang, lalat, dan lebah asli. Namun, kehadiran lebah madu domestik (*Apis mellifera*) telah mempengaruhi hubungan historis antara beberapa Cunoniaceae dan serangga penyerbuk alaminya. Beberapa spesies juga mengalami polinasi oleh burung Madu Meliphagidae, sedangkan kunjungan bunga oleh kelelawar Pteropodid dan gecko terjadi secara sporadic (Hopkins *et al.*, 2015).

Waktu pembungaan *G. macrophyllus* yang didasarkan pada hasil penelitian ini berbeda dengan waktu pembungaan *G. roseipetalus*. Jika waktu pembungaan untuk *G. macrophyllus* dimulai bulan Oktober, tetapi pada *G. roseipetalus* dimulai bulan Maret dan April. Sementara itu, waktu berbuahnya adalah Desember untuk *G. macrophyllus* dan Agustus untuk *G. roseipetalus* (Leeratiwong *et al.*, 2021). *G. wynaadensis* juga memiliki musim pembungaan dan musim berbuah yang berbeda dengan spesies yang diteliti. Peneliti terdahulu menyebutkan bahwa musim pembungaan *G. wynaadensis* dimulai pada bulan Desember hingga Februari dan mengalami puncaknya mulai pertengahan Desember hingga pertengahan Januari. Masa berbuah dimulai pada akhir April dan buah matang dimulai bulan November hingga Desember (Anjali & Sreekala, 2023). Hal ini menunjukkan genus *Goniothalamus* memiliki masa berbunga dan berbuah yang bervariasi.

Bila dibandingkan dengan jenis *Goniothalamus* lainnya, *G. macrophyllus* memiliki beberapa perbedaan dan kesamaan. Tangkai bunga memiliki ukuran yang lebih pendek dibandingkan dengan *G. roseipetalus*, tetapi relatif sama dengan *G. sericeus*. Buah memiliki diameter yang lebih kecil dibandingkan dengan dua jenis yang sudah disebutkan sebelumnya. Buah matang berwarna merah untuk *G. macrophyllus*, sedangkan untuk *G. sericeus* dan *G. roseipetalus* masing-masing berwarna kuning dan coklat. Sementara itu, *G. macrophyllus* memiliki tipe bunga yang sama dengan dua jenis yang telah disebutkan, yaitu bertipe soliter. Komparasi karakteristik bunga dan buah jenis *G. macrophyllus* dengan dua jenis lainnya secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Morfologi *G. macrophyllus* dengan *G. sericeus* dan *G. roseipetalus* (Morphological Characteristics of *G. macrophyllus* with other *Goniothalamus*)

Karakteristik (<i>characteristics</i>)	<i>G. macrophyllus</i>	<i>G. sericeus</i> (Sujana <i>et al.</i> , 2020)	<i>G. roseipetalus</i> (Leeratiwong <i>et al.</i> , 2021)
Tipe Bunga (<i>Flower type</i>)	Soliter (<i>solitary</i>)	Soliter (<i>solitary</i>)	Soliter (<i>solitary</i>)
Panjang tangkai Bunga (<i>Flower stalk length</i>)	5-10 mm	6-8 mm	10-17 mm
Warna Penutup Mahkota Bunga (<i>Flower crown cover color</i>)	Hijau – merah muda (<i>Green – pink</i>)	Hijau – putih (<i>Green – white</i>)	Ungu-merah muda (<i>Purple-pink</i>)
Mahkota Bunga (<i>Flower Crown</i>)			
Ukuran (<i>Size</i>)	3-7 x 10-14 mm	5-5,2 x 6-6,3 mm	4-10 x 14-25 mm
Bunga setelah berbuah (<i>Flowers after fruiting</i>)	Bertahan (<i>Endure</i>)	Gugur (<i>Fall</i>)	Bertahan (<i>Endure</i>)
Benang sari (<i>Stamens</i>)			
Bentuk (<i>Form</i>)	Lonjong Menyempit	Linear – Lonjong	Lonjong Menyempit (<i>Narrow Oval</i>)
Tekstur (<i>Texture</i>)	Berbulu Jarang (<i>Narrow Oval Rarely Feathered</i>)	Berbulu Lebat (<i>Linear – Oval Hairy</i>)	-
Panjang kepala putik (<i>Length of the stigma</i>)	0,3 mm	0,7 mm	2,5 mm
Jumlah bakal biji per bunga (<i>Number of ovules per flower</i>)	15 – 20	20-24	20-35
Bentuk Biji (<i>Seed Form</i>)	Bulat telur (<i>Oval</i>)	Pipih-bulat telur (<i>Flat-ovate</i>)	Linier – meruncing (<i>Linear – tapered</i>)
Buah (<i>Fruits</i>)			
Diameter (<i>Diameter</i>)	7,1 mm	17 mm	10 mm
Bentuk (<i>Form</i>)	Bulat telur (<i>Oval</i>)	Bulat telur (<i>Oval</i>)	Elipsoid - bulat telur (<i>Ellipsoid – ovoid</i>)
Warna saat buah muda (<i>Color when the fruit is young</i>)	Hijau (<i>Green</i>)	Hijau (<i>Green</i>)	Ungu (<i>Purple</i>)
Warna saat buah matang (<i>Color when the fruit is ripe</i>)	Merah (<i>Red</i>)	Kuning (<i>Yellow</i>)	Coklat (<i>Brown</i>)

Goniothalamus yang merupakan genus dalam keluarga Annonaceae dan terdapat sekitar 160 spesies pohon dan semak lazim dijumpai di kawasan tropika Asia Tenggara, terutama di seluruh Indocina dan Malaysia (Anary *et al.*, 2016; Aslam *et al.*, 2016). *G. macrophyllus* yang dijumpai pada kisaran ketinggian 432-1.273 mdpl pada penelitian ini menunjukkan bahwa jenis tersebut dapat tumbuh pada ekosistem hutan dataran rendah. Tidak hanya *G. macrophyllus*, spesies lain seperti *G. ridleyi* dijumpai pada ketinggian hingga 500 mdpl (Jusoh *et al.*, 2015) dan *G. palawanensis* dapat dijumpai pada tempat yang lebih rendah lagi, yaitu sekitar 50-120 mdpl (Tang *et al.*, 2013). Hasil komparasi antara penelitian ini dan penelitian terdahulu menunjukkan penyebaran dari Goniothalamus meliputi hutan dataran rendah dan subtropis, seperti yang dijumpai di Malesia Barat, Kalimantan, Sumatera, India Selatan, dan Sri Lanka (Mat-Salleh, 2001; Turner & Saunders, 2008; Saunders, 2002; Huber, 1985; Mitra, 1997).

Berdasarkan tingkat pertumbuhannya, individu tumbuhan yang dijadikan sampel semuanya masuk pada kategori tingkat pertumbuhan pancang. Di kawasan hutan Gunung Masigit Kareumbi, Provinsi Jawa Barat, spesies Goniothalamus banyak ditemukan pada tingkatan semai, pancang, dan tiang (Suwandi, 2009).

Penelitian juga menunjukkan bahwa *G. macrophyllus* tumbuh pada habitat dengan suhu yang relatif rendah dan kelembaban serta curah hujan yang tinggi. Faktor-faktor lingkungan tersebut mempengaruhi pembungaan dan pembuahan tanaman (Astuti *et al.*, 2021). Ketinggian tempat berkaitan dengan perbedaan waktu bunga. Dengan bertambahnya ketinggian, maka suhu menurun dan radiasi ultraviolet meningkat sehingga periode pertumbuhan tanaman menjadi pendek (Ismail *et al.*, 2022). Kemudian curah hujan akan berhubungan positif dengan pembungaan dan pembuahan tanaman; curah hujan yang tinggi akan diikuti dengan tingginya persentase berbunga dan berbuah (Windyarini *et al.*, 2020). Perubahan kondisi lingkungan akibat perubahan iklim menyebabkan terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, yang berujung pada penurunan produksi dan kualitas buah dan bunga. Selain itu, perubahan iklim juga dapat memicu pergeseran respons, morfologi, dan fenologi tanaman (Pulatov *et al.*, 2015; Sarvina, 2019). Kemampuan reproduksi tanaman sangat dipengaruhi oleh interaksi yang beragam, baik bersifat antagonis maupun mutualis, dengan hewan dan lingkungan tempatnya hidup. Kualitas reproduksi tanaman dapat ditingkatkan

melalui penyerbukan yang memadai oleh penyerbuk, yang tentunya didukung oleh kondisi lingkungan yang sesuai (Grass *et al.*, 2018).

Implikasi Konservasi

Selain untuk pelestarian ekosistem sebagaimana sudah disebutkan di atas, informasi tentang fenologi juga, terutama musim berbuah matang, sangat penting bagi konservasi *G. macrophyllus*. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa *G. macrophyllus* memiliki waktu berbuah matang sekitar bulan Maret. Hal ini menunjukkan bahwa, ketika akan melakukan perbanyakan jenis *G. macrophyllus*, waktu yang tepat untuk pengambilan biji jenis tersebut adalah bulan Maret.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Kuningan yang telah mendanai penelitian ini, serta civitas akademika Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Universitas Kuningan atas peran sertanya dalam penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

IA: Membuat kosep penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; TS: Merevisi naskah akhir; YH: Membuat draf artikel; AYI: merevisi naskah akhir; NH: mengumpulkan data penelitian; FSS: mengumpulkan data penelitian

REFERENSI

- Abdullah, N., Sahibul-Anwar, H., Ideris, S., Hasuda, T., Hitotsuyanagi, Y., Takeya, K., Choo, C. 2013. Goniolandrene A and B from *Goniothalamus macrophyllus*. *Fitoterapia*, 88, pp.1-6
- Adhya, I., Pudji, W., Cecep, K., Eming, S., Imam, W., Toto, S. 2020. Population structure and habitat characteristics of *Goniothalamus macrophyllus* in Bukit Pembarisan forest, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(3), pp.1130-1135.
- Anary, P.M., Brandao E., Déborah, Y., Santos, A.C. 2016. Chapter 9 - Nutritional value of the pulp of different sugar apple cultivars (*Annona squamosa* L.). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, pp. 195-214.
- Anjali, J., Sreekala, A.K. 2023. Floral biology and pollinator captivating semiochemicals in *Goniothalamus wynaadensis* (Bedd.) Bedd. (Annonaceae) an endemic tree species of the Western Ghats. *Plant Science Today*, 10(3), pp. 399–408. <https://doi.org/10.14719/pst.2392>
- Aslam, M.S., Ahmad, M.S., Mamat, A.S., Ahmad, M.Z., Salam, F. 2016. Goniiothalamus: phytochemical and ethnobotanical review. *Recent Advances in Biology and Medicine*, 2, pp. 34-47
- Astuti, I.P., Yayan, W.C.K., Ade, Y.Y., Harto, Siti, S. 2021. Fenologi Perbungaan Dan Pembuahan Serta Perkecambah Biji *Syzygium hirtum* (Korth.) Merr. & L. M. Perry Di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya*, 24(1), pp.20-27
- Baskorowati, L.R, Umiyati N, Kartikawati A, Rimbawanto dan Susanto M. 2008. Pembungaan dan Pembuahan *Melaleuca cajuputi* subsp. *Cajuputi* Powell Di Kebun Benih Semai Paliyan, Gunungkidul, Yogyakarta. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 2(2), pp.189 - 202.
- Bao, T., Wang, B., Li, J., Dilcher, D. 2019. Pollination of Cretaceous flowers. *Proc Natl Acad Sci USA*, 116(49), pp.24707-24711. DOI: 10.1073/pnas.1916186116
- Dioneda, A.R., Grecebio, J.D.A. 2022. Inventory of Annonaceae in Abasig-Matogdon-Mananap Natural Biotic Area, Camarines Norte, Bicol, Philippines. *Biodiversitas*, pp.2213-2224.
- Dolezal AG. 2022. Carryover insecticide exposure reduces bee reproduction across years. *Proc Natl Acad Sci USA*, 119(1), p.e2120128118. DOI: 10.1073/pnas.2120128118.

- Grass I, Bohle V, Tschardt T, Westphal C. 2018. How plant reproductive success is determined by the interplay of antagonists and mutualists. *Ecosphere*, 9(2), p.e02106. DOI: 10.1002/ecs2.2106.
- Guo, X., Tang, C.C., Thomas, D.C., Couvreur, T.L.P., Saunders, R.M.K. 2017. A mega-phylogeny of the Annonaceae: taxonomic placement of five enigmatic genera and recognition a new tribe, Phoenicantheeae. *Scientific Reports*, 7(1), p.7323.
- Handayani, T. 2016. Musim berbunga dan berbuah jenis-jenis tanaman koleksi suku Annonaceae di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya*, 19(2), pp.91-104
- Hopkins, H.C., Bradford, J.C., Donovan, B., Pillon, Y., Munzinger, J., Fogliani, B. 2015. Floral biology of the Cunoniaceae in New Caledonia and the role of insects, birds and geckos as potential pollinators. *Kew Bulletin*, 70, pp.1-33. DOI:10.1007/s12225-014-9546-5
- Huber H. 1985. Annonaceae In: Dassanayake MD (ed), A revised handbook to the Flora of Ceylon Vol. 5. A.A.Balkema, Rotterdam.
- Ismail, A. Y., Supartono, T., Kusmana, C., Sumekar, Y., Aminudin, S., Hendrayana, Y., Nurlaila, A. 2022. Phenology of flowering and fruiting of *Calliandra* (*Calliandra* spp.) species in submontane forest, Indonesia. *Research on Crops*, 23(1), pp.172-179
- Ismail, A.Y., Toto, S., Agung, R., Eming, S., Elly, P. 2022. Flowering and Fruiting Cycle of *Cinnamomum Sintoc* Blume in Lowland Forest of Ciremai Mountain National Park, West Java And The Implication For Conservation. *Media Konservasi*, 27(2), pp.76-81.
- Jin J, Wang Y, Zhang Z, Magliulo V, Jiang H, Cheng M. 2017. Phenology plays an important role in the regulation of terrestrial ecosystem water-use efficiency in the northern hemisphere. *Remote Sens*, 9, p.664; doi:10.3390/rs9070664
- Jusoh S, Zakaria Z, Ahmad FB, Din LB. 2015. Isolation and characterization of styryllactone of *Goniothalamus ridleyi*. *Sains Malaysiana*, 44(3), pp.365–370.
- Lau, J.Y.Y., Pang, C.C., Ramsden, L., Saunders, R.M.K. 2016. Reproductive resource partitioning in two sympatric *Goniothalamus* species (Annonaceae) from Borneo: floral biology, pollinator trapping and plant breeding system. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/srep35674.
- Leeratiwong, C., Piya, C., Richard, M.K.S. 2021. *Goniothalamus roseipetalus* and *G. sukhirinensis* (Annonaceae): Two new species from Peninsular Thailand. *Phytokeys*, 184, pp.1-17.
- Mat-Salleh K. 2001 New and Notewostly Species of *Bornean Goniothalamus* (Annonaceae). *Folia Malaysiana*, 2, pp.75-116
- Micheloud, N.G., Castro, D.C., Buyatti, M.A., Gabriel, P.M., Gariglio, N.F. 2018. Factors affecting phenology of different Citrus varieties under the temperate climate conditions of Santa Fe, Argentina. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40
- Mitra D. 1997. Annonaceae In: Sharma BD. et al. (eds), Flora of India. Vol. 1. Botanical Survey of India, Calcutta, India
- Papagiannopoulou D, Tsitoni T. 2022. The phenological stages of forestry species under the impact of climate change• Early data. *Ann Environ Sci Toxicol*, 6(1), pp.69-73.
- Pramono AA, Palupi ER, Siregar IZ, dan Kusmana C. 2016. Bunga Surian ((A. Juss.) M. Roem.): Morfologi, fenologi, dan Toona sinensis serangga pengunjung. *Jurnal Pembinaan Tanaman Hutan*, 4(2), pp.67-80.
- Pulatov B, Linderson M-L, Hall K, Jonsson AM. 2015. Modeling climate change impact on potato crop phenology and the risk of frost damage in northern Europe. *Agric For Meteorol*, 214, pp.281-292. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.08.266.
- Sandor, M.E., Aslan, C.E., Pejchar, L., Bronstein, J.L. 2021. A mechanistic framework for understanding the effects of climate change on the link between flowering and fruiting phenology. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, p.752110
- Sarvina, Y. 2019. Climate change impact and adaptation strategy for vegetable and fruit crops in the tropic region. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 38(2), pp.65-76.
- Saunders, R.M.K. 2002. The genus *Goniothalamus* (Annonaceae) in Sumatra. *Bot. J. Linn. Soc*, 139(3), pp.225–254.

- Saunders, R.M.K., Chalermglin, P. 2008. A synopsis of *Goniothalamus* species (Annonaceae) in Thailand, with description of three new species. *Bot. J. Linn. Soc.* 156(3), pp.355–384.
- Saunders, R.M.K. 2010. Floral evolution in the Annonaceae: hypotheses of homeotic mutations and functional convergence. *Biological Reviews*, 85, pp. 571–591.
- Saunders, R.M.K. 2012. The diversity and evolution of pollination systems in Annonaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 169, pp.222–244.
- Stucky, B.J., Guralnick, R., Deck, J., Denny, E.G., Bolmgren, K., Walls, R. 2018. The Plant Phenology Ontology: A New Informatics Resource for Large-Scale Integration of Plant Phenology Data. *Front. Plant Sci.* 9, p.517. doi: 10.3389/fpls.2018.00517
- Sujana, K.A., Rakesh, G.V. 2020. A new species of *Goniothalamus* (Annonaceae) from the Western Ghats of Tamil Nadu, India. *Taiwania*, 65(2), pp.176-180.
- Suwandhi, I. 2009. Kenormalan struktur dan komposisi tegakan hutan alam Gunung Kareumbi Masjid Kabupaten Sumedang Jawa Barat. *Wana Mukti For Res J.* 9, pp.49-56.
- Tang, C.C., B. Xue and R.M.K. Saunders. 2013. A new species of *Goniothalamus* (Annonaceae) from Palawan and a new nomenclatural combination in the genus from Fiji. *PhytoKeys*, 32, pp.27–35.
- Turner IM, Saunders RMK. 2008. Four new species of *Goniothalamus* (Annonaceae) from Borneo. *Nordic J Bot.* 26, pp.329-337.
- Windyarini, E., Tri, M.H., Hamdan, A.A., Budi, L. 2020. Periode Pembungaan Dan Pembuahan Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Pada Tegakan Benih Provenan Di Wonogiri. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 14(2), pp.113-122.
- Yang, B., Ren-Bin, Z., Hong-Bo, D., Somsanith, B., Yun-Hong, T. 2020. A new species and two new records of *Goniothalamus* (Annonaceae) from Lao PDR. *Phytokeys*, 183, pp.17-25.