

Fenologi Fase Pembungaan dan Perbuahan serta Produksi Polen pada Tanaman Kacang Panjang Kultivar Sabrina

Phenology of Flowering and Fruiting Phases, and Pollen Production in Yardlong Bean Cultivar Sabrina

NURUL FADHILA RIZKYMA, NUNIK SRI ARIYANTINURUL*, DORLY

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima 18 Juni 2023/Diterima dalam Bentuk Revisi 26 Juni 2023/Disetujui 27 Juni 2023

Yardlong beans (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc.) is a vegetable source of vitamins and minerals which are quite widely cultivated in Indonesia. Phenology study the phases that occur in a plant that provides benefits in agriculture, but information on the phenology of legumes crops in Indonesia is still scarce. This study aims to observe the reproductive phenology and pollen production of the yardlong bean cultivar Sabrina. A phenological study was carried on 7 plants to obtain information on the timing and duration of the reproductive period, inflorescence and fruiting phases, peak flowering time, and flower biology. Pollen production was observed in 5 samples of flowers. Pollen microscopic preparations were made using the acetolysis method. The results showed that the flowering and fruiting phases took 21-29 days; including flower initiation phase 7-10 days, small bud phase 1 day, large bud phase 1 day, anthesis phase 1-2 days, and fruit development phase 11-15 days. Flower initiation occurred 36 days after planting (DAP), and flower blooming occurred 49 DAP. The peak of flowering occurred at 56-62 DAP. The flowers of the Sabrina cultivar have purplish-white corollas, producing about 276 ± 23.58 pollen/anther.

Key words: morphology, pollen, reproductive biology, *Vigna unguiculata*

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan sumber vitamin dan mineral yang memiliki banyak fungsi, contohnya untuk mengatur metabolisme tubuh, meningkatkan kecerdasan, dan ketahanan tubuh (Akram *et al.* 2020). Sayuran juga dapat memperlancar proses pencernaan karena kandungan seratnya yang tinggi (Kusharto 2006). Kacang panjang (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc.) merupakan salah satu sayuran dari suku polong-polongan (Leguminosae) yang menarik perhatian konsumen yang mengerti arti nilai gizi makanan. Bagian dari tanaman kacang panjang yang sering dimanfaatkan sebagai sayuran adalah polong muda maupun polong tuanya. Polong kacang panjang kaya akan protein, vitamin, mineral, dan serat makanan (Jayathilake *et al.* 2018). Indonesia memiliki sumber daya genetik kacang panjang dengan kandungan protein dan serat yang beragam (Widyawan *et al.* 2021). Budi daya kacang panjang dilakukan oleh banyak orang karena memiliki nilai

ekonomis yang menguntungkan (Hermawan *et al.* 2015; Paulus *et al.* 2015; Putra *et al.* 2019). Kacang panjang memberikan kontribusi besar terhadap kecukupan pangan, keamanan gizi (Jayathilake *et al.* 2018); dan dapat mengikat N melalui simbiosis dengan bakteri bintil akar sehingga dapat menyuburkan tanah (Ayishi *et al.* 2000; Ndungu *et al.* 2018; Kathalia *et al.* 2020). Hal lain yang menarik dari tanaman kacang panjang ialah bunganya dapat menjadi sumber nektar dan polen bagi serangga penyerbuk, termasuk lebah madu (Fohouo *et al.* 2009; Salim *et al.* 2017).

Produksi dan konsumsi kacang panjang oleh masyarakat cenderung menurun tiap tahun (Kementrian Pertanian 2018), sehingga produksi dan tingkat konsumsi kacang panjang perlu ditingkatkan. Keberhasilan produksi hasil pertanian dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain sistem budidaya dan penggunaan varietas unggul (Lakitan 2007). Varietas unggul dinilai antara lain berdasarkan karakter agronomi, morfologi, dan fenologi (Manggung *et al.* 2016; Etemadi *et al.* 2018). Fenologi merupakan ilmu tentang periode fase-fase yang terjadi pada suatu tumbuhan seperti pembentukan daun, pembungaan, dan perbuahan, yang dapat dipengaruhi oleh lama

*Penulis korespondensi:

E-mail: nunikar@apps.ipb.ac.id

penyinaran, suhu, dan kelembapan udara. Fase pembungaan merupakan periode perkembangan bunga dan menjadi awal dari proses reproduksi suatu tumbuhan yang dilanjutkan dengan fase perbuahan, yaitu periode dari awal perkembangan buah sampai buah masak (Tabla dan Vargas 2004). Fase yang terjadi saat periode perkembangan bunga meliputi inisiasi bunga, kuncup kecil, kuncup besar, bunga terbuka (antesis), dan perkembangan buah. Fase yang terjadi saat pembentukan buah dimulai sejak mahkota bunga gugur sampai buah masak secara fisiologis (Jamsari *et al.* 2007).

Data peristiwa fenologi diperlukan untuk memahami siklus hidup suatu spesies tumbuhan. Pemahaman tentang siklus hidup spesies tumbuhan merupakan langkah penting untuk merancang dan menerapkan program konservasi yang efektif untuk spesies yang terancam punah (Oskay 2020). Beberapa penelitian fenologi telah dilakukan pada tumbuhan endemik dan tumbuhan langka yang terancam punah (Jamsari *et al.* 2007; Yulia 2007; Oskay 2020). Penelitian fenologi di bidang pertanian dan hortikultura memberikan informasi dasar yang dapat dimanfaatkan petani, misalnya pengambilan keputusan yang tepat dalam menentukan waktu operasi seperti penanaman, pemupukan, pengairan, dan perlindungan tanaman, serta untuk memprediksi fenofase (Chmielewski 2003). Penelitian fenologi di bidang pertanian dapat menghubungkan varietas dengan waktu tanam, panen, dan produktivitasnya (Rehman *et al.* 2009; Manggung *et al.* 2016; Etemadi *et al.* 2018), serta stress lingkungan (Bazzaz *et al.* 2020; Guo *et al.* 2020). Studi fenologi juga dilakukan pada tingkat populasi dan pengaruhnya pada komunitas dan ekosistem dengan bermacam tujuan, antara lain untuk memahami efek perubahan fenologi pada demografis, memprakirakan respons ekologis terhadap kondisi iklim, dan memahami dinamika reproduksi tumbuhan dan ketersediaan sumber daya untuk polinator (Nurtjahjaningsih *et al.* 2012; Sulistyawati *et al.* 2012; Martins *et al.* 2021).

Studi fenologi dan produksi polen tanaman kacang panjang di Indonesia masih sedikit dilakukan. Polen merupakan gametofit jantan yang menghasilkan sel sperma dan ditemukan dalam organ reproduksi tumbuhan berbiji untuk bereproduksi secara seksual (Simpson 2006). Studi produksi polen dapat berguna untuk tujuan pemuliaan dan pengelolaan tanaman, serta potensinya sebagai pakan bagi serangga penyerbuk. Penelitian ini bertujuan mempelajari fenologi pembentukan bunga dan buah, serta produksi polen dari tanaman kacang panjang kultivar Sabrina.

BAHAN DAN METODE

Penanaman Benih. Media tanam berupa campuran tanah, arang sekam, dan kotoran hewan dengan perbandingan 3:1:1 diisikan ke dalam polybag. Kemudian benih berupa biji yang bagus (bersih, berisi, ukurannya seragam, dan tidak mengkerut) ditanam pada masing-masing polybag tersebut dan dipelihara dengan dilakukan penyiraman setiap hari.

Pengamatan Fenologi Bunga dan Buah. Pengamatan fenologi dilakukan terhadap 7 individu tanaman meliputi rentang waktu periode berbunga, fase-fase pembungaan dan perbuahan, serta puncak pembentukan bunga. Rentang berbunga dicatat sejak muncul kuncup bunga pertama sampai periode berbunga berakhir. Setiap fase pembentukan bunga dan buah diamati ciri-ciri morfologi dan rentang waktunya, mulai dari inisiasi bunga, kuncup kecil, kuncup besar, bunga terbuka, dan perkembangan buah. Puncak periode berbunga diketahui dengan mencatat jumlah bunga mekar per tanaman yang dilakukan seminggu sekali sejak bunga pertama mekar sampai periode berbunga berakhir. Biologi bunga diamati pada 9 bunga dari setiap tanaman untuk mendapatkan data morfologi (bentuk, ukuran, warna, tekstur, dan bagian-bagian bunga) serta perilaku bunga (waktu terjadinya dan lamanya bunga mekar dan antesis). Durasi waktu yang dibutuhkan untuk perkembangan bunga dihitung mulai dari fase inisiasi bunga, kuncup, sampai antesis; sedangkan durasi perkembangan buah dihitung dimulai dari antesis sampai buah masak.

Pengamatan Produksi Polen. Bunga yang belum mekar disungkup untuk mencegah adanya kunjungan serangga. Setelah mekar, 5 bunga dipetik dan diambil kepala sari bunga tersebut. Kemudian dimasukkan ke botol berisi alkohol 70% dan disimpan di lemari es. Kepala sari direndam dalam alkohol 70% sehingga polen akan terlepas. Kemudian dibuat larutan asetolisis yang terdiri atas campuran asam asetat glasial dan asam sulfat dengan perbandingan 9:1, lalu ditunggu sampai dingin. Satu ml sampel polen dimasukkan ke dalam tabung falcon lalu ditambahkan 1 ml larutan asetolisis. Kemudian dipanaskan di dalam penangas air dengan suhu 80°C selama 5 menit. Setelah itu disentrifuge dengan kecepatan 3.500 rpm selama 10 menit, dan supernatannya dibuang. Akuades sebanyak 1 ml ditambahkan ke dalam tabung falcon dan disentrifuge dengan kecepatan 3.500 rpm selama 10 menit. Pencucian dengan akuades dilakukan sebanyak 2 kali. Kemudian polen dari setiap tabung diamati dan dihitung pada kaca preparat menggunakan mikroskop. Perhitungan polen dilakukan dengan cara menghitung

semua larutan sampel polen yang ada pada tabung hingga habis. Bunga kacang panjang memiliki 10 kepala sari, sehingga untuk mengetahui jumlah polen pada satu kepala sari dengan membagi jumlah polen pada 1 tabung dengan 10.

HASIL

Karakteristik Tanaman. Kacang panjang kultivar Sabrina merupakan tanaman semusim yang memiliki perawakan herba (memiliki batang yang lunak dan tidak berkayu) membelit (Gambar 1A). Tanaman ini memiliki akar tunggang yang terdapat bintil akar di sekitar pangkalnya (Gambar 1B). Batang berukuran kecil dengan diameter 0,7-0,9 cm, berbentuk silindris persegi enam, lunak, berwarna hijau dan memiliki permukaan yang licin (Gambar 1C). Susunan daun tanaman berseling, dan merupakan daun majemuk trifoliolate (satu daun majemuk dengan tiga anak daun). Lembaran anak daun berbentuk bundar telur yang memiliki panjang 9-13 cm dan lebar 6-8 cm, berwarna hijau tua, tepi daun rata, pangkal daun membulat, ujungnya lancip, dan pertulangan daun menyirip (Gambar 1D-1E).

Bunga tanaman kacang panjang kultivar Sabrina terdapat pada ketiak daun, termasuk bunga majemuk dalam berkas yang terdiri atas 2-4 bunga dengan tangkai bunga berbentuk silindris. Panjang tangkai bunga kurang lebih 12 cm berwarna hijau keputihan. Kelopak bunga memiliki 5 sepal saling berlekatan dan berwarna hijau. Mahkota berwarna putih keunguan, berbentuk seperti kupu-kupu atau disebut *papilionaceous* (Gambar 1F), yaitu memiliki 5 petal terdiri atas satu petal disebut standar (*vexillum*), dua petal disebut sayap (*alae*), dan dua petal yang saling berlekatan disebut lunas (*keel*) (Gambar 1G). Susunan petal menyirap, petal standar terdapat di bagian atas (luar) dengan warna putih kekuningan dan di bagian tengahnya terdapat warna kuning; petal sayap terdapat di bagian samping berwarna putih keunguan; dan petal lunas terdapat di bagian bawah (dalam) berwarna putih. Bagian lunas ini membungkus organ reproduksi yaitu putik dan benang sari. Bunga memiliki benang sari bertangkai dengan kepala sari berwarna kuning dan tangkai sari berwarna putih. Benang sari 10 diadelpous, terdiri atas sembilan benang sari dengan tangkai sari pendek yang berlekatan dalam satu berkas dan satu benang sari yang terpisah dan memiliki tangkai sari



Gambar 1. Tanaman kacang panjang kultivar Sabrina perawakan membelit (A), akar dengan bintil akar (B), batang (C), daun majemuk (D), lembaran anak daun (E), bunga mekar (F), bagian bunga: standar/*vexillum*, sayap/*alae*, lunas (G) benang sari (H), bakal buah dan putik (I), polong muda (J), polong tua (K), biji polong berbentuk ginjal (L)

panjang. Tangkai sari pendek berlekatan pada tabung benang sari atau *staminal tube* (Gambar 1H). Putik dengan kepala putik berwarna hijau, dan tangkainya berwarna putih. Tangkai putik menghubungkan kepala putik dengan bakal buah (Gambar 1I). Bakal buah terdapat di bagian dasar bunga, berwarna hijau, dan dibungkus oleh tabung benang sari.

Buah berbentuk polong dan memiliki ukuran yang panjang yaitu rata-rata $41,50 \pm 4,3$ cm. Polong yang masih muda berwarna hijau dan mudah patah (Gambar 1J). Polong yang sudah tua berwarna kekuningan dan menjadi liat (Gambar 1K). Bagian ujung dari polong berwarna kemerahan. Biji polong berbentuk seperti ginjal, berwarna hitam berbintik putih (90% hitam, 10% putih) dengan panjang rata-rata 1,2 cm (Gambar 1L).

Perkembangan Bunga dan Buah. Fase-fase saat perkembangan bunga dan buah pada tanaman terdiri dari fase inisiasi bunga, kuncup kecil, kuncup besar, bunga mekar, buah muda, dan buah masak. Total durasi lama hari kumulatif yang dibutuhkan setiap fase pada proses perkembangan bunga dan buah berkisar 21-29 hari (Tabel 1). Inisiasi bunga dimulai sejak

munculnya kuncup pada tangkai bunga sampai awal fase kuncup kecil yang ditandai dengan munculnya struktur klaster bunga majemuk, berlangsung 7-10 hari. Jumlah bakal bunga dari satu bunga majemuk biasanya terdiri atas dua sampai empat bunga (Gambar 2A-B). Pada fase ini terdapat dua bagian bunga yaitu tangkai bunga dan kuncup (sepal yang menutupi bagian bunga lainnya). Posisi kuncup bunga kacang panjang muncul pada bagian ketiak daun. Tangkai dan kuncup bunga berwarna hijau. Panjang kuncup pada akhir fase inisiasi yaitu rata-rata $0,9 \pm 0,06$ cm (Tabel 2). Kuncup kecil dimulai saat munculnya mahkota berwarna hijau (Gambar 2C). Fase kuncup besar dimulai saat panjang mahkota melampaui panjang cuping kelopak (Gambar 2D). Fase ini ditandai dengan pertambahan ukuran bunga sekitar 1,1 cm. Panjang kuncup bunga di akhir fase ini yaitu rata-rata $2,21 \pm 0,09$ cm (Tabel 2). Selain pertambahan ukuran, warna petal berubah menjadi hijau keputihan (Tabel 3).

Fase antesis dimulai sejak mahkota membuka sempurna (Gambar 2E). Mahkota bunga mulai mekar dijumpai sekitar pukul 05.00 sampai 08.00 pagi. Pada fase ini mahkota menjadi putih keunguan dengan bentuk seperti kupu-kupu. Ukuran panjang mahkota saat mekar yaitu rata-rata $2,28 \pm 0,26$ cm. Panjang kelopak yaitu rata-rata $1,44 \pm 0,07$ cm dan lebarnya 0,5 cm (Tabel 4). Benang sari terdiri atas satu benang sari yang bebas memiliki panjang tangkai sari $2,56 \pm 0,10$ cm dan sembilan benang sari yang membentuk satu berkas dengan tangkai sari rata-rata $0,93 \pm 0,04$ cm (Gambar 3). Berkas benang sari

Tabel 1. Lama hari kumulatif yang dibutuhkan setiap fase pada proses perkembangan bunga dan buah

Fase perkembangan	Durasi (hari)
Inisiasi	7-10
Kuncup kecil	1
Kuncup besar	1
Bunga mekar	01-02
Buah	11-15



Gambar 2. Fase inisiasi bunga majemuk (A-B), kuncup kecil mulai muncul petal (C), kuncup besar dengan petal berwarna kekuningan (D), bunga mekar (E), post-antesis petal menutup (F), bagian-bagian bunga kecuali kelopak dan bakal buah layu dan mulai rontok (G-H), bakal buah (I), buah tua berwarna kekuningan (J)

Tabel 2. Rata-rata ukuran bagian-bagian bunga tanaman kacang panjang kultivar Sabrina saat bunga mekar (n = 63 bunga)

Bagian bunga	Panjang rata-rata (cm)
Mahkota	2,28±0,27
Kelopak	1,44±0,07
Putik	1,61±0,07
Benang sari pendek	0,93±0,04
Benang sari panjang	2,56±0,10
Tabung benang sari	1,71±0,08

Tabel 4. Rata-rata ukuran bunga dan buah kacang panjang kultivar Sabrina setiap fase perkembangannya (n = 63 bunga)

Fase perkembangan	Panjang rata-rata (cm)
Inisiasi	0,9±0,06
Kuncup kecil	1,11±0,07
Kuncup besar	2,21±0,09
Bakal buah	2,26±0,17
Buah masak	41,50±4,30

Tabel 3. Warna bunga dan buah tanaman kacang panjang kultivar Sabrina

Fase	Mahkota	Kelopak	Putik	Benang sari		Staminal tube	Bakal buah/buah
				Tangkai sari	Kepala sari		
Inisiasi bunga	*	Hijau	*	*	*	*	*
Kuncup kecil	Hijau	Hijau	Hijau	Putih	Putih	Putih kehijauan	Hijau
Kuncup besar	Hijau keputihan	Hijau	Hijau	Putih	Putih	Putih	Hijau
Bunga mekar	Putih keunguan	Hijau muda	Hijau	Putih	Putih	Putih	Hijau
Bunga layu	Kuning	Hijau kekuningan	Hijau pucat	Putih pucat	Putih pucat	Putih kekuningan	Hijau pucat
Polong muda	**	Hijau kekuningan	**	**	**	**	**
Polong tua	**	Kuning	**	**	**	**	**



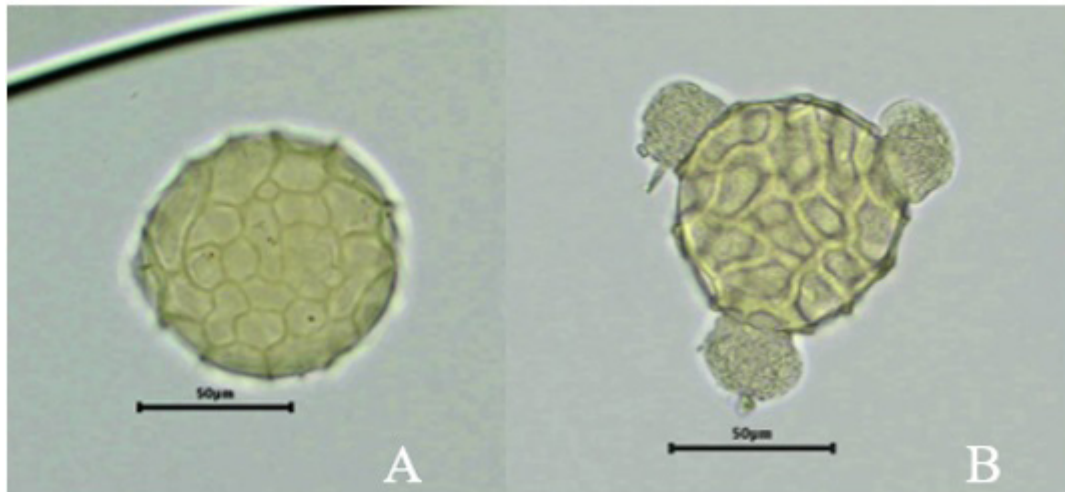
Gambar 3. Perkembangan putik dan benang sari pada fase kuncup kecil (A), kuncup besar (B-C), dan fase bunga mekar/antesis (D)

membentuk tabung berwarna putih dengan panjang rata-rata 1,71±0,085 cm. Kepala sari menjadi berwarna kuning jingga dengan panjang 0,1 cm. Panjang putik yaitu rata-rata 1,61±0,07 cm. Akhir fase antesis ditandai dengan menutupnya mahkota bunga dan warnanya menjadi kuning (Gambar 2F). Mahkota, benang sari, tangkai dan kepala putik menjadi layu. Bagian bunga tersebut berguguran sehingga hanya tersisa kelopak dan bakal buah (Gambar 2G-I).

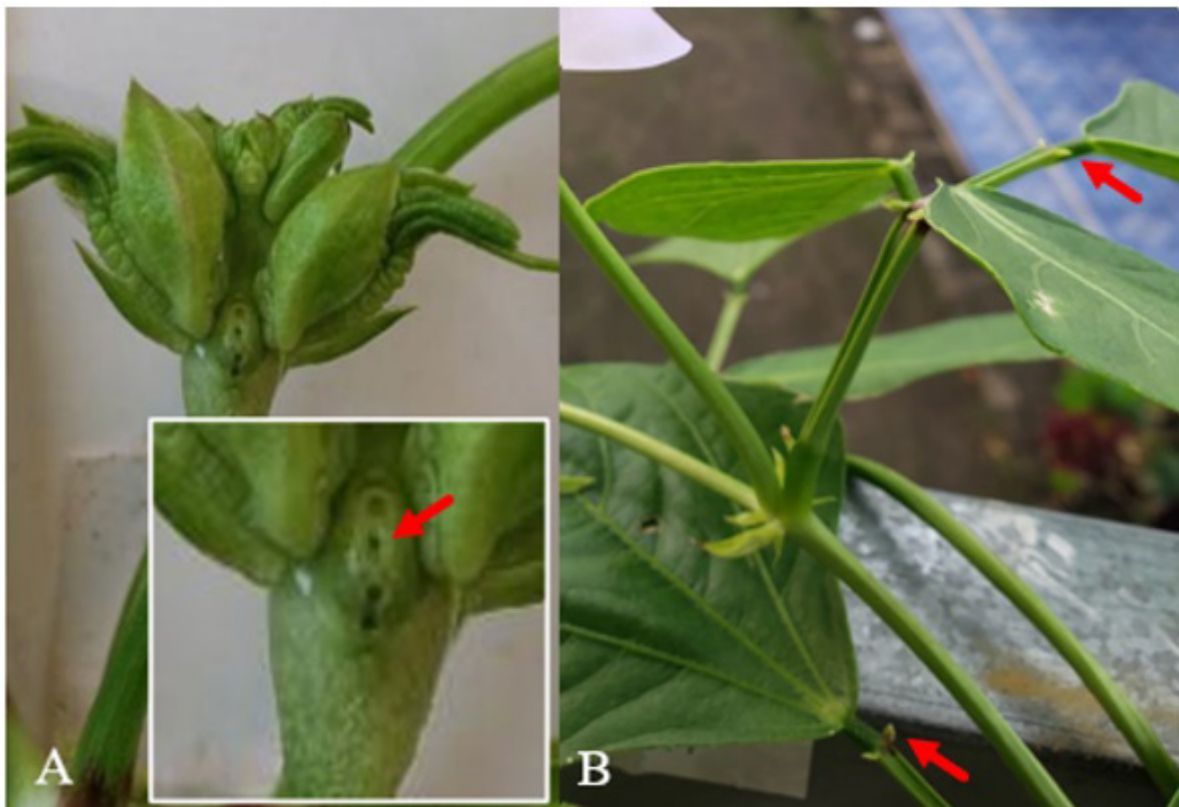
Fase pembentukan buah ditandai dengan adanya perkembangan bakal buah menjadi buah dan bakal biji menjadi biji. Durasi pembentukan buah sampai masak berkisar 11-15 hari. Ukuran panjang buah setelah masak yaitu rata-rata 41,50±4,30 cm sedangkan panjang biji yaitu rata-rata 1,2 cm. Buah per kluster berjumlah antara 2 sampai 4.

Produksi Polen. Polen dari bunga kacang panjang pandangan ekuatorial berbentuk *circular oval*, sedangkan pandangan polar berbentuk *circular*. Tipe apertura polen *triporate* yaitu mempunyai tiga apertura berbentuk porus atau bulat. Ornamentasi eksin polen *reticulate* yaitu seluruh permukaannya membentuk pola seperti jala (Gambar 4). Diameter polar polen sekitar 92,43 µm sedangkan diameter ekuatorial polen sekitar 83,9 µm. Satu kepala sari bunga kacang panjang kultivar Sabrina menghasilkan sekitar 276,00±23,58 polen.

Nektar dan polen merupakan pakan utama serangga penyerbuk terutama lebah madu. Kacang panjang memiliki dua nektar ektrafloral yang terletak pada ujung tangkai daun trifoliolate dan pada tangkai bunga (Gambar 5).



Gambar 4. Polen kacang panjang kultivar Sabrina (A) polen dari pandangan ekuatorial skala 50 µm, (B) polen dari pandangan polar skala 50 µm



Gambar 4. Nektar *ekstrafloral* dijumpai di (tanda panah) ; (A) tangkai bunga, (B) ujung tangkai daun *trifoliolate*

PEMBAHASAN

Kacang panjang kultivar Sabrina merupakan bagian dari sumber daya plasma nutfah kacang panjang di Indonesia yang meliputi sejumlah kultivar (varietas budidaya), *landrace*, dan genotipe. Plasma nutfah kacang panjang ini memiliki ciri morfologi dan agronomi beragam. Variasi morfologi kacang panjang dapat diamati banyak ciri, di antaranya tipe pertumbuhan tanaman, ukuran, warna, dan tekstur buah, warna serta bentuk biji. Kultivar ataupun

landrace kacang panjang yang dijumpai di Indonesia memiliki variasi tipe pertumbuhan tanaman membelit dan tanaman yang tumbuh tegak; ukuran polong bervariasi dari pendek, sedang, hingga panjang; biji berbentuk seperti ginjal, bulat panjang, atau melengkung; warna biji hitam berbintik putih, cokelat, cokelat kemerahan, kuning, kuning terang, dan cokelat keunguan (Widyawan *et al.* 2021); warna polong hijau, hijau keputihan, hijau kekuningan, dan hijau kecokelatan; variasi tekstur polong meliputi lembut, renyah, dan keras (Togatorop *et al.* 2020).

Morfologi kacang panjang kultivar Sabrina mirip dengan genotipe kacang panjang KP. 151 pada penelitian Widyawan *et al.* (2021) yang menunjukkan pertumbuhan membelit, polong panjang, biji hitam berbentuk seperti ginjal. Kultivar Sabrina memiliki polong berwarna hijau, dengan bentuk melengkung, dan tekstur renyah. Ciri polong seperti itu juga dijumpai pada beberapa kultivar kacang panjang yang ditanam di dataran rendah Bengkulu, seperti kultivar Branjangan, Metro Super, dan Katrina (Togatorop *et al.* 2020).

Perkembangan Bunga dan Buah. Perkembangan bunga diawali dengan fase inisiasi bunga, kemudian terbentuk fase kuncup dan berakhir setelah bunga mekar. Fase kuncup dapat dibedakan menjadi kuncup kecil dan kuncup besar. Pada fase kuncup, bakal bunga akan membesar karena di dalamnya sedang berlangsung proses pembentukan perkembangan bakal buah yang mendukung bakal biji, benang sari dan putik (Ashari 2002). Perkembangan buah diawali sejak mulai gugurnya mahkota bunga sampai buah masak secara fisiologis. Pembuahan berlangsung apabila proses penyerbukan berhasil yang ditandai dengan bunga mulai layu, mengering dan rontok (Mulyawati dan Na'iem 2004). Kuswanto *et al.* (2008) menyatakan bunga yang mampu menjadi buah pada tiap kluster dipengaruhi oleh kesuburan tanah dan tanaman. Tanah dan tanaman yang lebih subur mampu menghasilkan buah dengan jumlah lebih banyak.

Periode pembungaan dan perkembangan buah tanaman kacang panjang kultivar Sabrina membutuhkan waktu sekitar 21-29 hari. Fase inisiasi bunga membutuhkan waktu 7-10 hari. Fase kuncup kecil dan kuncup besar masing-masing membutuhkan waktu 1 hari. Fase bunga mekar membutuhkan waktu 1-2 hari yang meliputi 1 hari bunga mekar sempurna dan 1 hari bunga layu (Tabel 4). Inisiasi bunga terjadi saat 36 hari setelah tanam (HST) dan mulai berbunga pada 49 HST. Waktu berbunga beberapa kultivar kacang panjang berbeda-beda pada penelitian Ige *et al.* (2011). Varietas Oloyin berbunga pada 42 HST, varietas Sokoto 148 HST, dan varietas Drum berbunga pada 156 HST. Puncak periode berbunga terjadi pada 56-62 HST dengan jumlah bunga mekar sekitar 5-11 bunga tiap tanaman. Fase pembungaan dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti curah hujan, kelembapan, suhu, panjang hari, cahaya matahari dan unsur hara. Kecukupan cahaya matahari berhubungan dengan tingkat fotosintesis sebagai sumber energi bagi proses pembungaan (Sulistiyawati *et al.* 2012).

Pembentukan buah dapat dipengaruhi antara lain oleh efektivitas polinator, faktor endogen dan faktor lingkungan (Nurtjahjaningsih *et al.* (2012). Umur panen kacang panjang bervariasi antar kultivar.

Togatorop *et al.* (2020) melaporkan umur panen kacang panjang dari 14 kultivar yang ditelitinya berkisar 41-55 HST.

Fenologi pembungaan dan perbuahan tanaman dapat bermanfaat dalam bidang pertanian dan hortikultur. Sebagai contoh, informasi waktu fenofase dan variabilitasnya untuk membantu meningkatkan pengelolaan tanaman kacang panjang sehingga produksinya menjadi lebih tinggi, stabil, dan kualitasnya lebih baik (Chmielewski 2003).

Bagian dari tanaman kacang panjang yang sering dimanfaatkan adalah buahnya. Buah yang unggul dari kacang panjang pada penelitian Benchasri dan Bairaman (2010) adalah buah yang memiliki ukuran lebih panjang. Konsumen merasa lebih puas pada kacang panjang varietas *Evergreen*, *Nicro*, dan *Selected-PSU* yang memiliki polong lebih panjang daripada varietas lainnya.

Waktu terjadinya fase antesis pada penelitian ini terjadi pada pukul pukul 05.00 sampai 08.00 pagi. Waktu antesis bervariasi antar kultivar, pada penelitian lain terjadi lebih pagi pada 06.0-06.30 (Ige *et al.* 2011). Menurut penelitian Ribeiro *et al.* (2013), bunga tanaman kacang panjang mekar sekitar pukul 05.00 sampai 05.30 pagi, yang sebelumnya terjadi pre-antesis pukul 04.00. Antesis dari bunga kacang panjang berlangsung selama 2 jam 30 menit hingga 6 jam 30 menit. Fase ini dimulai dengan pecahnya kepala sari dan pembukaan petal. Proses pembukaan kepala sari dimulai pukul 03.00. Kepala putik reseptif ini terjadi dalam waktu yang singkat. Kepala putik reseptif terjadi satu hari sebelum bunga mekar dan sampai siang hari saat bunga mekar, tergantung suhu dan kelembapan udara lingkungan (Rocha *et al.* 2007). Penyerbukan terjadi ketika polen mencapai kepala putik. Oleh karena itu, kacang panjang merupakan tanaman yang sering menyerbuk sendiri, penyerbukan terjadi sebelum bunga mulai terbuka (Ige *et al.* 2011). Bunga yang tidak dibuahi akan gugur dalam waktu 24 jam setelah bunga mekar sedangkan bunga yang dibuahi akan menempel hingga 48 jam.

Penyerbukan silang buatan umum dilakukan dalam pemuliaan tanaman untuk menghasilkan benih yang unggul (Mione dan Anderson 1992). Oleh karena tanaman kacang dapat menyerbuk sendiri sebelum bunga mekar, maka penyerbukan silang tanaman kacang panjang untuk tujuan pemuliaan harus dilakukan sebelum bunga mekar.

Produksi Polen dan Nektar. Polen kacang panjang memiliki diameter polar sekitar 90,95-96,76 μm sedangkan diameter ekuatorialnya sekitar 83,78-92,80 μm (Umdale *et al.* 2017). Kacang panjang kultivar Sabrina menghasilkan sekitar 276,00 \pm 23,58 polen dalam setiap kepala sari. Jumlah polen per kepala sari bervariasi antar kultivar, sebagai contoh kultivar

Drum menghasilkan 10.400 polen, Sakoto sebanyak 436 polen, dan Oloyin menghasilkan 361 polen (Ige *et al.* 2011). Kultivar yang memiliki produktivitas polen yang tinggi dapat menguntungkan petani karena mudah diproduksi, tingkat kematangan lebih cepat, dan produksi benih yang besar.

Tanaman kacang panjang dapat melakukan penyerbukan sendiri atau dengan bantuan serangga penyerbuk. Penyerbukan sendiri terjadi sebelum bunga membuka yang disebut penyerbukan tertutup atau kleistogami (Rocha *et al.* 2007). Serangga penyerbuk muncul saat bunga pertama muncul untuk mengambil nektar dan polen. Serangga penyerbuk yang mengunjungi tanaman kacang panjang yaitu lebah *Xylocopa latipes*, lebah *Apis* sp., kupu-kupu *Lampides boeticus* dan lebah *Tetragonula laeviceps*. Rahayuningsih *et al.* (1984) menyebutkan, lebah *X. latipes* mengunjungi bunga untuk mengambil nektar dan polen, sedangkan lebah *Apis* sp. hanya mengambil nektar. Rahmani *et al.* (2020) menyebutkan kupu-kupu *L. boeticus* dan lebah *T. laeviceps* mengunjungi bunga untuk mengambil nektar. Serangga yang menghabiskan waktu paling lama pada bunga yaitu *L. boeticus*, sedangkan serangga yang sering mengunjungi bunga yaitu lebah *T. lalaeviceps*. Efisiensi penyerbukan dengan bantuan serangga dapat meningkatkan produksi buah dibandingkan dengan penyerbukan sendiri.

Waktu yang dibutuhkan tanaman kacang panjang Kultivar Sabrina untuk satu periode pembungaan dan perkembangan buah sekitar 21-29 hari. Kisaran lama waktu yang dibutuhkan untuk setiap fase fenologi perkembangan bunga dan buah sebagai berikut: fase inisiasi bunga 7-10 hari, fase kuncup kecil 1 hari, fase kuncup besar 1 hari, fase antesis 1-2 hari, dan fase perkembangan buah sekitar 11-15 hari. Inisiasi bunga terjadi 36 HST, dan bunga mekar terjadi 49 HST. Puncak pembentukan bunga terjadi pada 56-62 HST. Bunga menghasilkan sekitar 276,00±23,58 polen per kepala sari.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram M, Munir N, Daniyal M, Egbuna C, Gaman MA, Onyekere CE, Olatunde A. 2020. Vitamins and minerals: type, sources, and their function. In: *Functional Food and Nutraceuticals*. pp. 149-172. doi: 10.1007/978-3-030-42319-3_9
- Ashari S. 2002. Pengantar Biologi Reproduksi Tanaman. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ayishi KK, Nkgapele RJ, Dakora FD. 2000. Nodule formation and function in six varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) grown in a nitrogen-rich field soil in South Africa. *Symbiosis* 28:17-31.
- Bazzaz MM, Hossain A, Farooq M, Alharby H, Bamagoos A, Nuruzzaman MD, Khanum M, Hossain MM, Kizilgeci F, Ozturk F, Cig F, Sabagh A. 2020. Phenology, growth and yield are strongly influenced by heat stress in late sown mustard (*Brassica* spp.) varieties. *Pak J Bot* 52:1189-1195. doi: 10.30848/PJB2020-4(44)
- Benchasri S, Bairaman C. 2010. Evaluation of yield, yield components and consumers satisfaction towards yardlong bean and cowpea in agricultural organic system. *Agricultural Science* 16:705-712.
- Chmielewski FM. 2003. Phenology: An Integrative Environmental Science. Berlin: Humboldt University. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0632-3_31
- Etemadi F, Hashemi m, Zandvakili O, Mangan FX. 2018. Phenology, yield and growth pattern of faba bean varieties. *International Journal of Plant Production* 12:1-10. doi: 10.1007/s42106-018-0023-1
- Fohouo FN, Ngakou A, Kengni BS. 2009. Pollination and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) to the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera: Apidae) at Ngaoundéré (Cameroon). *J Bioethnology* 8:1988-1996.
- Guo Y, Wu W, Liu Y, Wu Z, Geng X, Zhang Y, Bryant CR, Fu Y. 2020. Impacts of climate and phenology on the yields of early mature rice in China. *Sustainability* 12:1-16. doi:10.3390/su122310133
- Hermawan A, Rochdiani, Hardiyanto T. 2015. Analisis usaha tani kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) varietas Parade. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh* 2:77-82.
- Ige OE, Olotuah OF, Akerele V. 2011. Floral biology and pollination ecology of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Modern Applied Science* 5:74-82.
- Jamsari, Yaswendri, Kasim, M. 2007. Fenologi perkembangan bunga dan buah spesies *Uncaria* gambir. *Biodiversitas* 8:141-146.
- Jayathilake C, Visvanathan R, Deen A, Bangamuwage R, Jayawardana BC, Nammi S, Liyanage R. 2018. Cowpea: an overview on its nutritional facts and health benefits. *Journal Sci Food Agric* 98: 4793-4806. doi:10.1002/jsfa.9074
- Kathalia M, Taryono, Sayekti RS. 2020. The response of some yardlong bean (*Vigna unguiculata* subsp. *Sesquipedalis*) accessions to *Bradyrhizobium* inoculation. *Agriculture Innovation* 3:1-5.
- Kementerian Pertanian. 2018. Statistik Konsumsi Pangan 2018. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, Tersedia di: http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/StatistikPertanian/2018/Konsumsi/Statistik_Konsumsi_Pangan_Tahun_2018/files/assets/basic-html/page26.html.
- Kusharto. 2006. Serat makanan dan peranannya bagi kesehatan. *Jurnal Gizi dan Pangan* 1:45-54.
- Kuswanto L, Soetopo A, Afandi, Waluyo B. 2008. Pendugaan jumlah dan peran gen toleransi kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwith) terhadap hama aphid. *Agrivita* 29:34-41.
- Lakitan B. 2007. Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Manggung RE, Qadir A, Ilyas S. 2016. Fenologi, morfologi, dan hasil empat aksesori kacang bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) accessions. *J Agron Indonesia* 44:47-54.
- Martins AE, Camargo MGG, Morellato LPC. 2021. Flowering phenology and the influence of seasonality in flower conspicuousness for bees. *Frontiers in Plant Science* 11:1-11. doi:10.3389/fpls.2020.594.538
- Mione T, Anderson GJ. 1992. Pollen-ovule ratios and breeding system evolution in *Solanum* section *basarthurum*. *J Bot* 79:279-287.
- Mulyawati P, Na'iem M. 2004. Studi fenologi pembungaan *Santalum album* Linn. di Wanagama I Yogyakarta. *Grosains* 18:387-394.
- Ndungu SM, Messmer MM, Ziegler D, Gamper HA, Meszaros E, Thuita M, Vanlauwe B, Frossard E, Thonar C. 2018. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) host several widespread bradyrhizobial root nodule symbionts across contrasting agro-ecological production areas in Kenya. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 261:161-171. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.014>

- Nurtjahjansih G, Sulistyawati P, Widyatmoko AY, Rimbawanto A. 2012. Karakteristik pembungaan dan sistem perkawinan nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) pada Hutan Tanaman di Watusipat, Gunung Kidul. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 6:65–80.
- Oskay D. 2020. Conservation essays and phenology of critically endangered endemic plant *Erodium somanum*. *Celal Bayar University Journal of Science* 16:237-243.
- Paulus AI, Wangke WM, Moniaga VR. 2015. Kontribusi usaha tani kacang panjang terhadap pendapatan rumah tangga petani di Desa Warembungan Kecamatan Pineleng. *ASE* 11:53-62.
- Putra AP, Hadi S, Widjayanti FN. 2019. Analisis usaha tani kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) di Kecamatan Ambulu kabupaten jember. *Agribest* 3:52-60.
- Rahmani AS, Putra RE, Gunawan W. 2020. Efisiensi penyerbukan oleh penyerbuk liar dan lebah *Tetragonula laeviceps* pada bunga ranti dan kacang panjang. *Agron* 48:283-291.
- Rahayuningsih Y, Noerdjito WA, Adisoemarto S, Aswari P. 1984. Serangga pengunjung kacang panjang (*Vigna unguiculata*). *Berita Biologi* 2:194-199.
- Rehman A, Khalil, SK, Nigar S, Rehman S, Haq I, Akhtar S, Khan AZ, Shah SR. 2009. Phenology, plant height and yield of mungbean varieties in response to planting date. *Sarhad J Agric* 25:147-152.
- Ribeiro GS, Ferreira AF, Neves CM, Sousa FS, Oliveira C, Machado E. 2013. Aspects of the floral biology and pollen properties of *Vigna unguiculata* L. Walp (Fabaceae). *African Journal of Plant Science* 7:149-154.
- Rocha MM, Filho FRF, Silva KSD, Ribeiro VQ. 2007. Feijão caupi: Biological Floral. EMBRAPA Meio-Norte.
- Salim A, Agus A, UmamiN, Budisatria GS. 2017. Variasi jenis tanaman pakan madu sumber nektar dan polen berdasarkan ketinggian tempat di Yogyakarta. *Buletin Peternakan* 41:448-460.
- Simpson M. 2006. Plant Systematics. New York:Academia Press.
- Sulistyawati E, Mashita N, Setiawan NN, Choesin DN, Suryana P. 2012. Flowering and fruiting phenology of tree species in Mount Papandayan Nature Reserve, West Java, Indonesia. *Tropical Life Sciences Research* 23:81–95.
- Tabla VP, Vargas CF. 2004. Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, *Myrmecophila christinae*. *Ann Bot* 94:243-250.
- Togatorop ER, Sari DN, Susilo E, Parwito. 2020. Karakterisasi 14 genotipe kacang panjang (*Vigna sinensis*) di dataran rendah Bengkulu. *J Hort Indonesia* 11:202-211.
- Umdale SD, Aitawade MM, Gaikwad NB, Madhavan L, Yadav SR, Rao SR, Bhat KV. 2017. Pollen morphology of asian *Vigna* species (genus *Vigna*; subgenus *Ceratotropis*) from India and its taxonomic implications. *J Botany* 41:75-87.
- Widyawan MH, Hasanah A, Taryono, Alam T, Sayekti RS, Pramana AG, Wulandari RA. 2021. Multivariate analysis unravels genetic diversity and relationship between agronomic traits, protein, and dietary fiber in yardlong bean (*Vigna unguiculata* subsp. *Sesquipedalis* Verdc.). *Biodiversitas* 21:5662-5671. doi: 10.13057/biodiv/d211211.
- Yulia ND. 2007. Kajian fenologi fase pembungaan dan pembuahan *Paphiopedilum glaucophyllum* J.J.Sm. var *glaucophyllum*. *Biodiversitas* 8:58-62.