

Perkembangan Morfologi Serbuk Sari *Passiflora vitifolia* Kunth. Berdasarkan Tahap Antesis Bunga

Adristi Shafa Widyasari¹, Riska Desi Aryani², Sri Lestari^{2*}, Dian Palupi², Sukarsa²

¹Program studi Magister Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

*Correspondent email : lestari228@unsoed.ac.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 11/07/2023

Disetujui : 20/12/2023

Abstract

Pollen is one of the distinctive and unique characteristics of every flowering plant. Pollen has a different morphological character in each flower and at the stage of flower development (anthesis). The process of development or anthesis of flowers can affect morphological development of pollen formation. This research aims to determine the morphological development of *Passiflora vitifolia* Kunth. pollen based on the stages of flower anthesis. The research used pollen from 3 stages of flower anthesis, stage 1 in the form of buds measuring 2 – 3 cm, stage 2 in buds measuring 5 – 8 cm, and stage 3 in full bloom flowers. The results showed that pollen at each stage has different morphological characteristics. Pollen in stage 1 has a biconcave shape with a green color, while pollen in stages 2 and 3 has a spherical shape with a brown color. *P. vitifolia* pollen has monad type and reticulate ornamentation. In stage 3 some pollen has formed a pollen tube.

Key Words: *anthesis, morphology, Passiflora, pollen, palynology*

Abstrak

Serbuk sari merupakan salah satu karakter khas dan unik yang dimiliki oleh setiap tumbuhan berbunga. Serbuk sari dapat dijadikan sebagai salah satu karakter dalam menentukan klasifikasi tumbuhan karena memiliki karakter morfologi berbeda pada setiap bunga dan pada tahap perkembangan bunganya (antesis). Proses perkembangan atau mekarnya bunga dapat berpengaruh pada perkembangan morfologi terhadap pembentukan serbuk sari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan morfologi serbuk sari *Passiflora vitifolia* Kunth. berdasarkan tahapan antesis bunga. Penelitian menggunakan serbuk sari dari 3 tahap antesis bunga: tahap 1 berupa kuncup ukuran 2 – 3 cm, tahap 2 berupa kuncup ukuran 5 – 8 cm dan tahap 3 bunga mekar sempurna. Hasil penelitian menunjukkan serbuk sari pada setiap tahap mekarnya bunga memiliki perbedaan karakter morfologi. Serbuk sari pada tahap 1 memiliki bentuk bikonkaf dengan warna hijau, sedangkan serbuk sari pada tahap 2 dan 3 memiliki bentuk bulat dengan warna coklat. Serbuk sari *P. vitifolia* memiliki tipe monad dan ornamentasi *reticulate*. Pada tahap 3 sebagian serbuk sari sudah terbentuk tabung serbuk sari (*pollen tube*).

Kata kunci: *antesis, morfologi, Passiflora, serbuk sari, palinologi*

PENDAHULUAN

Bunga merupakan organ utama bagi reproduksi tumbuhan karena merupakan tempat terjadinya penyerbukan dan fertilisasi untuk menghasilkan benih. Setiap bunga memiliki karakter morfologi yang khas baik dari bentuk, ukuran, warna, dan aroma. Karakter khas pada bunga dapat merangsang organisme lain seperti serangga, burung dan mamalia untuk membantu proses penyerbukan (Campbell *et al.*, 2012). Bunga merupakan alat perkembangbiakan tumbuhan yang nantinya akan berkembang dan menghasilkan buah dengan biji. Bunga setiap tumbuhan memiliki periode pembungaan yang berbeda. Perkembangan bunga diawali dari tahap inisiasi bunga, kuncup kecil, kuncup besar, bunga mekar (antesis), dan diakhiri dengan perkembangan buah dan biji (Jamsari *et al.*, 2007; Tabla & Vargas, 2004). Pada proses mekarnya bunga tersebut terjadi beberapa tahap perkembangan sel, jaringan dan organ pada bunga. Satu diantaranya

bagian dari organ bunga adalah serbuk sari. Serbuk sari merupakan salah satu organ reproduksi yang tahap perkembangannya bergantung pada proses perkembangan bunga. Proses pembentukan serbuk sari dimulai dari terbentuknya bunga pada setiap tumbuhan. Perkembangan bunga diikuti dengan pembelahan mikrosporangium yang mengandung mikrosporofit, membelah melalui meiosis dan menghasilkan mikrospora. Mikrospora berkembang menjadi satu serbuk serbuk sari (Campbell *et al.*, 2012). Serbuk sari adalah alat perkembangbiakan jantan yang dihasilkan oleh tumbuhan Gymnospermae maupun Angiospermae. Sel generatif akan membelah dan selanjutnya membentuk dua sel sperma. Serbuk sari dihasilkan oleh kepala sari. Saat kepala sari matang, ruang sari (*theca*) akan pecah dan serbuk sari menjadi berhamburan. Serbuk sari akan tersebar dengan perantara angin, serangga, hewan, atau air. Ukuran serbuk sari biasanya kecil dan berjumlah sangat banyak.

Dalam kajian ilmu biologi, serbuk sari dikaji tersendiri dalam bidang palinologi. Palinologi berfokus diantaranya pada struktur serbuk sari dengan berbagai karakter pada morfologinya. Morfologi serbuk sari yang dapat diamati meliputi bentuk serbuk sari, unit serbuk sari, ukuran serbuk sari, tipe apertur, dan tipe skulptur atau ornamentasi eksin (Kumaladita, 2014). Serbuk sari memiliki kaitan dalam taksonomi, filogeni, dan palinologi fosil. Morfologi serbuk sari dapat digunakan untuk mengidentifikasi takson di tingkat familia, genus, spesies dan di bawah spesies, penempatan taksa yang diragukan, penyusunan kembali, penggabungan dan pemisahan, serta sebagai penguat bukti yang lain (Zahrina *et al.*, 2017). Karakter morfologi serbuk sari memiliki kekhasan masing-masing berdasarkan spesiesnya. *Passiflora* merupakan salah satu genus tumbuhan berbunga yang memiliki sekitar 500 spesies yang banyak ditemukan di daerah dengan suhu hangat atau beriklim tropis (Ambhore *et al.*, 2020). Genus *Passiflora* memiliki bunga yang unik dan khas dengan warna mahkota yang cerah dan pekat seperti merah, kuning, ungu dan lainnya. Genus ini belum banyak dieksplorasi terutama tahapan dalam perkembangan serbuk sarinya. Satu diantara spesies dari genus ini adalah *Passiflora vitifolia* Kunth. *Passiflora vitifolia* merupakan salah satu spesies yang memiliki karakter bunga unik dengan warna merah cerah dan berdiameter 10 – 15 cm pada saat mekar sempurna. *Passiflora vitifolia* memiliki karakter bunga yang khas pada susunan perhisian bunganya. Spesies ini memiliki 2 jenis mahkota yang memiliki warna yang berbeda serta memiliki kelopak tambahan dengan bentuk dan ukuran yang berbeda dan khas. Selain dari karakter mahkota dan kelopak, bunga ini memiliki tipe anter dorsifixed yang mengandung ribuan serbuk sari berwarna kuning. Serbuk sari sebagai salah satu bagian organ dalam bunga juga memiliki karakter yang berbeda antar spesies. Penelitian terkait perkembangan serbuk sari pada bunga ini belum pernah dilakukan sehingga perlu pengkajian secara menyeluruh untuk mengetahui bagaimana tahapan perkembangan serbuk sari dari spesies ini berdasarkan tahapan antesis bunga, sehingga dapat diketahui waktu yang tepat untuk proses penyerbukannya.

Pada genus *Passiflora* section *Granadillastrum* dari spesies *Passiflora imbeana* and *Passiflora setulosa* memiliki serbuk sari bentuk colpate (enam hingga sembilan colpi), 6-syncolpate atau 3-colpate dengan exin retikulat (Cruz *et al.*, 2020). *Passiflora densiflora* dan *Passiflora sidifolia* memiliki serbuk sari bentuk isopolar dan monad dengan ukuran bervariasi dari sedang (46,6-49,2 mm) hingga besar (50,0-67,2 mm) sedangkan *Passiflora rosea* memiliki bentuk serbuk sari bulat oblate kemudian

Passiflora asperifolia, *Passiflora aurea*, *Passiflora racemosa*, *Passiflora selloi* berbentuk subprolate (Almeida *et al.*, 2018). Penelitian Mezzonato-Pires *et al.*, (2015) menunjukkan hasil bahwa *Passiflora edulis* dan *Passiflora mucronate* memiliki bentuk serbuk sari suboblate, pada *Passiflora alata* memiliki bentuk oblate spheroidal, *Passiflora misera* berbentuk prolate spheroidal dan pada *Passiflora pentagona* berbentuk subprolate. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan keragaman bentuk serbuk sari pada masing-masing spesies dalam genus *Passiflora*, akan tetapi belum ada penelitian pada *Passiflora vitifolia*. Selain itu penelitian sebelumnya hanya dilakukan terhadap bentuk morfologi serbuk sari yang berasal dari bunga yang mekar sempurna dan belum dilakukan pengamatan terhadap tahapan pembentukannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan serbuk sari dari karakter morfologi dan anatomi bunga *P. vitifolia* berdasarkan tahapan antesisnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengetahuan karakter morfologi dan anatomi serbuk sari pada setiap tahap perkembangan dari kuncup sampai bunga mekar.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk sari bunga *P. vitifolia* yang diambil dari tiga tahap antesis bunga (Gambar 1), Asam asetat (CH_3COOH), Asam sulfat (H_2SO_4), alkohol 70% dan aquades. Alat yang digunakan adalah scalpel, gunting, baki preparat, kaca benda, kaca penutup, mikroskop, kertas label, dan kamera.

Sampel bunga diambil dari tumbuhan yang tumbuh di grendeng, Purwokerto utara. Pengambilan sampel bunga dilakukan pada bulan November. Bunga dipetik secara utuh dari tiga tahap antesis yang berbeda. Bagian anter bunga dipotong menggunakan scalpel kemudian serbuk sari dikumpulkan dan dimasukkan dalam botol kaca dan untuk selanjutnya dibuat preparat pengamatan. di Kategori serbuk sari dari 3 tahapan antesis bunga *P. vitifolia* yang terdiri dari (Tabel 1):

Tabel 1. Kategori penentuan tahapan antesis bunga sebagai sampel pengamatan serbuk sari.

Antesis bunga	Keterangan
Tahap 1	Kuncup bunga yang memiliki ukuran 2 – 3 cm dari tangkai bunga sampai ujung bunga
Tahap 2	Kuncup bunga yang sudah mulai sedikit terbuka bagian ujung mahkota bunganya (kuncup berukuran 5 – 8 cm)
Tahap 3	Bunga telah mekar sempurna

Pembuatan Preparat

Bunga pada 3 tahap antesis diiris secara membujur untuk melihat dan mengambil kepala sarinya. Serbuk sari dari kepala sari masing-masing tahapan antesis bunga diambil menggunakan pinset. Serbuk sari direndam dalam reagen asam, setelah proses perendaman, serbuk sari dibilas menggunakan aquades kemudian serbuk sari diletakkan di atas kaca benda. Preparat diamati di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 100x. Karakter morfologi yang teramati dicatat dan didokumentasikan.

Analisis Data

Data hasil pengamatan berupa data morfologi serbuk sari yang dianalisis secara deskriptif. Analisis deskriptif dilakukan dengan cara mendeskripsikan ciri dan karakter morfologi serbuk sari dari ketiga tahapan antesis bunga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

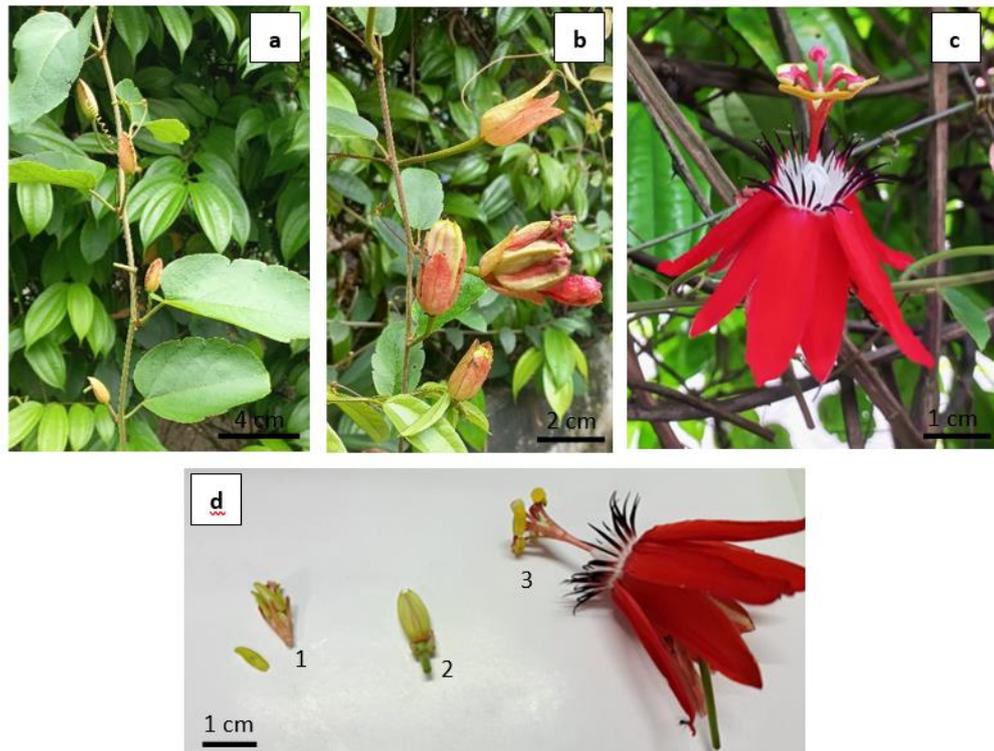
Passiflora vitifolia termasuk ke dalam familia Passifloraceae berupa tanaman merambat yang umum dijumpai di hutan hujan Amerika Tengah (Killip, 1939). *P. vitifolia* dewasa memiliki batang berkayu dengan diameter 2-3 cm dan banyak cabang vegetatif maupun reproduktif. Daun dari spesies ini berbentuk membulat dan ada yang bercuping tiga, berwarna hijau, bunga berwarna merah mencolok dan sering dijumpai pada bagian bawah dekat tanah. Puncak pembungaan umumnya pada Januari – April, meskipun sesekali akan berbunga sepanjang tahun (Stiles, 1978). Bunga muncul dari ketiak daun dan terbuka secara berurutan sepanjang cabang reproduksi. Durasi antesis bunga dapat berjalan lambat dipengaruhi oleh faktor cuaca atau letaknya bunga yang tidak langsung terpapar sinar matahari (Garcia & Hoc, 2011). Kepala putik akan perlahan-lahan melengkung ke bawah seperti liontin dan diikuti dengan pecahnya kepala sari setelah antesis selesai (Snow, 1982). Bunga *P. vitifolia* dapat dibedakan berdasarkan korona tubular yang dibentuk oleh fusi parsial unsur-unsurnya dan kelenjar nektar yang mencolok pada sinus daun dan braktea (Perez & Eeckenbrugge, 2017).

Proses antesis bunga *P. vitifolia* diawali dengan terbentuknya kuncup bunga yang berbentuk lonjong yang terbungkus kelopak bunga berwarna merah salem dengan corak kehijauan. Kuncup bunga mulai membesar dan mekar diawali dari bagian ujung bunga mulai membesar dan kelopak mulai terbuka. Proses mekarnya bunga berlangsung secara bertahap sampai bunga mekar sempurna dengan bagian mahkota menjuntai kearah bawah dan memiliki kelamin bunga tampak menumpang di atas mahkota. Kelopak bunga berwarna merah salem dengan corak

kehijauan berukuran panjang 3 – 5 cm dan lebar 1 – 2 cm berjumlah 3 dalam satu lingkaran. Mahkota berjumlah 10 dalam 2 lingkaran (5 + 5). Mahkota pada lingkaran ke-1 memiliki warna merah pada permukaan atas dan permukaan bawah berwarna merah dan bagian tengah berwarna merah pudar sampai hijau muda. Mahkota pada lingkaran kedua memiliki warna merah cerah di permukaan atas dan bawahnya. Bunga ini memiliki mahkota tambahan dalam 3 lingkaran. Pada lingkaran pertama terdapat 30 mahkota berbentuk pita dengan ujung lancip, bagian bawah berwarna putih dan bagian atas berwarna ungu kehitaman. Mahkota tambahan pada lingkaran ke-2 dan ke-3 berbentuk jarum berwarna putih dengan jumlah sangat banyak. Dasar bunga memiliki tipe Androgynofor (androgynophorum) yang pendukung benang sari dan putik. Tipe anter *dorsifixed* dengan jumlah 5 dan putik berjumlah 3. Ovarium berwarna hijau kekuningan tipe superus dengan 3 ruang.

Bunga *P. vitifolia* memiliki anter berwarna hijau dan serbuk sari matang berwarna kuning. Serbuk sari bunga ini memiliki perbedaan morfologi berdasarkan tahap perkembangan bunga (Tabel 2). Bunga *P. vitifolia* yang masih dalam tahap 1 memiliki serbuk sari dengan bentuk bikonkaf, kelekatan serbuk sari masih sangat lekat satu sama lain pada anter sehingga sampel serbuk sari diambil dari anter dengan bantuan *scalpel* (Gambar 1d). Warna serbuk sari yang teramati adalah hijau, aperture kurang jelas terlihat, tipe serbuk sari monad, dan sudah tampak ornamentasi pada eksinnya yaitu *reticulate* (Gambar 2a). Kondisi anter pada tahap 1 bunga yang masih kuncup berwarna hijau dan belum pecah. Jamsari *et al.* (2007) menyatakan bahwa tahap 1 merupakan kelanjutan dari fase inisiasi. Fase inisiasi merupakan tahapan paling awal dari proses perkembangan bunga dari setiap spesies tanaman. Bunga pada tahap 1 memiliki petal serta anter yang masih berwarna hijau muda. Berbeda dengan karakteristik serbuk sari pada bunga tahap 1, morfologi serbuk sari yang terlihat pada bunga antesis tahap 2 yang diamati memiliki warna serbuk sari cokelat, serbuk sari sudah berbentuk bulat, termasuk tipe serbuk sari monad, kelekatan kurang lebih sama dengan serbuk sari pada bunga kuncup tahap 1, serta ornamentasi eksin semakin jelas terlihat berupa *reticulate* (Gambar 2b).

Morfologi petal bunga pada antesis tahap 3 sudah berwarna merah dan anter berwarna hijau kekuningan. Bunga yang sudah mekar secara keseluruhan memiliki petal berwarna merah, anter sudah pecah, serbuk sari berwarna oranye yang sudah tidak lekat satu sama lain pada anter dengan karakter morfologi serbuk sari yang sudah jelas terlihat (Gambar 2c). Karakter morfologi terdiri dari warna serbuk sari cokelat, memiliki bentuk bulat,



Gambar 1. Morfologi bunga *Passiflora vitifolia* pada tahapan antesis yang berbeda (a) tahap 1; (b) tahap 2 dan (c) tahap 3; (d) bagian kepala sari dari 3 tahap antesis (1. Anter tahap antesis 1; 2. Anter tahap antesis 2; 3. Anter tahap antesis 3)

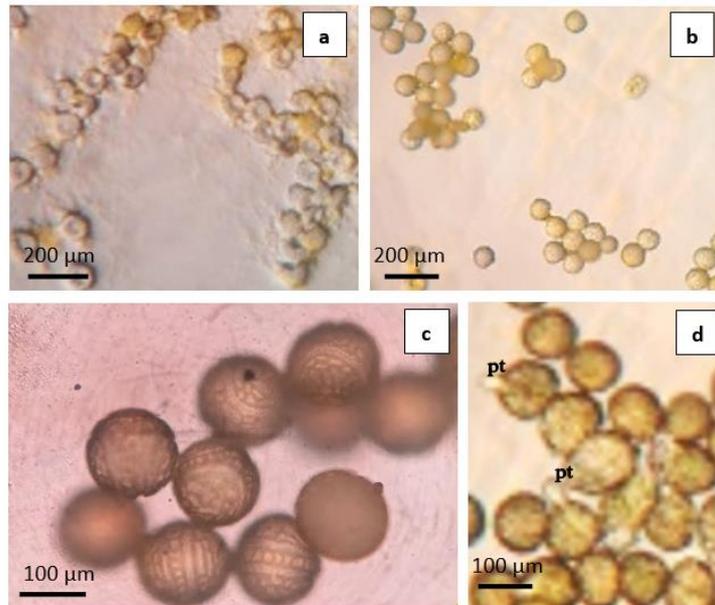
ornamentasi *reticulate*, serta terlihat tabung serbuk sari (*pollen tube*) yang sudah mulai terbentuk (Gambar 2d). Menurut Adhikari *et al.* (2020), tabung serbuk sari merupakan struktur yang unik dan terspesialisasi pada tumbuhan. Fungsi tabung serbuk sari adalah untuk menyalurkan sel sperma ke gametofit betina untuk pembuahan ganda. Pada dasarnya, struktur dari tabung serbuk sari seperti benang yang terbentang dari cangkang serbuk sari ke arah ujung. Umumnya, tabung serbuk sari tumbuhan Angiospermae dapat menembus kutikula dan dinding sel papila stigma, kemudian melewati matriks ekstraseluler atau ruang periplasma papila dan saluran transmisi ke arah sel gametofit betina (Adhikari *et al.*, 2020). Apertura dari anggota genus *Passiflora* umumnya *6-syncolpate* (Soares *et al.*, 2013). Soares *et al.* (2017) menyatakan karakter morfologi serbuk sari genus *Passiflora*, subgenus *Passiflora* berbentuk *oblate-spheroidal* dan berukuran besar dengan *aperture 6-syncolpate* dan

ada pula spesies yang memiliki *aperture 6-colporate*. Tahap 3 antesis bunga *Hylocereus undatus* juga menunjukkan karakteristik serbuk sari yang mudah lepas dari anter, bentuk sempurna dan siap untuk penyerbukan dibandingkan antesis tahap 1 dan 2 (Lid *et al.*, 2023). Perkembangan tabung serbuk sari *Macrotyloma geocarpum* secara signifikan dipengaruhi oleh waktu inkubasi dan tahap antesis bunga dengan viabilitas tertinggi pada fase pra antesis dan semakin menurun pasca antesis (Kafoutchoni *et al.*, 2021).

Setiap tahapan perkembangan bunga (antesis) menghasilkan karakter morfologi serbuk sari yang berbeda akan tetapi tidak merubah tipe serbuk sari yang dihasilkan. Pada awal pembentukan serbuk sari di dalam kepala sari sampai pada proses pemasakannya sangat bergantung pada kondisi fisiologi tumbuhan khususnya bunga dan lingkungan sekitarnya. Tahapan mekarnya bunga pada tumbuhan sangat berpengaruh terhadap viabilitas

Tabel 2. Perbedaan karakter morfologi serbuk sari *Passiflora vitifolia* berdasarkan tahap antesis bunga.

No	Tahap antesis	Karakter morfologi serbuk sari		
		Bentuk	Kelekatan	Warna
1	Tahap 1	Bikonkaf	Lekat pada anter	Hijau
2	Tahap 2	Bulat	Lekat pada anter	Cokelat
3	Tahap 3	Bulat	Tidak lekat pada anter	Cokelat



Gambar 2. Perkembangan morfologi serbuk sari bunga *Passiflora vitifolia* pada tahap antesis bunga (a) tahap 1, (b) tahap 2, (c) tahap 3, dan (d) serbuk sari dengan tabung serbuk sari (pt)

serbuk sari yang dihasilkan. Viabilitas serbuk sari akan menentukan keberhasilan proses penyerbukan dan reproduksi tumbuhan tersebut. Karakter morfologi dan anatomi serbuk sari tahap 1 dan 2 menunjukkan serbuk sari belum terbentuk secara sempurna. Sedangkan, serbuk sari pada tahap 3 antesis bunga menunjukkan serbuk sari mulai berkecambah atau membentuk saluran atau tabung serbuk sari sebagai tanda serbuk sari yang siap untuk penyerbukan. Hal tersebut juga dijelaskan oleh Lid *et al.* (2023) yang menyebutkan bahwa pada awal proses antesis bunga tidak ada serbuk sari yang memiliki karakter morfologi dan viabilitas yang siap untuk proses penyerbukan.

Kualitas dan kuantitas serbuk sari yang diproduksi oleh bunga adalah komponen penting dalam kelestarian tumbuhan. Hal ini terkait fungsi serbuk sari sebagai sel kelamin jantan untuk proses reproduksi tumbuhan. Serbuk sari akan membentuk tabung atau saluran pada saat berkecambah untuk menghantarkan inti sel jantan menuju sel telur. Perkecambahan serbuk sari dipandu oleh adanya sinyal yang berasal dari ovulum. Keberhasilan tabung serbuk sari dalam menembus stigma merupakan salah satu proses penting yang mempengaruhi pembentukan buah dan biji (Hasrianda *et al.*, 2020). Polinasi merupakan proses yang cukup kompleks karena pada tahap tersebut serbuk sari akan berinteraksi dan mengalami berbagai reaksi kimiawi dengan substansi pada stigma dimulai dengan adhesi. Tahapan tersebut diikuti dengan terjadinya penyerapan air dari lingkungan sekitar serbuk sari, pembentukan inisial tabung serbuk sari dan dilanjutkan tahap

pemanjangan. Pada tahap ini terbentuk tabung serbuk sari yang akan mengantarkan sel gamet jantan pada gamet betina, sehingga terjadi fertilisasi diikuti dengan perkembangan ovulum serta ovarium. Di dalam ovarium, khususnya pada setiap ovulum fungsional, terjadi perkembangan biji yang meliputi perkembangan embrio dan endosperm sebagai cadangan makanan bagi embrio yang sedang berkembang (Lersten, 2004).

SIMPULAN

Serbuk sari *Passiflora vitifolia* memiliki karakter morfologi yang berbeda pada setiap tahapan antesis bunga. Bunga tahap 1 memiliki serbuk sari berwarna hijau, bentuk bikonkaf, terlihat ornamentasi berupa *reticulate*, belum terbentuk tabung serbuk sari, anter berwarna hijau muda dan belum pecah. Bunga tahap 2 memiliki serbuk sari berwarna cokelat, bentuk bulat, ornamentasi berupa *reticulate*, belum terbentuk tabung serbuk sari, anter berwarna hijau kekuningan dan belum pecah, serta petal sudah berwarna merah. Bunga pada tahap 3 yang sudah mekar sempurna memiliki anter yang sudah pecah dengan serbuk sari berwarna oranye tidak melekat pada anter, serbuk sari berwarna cokelat di bawah mikroskop, bentuk bulat, ornamentasi *reticulate*, terdapat dua serbuk sari yang terlihat jelas sudah membentuk tabung serbuk sari.

DAFTAR REFERENSI

- Adhikari, P.B., Liu, X., Kasahara, R.D. 2020. Mechanics of Pollen Tube Elongation: A Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 11: 589712.
- Almeida, G.d.S., Mezzonato-Pires, A.C., Mendonça C.B.F., Gonçalves-Esteves, V. 2018. Pollen morphology of selected species of Piriqueta Aubl. (Passifloraceae sensu lato). *Palynology*, 43(1): 1–10
- Ambhore, J.P., Adhao, V.S., Cheke, R. 2020. A Review on Passion Plant Species and It's Pharmacological Action. *International Journal of Pharmacognosy*, 7(11): 266–271
- Azizah, N., Suedy, S.W., Prihastanti. 2016. Kenakearagaman Tumbuhan Berdasarkan Morfologi Serbuk sari dan Spora dari Sedimen Telaga Warna Dieng, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 24(1): 66–75.
- Buvat, R. 1989. *Ontogeny, Cell Differentiation and Structure of Vascular Plants*. New York, London, Paris, Tokyo, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B. 2012. *Biology*. California: Published by Pearson.
- Cruz, P.d.F., Mezzonato-Pires, A.C., Gonçalves-Esteves, V. and Mendonça, C.B.F. 2020. Pollen morphology of Passiflora section Granadillastrum (Passifloraceae) with a detailed description of the aperture. *Grana*, 59(5): 1–16
- Garcia, M.T. and Hoc, P.S., 2011. *Pollination: Mechanisms, Ecology, and Agricultural Advance*. Argentina: Nova Science Publisher.
- Hasrianda, E.F., Zaelani, A., and Poerba, Y.S. 2020. Jumlah, Uji Viabilitas, dan Daya Kecambah Serbuk sari 31 Aksesi Pisang (Musa sp.) Koleksi Kebun Plasma Nutfah Pisang LIPI. *Berita Biologi: Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 19(2): 197–206.
- Jamsari., Yaswendri., and Kasim, M. 2007. Fenologi Perkembangan Bunga dan Buah Spesies *Uncaria gambir*. *Biodiversitas*, 8 (2): 141–146.
- Kafoutchoni, K.M., Agoyi, E.E., Dassou, G.H., Sossou, H.S., Ayi, S., Glèlè, C.S., Adomou, A.C., Yédomonhan, H., Agbangla, C. and Assogbadjo, A.E. 2021. Reproductive biology, phenology, pollen viability and germinability in Kersting's groundnut (*Macrotyloma geocarpum* (Harms) Maréchal & Baudet, Fabaceae). *South African Journal of Botany*, 137: 440–450.
- Killip, E.P. 1939. The American Species of Passifloraceae. *Field Mus Nat Hist Bot*, 19: 60–63.
- Kumaladita, L., 2014. Hubungan Kekerbatan Jenis-Jenis Tumbuhan Anggota Sub Famili Caesalpinioideae di Daerah Istimewa Yogyakarta Berdasarkan Kajian Morfologi Serbuk Sari Sebagai Sumber Belajar Biologi Siswa SMA Kelas X. *JUPEMASI-PBIO*, 1(1): 93–97.
- Lersten, N.R. 2004. *Flowering Plant Embryology*. United Kingdom: Blackwell Publishing.
- Mezzonato-Pires, A.C., Mendonça, C.B.F., and Gonçalves-Esteves, V. 2015. Pollen morphology of selected species of Passiflora L. (Passifloraceae) from the Atlantic Forest. *Acta Botanica Brasilica*. 29(3): 391–399
- Perez, J.O. and Eeckenbrugge, G.C. 2017. Morphological Characterization in the Genus Passiflora L.:an Approach to Understanding its Complex Variability. *Plant Systematics and Evolution*, 303: 531–558.
- Lid, D.A.P.A., Velazquez, J.N., Megchún-García, J.V., Hernández, M.d.J.M., Lopez, M.A.E. 2023. Pollen available during anthesis of *Hylocereus undatus* flowers. *Enfoque UTE*. 14(4):29–33
- Snow, A.A. 1982. Pollination Intensity and Potential Seed Set in Passiflora vitifolia. *Oecologia*, 55: 231–237.
- Soares, T.L., Jesus, O.N., Souza, E.H., Rossi, M.L., Oliveira, E.J. 2017. Comparative Serbuk sari Morphological Analysis in the Subgenera Passiflora and Decaloba. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 90: 1–16.
- Soares, T.L., Jesus, O.N., Souza, E.H., Sarejo, J.A., Oliveira, E.J. 2013. Morphology and Viability of Serbuk sari Grains from Passion Fruit Species (*Passiflora* spp.). *Acta Botanica Brasilica*, 27(4): 779–787.
- Stiles, F.G.1978. Temporal Organization of Flowering among the Hummingbird Food Plants of a Tropical Wet Forest. *Biotropica*, 10: 194–210.
- Tabla, V.P., and Vargas C.F. 2004. Phenology and Phenotypic Natural Selection on the Flowering Time of a Deceit Pollinated

Tropical Orchid, *Myrmecophila christinae*.
Annals of Botany, 94(2): 243–250.

Zahrina, Hasanuddin, and Wardiah. 2017. Studi Morfologi Serbuk Sari Enam Anggota Familia Rubiaceae. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(1): 114–123.