

Struktur dan Perkecambahan Serbuk Sari pada Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Dwi Gusmalawati^{1✉}, Serafinah Indriyani², Rodiyati Azrianingsih^{2,3}, Zainal Abidin⁴

¹ Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Indonesia

² Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Indonesia

³ Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia (P4I), Universitas Brawijaya, Indonesia

⁴ Prodi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 18-03-2023

Direvisi : 04-04-2023

Diterima : 08-04-2023

Kata Kunci:

Bunga, Morfologi, Polen, Porang, Tabung Polen.

Keywords:

Flower, Morphology, Pollen, Porang, Pollen Tube.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis struktur dan perkecambahan serbuk sari pada porang. Struktur dan perkecambahan serbuk sari diamati secara mikroskopis. Pengamatan perkecambahan serbuk sari dilakukan pada tiga hari sebelum mekar (M-3), dua hari sebelum mekar (M-2), satu hari sebelum mekar (M-1), mekar (M) hingga empat hari setelah mekar (M+4). Serbuk sari pada porang berstruktur dimorfik (struktur X dan Y: unit *monad* dan majemuk). Struktur X dengan panjang aksis (P)= 30-50 μm , diameter ekuatorial (E)= 16.67-41.67 μm , dan indeks P/E= 1.19-1.79, sedangkan struktur Y dengan P= 50-84 μm , E= 34-67 μm , dan indeks P/E= 1.25-1.40. Serbuk sari porang berbentuk *subspheroidal* dan *prolat*; ukuran panjang aksis bertipe *media* dan *magna*; tipe aperture *monocolpate*. Viabilitas tertinggi struktur X pada M (31.58%), sedangkan struktur Y pada M+1 (21.76%). Viabilitas M+3 mulai menurun, sehingga penyerbukan buatan porang yang tepat dilakukan ketika viabilitas serbuk sari tinggi (M atau tidak lebih dari M+3).

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the structure and germination of pollen in porang. Pollen structure and germination were observed microscopically. Pollen germination observations were carried out three days before anthesis (M-3), two days before anthesis (M-2), one day before anthesis (M-1), anthesis (M) to four days after anthesis (M+4). Pollen in porang has a dimorphic structure (X and Y structures: *monad* and compound units). Structure X with axis length (P)= 30-50 μm , equatorial diameter (E)= 16.67-41.67 μm , and index P/E= 1.19-1.79, while structure Y with P= 50-84 μm , E= 34-67 μm , and P/E index= 1.25-1.40. Porang pollen was *subspheroidal* and *prolate* in shape; the length of the axes of the *media* and *magna* types; *monocolpate* aperture type. The highest viability of the X structure was at M (31.58%), while the Y structure was at M+1 (21.76%). M+3 viability begins to decline, so porang artificial pollination is appropriate when pollen viability is high (M or not more than M+3).

Corresponding Author:

Dwi Gusmalawati

Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124

Email: dwi.gusmalawati@fmipa.untan.ac.id

PENDAHULUAN

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tumbuhan herba perennial dari famili Araceae (talas-talasan) yang dikenal memiliki umbi dengan kandungan glukomanan tinggi (Sumarwoto, 2005; Yuzammi *et al.*, 2017; Gusmalawati *et al.*, 2019). Glukomanan merupakan serat pangan alami berupa karbohidrat kompleks yang tersusun atas glukosa dan manosa sehingga baik untuk program diet (Zang *et al.*, 2005). Glukomanan memiliki manfaat di bidang industri pangan (permen, jelly, konyaku dan shirataki), obat-obatan (antidiabetes), kosmetik (menghilangkan jerawat), dan tekstil (kain) (Zhang *et al.*, 2005; Prihatyanto, 2007; Rofik, *et al.*, 2017; Febriani, 2022). Mutimanfaat yang dimiliki umbi porang menyebabkan permintaan umbi ini dari waktu ke waktu semakin meningkat (Wahyono *et al.*, 2017; Hamdhan, 2020). Umbi porang telah diekspor ke Jepang, Korea, Belanda, Cina, Inggris, dan negara Eropa lainnya (Jansen *et al.*, 1996). Umbi porang yang diekspor dalam bentuk *chips* dan tepung atau powder (Febriani, 2022).

Siklus hidup porang tidak sama seperti tumbuhan lain pada umumnya, yaitu memiliki empat periode tumbuh. Periode tumbuh pertama hingga ketiga merupakan fase vegetatif, sedangkan pada periode tumbuh keempat merupakan fase generatif (Indriyani, 2011). Umbi yang dihasilkan dari periode tumbuh ketiga merupakan umbi yang sering dipanen dan dimanfaatkan untuk keperluan industri, karena kandungan glukomanannya tertinggi (Sumarwoto, 2005; Gusmalawati *et al.*, 2019). Akan tetapi, jika umbi pada periode tersebut tidak dipanen, maka umbi tersebut memasuki fase generatif. Fase generatif ditandai dengan munculnya tunas yang berupa kuncup bunga, selanjutnya bunga mekar, terbentuk buah dan biji (Indriyani, 2011; Santoso *et al.*, 2016). Fase generatif pada porang terjadi ketika intensitas hujan harian mulai tinggi (Sumarwoto, 2006).

Bunga porang berbentuk seperti tombak berujung tumpul dan bersifat uniseksual. Bunga porang terdiri dari tangkai bunga (pedunkulus), seludang bunga yang besar (spatha), dan tongkol bunga (spadiks). Tinggi pedunkulus berkisar 25-45 cm, diameter 16,5-28 mm, warna hijau muda hingga tua dengan berbercak putih kehijauan, halus dan licin. Spatha pendek berbentuk agak bulat, agak tegak, satu buah, bagian bawah hijau keunguan bercak putih, bagian atas jingga bercak putih, tinggi 20-28 cm dengan diameter 6-8 cm. Pada spadiks dari bagian pangkal terdiri atas bunga betina/putik (ginaesium), bunga jantan/benang sari (androesium) dan bunga mandul yang berbentuk seperti tombak (apendiks). Putik berwarna merah hati dan benang sari berwarna putih yang berada di atas putik (Jansen *et al.*, 1996; Sumarwoto, 2005; Santoso *et al.*, 2016).

Benang sari termasuk alat kelamin jantan pada tumbuhan. Benang sari pada porang meliputi tangkai sari dan kepala sari dua cuping (bilobus), masing-masing dengan dua lokus yang berisi serbuk sari. Lapisan terluar dari benang sari adalah lapisan epidermis sekretori bersel satu. Lapisan subepidermal terdiri dari endotesium, konektivum, lapisan tengah, tapetum, dan serbuk sari (Gusmalawati *et al.*, 2013). Menurut Ulrich & Hess (2012), serbuk sari pada *Araceae* tidak ditemukan apertura. Serbuk sari pada *Colocasia esculenta* dalam satu lokus memiliki dua bentuk (dimorfik) (Beevi & Sreekumari, 2009) dan pada *Arum alpinum* terdapat tiga bentuk (trimorfik) (Anger & Weber, 2006).

Serbuk sari adalah bagian dari bunga yang berbentuk kantung berisi gametofit jantan pada tumbuhan (Puspaningrum, 2008). Serbuk sari ditemukan pada tumbuhan yang hidup dalam suatu lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan untuk merekonstruksi tumbuhan dan vegetasi yang berada disekitarnya (Suedy, 2012). Morley (1990) menyatakan bahwa dengan diketahui tipe serbuk sari diketahui takson tumbuhan penghasil. Penggunaan bukti palinologi berupa fosil serbuk sari adalah untuk mengungkap adanya perubahan vegetasi dan lingkungan suatu daerah dalam satu periode tertentu (Suedy, 2012). Serbuk sari dapat diklasifikasikan berdasarkan kenampakan strukturnya. Serbuk sari memiliki struktur, bentuk, dan pola yang kompleks dan antara tumbuhan satu dengan yang lainnya berbeda (Puspaningrum, 2008). Karakter penting dari serbuk sari yang dapat digunakan dalam mendeterminasi dan mengidentifikasi tumbuhan, meliputi unit, apertura, ukuran, dan bentuk, serta ornamentasi lapisan dinding terluar (eksin) (Nugroho, 2014).

Informasi tentang morfologi bunga porang dan perkembangannya telah tersedia, demikian juga dengan serbuk sari (Sumarwoto, 2005; Gusmalawati *et al.*, 2013; Santoso *et al.*, 2016). Akan tetapi, penelitian tentang struktur dan perkecambahan serbuk sari secara detail masih sangat

terbatas. Penelitian yang berhubungan dengan struktur dan perkembangan/perkecambahan serbuk sari penting untuk diketahui, karena struktur serbuk sari dapat menentukan karakteristik dari tumbuhan dan perkembangan serbuk sari yang dapat menjelaskan hubungan antara periode tertentu dari perkembangan tersebut, sehingga dapat diperoleh informasi waktu yang tepat dalam penyerbukan buatan pada porang. Menurut Jamsari *et al.* (2007), salah satu faktor yang berdampak terhadap keberhasilan penyerbukan dan pembuahan adalah viabilitas serbuk sari. Viabilitas serbuk sari yaitu kemampuan tumbuhan menghasilkan serbuk sari yang hidup (viabel). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur dan perkecambahan serbuk sari pada porang dalam rangka memperkaya plasma nutfah di bidang pemuliaan tanaman dengan melakukan penyerbukan buatan berdasarkan viabilitas polen tertinggi.

METODE PENELITIAN

Sampel Umbi

Penelitian ini menggunakan umbi porang yang diperoleh dari Madiun Jawa Timur. Sampel umbi yang digunakan diambil dari tanaman periode tumbuh ketiga dengan berat 1.000-1.500 g. Umbi ditanam dalam *polybag* dengan menggunakan media campuran tanah dan kompos (2:1). Penyiraman dilakukan seperlunya. Tanaman porang tersebut diletakkan pada *green house* Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Fase generatif ditandai dengan munculnya tunas (kuncup bunga) yang diselubungi spatha ke permukaan umbi. Pengamatan struktur dan perkecambahan serbuk sari dilakukan mulai dari bunga tiga hari sebelum mekar (M-3) sampai empat hari setelah mekar (M+4).

Pengamatan Struktur Serbuk sari

Struktur serbuk sari diamati secara mikroskopis yang dilakukan dengan menggunakan metode Gusmalawati *et al.* (2013). Serbuk sari yang telah diambil dari bunga jantan pada saat bunga mekar (M) diletakkan pada gelas objek. Serbuk sari tersebut ada yang tidak diwarnai dan ada yang diwarnai dengan Safranin 1%, kemudian ditutup dengan gelas penutup dan bagian tepinya direkatkan dengan kutek. Preparat serbuk sari selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX31RBSFA pada perbesaran 40, 100 dan 400 kali. Pengamatan struktur serbuk sari terdiri dari panjang (P), diameter ekuator (E), Indeks P/E, unit, bentuk, ukuran dan apertura yang mengacu pada Gusmalawati *et al.* (2021) dan Fakhrizal (2015). Preparat serbuk sari yang telah diamati, kemudian didokumentasi dengan menggunakan kamera digital.

Pengamatan Perkecambahan Serbuk Sari

Pengamatan viabilitas serbuk sari dilakukan dengan menggunakan metode Bhojwani & Bhatnagar (1979). Pengamatan viabilitas serbuk sari diambil dari bunga dengan beberapa tahapan perkembangan, yaitu tiga hari sebelum mekar (M-3), dua hari sebelum a mekar (M-2), satu hari bunga mekar (M-1), saat mekar (M-0), satu hari setelah mekar (M+1), dua hari setelah mekar (M+2), tiga hari setelah mekar (M+3), dan empat hari setelah mekar (M+4). Serbuk sari yang telah diambil dari beberapa tahapan perkembangan tersebut diletakkan di atas gelas objek, kemudian ditetesi dengan campuran sukrosa 10%, CaCl_2 5 mM, MgSO_4 1 mM, dan H_3BO_3 0,01%, ditutup dengan gelas penutup. Jumlah serbuk sari yang viabel dan mampu berkecambah diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX31BSFA, dan selanjutnya didokumentasikan dengan menggunakan kamera digital.

Jumlah serbuk sari yang digunakan pada setiap tahapan pengamatan, yaitu sebanyak 100 serbuk sari. Serbuk sari yang viabel/berkecambah memiliki ciri-ciri yaitu: mengkilat, terdapat massa sel (berisi), dan tumbuh tabung serbuk sari, sedangkan serbuk sari yang tidak viabel memiliki ciri-ciri: buram, tidak terdapat massa sel (kosong), struktur rusak, dan tidak tumbuh tabung serbuk sari. Serbuk sari yang mampu berkecambah ditandai dengan muncul atau bertambahnya panjang tabung serbuk sari. Persentase serbuk sari yang viabel dihitung dari jumlah serbuk sari yang viabel dibagi dengan jumlah serbuk sari yang diamati dikalikan 100% (Indriyani,

1993). Data struktur dan perkecambahan serbuk sari disajikan berupa gambar, tabel dan grafik yang dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Serbuk Sari

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa struktur serbuk sari pada porang berbentuk bulat hingga lonjong. Dinding serbuk sari terdiri dari intin dan eksin (Gambar 1). Hal ini serupa dengan bentuk serbuk sari pada Araceae lainnya (Angler & Weber, 2006). Struktur serbuk sari pada bunga porang saat mekar memiliki tipe unit *monad* (soliter) (Gambar 1A-FI) dan ada yang majemuk (Gambar 1GH). Hal ini dikarenakan struktur serbuk sari pada porang terpisah atau tunggal dan ada yang majemuk (berkoloni). Menurut Mikaf (2013) serbuk sari *monad* yaitu serbuk sari yang terpisah atau saling bebas antara satu dengan lainnya (tunggal atau soliter). Serbuk sari *monad* umumnya dimiliki oleh tumbuhan Angiospermae (tunggal atau soliter). Serbuk sari *monad* yaitu serbuk sari yang tersebar atau terpisah dengan tetradnya (Hesse *et al.*, 2009). Serbuk sari majemuk merupakan serbuk sari yang berkumpul (Fakhrizal, 2005). Adanya unit serbeksari yang berbeda diduga karena tahapan perkembangan yang berbeda yaitu serbuk sari dari bunga yang belum mekar sampai beberapa hari setelah mekar.

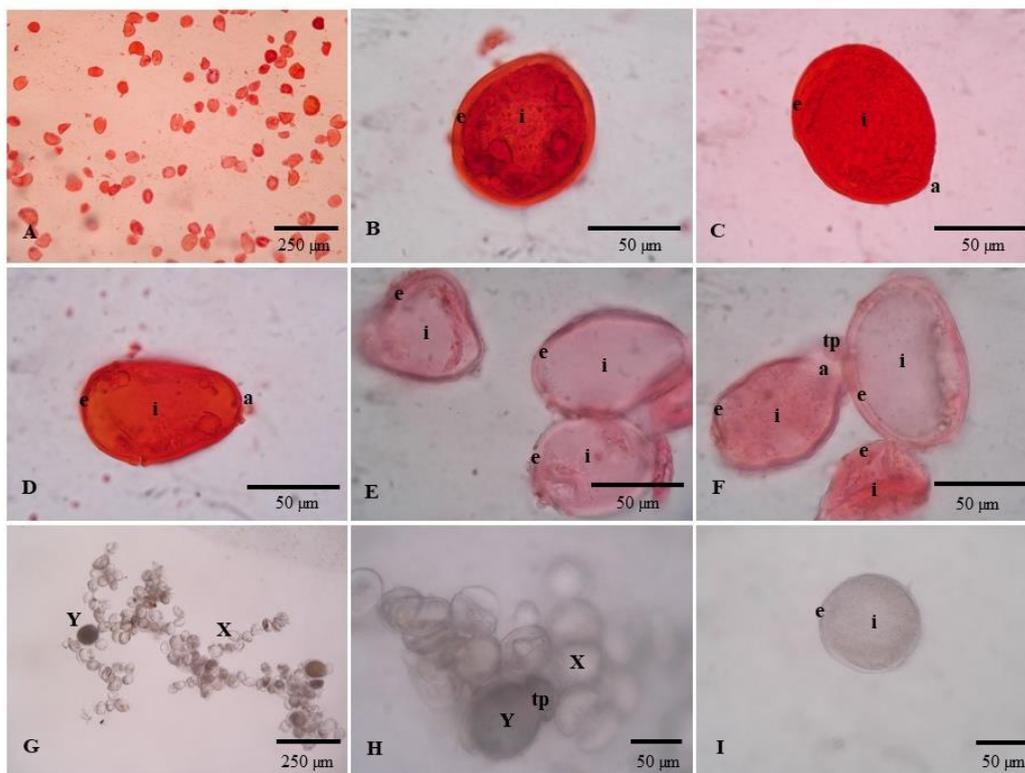
Struktur serbuk sari dalam satu kantung serbuk sari pada porang terdapat dua tipe (dimorfik). Kedua tipe serbuk sari ini memiliki karakter yang berbeda. Struktur yang pertama (X) berwarna putih/bening mengkilat, sedangkan struktur yang kedua (Y) berwarna cokelat hingga hitam. Serbuk sari dengan struktur X memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan struktur Y. Serbuk sari struktur X dengan panjang aksis (P)= 30-50 μm , diameter ekuatorial (E)= 16.67-41.67 μm , dan indeks P/E= 1.19-1.79, sedangkan struktur Y dengan P= 50-84 μm , E= 34-67 μm , dan indeks P/E 1.25-1.40 (Gambar 1GH). Beevi & Sreekumari (2009) menjelaskan bahwa dalam satu lokus/kantung serbuk sari pada *Colocasia esculenta* (Araceae) terdapat serbuk sari dengan tipe dimorfik. Tipe dimorfik adalah adanya dua tipe serbuk sari dalam satu lokus. Bentuk serbuk sari yang berbeda ini karena bentuk, ukuran, dan permukaan eksin yang berbeda. Tahap perkembangan berpengaruh terhadap ukuran serbuk sari. Bervariasinya ukuran panjang dan diameter serbuk sari pada porang ini dipengaruhi oleh tahap perkembangan dan bentuk serbuk sari. Fakhrizal (2005) menyebutkan bahwa bervariasinya panjang aksis, diameter dan indeks P/E pada serbuk sari disebabkan oleh jenis tumbuhan yang berbeda, tahap perkembangan, dan faktor lingkungan (suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan unsur mineral).

Bentuk serbuk sari pada porang berdasarkan nilai indeks P/E, yaitu *subspheroidal* dan *prolat*. Hal ini diakrenakan nilai indeks P/E pada serbuk sari porang adalah 1.19-1.79 untuk struktur X, dan 1.25-1.40 untuk struktur Y. Penelitian Cushing (1990) menyatakan bahwa serbuk sari bertipe *subspheroidal* merupakan serbuk sari yang memiliki nilai indeks P/E 0.75-< 1.33 μm , sedangkan serbuk sari bertipe *prolat* merupakan serbuk sari yang memiliki nilai indeks P/E 1.33-< 2.00 μm . Menurut Erdtman (1954), bentuk serbuk sari yang berbeda disebabkan oleh tingkat kematangan serbuk sari dan faktor genetik. Ukuran panjang aksis serbuk sari dalam penelitian ini yaitu 30-84 μm yang termasuk ke dalam tipe *media* dan *magna*. Menurut Cushing (1990), penentuan tipe ukuran serbuk sari berdasarkan pada nilai panjang aksis serbuk sari. Serbuk sari *media* mempunyai panjang aksis serbuk sari 25,0-< 50,0 μm , sedangkan *magna* mempunyai panjang aksis serbuk sari 50.0-<100 μm . Fakhrizal (2005) menyatakan bahwa ukuran serbuk sari yang berbeda dipengaruhi oleh faktor biotik (genetik, sifat bunga, dan tahap perkembangan) dan abiotik (suhu, cahaya, kelembapan, dan kandungan mineral, serta air pada lingkungan tempat tumbuh).

Tipe aperture serbuk sari pada porang yaitu *monocolpate*, karena serbuk sarinya hanya memiliki satu celah. Aperturanya merupakan lapisan tipis dari eksin dan lapisan tebal dari intin (Gambar 1C-F). Blackmore & Ferguson, (1986) menyebutkan bahwa aperture berfungsi sebagai pengatur transformasi ion dan celah untuk keluarnya kecambah serbuk sari di kepala putik dalam proses penyerbukan. Aperturanya tipe *monocolpate* merupakan tipe aperture dengan satu celah (Hesse *et al.*, 2009). Serbuk sari pada sebagian besar Angiospermae memiliki satu aperture (*monocolpate pollen*) yang terdapat pada monokotil, sedangkan pada dikotil sebagian besar memiliki tiga

apertura (*tricolpate pollen*) (Suradinata, 1998). Serbuk sari pada beberapa famili Araceae tidak memiliki apertura (Anger & Weber, 2006; Ulrich & Hess, 2012). Serbuk sari pada bunga porang saat mekar ada yang telah mengeluarkan tabung polen, namun hanya sedikit). Tabung polen muncul dari apertura (Gambar 1FH).

Tipe skulptur serbuk sari porang pada dengan pengamatan menggunakan mikroskop binokuler tidak terlihat, namun pada dinding serbuk sari terlihat adanya lapisan eksin dan intin. Eksin merupakan lapisan terluar, sedangkan intin merupakan lapisan dalam dari dinding serbuk sari. Pada eksin terdapat celah/apertura yang sangat tipis, apertura ini merupakan tempat untuk keluarnya tabung serbuk sari saat berkecambah (Gambar 1B-I). Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut dengan menggunakan mikroskop elektron agar tipe sulptur pada serbuk sari porang dapat diketahui. Erdtman (1954) menyebutkan bahwa skulptur (ornamentasi) adalah pahatan-pahatan di dinding luar serbuk sari dan spesies tumbuhan memiliki ciri yang khusus. Skulptur serbuk sari dapat diamati pada bagian luar permukaan eksin.



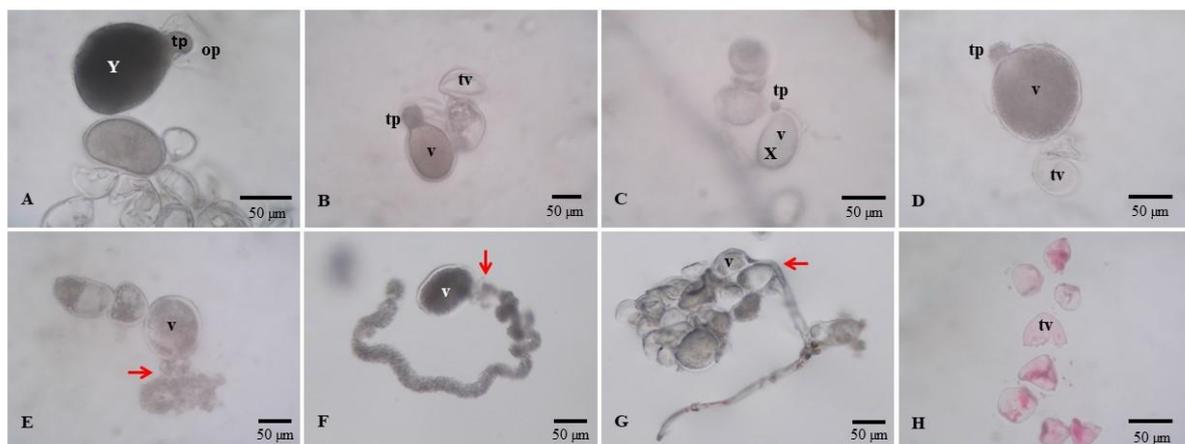
Gambar 1. Struktur serbuk sari pada porang. A-F Serbuk sari dengan pewarnaan Safranin 1%, G-I. Serbuk sari tanpa pewarnaan, A-F, I. Serbuk sari soliter, G, H. Serbuk sari koloni, e. Eksin, i. Intin. A. apertura, tp. Tabung serbuk sari, X. Serbuk sari bentuk X, Y. Serbuk sari bentuk Y

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa struktur serbuk sari pada porang dalam satu kantung serbuk sari terdapat perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk sari pada porang bertipe dimorfik. Penelitian Purnobasuki (2004) menyatakan bahwa struktur serbuk sari pada tumbuhan berbeda-beda. Perbedaan karakter struktur serbuk sari yang ditemukan pada tumbuhan mempunyai nilai taksonomi yang dapat dijadikan dasar dalam mengelompokkan tumbuhan. Struktur serbuk sari yang berbeda dapat digolongkan sesuai dengan tingkat kematangan dari serbuk sari pada setiap tahap perkembangan, selain itu Zahrina *et al.* (2017) menyebutkan bahwa struktur serbuk sari yang berbeda dipengaruhi oleh jenis dari tumbuhan dan tahap perkembangan.

Perkecambahan Serbuk sari

Serbuk sari secara normal dapat berkecambah pada stigma, namun perkecambahan serbuk sari dapat dilakukan secara *in vitro*. Berdasarkan hasil pengamatan viabilitas serbuk sari secara *in vitro* pada porang dengan menggunakan campuran sukrosa 10%, CaCl_2 , 5 mM, MgSO_4 1 mM, dan H_3BO_3 0,01% menunjukkan bahwa pada membran plasma serbuk sari yang viabel tampak mengkilat, terdapat massa sel, adanya tabung serbuk sari, dan berkecambah, sedangkan serbuk sari yang tidak viabel tampak suram dengan pengamatan menggunakan mikroskop binokuler, kosong, tidak membentuk tabung serbuk sari dan berkecambah (Gambar 2).

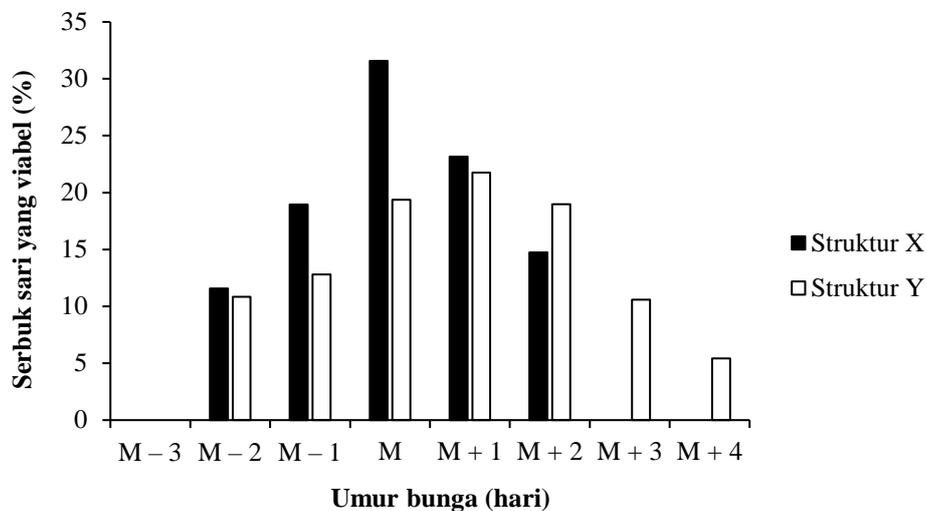
Serbuk sari pada porang ada yang viabel dan tidak viabel. Meskipun serbuk sari pada umbi porang viabel dan dapat membentuk tabung serbuk sari, namun tidak semua tabung serbuk sari mampu berkecambah. Tabung serbuk sari yang mampu berkecambah ukurannya semakin panjang. Pada perkecambahan serbuk sari secara *in vitro* selama pengamatan dari M-3 hingga M+4, hanya ada 3 tabung serbuk sari yang mampu berkecambah. Perkecambahan tabung serbuk sari ini terjadi pada M+1 dan M+2. Pada M+1, tabung serbuk sari yang mampu berkecambah yaitu serbuk sari struktur X (Gambar 2EF), sedangkan tabung serbuk sari yang mampu berkecambah pada M+2 adalah serbuk sari struktur Y (Gambar 2G). Bertambahnya umur bunga setelah mekar menyebabkan peningkatan persentase serbuk sari yang tidak viabel (Gambar 2H). Pada saat tersebut, serbuk sari banyak yang rusak seperti pecah dan terlihat kosong. Sudarmono & Sahromi (2012) menyatakan bahwa serbuk sari yang viabel dapat membentuk tabung polen/*pollen tube* di kepala putik (*stigma*/organ betina) untuk menuju ke ovule yang menyebabkan terbentuk biji.



Gambar 2. Perkecambahan serbuk sari pada porang. A-G Serbuk sari tanpa pewarnaan, H. Serbuk sari dengan pewarnaan Safranin 1%, A-D, Serbuk sari muncul tabung serbuk sari, E-G. Serbuk sari yang berkecambah, H. Serbuk sari tidak viabel, Y. Serbuk sari bentuk Y, X. Serbuk sari bentuk X, tp. Tabung serbuk sari, op. Operkulum, v. Serbuk sari viabel, tv. Serbuk sari tidak viabel. Tanda panah merah: polen berkecambah

Berdasarkan perhitungan persentase viabilitas serbuk sari pada porang menunjukkan bahwa pada M-3 belum ada serbuk sari yang viabel, baik pada struktur serbuk sari X maupun Y. Serbuk sari mulai viabel pada kedua struktur terjadi pada M-2, pada struktur X sebesar 11,58% dan Struktur Y sebesar 10,85%. Viabilitas polen semakin meningkat dengan bertambahnya umur mekarnya bunga. Persentase serbuk sari yang viabel tertinggi pada struktur X terjadi pada M (bunga mekar penuh), yaitu mencapai 31,58 %, sedangkan pada struktur Y terjadi pada M+1, yaitu sebesar 21,76 % (Gambar 3). Persentase viabilitas polen struktur X pada M+3 hingga M+4 serbuk sarinya sudah tidak viabel, sementara pada struktur Y masih viabel meskipun persentasenya telah menurun. Meskipun mencapai 31,58 % serbuk sari yang viabel, namun pada penelitian ini tabung serbuk sari yang mampu berkecambah hanya tiga. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berkecambah serbuk sari pada porang sangat rendah. Penelitian Indriyani (1993) menunjukkan bahwa perkecambahan serbuk sari pada bunga *Theobroma cacao* dengan menggunakan medium agar (*in vitro*) yaitu sebesar 71,43% pada bunga satu hari setelah mekar. Penelitian Ulfah *et al.* (2015) menunjukkan bahwa perkecambahan serbuk sari pada bunga

Aeschynanthus radicans var. 'Monalisa' dengan menggunakan media Brewbeker-Kawak yaitu sebesar 56.70%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap jenis tanaman memiliki viabilitas perkecambahan serbuk sari yang berbeda.



Gambar 3. Persentase serbuk sari yang viabel pada porang, M-3: tiga hari sebelum mekar, M-2: dua hari sebelum mekar, M-1: sehari sebelum mekar, M: saat mekar, M+1: satu hari setelah mekar, M+2: dua hari setelah mekar, M+3: tiga hari setelah mekar, dan M+4: empat hari setelah mekar

Berdasarkan tingginya persentase serbuk sari yang viabel pada M untuk struktur X dan M+1 untuk struktur Y, maka dapat dijadikan dasar untuk dilakukan penyerbukan buatan pada bunga porang pada waktu tersebut. Penyerbukan buatan untuk serbuk sari struktur X dilakukan pada saat M, sedangkan struktur Y dilakukan pada saat M+1, karena pada saat tersebut persentase viabilitas tertinggi sehingga dapat memberikan peluang terjadinya penyerbukan dan pembuahan besar. Namun, mengingat sulitnya membedakan serbuk sari struktur X dan Y tanpa bantuan mikroskop dan sulitnya melakukan pemisahan serbuk sari yang ukurannya sangat kecil, maka waktu yang tepat untuk melakukan penyerbukan buatan yaitu pada saat M atau M+1. Penyerbukan buatan pada porang ini dapat dilakukan mengingat waktu kematangan antara bunga jantan dan betina, serta antara tanaman yang satu dengan yang lain juga berbeda. Penyerbukan buatan ini merupakan salah satu upaya dalam memperkaya plasma nutfah untuk pemuliaan tanaman porang.

Penelitian Young *et al.* (1984) menunjukkan bahwa perkecambahan serbuk sari pada tanaman coklat selama pengamatan 24 jam dan selang pengambilan bunga yang terpolinasi adalah empat jam. Hal ini ditunjukkan oleh berkecambahannya serbuk sari yang paling banyak ditemukan pada pukul 20.00 (10 serbuk sari) pada satu bunga. Penelitian Bojwani & Bhatnagar (1979), faktor penting yang berpengaruh terhadap perkecambahan serbuk sari adalah kandungan karbohidrat, boron, kalsium, enzim (selulose, pektinase, dan kalase), genetik, hormon tanaman (auksin dan giberelin), dan faktor lingkungan (suhu). Kondisi layunya bunga berpengaruh terhadap viabilitas serbuk sari. Hal tersebut menyebabkan penurunan viabilitas serbuk sari setelah mekar. Kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap viabilitas serbuk sari (Perveen, 2007). Berdasarkan hal tersebut, faktor yang mempengaruhi perkecambahan tabung serbuk sari pada porang adalah faktor eksternal (kondisi lingkungan) dan internal (genetik, tahapan perkembangan dan fisiologi).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Serbuk sari pada porang memiliki struktur dimorfik, yaitu struktur X dan Y dengan unit monad dan majemuk. Struktur X memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan struktur Y. Serbuk sari

struktur X dengan panjang akis (P)= 30-50 μm , diameter ekuatorial (E)= 16.67-41.67 μm , dan indeks P/E= 1.19-1.79, sedangkan struktur Y dengan P= 50-84 μm , E= 34-67 μm , dan indeks P/E 1.25-1.40, sehingga memiliki bentuk *subspheroidal* dan *prolat* dengan ukuran panjang aksis bertipe *media* dan *magna*. Tipe apertura yaitu *monocolpate*, sedangkan tipe skulptur tidak dapat diamati. Struktur X memiliki viabilitas tertinggi pada M (31.58%), sedangkan struktur Y pada M+1 (21.76 %). Serbuk sari pada M+3 viabilitasnya rendah, bahkan pada struktur X sudah tidak ada yang viabel.

Saran

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop elektron supaya struktur serbuk sari pada porang dapat teramati secara detail sehingga dapat diketahui tipe skulpturnya. Penyerbukan buatan pada porang dapat dilakukan ketika viabilitas serbuk sari tertinggi yaitu pada saat bunga mekar atau tidak lebih dari tiga hari setelah bunga mekar, karena pada saat tersebut viabilitas serbuk sari rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia (P4I) Universitas Brawijaya, Indonesia, yang telah memberikan dana dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Anger, E. M., & Weber, M. (2006). Pollen-Wall Formation in *Arum alpinum*. *J. Ann. Bot.*, 97, 239-244.
- Beevi, P. N., & Sreekumari, M. T. (2009). Pollen Morphology of Taro (*Colocasia esculenta*) *J. of Root Crops*, 35 (2), 158-163.
- Blackmore, S., & Ferguson I. K. (1986). *Pollen and Spores: Form and Function*. London: Academic Press.
- Bojwani, S. S & S. P. Bhatnagar. (1979). *The Embryology of Angiosperms*. 3rd Revised Edition. Jhilmil Tahirpur Industrial Area, Shahdara, Delhi.
- Cushing, E. J. (1990). *Outline For the Description of Pollen and Spores*. Minnesota USA: Minnesota University.
- Erdtman, G. (1954). *An Introduction to Pollen Analysis*. Waltham: Chronica Botanica Company.
- Fakhrizal, T. 2005. Morfologi Serbuk Sari Familia Poaceae di Kampus Universitas Syiah Kuala. *Skripsi*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Febriani, A. N. (2022). *Hasilkan Cuan Dari Porang*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Gusmalawati, D., Arumingtyas, E. L., Azrianingsih, R. & Mastuti, R. (2019). LC-MS Analysis of Carbohydrate Components in Porang Tubers (*Amorphophallus muelleri* Blume) From the Second and The Third Growth Period. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.*, 391(1), 1-7.
- Gusmalawati, D., Huda, M. F., Fauziah, S. M. Banyo, Y. E., & Abidin, Z. (2021). Karakterisasi Morfologi Polen Dari Sepuluh Jenis Tumbuhan Dari Famili Yang Berbeda. *G-Tech Jurnal Teknologi dan Terapan*, 4(2), 303-308.
- Gusmalawati, D., Indriyani, S. & Azrianingsih, R. (2013). *Anatomi Dan Histokimia Organ Generative Amorphophallus muelleri*. *Floribunda*, 4(7), 175-180.
- Hamdhan, R. A. (2020). Dampak Usahatani Komoditas Porang Terhadap Kesejahteraan Masyarakat Di Desa Klangon, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun. *Agricore*, 5 (2), 125-138.
- Hesse, M. H., Halbritter, R., Zetter, M., Weber, R., Buchner, A., Frosch-Radivo, S., & Ulrich. (2009). *Pollen Terminology: An Illustration Handbook*. Vienna: Springer Wien New York.
- Indriyani, S. 1993. Morfologi Perkembangan Bunga dan Buah Pada Coklat (*Theobroma cacao* L.). Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung. Tesis.

- Indriyani, S. 2011. Pola Pertumbuhan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan Pengaruh Lingkungan Terhadap Kandungan Oksalat dan Glukomanan. Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya. Disertasi.
- Jamsari, K. Yaswendri, & Musliar. (2007). Fenologi Perkembangan Bunga dan Buah Spesies *Uncaria gambir*. *Biodiversitas*, 8(2), 141-146.
- Jansen, P. C. M., Van Der Wilk, C. & Hettterscheid, W. L. A. (1996). *Amorphophallus* Blume Ex Decaisne. In M. Flach and F. Rumawas (Eds.). *PROSEA: Plant Resources of South-East Asia No 9. Plant Yielding Non-Seed Carbohydrates*. Backhuys Publishers. Leiden. 45-50.
- Mikaf, F. (2013). Studi Morfologi Serbuk Sari Pada Beberapa Varietas *Coleus scutellarioides* L. *Jurnal Eksakta*, (XIV), 99-106.
- Morley, R J. 1990. *Short Course Introduction to Palynology with Emphasis on Southeast Asia*. Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto.
- Nugroho, S. H. (2014). Karakteristik Umum Polen dan Spora serta Aplikasinya. *Oseana*, 39(3), 7-19.
- Perveen, A. (2007). Pollen Germination Capacity, Viability and Maintenance of *Pisium sativum* L. Papilionaceae). *Middle-East Journal of Scientific Research*, 2, 79-81.
- Prihatyanto, T. (2007). Budidaya Tanaman Porang (Iles-Iles) Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Dalam dan di Sekitar Hutan. *Majalah Kehutanan, Indonesia*, Edisi II Tahun 2007.
- Purnobasuki, H., Purwandari, E., & Soedarti, T. (2014). Keanekaragaman Morfologi Serbuk Sari Pada 5 Spesies *Bougainvillea*. *Jurnal Bioscientiae*, 11(1), 48-59.
- Puspaningrum, M.R. (2008). Holocene Environmental Change Interpreted Based on Pollen Records of Air Pacah, West Sumatra. *Final Project Report*. Biology Program, School of Life Sciences and Technology, Institut Teknologi Bandung, Bandung: 49.
- Rofik, K., Setiahari, R., Puspatiwati, I. R., & Lukito, M. (2017). Potensi Produksi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di Kelompok Tani Mpsdh Wono Lestari Desa Padas Kecamatan Dagangan Kabupaten Madiun. *Agri-Tek*, 17, 53-65.
- Santosa, E., Lontoh, A. P., Kurniawati, A., Sari, M., & Sugiyama, N. (2016). Flower Development and Its Implication for Seed Production on *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *J. Hort. Indonesia*, 7(2), 65-74.
- Sudarmono & Sahromi. (2012). Pollen atau Serbuk Sari: Aspek Morfologi, Sistematika dan Aplikasinya pada Tumbuhan Keluarga Mentol. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 2(1), 12-16.
- Suedy, S. W. A. (2012). Paleorekonstruksi Vegetasi dan Lingkungan Menggunakan Fosil Polen dan Spora pada Formasi Tapak Cekungan Banyumas Kala Plio-Plistosen. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor: 225.
- Sumarwoto. (2005). Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume); Deskripsi dan Sifat-Sifat Lainnya. *J. Biodiversitas*, 6 (3), 185-190.
- Sumarwoto. (2006). Fenologi Pembungaan Dan Pembuahan Berbagai Macam Berat Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *J. Biota* XI, (1), 8-13.
- Suradinata, T. (1998). Struktur Tumbuhan. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Ulfah, S. M., Dorly, & Rahayu, S. (2016). Perkembangan Bunga dan Uji Viabilitas Serbuk Sari Bunga Lipstik *Aeschynanthus Radicans* Var. 'Monalisa' Di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya*, 19 (1), 21-32.
- Ulrich, S., & Hess, M. (2012). *Schismatoglottis* and *Apoballis* (Araceae): A New Example for The Significance of Pollen Morphology in Araceae Systematics. *Taxon*, 61 (2), 281-292.
- Wahyono, A., Arifianto, A. S., & Wahyono, N. D. (2017). Prospek Ekonomi Kebijakan Pemanfaatan Produktifitas Lahan Tidur Untuk Pengembangan Porang dan Jamur Tiram di Jawa Timur. *Jurnal Cakrawala*, 11(2), 171-180.
- Young, A. M., Schaller, M., & Strand, M. (1984). Floral Nectaries and Trichomes in Relation to Pollination in Some Species of *Theobroma* and *Herrania* (Sterculiaceae). *Am. J. Bot.*, 71 (4), 466-480.

- Yuzammi, Kurniawan, A., Asih, N. P. S., Erlinawati, I., & Hetterscheid, W. (2017). *The Amorphophallus of Indonesia*. Center for Conservation Botanic Gardens Indonesia Institute of Sciences, 120-124.
- Zahrina, Hasanuddin, & Wardiah. (2017). Studi Morfologi Serbuk Sari Enam Anggota Familia Rubiaceae. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*. 2(1), 114-123.
- Zhang, Y. Q., Xie, B. J., & Gan, X. (2005). Advance In the Applications of Konjac Glucomannan and Its Derivatives. *Carbohydr Polym.*, 60, 27-31.