

MORFOLOGI DAN VIABILITAS POLEN PADA DUA SPESIES BELIMBING HUTAN (*Averrhoa dolichocarpa* dan *A. leucopetala*)

Pollen morphology and viability of two wild starfruit species (*Averrhoa dolichocarpa* and *A. leucopetala*)

Kapsah¹, Dorly² dan Inggit Puji Astuti^{1*}

¹ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB Jalan Agatis, Gedung Fapet, Wing 1, Lantai 5, Kampus IPB Bogor 16680

² Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor, LIPI Jl. Ir. H. Juanda 13, Bogor 16003

*Email: inggit_pa@yahoo.com

Diterima/Received: 9 Maret 2015; Disetujui/Accepted: 16 Juni 2016

Abstract

Wild starfruit *Averrhoa dolichocarpa* and *A. leucopetala* belong to Oxidaceae family. Both of these species are known as wild starfruit. Usage these species as a fruit or medicine are not discover yet. A number of flowers aborted during pre and at anthesis. As a result the flower failed to produce a fruit. The aims of the research were to study the pollen morphology and viability at a day before anthesis (H₋₁) and at anthesis (H₀) stadia by the method of germination in the Brewbaker and Kwack (BK) and 10% sucrose media. The pollen shape of the wild starfruit (*A. dolichocarpa* and *A. leucopetala*) is globose with three aperture or tricolpate. Polen with smooth surfaces is *A. leucopetala* and polen with rogh surfaces is *A. dolicocarpha*, also included into the group of medium-type pollen. Preliminary study showed that the optimum incubation time of pollen germination test was 16 hours. BK medium showed a better result for germination test instead of 10% sucrose with viability 68.4% and 54.6%, respectively. Pollen viability of wild starfruit at H₀ stadia (65.29%) was higher than pollen viability at H₋₁ stadia (57.68%) except on *A. dolichocarpa* that grow in the slopes on long filaments in both of BK and 10% sucrose media. Pollen viability of wild starfruit on long filaments were higher than on the short filaments i.e. 62.5% and 60.5%, respectively.

Keywords: starfruit, pollen viability, *in vitro* germination

Abstrak

Belimbing hutan *Averrhoa dolichocarpa* dan *A. leucopetala* merupakan jenis belimbing yang termasuk ke dalam famili Oxalidaceae. Kedua jenis belimbing ini diketahui sebagai belimbing liar. Pemanfaat jenis ini sebagai buah dan obat belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari morfologi dan viabilitas polen pada bunga sehari sebelum mekar (H₋₁) dan bunga mekar (H₀) dengan metode pengecambahan dalam media Brewbaker and Kwack (BK) dan sukrosa 10%. Bentuk polen pada belimbing hutan adalah bulat dengnan

memiliki tiga aperture atau trikolpata. Polen dengan permukaan halus pada *A. leucopetala* dan tidak rata pada *A. dolichocarpa* serta termasuk ke dalam kelompok polen tipe medium. Hasil penelitian pendahuluan diperoleh bahwa waktu inkubasi optimum untuk uji perkecambahan polen adalah 16 jam. Viabilitas polen dalam media BK lebih tinggi dibanding dengan media sukrosa 10% yaitu masing-masing 68,4% and 54,6%. Nilai viabilitas polen belimbing hutan stadia H_0 (65,29%) lebih tinggi dibandingkan viabilitas polen belimbing hutan stadia H_{-1} (57,68%) kecuali pada *A. dolichocarpa* yang di tanam di lereng pada filamen panjang, baik pada media BK maupun media sukrosa 10%. Viabilitas polen belimbing hutan pada filamen panjang lebih tinggi dibandingkan dengan filamen pendek yaitu berturut-turut 62,5% dan 60,5%.

Kata kunci : belimbing hutan, pengecambahan *in vitro*, viabilitas polen

PENDAHULUAN

Belimbing (*Averrhoa* spp) merupakan salah satu marga dari suku Oxalidaceae. Corner (1940) melaporkan bahwa marga ini berasal dari kawasan Malaya yang kemudian tersebar luas ke seluruh daerah tropika. Sampai tahun 2007, marga ini hanya diketahui mempunyai anggota dua jenis saja yaitu *Averrhoa bilimbi* L. dan *A. carambola* L. (Payal et al., 2012).

A. bilimbi atau dikenal dengan beberapa sebutan nama lokal seperti belimbing buluh, belimbing wuluh, calincing, dan belimbing asem mempunyai buah yang asam rasanya. Corner (1940) melaporkan belimbing wuluh/buluh ini berasal dari Malaysia. Namun, Roy et al. (2011) menginformasikan bahwa belimbing wuluh/buluh ini berasal dari Indonesia dan Malaysia. Belimbing wuluh yang berada di kawasan wilayah Amerika Selatan, kemungkinan berasal dari Maluku yang selanjutnya dibawa ke Jamaica melalui Pulau Timor pada tahun 1793 (Roy et al., 2011).

A. carambola atau yang dikenal dengan sebutan belimbing manis dilaporkan berasal dari Sri Lanka dan Maluku (Indonesia) yang kemudian tersebar luas ke daratan Asia Selatan dan Malaysia serta ke beberapa Negara lainnya (Dasgupta et al., 2013). Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia sebagai daerah asal tanaman ini. Tahun 1985, Tim gabungan Peneliti Pusat Penelitian Biologi dan Kebun Raya LIPI menemukan belimbing hutan dari Cycloops Papua dengan nomor koleksi MR 259. Tanaman ini selanjutnya dikoleksi dan ditanam di Kebun Raya

Bogor tahun 1988 dengan nama *Averrhoa* sp. Tahun 1997, tanaman ini diidentifikasi oleh Dr. Max van Balgoy dengan nama *A. bilimbi*. Tahun 2002, Tim Eksplorasi Kebun Raya Bogor berhasil mengoleksi belimbing (*Averrhoa* sp.) di kawasan hutan konservasi Cagar Alam Panua Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo dengan nomor koleksi IP 398 dan ditanam sebagai tanaman koleksi tahun 2007 di Kebun Raya Bogor. Kedua jenis belimbing dari Papua dan Gorontalo tersebut kemudian dipublikasikan sebagai jenis baru oleh Rugayah dan Sunarti (2008). Jenis yang berasal dari Papua diberi nama *A. dolichocarpa* Rugayah & Sunarti, sedangkan yang berasal dari Gorontalo diberi nama *A. leucopetala* Rugayah & Sunarti.

A. bilimbi dan *A. carambola* sudah dikenal dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, sebagai buah segar, diolah atau sebagai obat. Buah *A. bilimbi* merupakan obat anti diabetes, anti bakteri dan anti kolesterol (Roy et al., 2011). Ekstrak buah belimbing manis (*A. carambola*) merupakan obat anti bakteri, analgetik (penghilang rasa sakit) dan anti kanker (Singh et al., 2014; Das & Ahmed, 2012; Das & Ahmed 2012). Biologi dan kegunaan kedua jenis belimbing hutan *A. dolichocarpa* dan *A. leucopetala* belum banyak diketahui. Berdasarkan morfologi buahnya yang mirip *A. bilimbi* adalah *A. dolichocarpa* serta peralihan antara *A. bilimbi* dan *A. carambola* adalah *A. Leucopetala* (Rugayah & Sunarti 2008) serta buah memiliki rasa asam, berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai substitusi maupun komplemen *A. bilimbi*. Dengan demikian, kajian yang terkait dengan fenologi perbungaan dan pembuahannya perlu diteliti.

Penelitian tentang fenologi pembungaan *A. dolichocarpa* dan *A. leucopetala* telah dilaporkan oleh Mangunah *et al.* (2013), sehingga ciri morfologi bunga stadia satu hari sebelum bunga mekar atau antesis (H_{-1}) dan bunga stadia saat antesis (H_0) sudah diketahui. Stadia H_{-1} dijumpai ujung petal mulai tampak keluar dari sepalnya, sedangkan stadia H_0 petal sudah terlihat jelas keluar dari sepalnya. Bunga *A. dolichocarpa* memiliki petal yang berwarna merah muda dengan bagian putih di tepi dan pangkalnya, sepal berwarna hijau dengan garis merah muda di tepi, selain itu juga filamen sudah dipenuhi serbuk sari berwarna putih. Bunga *A. leucopetala* memiliki petal yang berwarna putih, filamen dipenuhi serbuk sari berwarna kuning. Tingkat kerontokan bunga *A. dolichocarpa* dan *A. leucopetala* pada fase pra antesis (sebelum bunga mekar) dan fase antesis cukup tinggi, sehingga tingkat keberhasilan perkembangan bunga sampai menjadi buah relatif kecil. Tingkat keberhasilan perkembangan bunga sampai menjadi buah dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah sistem penyerbukan dan fertilitas polen (Rahman *et al.*, 2011). Menurut Safitri *et al.* (2011), Oxalidaceae memiliki bunga heterostili dengan tipe distili yaitu memiliki filamen panjang dan filamen pendek. Rahmah (2007) melaporkan bahwa tipe distili ditemukan pada juga bunga *A. bilimbi* dan *A. carambola*. Tanaman dengan bunga yang memiliki tipe distili menurut Ornelas *et al.* (2004) hanya dapat menghasilkan buah jika penyerbukannya terjadi dari bunga yang lain. Hal ini berhubungan dengan tingkat fertilitas polen dan strategi penyerbukan (Naiki & Kato, 1999). Namun demikian, hubungan antara fertilitas polen dengan masa antesis kedua jenis belimbing hutan tersebut belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari morfologi dan viabilitas polen *A. dolichocarpa* dan *A. leucopetala* sekitar waktu antesis dengan uji perkecambahan menggunakan media Brewbaker and Kwack (BK) dan sukrosa 10%.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2014. Pengambilan sampel dilakukan di Kebun Raya Bogor. Uji perkecambahan

polen dilakukan di Laboratorium Treub Kebun Raya LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).

Bahan tanaman yang digunakan adalah bunga dan polen dari belimbing hutan koleksi Kebun Raya Bogor. Bunga yang diambil adalah bunga sehari sebelum mekar (H_{-1}) dan saat mekar (H_0). Sebanyak 10 cluster bunga diambil dari dua individu pohon *A. dolichocarpa* yang ditanam di pembibitan dan dua individu pohon *A. dolichocarpa* yang ditanam di kebun koleksi asal Papua serta dua individu pohon *A. leucopetala* asal Gorontalo.

Pengamatan Morfologi Bunga

Morfologi bunga belimbing hutan diamati berdasarkan posisi pistil terhadap filamen yang belum dilaporkan pada penelitian Mangunah *et al.* (2013). Pengamatan bunga dilakukan menggunakan mikroskop stereo.

Pengamatan Morfologi Polen dengan SEM

Struktur polen belimbing hutan diamati dengan menggunakan mikroskop SEM. Polen dikeringkan secara alami lalu direkatkan pada *specimen stub* menggunakan selotape karbon. Permukaan polen kemudian dilapisi (*coating*) dengan emas, kemudian diamati dengan SEM Variabel yang diamati yaitu struktur eksternal, bentuk, tipe dan jumlah apertur pada polen.

Pengamatan Diameter Polen dengan Mikroskop Cahaya

Pengukuran diameter polen dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya yang dilengkapi dengan mikrometer pada lima bidang pandang dari setiap gelas obyek. Pengukuran pada tiap bidang pandang dilakukan terhadap 35 polen secara acak yang mengacu pada penelitian Wahyudin (1999).

Pengamatan Viabilitas Polen

Pengamatan viabilitas polen berupa uji perkecambahan *in vitro* menggunakan dua media yaitu sukrosa 10% dan media Brewbaker & Kwack (BK) yang terdiri atas sukrosa 10%, H_3BO_4 100 ppm, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 300 ppm, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 200 ppm, dan KNO_3 100 ppm dalam 1000 mL akuades. Media perkecambahan terlebih dahulu diadaptasi dengan

suhu AC 24°C. Pengambilan polen dilakukan pada pukul 07.00-08.00. Sampel bunga untuk masing-masing individu pohon adalah 10 perbungaan, kemudian diambil satu bunga stadia H₋₁ dan satu bunga stadia H₀. Masing-masing bunga ditempatkan di dalam cawan petri yang telah dilapisi tisu basah.

Berdasarkan pengamatan pada bagian bunga, stamen *A. dolichocarpa* dan *A. leucopetala* terdiri atas lima filamen panjang dan lima filamen pendek. Polen bunga *A. dolichocarpa* dan *A. leucopetala* stadia H₋₁ dan H₀ dari tiap bunga dibedakan antara sumber polen dari filamen panjang dan filamen pendek. Polen yang bersumber dari lima filamen panjang dicampur menjadi satu preparat amatan, demikian juga dengan polen yang bersumber dari filamen pendek. Polen yang akan dikecambahkan dimasukkan ke dalam media BK, atau sukrosa 10% yang telah ditetaskan pada gelas obyek. Gelas obyek kemudian diletakkan di dalam cawan petri yang telah dilapisi tisu basah yang ditetesi akuades sekitar 1 ml, sehingga tercipta kondisi yang lembab. Cawan petri kemudian ditutup dan diinkubasi selama 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 16 dan 17 jam hingga diperoleh waktu optimum bagi polen untuk berkecambah. Perkecambahan polen diamati dibawah mikroskop cahaya yang dilengkapi dengan mikrometer dan Optika Vision Lite 2.1. Pengamatan untuk menentukan waktu optimum dan pengukuran tabung polen dilakukan secara acak pada lima bidang pandang.

Polen dikategorikan normal berkecambah apabila panjang tabung polen sudah mencapai minimal sama dengan diameter polen tersebut. Pengukuran tabung polen untuk masing-masing bidang pandang dilakukan terhadap 10 polen secara acak. Persentase viabilitas polen mengacu pada rumus yang digunakan oleh Dafni (1992):

$$\text{Viabilitas} = \frac{\text{Jumlah polen yang berkecambah pada bidang pandang}}{\text{Total polen yang dikecambahkan dalam bidang pandang}} \times 100\% \quad (1)$$

Uji Perkecambahan Polen Secara *In Vitro*

Pengambilan sampel polen yang digunakan untuk perkecambahan *in vitro* pada percobaan

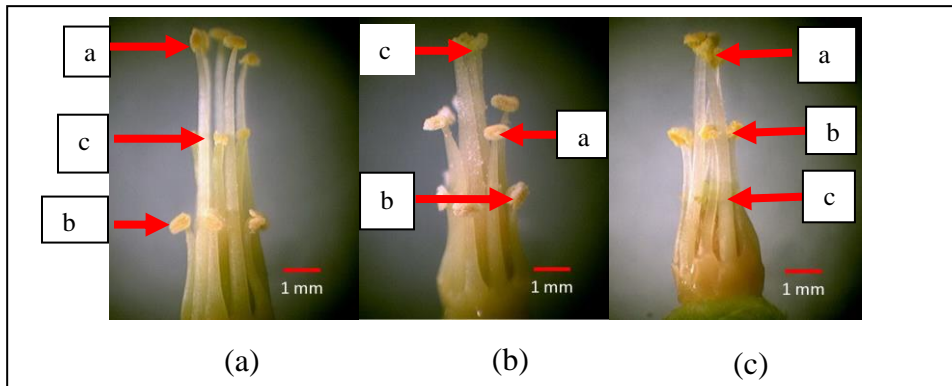
utama sama seperti pada percobaan pendahuluan. Pengamatan viabilitas polen dan pengukuran panjang tabung polen dilakukan di lima bidang pandang secara acak pada saat optimum setelah 16 jam polen dikecambahkan. Persentase perkecambahan dihitung pada saat waktu optimum perkecambahan polen *A. dolichocarpa* dan *A. Leucopetala* dengan mengacu kepada penelitian Wahyudin (1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Bunga

Bunga *A. dolichocarpa* merupakan bunga majemuk dengan susunan bunga yang rapat penuh terdiri lebih dari 10 bunga (kluster) muncul di batang utama atau percabangan (Astuti & Rugayah, 2009). Bunganya memiliki kelopak berwarna coklat kekuningan dan mahkota bunganya berwarna putih di bagian tepi dan berwarna merah muda dengan pola garis-garis ungu di bagian tengahnya (Rugayah & Sunarti, 2008). Bunga *A. leucopetala* adalah bunga majemuk yang terdiri dari beberapa bunga (kluster) yang muncul di batang utama, percabangan dan kadang-kadang diketiak daun (Astuti & Rugayah, 2009). Bunganya memiliki kelopak berwarna hijau pucat dan mahkota bunga berwarna putih (Rugayah & Sunarti, 2008). Pengamatan morfologi pada semua sampel bunga menunjukkan bahwa bunga belimbing hutan memiliki bunga sempurna dan berumah satu.

Semua bunga *A. dolichocarpa* dan *A. leucopetala* memiliki lima filamen panjang dan lima filamen pendek. Berdasarkan posisi pistil terhadap filamen, pada bunga *A. dolichocarpa* ditemukan tipe pistil yang berbeda (tipe distili) yaitu pistil panjang yang ditemukan pada bunga *A. dolichocarpa* di pembibitan dan pistil pendek ditemukan pada *A. dolichocarpa* yang ditanam di kebun koleksi, sedangkan *A. leucopetala* memiliki pistil pendek (Gambar 1).



Gambar 1. Variasi letak pistil dan stamen pada belimbing hutan yang ditanam di Kebun Raya Bogor (a) *Averrhoa dolichocarpa* pembibitan (b) *A. dolichocarpa* lereng (c) *A. leucopetala*
(Keterangan : a = filamen panjang, b = filamen pendek, c = stigma)

Hasil pengamatan pada anter bunga belimbing hutan, menunjukkan bahwa sebagian anter pada stadia bunga H_{-1} sudah mengalami antesis. Anter stadia bunga H_0 sekitar pukul 07.00 sudah pecah, baik anter pada filamen panjang maupun filamen pendek. Ini disebabkan karena aktivitas bunga mekar terjadi sekitar pukul 04.00 sampai 06.00 pagi. Kondisi ini menginformasikan bahwa bunga *Averrhoa* mempunyai sensitifitas pada kondisi suhu rendah dan kelembaban malam hari menjelang pagi untuk menstimulus aktivitas mekarnya bunga (Mangunah, 2013). Kondisi ini sesuai dengan pernyataan van Doorn, W.G. & U. van Meeteren (2003) yang menginformasikan bahwa mekarnya bunga di malam hari itu berkaitan dengan berkurangnya temperature dan intensitas cahaya serta meningkatnya kelembaban udara.

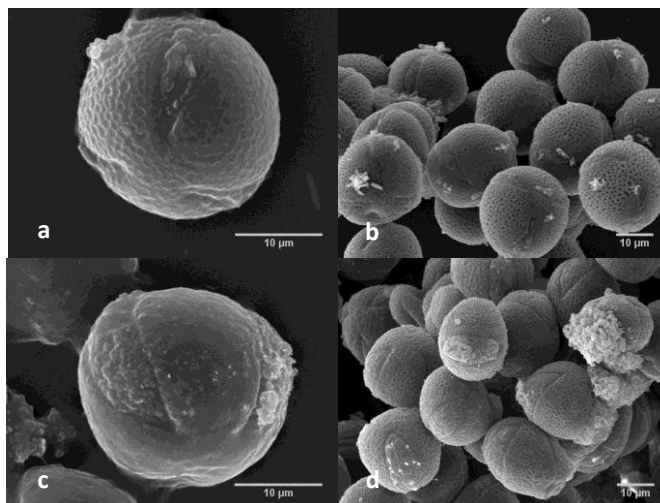
Morfologi Polen

Hasil pengamatan pada polen dengan SEM menunjukkan bahwa polen pada belimbing hutan

berbentuk bulat, memiliki tiga aperture (trikolpata) dan permukaan halus pada *A. leucopetala* dan tidak rata pada *A. dolichocarpa* (Tabel 1, Gambar 2). Erdtman (1972) menjelaskan bahwa suku Oxalidaceae memiliki tipe polen trikolpata yang memiliki tiga kerutan memanjang dengan sudut tegak lurus terhadap bidang ekuator. *A. dolichocarpa* di pembibitan memiliki diameter polen rata-rata untuk filamen panjang $34,75 \pm 3,88 \mu\text{m}$, sedangkan diameter rata-rata dari filamen pendek adalah $27,70 \pm 1,21 \mu\text{m}$. Kisaran ukuran diameter polen belimbing hutan ini menurut Fahn (1982) termasuk kelompok polen tipe medium ($25\text{-}50 \mu\text{m}$). Hal ini menunjukkan bahwa diameter polen pada filamen panjang memiliki ukuran rata-rata lebih besar jika dibandingkan dengan polen pada filamen pendek. Pola tersebut juga dimiliki oleh belimbing buluh (*A. bilimbi*) yang diameter polen dari filamen panjang lebih besar dibandingkan diameter pada polen filamen pendek yaitu masing-masing $27,7 \mu\text{m}$ dan $24,9 \mu\text{m}$ (Safitri *et al.*, 2011).

Tabel 1. Morfologi polen belimbing hutan dengan SEM

Spesies	Bentuk	Bentuk apertur	Jumlah apertur	Permukaan polen
<i>A. dolichocarpa</i>	Bulat	Kolpata	3	Tidak rata
<i>A. leucopetala</i>	Bulat	Kolpata	3	Halus

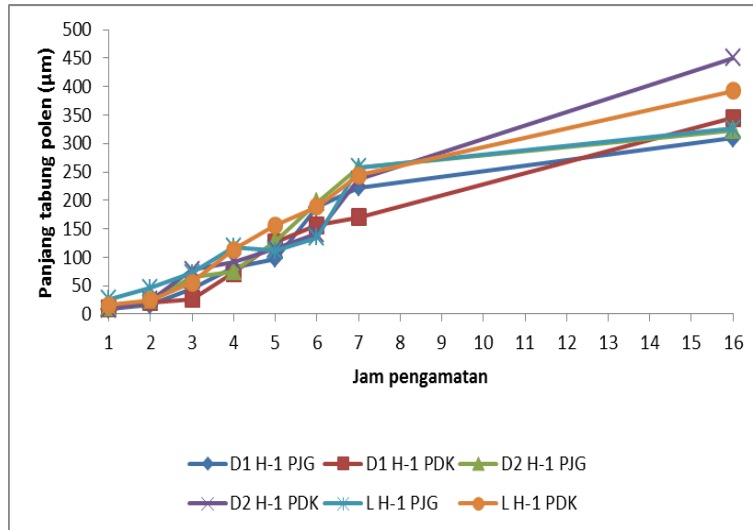


Gambar 2. Morfologi polen hasil SEM : (a) *A. dolichocarpa* tunggal (b) Kumpulan polen *A. dolichocarpa* (c) *A. leucopetala* tunggal (d) Kumpulan polen *A. leucopetala*. bar = 10 µm

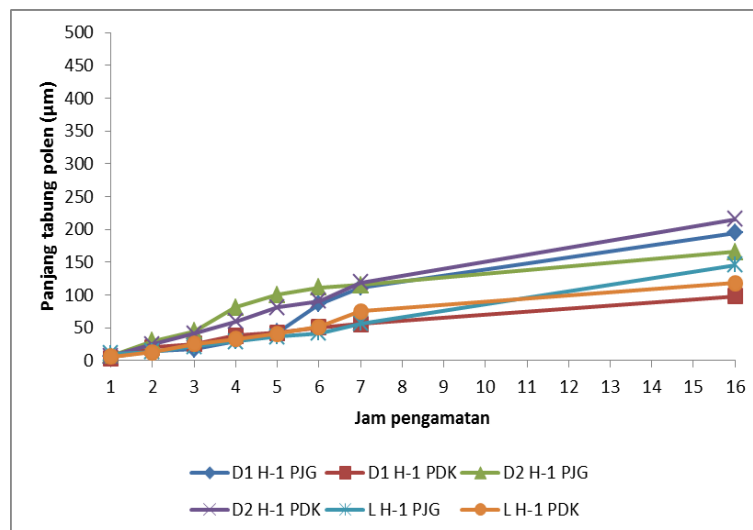
Uji Viabilitas Polen dengan perkecambahan *In Vitro*

Hasil pengamatan perkecambahan polen belimbing hutan yang dikecambahkan pada media BK dan sukrosa 10% dari stadia bunga H₋₁ dan H₀ menunjukkan bahwa tabung polen tumbuh semakin memanjang setiap jamnya, dan mencapai maksimum setelah diinkubasi selama 16 jam (Gambar 3 dan 4). Setelah polen diinkubasi selama 17 jam terlihat tabung polen mengalami lisis atau hancur karena selaput plasmanya rusak. Terjadinya lisis pada tabung polen belimbing hutan karena waktu inkubasinya kelamaan serta kondisi dalam massa tabung polen tidak sama dengan kondisi massa dari media kecambah sehingga tabung polennya pecah, atau rusak (Perveen, 2007). Oleh karena itu, waktu optimum yang digunakan untuk inkubasi pada penelitian berikutnya adalah selama 16 jam. Waktu optimum ditentukan ketika sebagian besar polen dalam gelas obyek telah berkecambah dan sebelum tabung polen mengalami lisis. Waktu optimum 16 jam tersebut dikarenakan suhu dan kelembaban disekitar polen saat itu sebagai faktor utama perilaku polen pada kondisi optimal dan tabung polen belum pecah (Perveen, 2007). Pertumbuhan panjang tabung

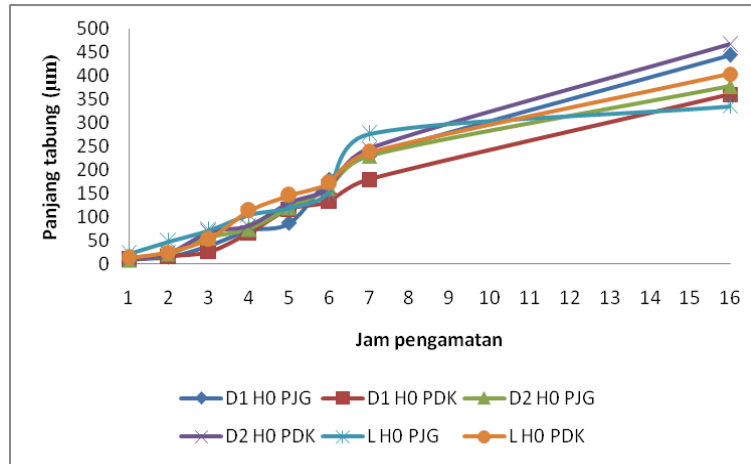
tiap jam pada media BK menunjukkan panjang tabung yang lebih panjang dibandingkan dengan polen yang dikecambahkan pada media sukrosa 10%. Setelah 16 jam diinkubasi panjang tabung polen pada media BK berkisar antara 300-400 µm, sedangkan pada media sukrosa 10% berkisar antara 100-200 µm. Hal ini terkait dengan komposisi media BK yang lebih kompleks, karena disamping mengandung sukrosa 10% juga mengandung kalsium nitrat, magnesium sulfat dan kalium nitrat yang berperan memacu pertumbuhan tabung polen menjadi lebih panjang (Kavand *et al.*, 2014). Pertumbuhan panjang tabung polen belimbing hutan stadia bunga H₀ tiap jam lebih panjang bila dibandingkan dengan polen stadia bunga H₋₁ (Gambar 5 dan 6). Hal ini kemungkinan disebabkan polen pada stadia H₋₁ tersebut belum matang atau dewasa dibanding polen yang diambil saat bunga mekar (H₀). Hal yang sama dijumpai pada polen *Aesynanthus radicans* var 'Monalisa' (Ulfah *et al.*, 2016). Polen *A. dolichocarpa* yang ditanam di kebun koleksi menghasilkan panjang tabung tertinggi pada stadia bunga H₀ maupun H₋₁ baik dalam media BK maupun sukrosa 10% dibandingkan polen dari tanaman lainnya yang diuji dalam penelitian ini.



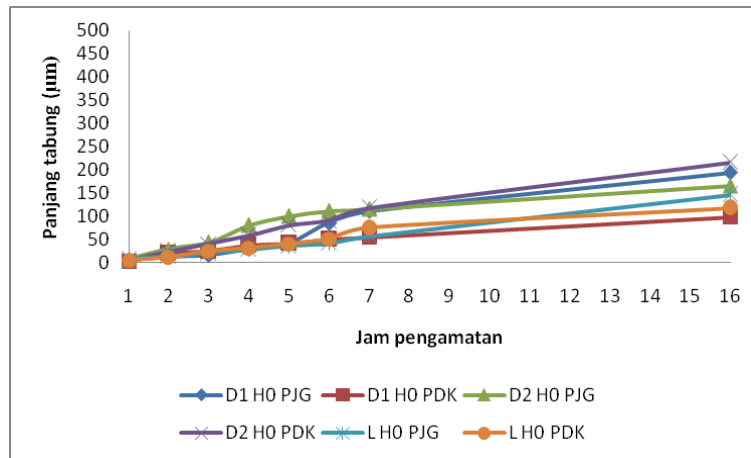
Gambar 3. Panjang tabung polen belimbing hutan (*Averrhoa* spp) pada stadia H₋₁ pada media BK, (D₁ = *A. dolichocarpa* di pembibitan, D₂ = *A. dolichocarpa* di kebun koleksi, L = *A. leucopetala*, H₋₁ = bunga sehari sebelum mekar, PJG = Filamen panjang, PDK = Filamen pendek. Pengamatan dilakukan pada jam 1-7 dan jam ke 16).



Gambar 4. Panjang tabung polen belimbing hutan (*Averrhoa* spp) pada stadia bunga H₋₁ di media sukrosa 10%. (D₁ = *A. dolichocarpa* di pembibitan, D₂ = *A. dolichocarpa* di kebun koleksi, L = *A. leucopetala*, H₋₁ = bunga sehari sebelum mekar, PJG = Filamen panjang, PDK = Filamen pendek. Pengamatan dilakukan pada jam 1-7 dan jam ke 16).



Gambar 5. Panjang tabung polen belimbing hutan (*Averrhoa* spp) pada stadia bunga H₀ di media BK, (D₁ = *A. dolichocarpa* di pembibitan, D₂ = *A. dolichocarpa* di kebun koleksi, L = *A. leucopetala*, H₀ = bunga antesis, PJG = Filamen panjang, PDK = Filamen pendek. Pengamatan dilakukan pada jam 1-7 dan jam ke 16).



Gambar 6. Panjang tabung polen belimbing hutan (*Averrhoa* spp) pada stadia bunga H₋₁ pada media sukrosa 10% (D₁ = *A. dolichocarpa* di pembibitan, D₂ = *A. Dolichocarpa* di kebun koleksi, L = *A. leucopetala*, H₀ = bunga antesis, PJG = Filamen panjang, PDK = Filamen pendek. Pengamatan dilakukan pada jam 1-7 dan jam ke 16).

Viabilitas polen belimbing hutan, pada media Brewbaker dan Kwack lebih tinggi dibanding media sukrosa 10%. Nilai persentase perkecambahan belimbing hutan tertinggi didapati pada polen *A. dolichocarpa* yang tumbuh di kebun koleksi pada filamen pendek stadia H₀ menggunakan media BK dengan persentase viabilitas sebesar 75,12%, sedangkan nilai persentase viabilitas belimbing hutan terendah dijumpai pada polen *A. dolichocarpa* di kebun koleksi filamen pendek H₋₁ menggunakan media sukrosa 10% dengan persentase viabilitas sebesar 36,12%. Viabilitas polen belimbing hutan

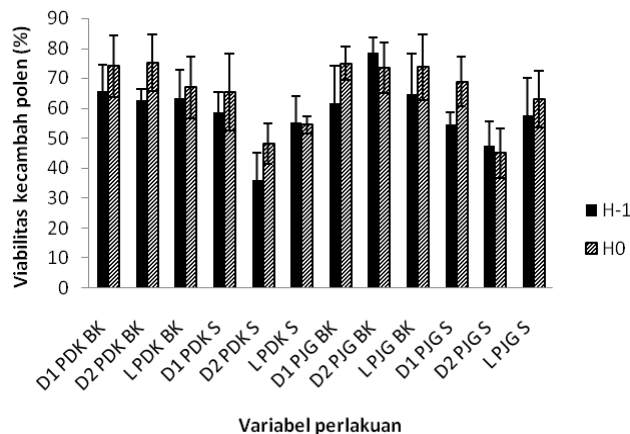
pada stadia H₀ lebih tinggi dibandingkan viabilitas polen pada stadia H₋₁ kecuali pada *A. dolichocarpa* di kebun koleksi filamen panjang (Gambar 7). Hal yang sama juga dijumpai pada tanaman melon (Agustin *et al.*, 2014), *Citrullus lanatus* (Khan & Perveen, 2010), *Aeschynanthus radicans* var" Monalisa" (Ulfah *et al.*, 2016) dan *Praecitrullus fistulosus* (Perveen & Ali, 2011). Viabilitas polen yang lebih rendah pada bunga sehari sebelum mekar kemungkinan disebabkan polen tersebut belum matang dan tingkat kematangan polennya masih rendah sehingga polen yang berkecambah sedikit

Perkecambahan polen belimbing hutan menggunakan media BK yang mengandung asam borat sebanyak 100 ppm, menunjukkan adanya peningkatan perkecambahan polen secara *in vitro*. Boron berperan memacu penyerapan gula, meningkatkan pengambilan oksigen dan berperan dalam sintesis pektat sebagai komponen dinding tabung polen sehingga dapat memacu perkecambahan dan pertumbuhan tabung polen (Ahmad *et al.*, 2012). Boron dan kalsium nitrat merupakan elemen yang penting dalam perkecambahan polen (Mortazavi *et al.*, 2010).

Dey *et al.* (2016), melaporkan bahwa penambahan 50 ppm garam kalsium nitrat dalam media campuran sukrosa dan asam borat dapat meningkatkan perkecambahan polen pada tanaman *Mitragyna parvifolia* (Roxb.) Korth sampai 90%. Ion Ca berperan dalam metabolisme sel dan juga berperan penting dalam menjaga integritas dan

permeabilitas membran (Brewbaker & Kwack, 1964). Selain Ca, asam borat dan sukrosa 10%, media BK juga mengandung $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ sebanyak 200 ppm, KNO_3 sebanyak 100 ppm. Brewbaker dan Kwack (1964) melaporkan bahwa ion magnesium dan kalium juga berperan dalam memacu perkecambahan polen dan pemanjangan tabung polen.

Viabilitas polen belimbing hutan pada filamen panjang lebih tinggi dibandingkan dengan filamen pendeknya. Safitri *et al.* (2011) melaporkan hal yang sama pada belimbing buluh (*A. bilimbi*). Tingginya viabilitas polen belimbing hutan pada filamen panjang kemungkinan disebabkan oleh tingginya tingkat kematangan polenmya. Hal ini didukung oleh pendapat Bhojwani dan Bathnagar (1999) yang menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat kematangan polen maka persentase perkecambahannya semakin tinggi.



Gambar 7. Viabilitas polen belimbing hutan (Keterangan : D₁ = *A. dolichocarpadi* pembibitan, D₂ = *A. dolichocarpa* di lereng, L = *A. leucopetala*, H₀ = bunga antesis, H₋₁ = bunga satu hari sebelum antesis, BK = Media brewbaker dan Kwack, S = Sukrosa 10%, PJG = Filamen panjang, PDK = Filamen pendek).

Tingginya viabilitas polen belimbing hutan pada filamen panjang belum tentu terkait dengan ukuran polen. Pada *A. bilimbi* ukuran polen dari filamen panjang umumnya memiliki diameter lebih besar dibandingkan diameter pada polen filamen pendek, namun fertilitas polennya tidak berbeda signifikan, antara polen pada filamen panjang yang

berukuran lebih besar dan polen pada filamen pendek yang berukuran lebih kecil. Dugaan bahwa ukuran polen tidak terkait dengan tingginya viabilitas polen pada belimbing hutan ini didukung oleh pernyataan Gammon (2009) yang melaporkan bahwa tidak ada hubungan antara ukuran polen dengan presentase viabilitas pada *Fallopia japonica*.

KESIMPULAN

Bunga belimbing hutan *A. dolichocarpa* di pembibitan mempunyai tipe distili sedangkan *A. dolichocarpa* yang di tanam di kebun koleksi dan *A. leucopetala* hanya memiliki pistil yang lebih pendek dibandingkan dengan filamennya. Polen belimbing hutan berbentuk bulat, trikolpata dan termasuk ke dalam kelompok polen tipe medium. Ukuran polen pada filamen panjang lebih besar dibandingkan dengan filamen pendek yaitu masing-masing $34,75 \pm 3,88 \mu\text{m}$ dan $27,70 \pm 1,21 \mu\text{m}$. Waktu inkubasi optimum perkecambahan belimbing hutan dalam media BK dan sucrose 10% adalah 16 jam, dengan panjang tabung polen 300-400 μm pada media BK dan 100-200 μm pada media sukrose 10%. Persentase perkecambahan polen pada media BK (68,4%) lebih tinggi dibanding media sukrosa 10% (54,6%). Persentase perkecambahan polen belimbing hutan pada filamen panjang lebih tinggi dibandingkan dengan filamen pendek yaitu berturut-turut 62.5% dan 60.5%. Persilangan pada pemuliaan tanaman belimbing hutan sebaiknya menggunakan polen dari bunga stadia H_0 dari benang sari berfilamen panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, S., A. Rana, R. Sharma, R.K. Agnihotri. 2012. Effect of different media and boric acid on pollen germination and tube growth of *Tribulus terrestris* - a traditional medicinal plant. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research 13(2): 77–79.

Agustin, H., E.R. Palupi, M.R. Suhartanto. 2014. Pengelolaan polen untuk produksi benih melon hibrida sunrise meta dan orange meta. Jurnal of Horticultura 24(1): 32–41.

Astuti, I.P. dan Rugayah. 2009. *Averrhoa* spp. di Kebun Raya Bogor dan Upaya Konservasinya. Dalam Kurniawan S, N.K.E. Undaharta, I.P.A.H. Wibawa, I.G. Tirta dan W. Sudjarwo (eds) Prosiding Peranan Konservasi Flora Indonesia dalam Mengatasi Dampak Pemanasan Global. P 261–264.

Bhojwani, S.S. dan S.P. Bhatnagar. 1999. The Embryology of Angiosperm. Fourth Revised Edition. Vikas Publishing House PVT.LTD. Delhi

Brewbaker J.L., B.H. Kwack. 1964. The Calcium Ion and Substances Influencing Pollen Growth. In: H. F. Linskens (Ed). *Pollen Physiology and Fertilization*. Amsterdam. North-Holland Publishing Company. P 143–151.

Corbesier, L. and G. Coupland. 2006. The Guest for Florigen: A review of recent progress. Journal of Experimental Botany 57:3395–3403

Corner, E.J.H, 1940. *Averrhoa* (Oxalidaceae). In Wayside Trees of Malaya. 1: 516–517.

Dafni, A.1992. Pollination Ecology, A Practical Approach. Oxford University Press.

Dasgupta, P., P. Chakraborty, N.N. Bala. 2013. *Averrhoa carambola* An Updated Review. International Journal of Pharmaceutical Research and Review 2: 4–60.

Das, B.N and M Ahmed. 2012. Analgesic Activity of the Fruit Extract *Averrhoa carambola*. International Journal Life Sciences Biotechnology and Pharma Research.1 (3). 22–26. ISSN 2259-3137

Das, B.N. and M. Ahmed. 2012. Antibacterial and Cytotoxic Activities of the Fruit Extract *Averrhoa carambola*. Interbational Research Journal of Pharmaceuticals. 02 (3). 58-61 ISSN 2048–4143.

Dey, K., S. Mondal, S. Mandal. 2016. Studies on *in vitro* pollen germination of *Mitragyna parvifolia* (Roxb.) Korth. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 5(1): 768–777.

Erdtman, G. 1972. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy – Angiosperms (An Introduction to Polynology I)*. Hafner Publishing Company. New York.

Fahn, A. 1982. *Anatomi Tumbuhan*. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.

Gammon M.A. 2009. The Diversity Growth and Fitness of the Invasive plants *Fallopia japonica* (Japanese knotweed) and *Fallopia x bohémica* in the United States (Polygonaceae) Disertasi Universitas of Massachusetts Boston, Boston USA.

- Kavand, A., A. Ebd, Shuraki Y.D. and V. Abdosi. 2014. Effect of Calcium nitrate and Boric acid on Pollen Germination of some date Palm male cultivars. *European Journal of Experimental Biology* 4(3): 10–14.
- Khan, S.A., A. Perveen. 2010. *In vitro* pollen germination capacity of *Citrullus lanatus* L., (Cucurbitaceae). *Pakistan Journal of Botany* 42: 681–684
- Khan, S.A., A. Perveen. 2011. Pollen germination capacity and viability in *Lagenaria siceraria* (molina) standley (Cucurbitaceae). *Pakistan Journal of Botany* 43: 827–830
- Mangunah, I. Qayim, I.P. Astuti. 2013. Fenologi dan dinamika kandungan klorofil pada pembungaan dua jenis belimbing hutan (*Averrhoa dolichocarpa* dan *A. leucopetala*). *Buletin Kebun Raya* 16(2): 101–112.
- Mortazavi, S. M. H., K. Arzani, and A. Moieni. 2010. Optimizing Storage and *In vitro* Germination of Date Palm (*Phoenix dactylifera*) Pollen. *Journal Agriculture Sciences Tecnology* 12:181–189.
- Naiki, A. and M. Kato. 1999. Pollination System and Evolution of Dioecy from Dystyly in *Mussaenda parviflora* (Rubiaceae). *Journal Plant Species Biology* 14(3): 217–227.
- Payal, G., P. Kalaria, M. Chakraborty, K.V. Jagadish. 2012. Phytochemical and Phytopharmacological Profile of *Averrhoa carambola*: An Overview. *International Research Journal of Pharmacy* 3(1): 88–92.
- Perveen, A. 2007. Pollen germination capacity, viability and Maintenance of *Pisum sativum* L. (Papilionaceae). *Middle-East Journal of Scientific Research* 2: 79–81.
- Perveen A., G.R. Sarwar. 2011. Pollen germination capacity of two cultivated species *Jasminum sambac* (L.) Ait and *Nycanthes arbor-tristis* L. of family Oleaceae. *Pakistan Journal of Botany* 43: 2109–2112.
- Perveen A., S. Ali. 2011. Pollen germination capacity and maintenance of pollen in *Praecitrullus fistulosus* (stocks) pangola (Cucurbitaceae). *Pakistan Journal of Botany* 43: 47–50.
- Rahmah, Z. 2007. Studi Perbungaan pada Beberapa Jenis *Averrhoa* dan *Oxalis* (Oxalidaceae) Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Andalas, Padang.
- Rahman, E. dan E.F. Tihurua. 2011. Pertumbuhan *in vivo* Buluh Serbuk Sari dalam Stigma Ginseng Jawa (*Talinum triangulare*) Pasca Penyerbukan Buatan: Efek Donor Serbuk Sari. *Jurnal Teknologi Indonesia* vol 34: 1–23 (edisi Khusus). LIPI Press.
- Rihova, L., E. Hrabetova, J. Tupy. 1996. Optimization of conditions for *in vitro* pollen in potatoes. *International Journal of Plant Sciences* 157(5): 561–566.
- Roy, A., R.V. Geetha, T. Lakshmi. 2011. *Averrhoa bilimbi* Linn. *International Journal of Drug & Development & Research* 3: 101–106.
- Rugayah, S. Sunarti 2008. Two New Wild Species of *Averrhoa* (Oxalidaceae) from Indonesia. *Reinwardtia* 12(4): 325–331.
- Safitri, E., D. Sjahridal, Mansyurdin. 2011. Tingkat keberhasilan polinasi pada *Averrhoa bilimbi* L. (belimbing wuluh) tipe distili. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari* 2(1): 2–5.
- Thomas, B. 2006. Light Signal and Flowering. *Journal of Experimental Botany* 57: 3387–3393
- Ulfah, S.M., Dorly, S. Rahayu. 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.
- Wahyudin, D.S. 1999. Daya simpan serbuk sari salak (*Salacca* sp.) pada tingkat kemasakan yang berbeda. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- van Doorn, W, G, and U. van Meeteren. 2003. Flowering opening and Closure: a review. *Journal of Experimental Botany* 54 (389): 1801–1812. DOI: 10.1093/jxb/erg213

