

## STRUKTUR DAN METODE PERKECAMBAHAN BENIH ROTAN JERNANG (*Daemonorops dransfieldii* Rustiami)

(Structure and Germination Method of Jernang Rattan Seed (*Daemonorops dransfieldii* Rustiami))

Nelly Fridayanti<sup>1</sup>, Endah Retno Palupi<sup>2</sup>, Satriyas Ilyas<sup>2</sup>, Sri Wilarso Budi<sup>3</sup>, dan/and \*Eny Widajati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Institut Pertanian Bogor,  
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

<sup>2</sup> Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,  
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

<sup>3</sup> Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor,  
Jl. Ulin, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

e-mail: eny\_widajati@apps.ipb.ac.id

Naskah masuk: 19 Juni 2022; Naskah direvisi: 31 Juli 2022; Naskah diterima: 21 Agustus 2022

### ABSTRACT

*Jernang rattan fruit is a non-timber forest product that has high economic value because its exocarp contains resin. Jernang rattan is harvested before the seeds reach physiological maturity to obtain high-quality resin and the plants cannot regenerate naturally and jernang rattan in natural habitats is decreasing. Constraints in the availability of seed quality are the length of germination and non-uniform seedling growth. The objectives of the experiment were to obtain faster and more uniform seed germination, to study the germination process, and develop a germination method. The first experiment used a complete randomized design (RAL) with two factors namely operculum removal consisting of two levels, namely seeds with operculum and seeds without operculum. The second factor was seed immersion consisting of control, using distilled water, and 0.2% KNO<sub>3</sub>. The second experiment used a one-factor RAL, namely germination media using sand and cocopeat. Data were analyzed using SAS 9.4 and further tested using DMRT at a 5% level. The results of the first experiment showed that seeds without operculum and without immersion increased the vigor index and growth speed. The jernang rattan germination process (seed without operculum) has four stages: the formation of the cotyledonary petiole, cotyledonary ligule, root, and leaf. The second experiment showed the first and final count for seed germination tests were 72 and 104 days after planting. The normal seedling criteria were fully developed roots consisting of primary and secondary roots and a minimum plumule length of 15 mm. The best medium for germination is sand.*

**Keywords:** *first count, final count, germination process, operculum, vigor index*

### ABSTRAK

Buah rotan jernang merupakan hasil hutan bukan kayu bernilai ekonomi tinggi karena pada eksokarp buah terdapat resin. Buah rotan jernang dipanen sebelum benih mencapai masak fisiologis untuk mendapatkan resin kualitas tinggi sehingga tanaman tidak dapat meregenerasi secara alamiah dan rotan jernang di habitat alami semakin berkurang. Kendala dalam ketersediaan benih bermutu adalah perkecambahan lama dan pertumbuhan bibit tidak seragam. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan metode perkecambahan yang lebih cepat dan seragam, mempelajari proses perkecambahan, dan mengembangkan metode uji daya berkecambah. Percobaan pertama menggunakan RAL dua faktor. Faktor pertama adalah pencongkelan operkulum, terdiri atas dua taraf yaitu benih utuh dan benih tanpa operkulum. Faktor kedua adalah perendaman benih terdiri atas tiga taraf yaitu kontrol, perendaman menggunakan aquades dan KNO<sub>3</sub> 0,2%. Percobaan kedua menggunakan RAL satu faktor yaitu media perkecambahan terdiri atas media pasir dan cocopeat. Data dianalisis menggunakan SAS 9.4 dan diuji lanjut menggunakan DMRT pada taraf kepercayaan 5%. Pencongkelan operkulum dan tanpa perendaman dapat meningkatkan indeks vigor dan kecepatan tumbuh. Proses perkecambahan benih rotan jernang (benih tanpa operkulum) terdiri atas empat tahap yaitu terbentuk tangkai kotiledon, kotiledon ligule, akar dan daun. Hitungan pertama dan hitungan terakhir uji daya berkecambah adalah 72 dan 104 hari setelah tanam. Kriteria kecambah normal adalah panjang plumula minimum  $\pm 15$  mm, akar berkembang dengan sempurna yaitu terdapat akar primer dan akar sekunder. Media terbaik untuk perkecambahan benih rotan jernang adalah pasir.

**Kata kunci:** *hitungan pertama, hitungan terakhir, indeks vigor, operkulum, proses perkecambahan*

\*Kontribusi penulis: Eny Widajati sebagai kontributor utama

## I. PENDAHULUAN

Rotan jernang (*Daemonorops*) merupakan tanaman kehutanan dari suku *Arecaceae* yang sangat potensial untuk dikembangkan karena pada bagian luar kulit buah (eksokarp) mengandung getah atau resin bernilai ekonomi tinggi. Resin jernang dapat digunakan sebagai obat tradisional, antiseptik, meningkatkan sirkulasi darah, anti mikroba, anti virus, anti tumor, obat luka, bahan baku pewarna, dan bahan baku kosmetik (Gupta *et al.*, 2007).

Rotan jernang banyak ditemukan di daerah Jambi, Aceh dan Kalimantan (Yetty *et al.*, 2013). Buah rotan jernang dipanen sebelum benih mencapai masak fisiologis untuk mendapatkan resin kualitas tinggi sehingga tanaman tidak dapat meregenerasi secara alamiah. Sebagai akibatnya tanaman rotan jernang di habitat alami semakin berkurang. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menjaga agar tanaman rotan jernang di habitat alami tidak semakin langka adalah membudidayakan tanaman rotan jernang untuk produksi resin. Pengembangan areal produksi resin memerlukan benih yang bermutu agar tanaman dapat berkembang dengan baik, berbuah banyak dan kandungan resin maksimal. Kendala dalam ketersediaan benih rotan jernang bermutu yaitu perkecambahan lama dan pertumbuhan bibit tidak seragam. Penelitian untuk mendapatkan metode perkecambahan yang dapat

mempercepat dan menyerempakkan perkecambahan akan sangat bermanfaat dalam pengembangan areal produksi resin rotan jernang.

Tanaman dari kelompok suku *Arecaceae* selain rotan jernang salah satunya adalah kelapa sawit. Struktur buah kelapa sawit dari luar ke dalam terdiri dari *eksokarp*, *mesokarp*, *endokarp* sedangkan struktur benih terdiri dari bagian-bagian endosperm, embrio, *germspore*, operkulum dan *fibre plug* (Murugesan *et al.*, 2015; Harun *et al.*, 2016). Benih kelapa sawit mengalami dormansi secara mekanis dan menjadi masalah dalam perkecambahan karena membutuhkan waktu 6-12 bulan untuk berkecambah secara alami (Ravichandran *et al.*, 2016). Operkulum adalah struktur berbentuk bulat seperti piring yang terdapat diatas embrio (Murugesan *et al.*, 2015). Operkulum termasuk faktor pembatas utama perkecambahan benih kelapa sawit dan membuang operkulum adalah salah satu metode yang tepat untuk mempercepat perkecambahan benih kelapa sawit (Myint *et al.*, 2010).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa perkecambahan jenis *Arecaceae* membutuhkan waktu yang lama 120 hari setelah tanam (Segovia *et al.*, 2003) dan perkecambahan rotan jernang sangat rendah yaitu sebesar 50% (Sahwalita 2014). Salah satu cara peningkatan perkecambahan benih

*Daemonorops draco* Blume menurut Winarni *et al.* (2017) adalah dengan perendaman selama 24 jam dalam air dapat menghasilkan persentase perkecambahan sebesar 80%. Selain itu perendaman dengan air kelapa juga dapat mematahkan dormansi benih rotan noko dan rotan tohiti, masing-masing 91,98% dan 88,67% (Agustarini & Prameswari, 2020). Proses fisiologi perkecambahan benih rotan sangat penting dipelajari sehingga dapat diketahui tahapan perkecambahan benih rotan jernang. Perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi, dan biokimia. Benih dikategorikan berkecambah apabila struktur radikula dapat menembus bagian-bagian yang menghambat perkecambahan antara lain endosperm, perisperm, testa dan atau pericarp (Filho, 2016). Pada jenis *Arecaceae* perkecambahan terjadi apabila muncul *cotyledonary petiole* (tangkai kotiledon) (Perez *et al.*, 2008; Ribeiro *et al.*, 2011; Neves *et al.*, 2013; Viji *et al.*, 2015; Moura *et al.*, 2016; Meerow & Broschat, 2017; Dias *et al.*, 2018; Beltrame *et al.*, 2019; Bicalho *et al.*, 2019). Proses perkecambahan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor fisik, fisiologis, dan lingkungan. Kandungan bahan kimia benih, kadar air benih dan enzimatis, serta sifat fisik dan kimia kulit benih menjadi faktor fisik dan fisiologis, sedangkan air, gas, suhu dan cahaya merupakan faktor lingkungan yang

mempengaruhi proses perkecambahan. Faktor lain yang perlu diperhatikan pada proses perkecambahan adalah media tanam. Penggunaan media tanam yang sesuai menjadi faktor penentu keberhasilan dalam pembibitan rotan jernang sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan berproduksi tinggi. Media tanam yang baik untuk pertumbuhan tanaman adalah yang dapat memberikan nutrisi esensial bagi tanaman dan dapat menahan air dengan baik (DeFacio *et al.*, 2002).

Pengembangan metode uji daya berkecambah benih rotan jernang sangat dibutuhkan dalam pengujian daya berkecambah untuk mendeteksi dan mengklasifikasi lot benih bermutu tinggi dan rendah. Informasi mengenai *first count*, *final count*, kriteria kecambah normal, dan abnormal, sangat bermanfaat untuk mendapatkan standar pengujian mutu benih karena standar pengujian mutu benih rotan jernang dalam acuan (ISTA, 2018) belum tersedia. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan metode perkecambahan yang lebih cepat dan seragam, mempelajari proses perkecambahan, dan mengembangkan metode uji daya berkecambah benih rotan jernang.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan adalah buah rotan jernang (*Daemonorops* spp) (Gambar 1) berasal dari perkebunan rakyat di

Desa Pante Bahagia Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh. Buah yang digunakan sebagai sumber benih dipanen pada tanggal 5 Oktober 2019 dari lima tanaman induk berumur 12 tahun dan umur panen 22 bulan setelah anthesis (BSA), kapas steril, klorox 1%, pasir, *cocopeat*, aquadest, KNO<sub>3</sub> 0,2%. Alat yang digunakan yaitu kotak plastik tempat

perkecambahan dan mikroskop stereo (Carton tipe TB-20). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Mutu Benih, Laboratorium Mikroteknik Departemen Agronomi dan Hortikultura, dan *Screen house* Leuwikopo Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2019 sampai Juni 2020.



Gambar (Figure) 1. Buah rotan jernang (*Jernang rattan fruit*)

## B. Prosedur Penelitian

### 1. Persiapan media tanam dan ekstraksi benih

Pengujian daya berkecambah dilakukan menggunakan media pasir di rumah kaca. Sterilisasi media pasir dilakukan dengan penguapan selama  $\pm 60$  menit dan suhu 100 °C menggunakan tungku pemanas. Pengamatan perkembangan struktur kecambah dan laju imbibisi dilakukan di laboratorium menggunakan media kapas. Sterilisasi media kapas menggunakan *autoclave* selama  $\pm 30$  menit dengan suhu 121 °C, dan tekanan 17,5 Psi. Ekstraksi benih dilakukan dengan cara basah, eksokarp dibuang menggunakan alat

bantu (pisau), mesokarp dibersihkan untuk menghindari serangan cendawan. Setelah proses ekstraksi selesai, benih dicuci dengan air mengalir sampai benar-benar bersih kemudian ditiriskan  $\pm 20$  menit.

### 2. Percobaan 1. Struktur Buah dan Benih, Komposisi Kimia serta Perkecambahan Benih Rotan Jernang

a. Struktur buah dan benih serta komposisi kimia benih rotan jernang.

Struktur buah dan benih diamati dengan pemotretan struktur meliputi operkulum, endosperm dan embrio di Laboratorium Mikroteknik menggunakan mikroskop stereo (Carton tipe TB-20). Komposisi kimia benih

yang diamati adalah karbohidrat, protein, lemak, pati, kadar air, abu, serat kasar, hormon asam absisat (ABA), giberelin (GA) dan sitokinin. Analisis hormon dilakukan dengan metode HPLC di PT. Biodiversitas Bioteknologi Indonesia (BBI). Analisis komposisi kimia benih dilakukan di Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat, Institut Pertanian Bogor. Sampel benih yang digunakan dalam analisis adalah benih utuh sebanyak  $\pm 2$  g.

b. Perkecambahan benih rotan jernang.

Perlakuan benih untuk mempercepat proses perkecambahan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor pertama adalah pencongkelan operkulum terdiri dari dua taraf yaitu benih utuh (O) dan benih tanpa operkulum (TO). Faktor kedua adalah perendaman benih terdiri dari tiga taraf yaitu kontrol (C), perendaman dengan aquades (A), dan perendaman dengan larutan  $\text{KNO}_3$  0,2% (K), perendaman benih dilakukan selama 24 jam. Ketersediaan oksigen selama perendaman dijaga dengan menggunakan aerator. Benih kemudian direndam kembali dengan klorok 1% selama 30 menit (Matana, 2013), kemudian dicuci dengan air mengalir sampai bersih. Pelepasan operkulum menggunakan jarum dan dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak embrio benih. Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 18 unit percobaan. Setiap unit

percobaan menggunakan 15 benih sehingga total benih yang dibutuhkan adalah 270 benih. Perkecambahan benih menggunakan media pasir pada kotak plastik berukuran 35 cm x 25 cm x 10 cm. Pengamatan meliputi kecepatan muncul tangkai kotiledon, indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh dan potensi tumbuh maksimum. Indeks vigor diperoleh berdasarkan jumlah kecambah normal pada *first count* (72 HST). Daya berkecambah diperoleh berdasarkan jumlah kecambah normal pada *first count* (72 HST) dan *final count* (104 HST), dan potensi tumbuh maksimum diperoleh berdasarkan jumlah kecambah normal dan abnormal sampai hari terakhir pengamatan (104 HST).

Pengamatan laju imbibisi dilakukan terhadap benih utuh dan benih tanpa operkulum. Benih dikecambahkan menggunakan kapas steril seberat  $\pm 1$ g dan dilembabkan dengan air aquadestilata  $\pm 6$  ml, benih dikecambahkan dalam kotak perkecambahan ukuran 17 cm x 12 cm x 4,5 cm.

Pengamatan dilakukan dua hari sekali selama tiga bulan terhadap pertambahan bobot benih. Setiap perlakuan menggunakan lima benih dan diulang tiga kali sehingga total benih yang dibutuhkan adalah 30 benih. Pengamatan morfologi perkecambahan benih rotan jernang meliputi: waktu muncul tangkai kotiledon, kotiledon ligule, radikula dan plumula.

### 3. Pengembangan Metode Uji Daya Berkecambah Benih Rotan Jernang

Pengembangan uji daya berkecambah benih rotan jernang bertujuan mendapatkan media yang sesuai untuk perkecambahan benih rotan jernang, kriteria kecambah normal dan penentuan pengamatan pertama dan terakhir pada uji daya berkecambah. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu media perkecambahan, yaitu pasir (MI) dan *cocopeat* (MO). Benih yang dikecambahkan adalah benih tanpa operkulum dan direndam larutan KNO<sub>3</sub> 0,2% selama 24 jam. Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat enam unit percobaan. Setiap unit percobaan menggunakan 15 benih sehingga total benih yang dibutuhkan adalah 90 benih dan dikecambahkan menggunakan kotak plastik berukuran 35 cm x 25 cm x 10 cm. Pengamatan dilakukan dua hari sekali selama 150 hari.

Istilah untuk menjelaskan morfologi perkecambahan benih rotan jernang belum tersedia sehingga untuk memudahkan dalam menjelaskan morfologi perkecambahan mengacu pada tanaman *Arecaceae* lainnya (Utami & Siregar, 1988; Santos *et al.*, 2017; Beltrame *et al.*, 2019; Cui *et al.*, 2020). Penentuan kriteria kecambah normal ditentukan berdasarkan hasil penelitian Ribeiro *et al.*, (2011) dan Matana *et al.* (2013). Penentuan hari pengamatan dilakukan

berdasarkan kurva kuadratik pertambahan persentase kecambah normal setiap hari. Hari yang menunjukkan pertambahan persentase kecambah normal maksimum ditentukan sebagai hitungan pertama (*first count*) dan hitungan terakhir (*final count*) ditentukan saat hari akumulasi persentase perkecambahan mencapai maksimum (Sadjad, 1994). Benih yang digunakan adalah benih utuh dan tanpa perlakuan perendaman benih (kontrol) yang dikecambahkan pada media pasir.

Peubah pengamatan untuk percobaan 1 dan 2 adalah kecepatan muncul tangkai kotiledon, indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh dan potensi tumbuh maksimum menggunakan rumus berikut:

#### a. Kecepatan muncul tangkai kotiledon

Pengamatan terhadap kecepatan muncul tangkai kotiledon dilakukan pada saat poros embrio sudah menembus bagian operkulum ± 1 mm. Kecepatan muncul tangkai kotiledon dihitung menggunakan rumus kecepatan tumbuh benih.

$$Kec\ muncul\ TK = \sum_0^t \left( \frac{\% TK}{etmal} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Kec : kecepatan muncul TK (%TK muncul TK /etmal)
- T : waktu pengamatan
- % TK : persentase TK setiap waktu pengamatan
- Etmal : waktu pengamatan setiap 24 jam
- TK : tangkai kotiledon

#### b. Indeks vigor (IV)

Pengamatan indeks vigor dilakukan dengan menghitung banyaknya kecambah normal (KN) pada hitungan pertama yaitu 72 hari setelah tanam (HST) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Indeks Vigor} = \frac{\sum \text{KN I}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

KN I = jumlah kecambah normal pada hitungan pertama (72 HST)

c. Daya berkecambah (DB)

Pengamatan daya berkecambah dilakukan dengan menghitung banyaknya benih berkecambah normal (KN) pada hitungan pertama (72 HST) dan hitungan kedua (104 HST). Perhitungan daya berkecambah menggunakan rumus :

$$\text{DB}(\%) = \frac{(\sum \text{KN I} + \sum \text{KN II})}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

d. Kecepatan tumbuh ( $K_{CT}$ )

Kecepatan tumbuh benih dihitung berdasarkan persentase pertambahan kecambah normal setiap hari sampai hari terakhir pengamatan. Perhitungan kecepatan tumbuh dengan menggunakan rumus :

$$K_{CT} = \sum_0^t \left( \frac{\% \text{KN}}{\text{etmal}} \right) \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

$K_{CT}$  : kecepatan tumbuh (%KN/etmal)

t : waktu pengamatan

%KN : persentase kecambah normal setiap waktu pengamatan

Etmal : waktu pengamatan setiap 24 jam

e. Potensi tumbuh maksimum

Potensi tumbuh maksimum adalah dengan menghitung persentase keseluruhan benih yang dapat berkecambah baik kecambah normal maupun abnormal

$$\text{PTM}(\%) = \frac{(\sum \text{Kecambah Normal} + \sum \text{Kecambah Abnormal})}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100\% \dots (5)$$

Keterangan:

PTM = jumlah benih yang dapat berkecambah (normal dan abnormal)

### C. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan SAS 9.4 dan apabila menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Data deskriptif tidak dilakukan uji statistik.

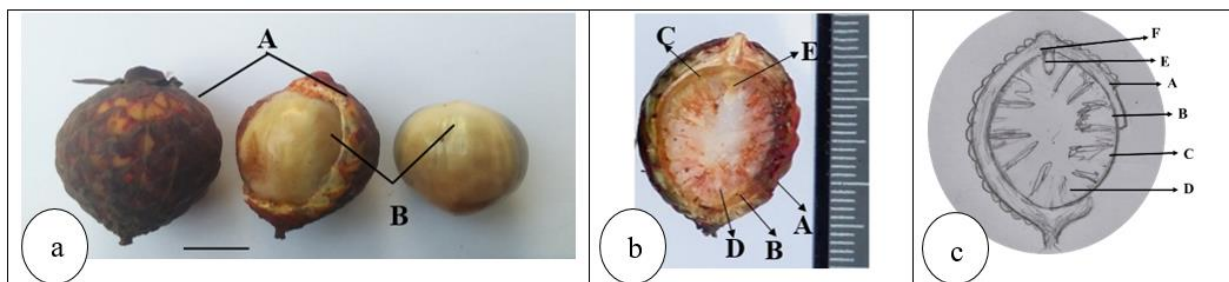
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

#### 1. Struktur Buah dan Benih, Komposisi Kimia serta Perkecambahan Benih Rotan Jernang

a. Struktur buah dan benih serta komposisi kimia benih rotan jernang

Kulit buah rotan jernang terdiri dari bagian eksokarp, mesokarp, dan endokarp. Eksokarp bersisik seperti buah salak. Jaringan mesokarp bersifat lunak dan rasanya manis, sedangkan lapisan endokarp keras. Morfologi dan struktur internal buah rotan jernang (Gambar 2).

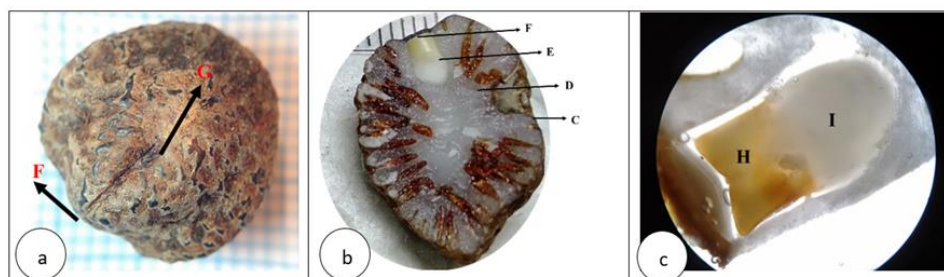


Keterangan (Remark): A=eksokarp, B=mesokarp, C=endokarp, D=endosperm, E=embryo, dan F=operkulum (A=exocarp, B=mesocarp, C=endocarp, D=endosperm, E=embryo, and F=operculum)

Gambar (Figure) 2. Morfologi dan struktur internal buah rotan jernang (a) morfologi buah, (b) struktur internal buah (membujur) dan (c) diagram buah. (Morphology and internal structure of rattan jernang fruit (a) fruit of morphology, (b) longitudinal section of fruit, and (c) diagram structure of fruit.

Rotan jernang termasuk buah batu (*drupe*) dan umumnya berbiji tunggal. Buah batu adalah berasal dari satu karpel dan memiliki biji yang dilindungi oleh endokarp tebal dan berlubang serta mesokarp umumnya berdaging (Filho, 2016). Permukaan benih rotan kasar, dan terdapat *raphe* pada permukaan benih.

*Raphe* berupa garis lurus yang menghubungkan khalaza dan hilum, atau membentuk alur (Filho, 2016). Embrio rotan jernang berukuran 3-4 mm, dikelilingi endosperm yang keras dan bersifat *ruminate*. Morfologi dan struktur internal benih rotan jernang (Gambar 3).



Keterangan (Remark): C=endokarp, D=endosperm, E=embryo, F=operkulum, G=raphe, H= embrio bagian proksimal, dan I=embrio bagian distal. Pembesaran 20x dengan mikroskop stereo. (C=endocarp, D=endosperm, E=embryo, F=operculum, G=raphe, H=proksimal, dan I=distal. 20 times magnification with stereo microscope).

Gambar (Figure) 3. Morfologi benih dan struktur internal benih rotan jernang (a) morfologi benih, (b) internal benih (membujur), dan (c) embrio. (Morphology and internal structure of jernang rattan seed, (a) seed morphology, (b) seed internal, and (c) embryo.

Komposisi kimia benih rotan jernang berdasarkan analisis adalah karbohidrat 81,07%, protein 2,93%, lemak 0,55%, abu 2,3%, air 3,29%, dan serat kasar 9,86%. Benih

rotan jernang mempunyai kandungan asam absisat (ABA), giberelin (GA) dan sitokinin berturut-turut adalah 7,33, 22,12 dan 22,59 ppm.

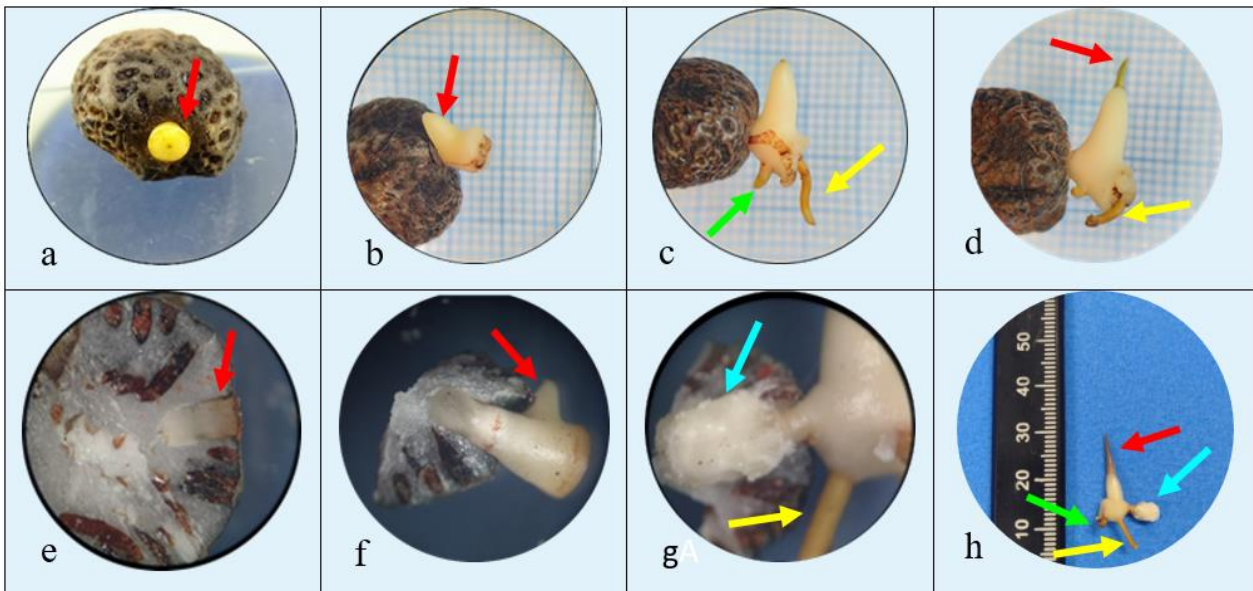


b. Perkecambahan benih rotan jernang.

Benih dikategorikan berkecambah apabila ukuran tangkai kotiledon (*cotyledonary petiole*)  $\pm 1$ mm sudah menembus kulit benih 7 hari setelah tanam (HST) (Gambar 4a dan 4e). Struktur kecambah terus berkembang yaitu tangkai kotiledon bertambah panjang dan 20 HST terbentuk tangkai ligule (Gambar 4b dan 4f). Selanjutnya 32 HST bagian bawah tangkai kotiledon muncul akar

primer (Gambar 4c dan 4g). Pertumbuhan akar mengalami perkembangan dengan munculnya akar sekunder.

Perkembangan struktur kecambah tahap berikutnya adalah muncul plumula 40 HST (Gambar 4d dan 4h). Perkecambahan dan perkembangan struktur kecambah benih rotan jernang dapat diamati pada benih tanpa operkulum dan benih dibelah secara membujur (Gambar 4).

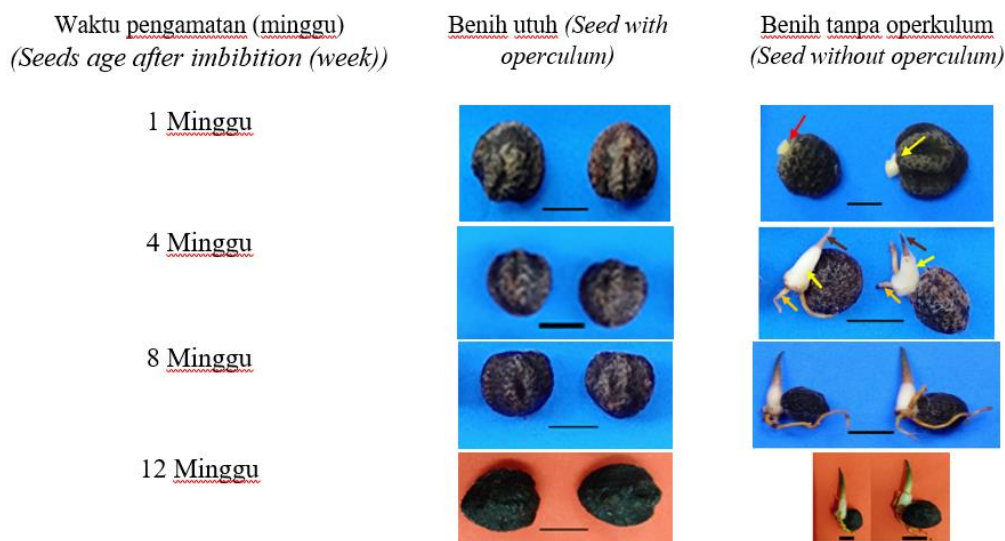


Keterangan (*Remark*): a, b, c, dan d=benih tanpa operkulum, e, f, dan g=benih dibelah secara membujur, dan h=embrio dilepas dari endosperm. Pembesaran 20x dengan mikroskop stereo. (*a, b, c, and d=seed without operculum and e, f, and g,=longitudinal section of seed and h embryo without endosperm. 20 times magnification with stereo microscope (a, b, c, d, e, f, and g).*)

Gambar (*Figure*) 4. Morfologi perkecambahan benih rotan jernang (a, e) tangkai kotiledon menembus kulit benih pada 7 HST, (b, f) kotiledon ligule 20 HST, (c, g) akar primer (kuning) dan akar adventif (hijau) pada 32 HST, haustorium (biru), dan (d, h) plumula (merah), akar primer (kuning), akar adventif (hijau) dan haustorium (biru) 40 HST. (*Germination morphology of jernang rattan seeds (a, e) cotyledonary petiole through seed coat 7 DAP, (b, f) cotyledonary ligule 20 DAP, (c, g) primary roots (yellow), adventitious roots (green) 32 DAP, haustorium (blue), and (d, h) plumule (red), primary roots (yellow), adventitious roots (green), and haustorium (blue), 40 DAP.*)

Benih tanpa operkulum mulai berkecambah satu minggu setelah tanam sedangkan pada

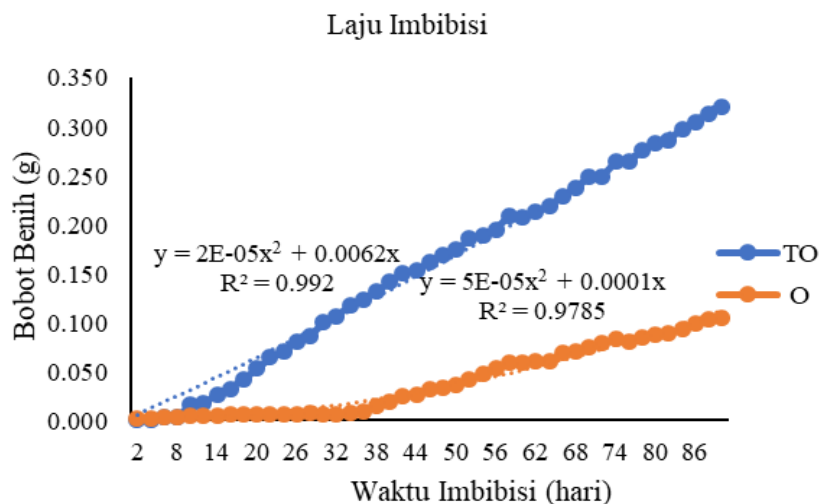
benih utuh sampai minggu ke-12 setelah tanam benih belum berkecambah (Gambar 5).



Keterangan (Remark): tangkai kotiledon (merah), tangkai ligule (kuning), akar (hijau) dan plumula (hitam).  
 (Cotyledonary petiole (red), cotyledonary ligule (yellow), roots (green), and plumule (black)).

Gambar (Figure) 5. Perkembangan morfologi kecambah pada benih utuh dan benih tanpa operculum (The development of seedling morphology on the seed with operculum and seed without operculum).

Laju imbibisi yang digambarkan dari perkecambahan benih ditunjukkan pada pertambahan bobot benih selama proses (Gambar 6).



Gambar (Figure) 6. Pertambahan bobot benih pada benih utuh dan benih tanpa operculum selama proses imbibisi (Increasing in seed weight during imbibition process of jernang rattan by seed with operculum and seed without operculum)

Berdasarkan hasil sidik ragam, interaksi perlakuan pencongkelan operculum dan perendaman benih sangat berpengaruh terhadap indeks vigor dan kecepatan tumbuh.

Perlakuan pencongkelan operculum benih sangat berpengaruh terhadap kecepatan muncul tangkai kotiledon dan potensi tumbuh maksimum (Tabel 1).

Tabel (Table) 1. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh pencongkelan operkulum dan perendaman benih dan interaksinya terhadap viabilitas dan vigor benih rotan jernang (*Effect of seed without operculum, immersion and the interaction on seed viability and vigor of jernang rattan*)

Peubah (Variable)	Perlakuan (Treatment)			
	Pencongkelan operkulum benih (D) (Seed operculum remove)	Perendaman benih (P) (Seed immersion)	DxP	KK (%)
Kecepatan muncul tangkai kotiledon ( <i>Speed of emergence of cotyledonary petiole</i> )	**	tn	tn	22,12
Indeks vigor ( <i>Vigor index</i> )	**	**	**	29,42
Kecepatan tumbuh ( <i>Speed of germination</i> )	**	**	*	21,68
Daya berkecambah ( <i>Seed germination</i> )	tn	tn	tn	22,42
Potensi tumbuh maksimum ( <i>Maximum growth potential</i> )	**	tn	tn	7,09

Keterangan (Remarks): KK=koefisien keragaman, tn=berpengaruh tidak nyata, \*=berpengaruh nyata (*significant different*); \*\*=berpengaruh sangat nyata, D=perlakuan benih, P=perendaman benih (*very significant different*) (KK=coefficient of variance, tn=no significant different, \*=significant different, \*\*=very significant different, D (seed operculum remove), P (seed immersion))

Perlakuan benih yaitu benih tanpa operkulum menghasilkan kecepatan muncul tangkai kotiledon dan potensi tumbuh maksimum nyata lebih tinggi dibandingkan dengan benih utuh (Tabel 2).

Tabel (Table) 2. Pengaruh pencongkelan operkulum benih terhadap kecepatan muncul tangkai kotiledon, daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum benih rotan jernang (*The effect of seed operculum remove on speed of emergence of cotyledonary petiole, seed germination and maximum growth potential of jernang rattan seed*).

Pencongkelan operkulum benih (D) (Seed operculum remove)	Peubah (Variabel)		
	Kec. TK (%TK/etmal)	DB (%)	PTM (%)
Benih utuh (O) ( <i>Seed with operculum</i> )	2,49 b	68,15 a	88,15 b
Benih tanpa operkulum (TO) ( <i>Seed without operculum</i> )	10,07 a	74,82 a	100,00 a

Keterangan (Remarks): \* angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT  $\alpha=5\%$ , Kec. TK=Kecepatan muncul tangkai kotiledon, DB=Daya berkecambah, PTM=Potensi tumbuh maksimum (*\*numbers followed by the same letter in the same column show no significant difference at DMRT  $\alpha=5\%$ , Kec TK= (Speed of emergence cotyledonary petiole, DB= (Seed germination), PTM= Maximum growth potential)*).

Perlakuan pencongkelan operkulum (benih tanpa operkulum) dan perlakuan perendaman benih terjadi interaksi terhadap tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh benih rotan jernang (Tabel 3).

Tabel (Table) 3. Pengaruh interaksi pencongkelan operkulum dan perendaman benih terhadap indeks vigor dan kecepatan tumbuh benih rotan jernang (*Effect of interaction between seed operculum remove and seed immersion on vigor index and speed of germination of jernang rattan seed*)

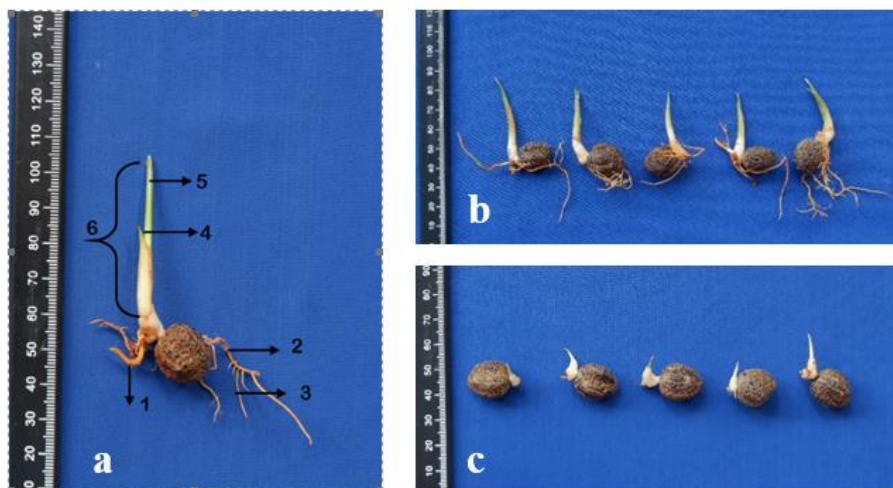
Pencongkelan operkulum benih (D) (Seed operculum remove)	Perendaman benih (Seed immersion)		
	Kontrol (Control)	Aquades (Aquadest)	KNO <sub>3</sub> 0,2 %
<b>IV (%)</b>			
Benih utuh (O) ( <i>Seed with operculum</i> )	2,22 c	2,22 c	0,00 c
Benih tanpa operkulum (TO) ( <i>Seed without operculum</i> )	95.56a	57.78b	33.33c
<b>K<sub>CT</sub> (%KN/etmal)</b>			
Benih utuh (O) ( <i>Seed with operculum</i> )	0,84 bc	0,89 bc	0,76 c
Benih tanpa operkulum (TO) ( <i>Seed without operculum</i> )	1,67 a	1,23 b	0,77 c

Keterangan (Remarks): \* angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dan peubah yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT  $\alpha=5\%$ , K<sub>CT</sub> = Kecepatan tumbuh benih, IV=Indeks vigor (*\*numbers followed by the same letter in the same row no significant difference at DMRT  $\alpha=5\%$ , K<sub>CT</sub> =Speed of germination, IV =Vigor index*)

## 2. Pengembangan metode uji daya berkecambah benih rotan jernang

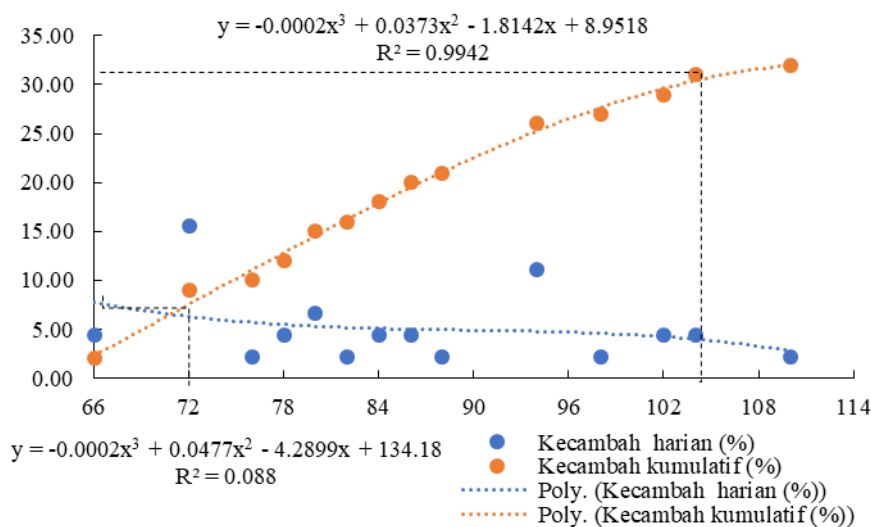
Kriteria kecambah normal benih rotan jernang adalah panjang plumula minimum  $\pm 15$  mm, akar berkembang sempurna yaitu mempunyai akar primer dan akar sekunder

(Gambar 7a dan 7b), sedangkan kriteria kecambah abnormal adalah akar dan plumula tidak berkembang sempurna (Gambar 7c). Kecambah normal dan kecambah abnormal benih rotan jernang (Gambar 7).



Keterangan (*Remarks*): (1) akar primer, (2) akar sekunder, (3) bulu akar, (4) ligule (5) daun pertama, dan (6) plumula  
 ((1) primary roots, (2) secondary roots, (3) root hairs (4) ligule, (5) eophyll and (6) plumule))

Gambar (*Figure*) 7. Kecambah normal dan abnormal benih rotan jernang (a dan b) kecambah normal (100 HST) dan (c) kecambah abnormal (104 HST). (*Normal and abnormal seedling jernang rattan seed ((a and b) normal seedling (100 DAP) and (c) abnormal seedling (104 DAP))*)



Gambar (*Figure*) 8. Grafik hitungan kecambah normal harian dan kumulatif perkecambahan benih rotan jernang (*Chart of daily and cumulative normal germination on jernang rattan seed germination*)

Penentuan *first count* dan *final count* dalam pengujian daya berkecambah benih rotan jernang sangat penting untuk mendapatkan keseragaman dalam pengujian daya berkecambah. *First count* dan *final count* dalam pengujian perkecambahan benih rotan jernang adalah 72 dan 104 HST (Gambar 8).

Perlakuan media tanam yaitu pasir dan *cocopeat* tidak berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih rotan jernang. Walaupun secara uji statistik tidak berbeda nyata, namun mediapasir menghasilkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan media *cocopeat* (Tabel 4).

Tabel (Table) 4. Pengaruh media tanam terhadap kecepatan muncul tangkai kotiledon, indeks vigor, kecepatan tumbuh, daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum benih rotan jernang (*The effect of plant medium on speed of emergence of cotyledonary petiole, vigor index, speed of germination, seed germination and maximum growth potential of jernang rattan seed*)

Perlakuan media ( <i>Plant medium treatment</i> )	Peubah ( <i>Variabel</i> )				
	Kec TK (%KT/etmal)	IV (%)	K <sub>CT</sub> (%KN/etmal)	DB (%)	PTM (%)
Pasir (M0) ( <i>Sand</i> )	8.9	71.1	1.4	80.0	93.3
<i>Cocopeat</i> (MI) ( <i>Cocopeat</i> )	7.4	46.7	1.1	75.6	88.9
KK (%)	9,2	21,7	16,2	16,4	3,0

Keterangan (*Remarks*): \* KK=Koefisien keragaman, Kec. TK=Kecepatan muncul tangkai kotoledon, IV=Indeks vigor, K<sub>CT</sub>=Kecepatan tumbuh, DB= Daya berkecambah, PTM=Potensi tumbuh maksimum, (KK=Coefficient of variance, Kec. TK=Speed of emergence of cotyledonary petiole, IV=Vigor index, K<sub>CT</sub>=Speed of germination, DB=Seed germination, PTM=Maximum growth potential)

## B. Pembahasan

### 1. Struktur Benih, Komposisi Kimia dan Perkecambahan Benih Rotan Jernang

Benih rotan jernang mempunyai endokarp yang keras dan operkulum (Gambar 3), operkulum menempel pada embrio. Kotiledon pada embrio rotan jernang terdiri atas dua bagian yaitu bagian proksimal dan bagian distal (Gambar 3c). Selama proses perkecambahan bagian proksimal akan berkembang menjadi tangkai kotiledon (*cotyledonary petiole*) dan bagian distal berfungsi sebagai haustorium.

Komposisi cadangan makanan benih rotan jernang yang paling tinggi adalah karbohidrat

(81,07%) dan yang paling rendah lemak (0,55%). Cadangan makanan berupa karbohidrat, protein dan lemak adalah sumber energi yang digunakan pada saat proses perkecambahan berlangsung. Copeland dan McDonald (2001) menjelaskan bahwa beberapa spesies benih *Arecaceae* mempunyai kandungan karbohidrat tinggi. Benih rotan jernang mempunyai kandungan GA lebih tinggi dari ABA sehingga ABA tidak dapat berfungsi sebagai penghambat perkecambahan secara fisiologis pada rotan jernang. Menurut Bewley *et al* (2013) penghambatan perkecambahan secara fisiologis dapat disebabkan oleh rasio ABA lebih tinggi dari

GA sehingga perkecambahan tertunda. Penghambatan perkecambahan benih rotan jernang disebabkan oleh operkulum sehingga embrio sukar untuk menembus bagian operkulum. Operkulum juga dapat menghambat perkecambahan benih *Attalea vitrivir*, *Butia capitata* dan *Acrocomia aculeate* (Carvalho *et al.*, 2015).

Pengertian berkecambah pada umumnya adalah radikula menembus kulit benih, tetapi pada *Arecaceae* yang menembus kulit benih adalah struktur yang spesifik yaitu tangkai kotiledon (Cui *et al.*, 2020). Menurut Perez *et al.*, (2008) jenis *Arecaceae* dikategorikan berkecambah apabila tangkai kotiledon sudah menembus bagian operkulum  $\pm 1\text{mm}$ . Berdasarkan informasi tersebut, benih rotan jernang dikategorikan berkecambah apabila ukuran tangkai kotiledon  $\pm 1\text{mm}$  sudah menembus bagian operkulum. Proses perkecambahan benih rotan jernang (benih tanpa operkulum) terdiri atas empat tahapan yaitu terbentuk tangkai kotiledon, kotiledon ligule, akar dan daun (Gambar 4).

Secara umum tipe perkecambahan keluarga *Arecaceae* adalah *remote germination* dan *adjacent germination*. *Remote germination* adalah perkecambahan terjadi jauh dari benih dan *adjacent germination* adalah perkecambahan terjadi dekat dengan benih (Meerow & Broschat, 2017). Rotan jernang termasuk kelompok

perkecambahan *hipogeal* dengan tipe perkecambahan *adjacent ligular*, serta memiliki struktur perakaran yang terdiri atas akar primer dan akar sekunder. Menurut Meerow & Broschat (2017) *Arecaceae* dengan tipe perkecambahan *adjacent ligular* mempunyai akar yang kecil, cepat mati dan segera diganti akar adventif. Jenis tanaman lain yang termasuk tipe perkecambahan *adjacent ligular* adalah *Areca (Dyopsis lutescens)*, Alexandra palm (*Archontophoenix alexandrae*), kelapa (*Cocos nucifera*) dan kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) (Cui *et al.*, 2020; Meerow & Broschat 2017).

Penghambatan perkecambahan benih rotan jernang disebabkan oleh hambatan secara fisik yaitu operkulum. Pencongkelan operkulum menyebabkan pertambahan bobot benih lebih besar dan perkecambahan lebih cepat dibandingkan dengan benih utuh. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa operkulum termasuk penghambat perkecambahan benih *Arecaceae* (Ribeiro *et al.*, 2011; Neves *et al.*, 2013; Oliveira NC *et al.*, 2013; Oliveira TG *et al.*, 2013; Carvalho *et al.*, 2015; Viji *et al.*, 2015; Bicalho *et al.*, 2016; Moura *et al.*, 2016; Nazario *et al.*, 2017).

Kulit benih dan operkulum yang keras dapat menghambat proses imbibisi dan menghambat embrio untuk berkembang sehingga perkecambahan pada benih utuh

menjadi lambat. Colgecen *et al* (2008) menyatakan bahwa testa yang keras dan tebal dapat menghambat oksigen dan air masuk ke benih dan menjadi penghambat terjadinya proses perkecambahan. Benih tanpa operkulum menyebabkan imbibisi dapat berjalan dengan baik, ketersediaan oksigen menjadi lebih banyak dan hormon endogen penghambat perkecambahan berkurang sehingga dapat mematahkan dormansi (Oliveira NC *et al.*, 2013) dan dapat berkecambah lebih cepat.

Perlakuan benih yaitu pencongkelan operkulum dan perendaman benih terdapat interaksi terhadap tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh (Tabel 1). Benih tanpa operkulum menunjukkan hasil lebih tinggi daripada benih utuh karena operkulum menjadi penghambat bagi embrio untuk berkembang sehingga perkecambahan tidak berlangsung.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa operkulum adalah penyebab dormansi pada *Arecaceae* karena embrio sulit untuk menembus jaringan disekitarnya dan membuang operkulum menyebabkan perkecambahan menjadi lebih seragam dan meningkat (Oliveira TG *et al.*, 2013; Bicalho *et al.*, 2015).

Perlakuan perendaman secara umum belum dapat meningkatkan perkecambahan benih rotan jernang (benih mati) karena kekurangan oksigen. Filho (2015)

menambahkan bahwa perendaman benih dapat membahayakan embrio karena difusi oksigen berkurang. Selanjutnya perlakuan perendaman pada benih *Carapa guianensis* menyebabkan benih tidak dapat berkecambah dan mati (Scarano *et al.*, 2003). Kemampuan benih untuk berkecambah lebih cepat merupakan salah satu ciri kekuatan benih dan indikator penting mutu fisiologis benih dibandingkan dengan daya berkecambah. Kecepatan tumbuh merupakan salah satu komponen penting dari vigor benih karena berhubungan dengan kemunculan kecambah yang lebih cepat dilapang (Filho, 2015).

Beberapa hasil penelitian pada *Arecaceae* menunjukkan bahwa benih tanpa operkulum dapat mempercepat dan meningkatkan perkecambahan, perkecambahan *Acrocomia aculeate* mencapai 35% sedangkan pada benih utuh perkecambahan hanya 15% (Oliveira TG *et al.*, 2013). Benih *Butia* spp perkecambahan mencapai 80% sampai 92% selama 29 hari pada benih tanpa operkulum (Hoffmann *et al.*, 2014). Benih *Butia odorata* perkecambahan mencapai 72 % selama 56 hari dan pada benih utuh perkecambahan hanya 38% selama 319 hari (Fior *et al.*, 2013). Selanjutnya Neves *et al* (2013) menyatakan bahwa benih *Attalea vitrivir* perkecambahan berlangsung pada hari pertama sedangkan pada benih utuh sampai hari ke-52 benih tidak berkecambah.

Perlakuan pencongkelan operkulum dapat mempercepat dan meningkatkan

perkecambahan *Arecaceae* dengan waktu dan tingkat perkecambahan berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena sifat dormansi dan spesies tanaman berbeda-beda. Faktor lain yang menyebabkan perkecambahan *Arecaceae* tidak seragam adalah ketika melakukan perkecambahan operkulum tidak dibuang atau menunggu operkulum terbuka secara alami (Segovia *et al.*, 2003; Bicalho *et al.*, 2015).

## **2. Pengembangan metode uji daya berkecambah benih rotan jernang**

Keberhasilan pengujian perkecambahan dapat dipengaruhi oleh waktu pengamatan dan media tanam sehingga untuk menghindari perbedaan yang besar dalam melakukan perkecambahan keseragaman waktu pengamatan dan media tanam yang sesuai perlu diperhatikan. Pengembangan metode uji daya berkecambah adalah untuk menentukan media yang optimum, penentuan waktu pengamatan (*first count* dan *final count*), kriteria kecambah normal dan abnormal terutama untuk benih yang belum ada standar pengujian perkecambahan. Kriteria kecambah normal rotan jernang adalah panjang plumula minimum  $\pm 15$  mm serta akar primer dan akar sekunder berkembang sempurna (Gambar 7a dan 7b). Kriteria kecambah abnormal adalah plumula dan akar tidak berkembang sempurna (Gambar 7c). Kecambah normal dengan plumula dan perakaran yang baik, diharapkan dapat berkembang menjadi tanaman normal

dan berproduksi tinggi apabila ditanam pada kondisi yang optimal.

Berdasarkan hasil pengamatan (Gambar 8), *first count* dan *final count* dalam pengujian daya berkecambah benih rotan jernang adalah 72 dan 104 HST. Benih yang dapat berkecambah sebelum *first count* merupakan benih yang memiliki vigor tinggi, sedangkan benih yang berkecambah hingga akhir pengamatan termasuk benih yang kurang vigor. Benih yang berkecambah lebih dari hari ke-104 tidak dihitung, karena benih tersebut termasuk benih keras atau benih mati. Kecambah normal dengan perakaran yang baik (akar berkembang menjadi akar primer dan akar sekunder), serta batang berkembang dengan baik, diharapkan tumbuh menjadi tanaman normal yang berproduksi tinggi.

Perlakuan media tanam yaitu pasir dan *cocopeat* tidak berpengaruh nyata terhadap semua tolok ukur pengamatan, tetapi nilai tertinggi viabilitas dan vigor benih terdapat pada media pasir yaitu kecepatan muncul tangkai kotiledon 8,88%/etmal, indeks vigor 71,11%, kecepatan tumbuh 1,38%/etmal, daya berkecambah 80,00% dan potensi tumbuh maksimum 93,33%. Media pasir memiliki aerasi yang baik, dan bersifat poros sehingga mudah ditembus oleh akar. Ribeiro *et al* (2011) menyatakan bahwa perkecambahan *Acrocomia aculeate* lebih baik menggunakan media pasir.



#### IV. KESIMPULAN

Operkulum merupakan penghambatan perkecambahan benih rotan jernang. Benih tanpa operkulum menghasilkan nilai terbaik pada indeks vigor, kecepatan tumbuh, kecepatan muncul tangkai kotiledon, daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum. Pengamatan *first count* dan *final count* pada uji daya berkecambah adalah 72 dan 104 HST. Kriteria kecambah normal yaitu panjang plumula minimum  $\pm 15$  mm, akar berkembang dengan sempurna yaitu terdapat akar primer dan akar sekunder. Media terbaik untuk perkecambahan benih rotan jernang adalah media pasir.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Skema Penelitian Pascasarjana (PPS) Penelitian Disertasi Doktor (PDD) “Fenologi Pembungaan, Perkecambahan serta Dormansi Benih Rotan Jernang (*Daermonorop* sp)” atas nama Dr. Ir. Endah Retno Palupi, M. Sc, sesuai dengan kontrak No. 3/E1/KP.PTNBH/2019 Tahun Anggaran 2019.

#### DAFTAR PUSTAKA

Agustarini, R., & Prameswari, D. (2020). Teknik pematangan dormansi benih 2 jenis rotan andalan Sulawesi Tengah (*Daemonorops*

robusta Warb.ex Beccari dan *Calamus inops* Beccari ex Heyne). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*, 8(1), 65–77. <https://doi.org/doi.org/10.20886/bptph.2020.8.1>

- Beltrame, R., Jasmim, J., & Vieira, H. (2019). Morphological characterization and germination of *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glass. (Arecaceae). *Comunicata Scientiae*, 10(1), 54–64. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i1.2997>
- Bewley, J., Bradford, K., Hilhorst, H., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds Physiology of Development, Germination and Dormansi* (3rd ed., Vol. 3). Springer.
- Bicalho, E., Marijuan, M., Morales, M., Müller, M., Bosch, S., & Garcia, Q. (2015). Macaw palm seed germination is driven by GAs/ABA balance. *Plant Biology*, 17(5), 990–996. <https://doi.org/10.1111/plb.12332>
- Bicalho, E., Motoike, S., Borges, E., Ataide, G., & Guimaraes, V. (2016). Enzyme activity and reserve mobilization during macaw palm (*Acrocomia aculeata*) seed germination. *Acta Botanica Brasilica*, 30(3), 437–444. <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0181>
- Bicalho, E., Santos, T., & Garcia, Q. (2019). Abscisic acid and the antioxidant system are involved in germination of butia capitata seeds. *Acta Botanica Brasilica*, 33(1), 174–178. <https://doi.org/10.1590/0102-33062018abb0193>
- Carvalho, V., Ribeiro, L., Lopes, P., Agostinho, C., Matias, L., Simoes, M., & Correia, L. (2015). Dormancy is modulated by seed structures in palms of the cerrado biome. *Australian Journal of Botany*, 63(5), 444–454. <https://doi.org/10.1071/BT14224>
- Colgecen, H., Buyukkartal, H. N., & Toker, M. C. (2008). In vitro germination and structure of hard seed testa of natural tetraploid *Trifolium pratense* L. *African Journal of Biotechnology*, 7(10), 1473–1478. <https://doi.org/10.4314/ajb.v7i10.58695>
- Copeland, LO, & McDonald, MB. (2001). *Principles of Seed Science and Technology* (4 th). Kluwer Academic. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1619-4>
- Cui, J., Lamade, E., & Tcherkez, G. (2020). Seed

- germination in oil palm (*Elaeis guineensis* jacq.): A review of metabolic pathways and control mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijms21124227>
- DeFacio, P., Pickerel, L., & Rhyne, S. (2002). Greenhouse Operation and Management (6th ed.). *HortScience*, 34(2), 1–122.
- Dias, D., Ribeiro, L., Lopes, P., Melo, G., Muller, M., & Bosch, S. (2018). Haustorium-endosperm relationships and the integration between developmental pathways during reserve mobilization in *Butia capitata* (Arecaceae) seeds. *Annals of Botany*, 122(2), 267–277. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy065>
- Filho, J. M. (2015). Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72(4), 363–374. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>
- Filho, J. M. (2016). *Seed Physiology of Cultivated Plants* (2nd ed.). Londrina.
- Fior, C., Souza, P., & Schwarz, S. (2013). Emergence og *Butia odorata* (Bard. Rodr) noblick seedlings in greenhouse. *Revista Arvore*, 37(3), 503–510. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000300013>
- Gupta, D., Bleakley, B., & Gupta, R. K. (2007). Dragon’s blood: Botany, chemistry and therapeutic uses. *Journal of Ethnopharmacology*, 115(3), 361–380. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.10.018>
- Harun, M., Yunus, M., Ismail, M., & Morad, N. (2016). A comparative investigation on the effect of thermal treatments on the mechanical properties of oil palm fruitlet components. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 60, 582–587. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2015.10.030>
- Hoffmann, J., Barbieri, R., Rombaldi, C., & Chaves, F. (2014). *Butia* spp. (Arecaceae): An overview. *Scientia Horticulturae*, 179, 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.011>
- ISTA. (2018). International Rules for Seed Testing. In *The Internationall Seed Testing Association. Zurichstr, Switzerland*. ISTA.
- Matana, Y. (2013). *Pengaruh penyadapan dan posisi tandan terhadap mutu benih serta teknik konservasi kecambah terhadap pertumbuhan bibit aren (Arenga pinnata (Wurb) Merr.* Institut Pertanian Bogor.
- Matana, Y., Murniati, E., & Palupi, E. (2013). Efek penyadapan bunga jantan dan letak tandan bunga betina terhadap mutu benih Aren ( *Arenga pinnata* ( Wurbm .) Merr .). *Buletin Palma*, 14(2), 6–12. <http://dx.doi.org/10.21082/bp.v14n1.2013.6-12>
- Meerow, A., & Broschat, T. (2017). Palm seed germination. *IFAS Extension*, 1–9.
- Moura, S., Goncalves, E., Melo, L., Paiva, L., & Silva, T. (2016). Morphology of fruits, diaspores, seeds, seedlings, and saplings of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. *Bioscience Journal*, 32(3), 652–660. <https://doi.org/10.14393/bj-v32n3a2016-32829>
- Murugesan, P., Ravichandran, G., & Shareef, M. (2015). Seed germination and ultra structural changes in oil palm (*Elaeis guineensis*) hybrid seed influenced by heat treatments. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85(11), 1419–1423.
- Myint, T., Chanprasert, W., & Srikul, S. (2010). Germination of seed of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) as affected by different mechanical scarification metdods. *Seed Science and Technology*, 38(3), 635–645. <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.3.11>
- Nazario, P., Ferreira, S. A. N., & Borges, E. E. L. (2017). Embryonic dormancy in seeds of *Bactris gasipaes* Kunth (peach-palm). *Journal of Seed Science*, 39(2), 106–113. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n2163507>
- Neves, S., Ribeiro, L., Cunha, I., Pimenta, M., Simoes, M., & Lopes, P. (2013). Diaspore structure and germination ecophysiology of the babassu palm (*Attalea vitrivir*). *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208(1), 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.12.007>
- Oliveira, N., Lopes, P., Ribeiro, L., Simoes, M., Oliveira, L., & Silverio, F. (2013). Seed structure, germination, and reserve

- mobilization in *Butia capitata* (Arecaceae). *Trees*, 27(6), 1633–1645. <https://doi.org/10.1007/s00468-013-0910-0>
- Oliveira, T., Junior, A., Souza, P., & Ribeiro, L. (2013). Use of phytohormones in overcoming macaw palm seed dormancy. *Acta Scientiarum - Agronomy*, 35(4), 505–511. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i4.16385>
- Perez, H., Criley, R., & Baskin, C. (2008). Promoting germination in dormant seeds of *Pritchardia remota* (Kuntze) Beck., an endangered palm endemic to Hawaii. *Natural Areas Journal*, 28(3), 251–260. [https://doi.org/10.3375/0885-8608\(2008\)28\[251:PGIDSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3375/0885-8608(2008)28[251:PGIDSO]2.0.CO;2)
- Ravichandran, G., Murugesan, P., Naveen, P., Mathur, R. K., & Ramajayam, D. (2016). Effect of chemicals on disintegration of the operculum in oil palm (*Elaeis guineensis*) seeds for early germination. *Seed Science and Technology*, 44(3), 475–485. <https://doi.org/10.15258/sst.2016.44.3.16>
- Ribeiro, L. M., Souza, P. P., Rodrigues, A. G., Oliveira, T. G. S., & Garcia, Q. S. (2011). Overcoming dormancy in macaw palm diaspores, a tropical species with potential for use as bio-fuel. *Seed Science and Technology*, 39(2), 303–317. <https://doi.org/10.15258/sst.2011.39.2.04>
- Sadjad, S. (1994). *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Sahwalita. (2014). Budidaya Rotan Jernang. *Balai Penelitian Kehutanan Palembang*, 1–12.
- Santos, H., Oliveira, D., & Ribeiro, L. (2017). Roles of the haustorium and endosperm during the development of seedlings of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae): dynamics of reserve mobilization and accumulation. *Protoplasma*, 254(4), 1563–1578. <https://doi.org/10.1007/s00709-016-1048-x>
- Scarano, F. R., Pereira, T. S., & Rocas, G. (2003). Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon. *Plant Biology*, 168(2), 291–296.
- Segovia, A. O., Batis, A. I., Arechiga, M. R., & Mendoza, A. (2003). Seed biology of Palms: A Review. *Palms*, 47(2), 79–94.
- Utami, N. W., & Siregar, H. M. (1988). Seedling morphology of some ornamental palms. *Berita Biologi*, 4(4), 207–214.
- Viji, V., Chandra, R., Salim, P., & Puthur, J. (2015). Germination-associated morphological and anatomical changes in *Corypha umbraculifera* L. seeds. *Phytomorphology: An International Journal of Plant Morphology*, 65(1–2), 11–17.
- Winarni, E., Fitriani, A., Purnomo, & Panjaitan, S. (2017). Daya kecambah benih rotan jernang (*Daemonorops draco blume*) dengan berbagai perlakuan perendaman dalam air. *Jurnal Hutan Tropis*, 5(2), 120–126.
- Yetty, Hariyadi, B., & Murni, P. (2013). Studi etnobotani jernang (*Daemonorops* spp.) pada masyarakat Desa Lamban Sigatal dan Sepintun Kecamatan Pauh Kabupaten Sarolangun Jambi. *Biospecies*, 6(1), 38–43.