

PEMATAHAN DORMANSI BENIH AREN (*Arenga pinnata* Merr) DENGAN BERBAGAI PERLAKUAN SKARIFIKASI DAN KONSENTRASI GIBERELIN (GA₃)

BREAKING OF DORMANCY OF SUGAR PALM (*Arenga pinnata* Merr) SEED WITH VARIOUS SCARIFICATION TREATMENTS AND GIBBERELLIN (GA₃) CONCENTRATIONS

Noprizal, Aswaldi Anwar¹, dan Nalwida Rozen
Pascasarjana Agronomi Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

ABSTRACT

Procurement of quality seeds and seedlings quickly available for consumers in sugar palm plantations still has many obstacles. Sugar palm seeds take a long time to germinate due to the dormancy period. One effort that can be done is scarification physically and chemically, including using gibberellins. This study aimed to determine the effect of scarification treatment and various concentrations of gibberellin (GA₃) on breaking dormancy and germination of sugar palm seeds. This research was carried out in the Seed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture, Andalas University, from March to August 2022. The design was used by completely randomized design (CRD) in factorial 3x4x3. The first factor was the scarification technique which consisted of three levels with using sandpaper, hand grinding, and sitting grinding. The second factor was soaking the seeds in GA₃ solution with four levels which consisted of 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, and 150 ppm. The results of this research showed that the seed scarification technique had effected on the seeds water content and the electrical conductivity of the sugar palm seeds, while seed scarification and gibberellin immersion had effected the dormancy time of the sugar palm seeds, but it didnot effect the germination ability of the sugar palm seeds. Seed scarification used a sitting grinding machine and gibberellins with concentration of 100 ppm would have effciented the fastest breaking dormancy of sugar palm seeds in 18.67 days.

Keywords: sugar palm, scarification, gibberellin.

INTISARI

Pengadaan benih bermutu dan bibit yang cepat tersedia bagi konsumen pada tanaman aren masih memiliki banyak kendala. Benih tanaman aren memerlukan waktu yang cukup lama untuk berkecambah yang disebabkan terjadinya masa dormansi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan skarifikasi secara fisik dan kimia diantaranya dengan penggunaan giberelin. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan skarifikasi dan berbagai konsentrasi giberelin (GA₃) terhadap pematahan dormansi dan perkecambahan benih aren. Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada bulan Maret hingga Agustus 2022. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dalam faktorial 3x4x3. Faktor pertama adalah teknik skarifikasi yang terdiri dari tiga taraf yaitu menggunakan kertas amplas, gerinda tangan dan gerinda duduk dan faktor kedua adalah perendaman benih dalam larutan GA₃ dengan empat taraf yaitu: 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm dan 150 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik skarifikasi benih berpengaruh terhadap kadar air benih dan daya hantar listrik benih aren, sedangkan skarifikasi benih dan perendaman giberelin berpengaruh terhadap waktu patah dormansi benih aren, namun tidak mempengaruhi daya berkecambah benih aren. Skarifikasi benih menggunakan mesin gerinda duduk dan giberelin konsentrasi 100 ppm menghasilkan waktu pematahan dormansi benih aren tercepat yaitu 18,67 hari.

Kata kunci: aren, skarifikasi, giberelin.

¹ Correspondence author: Aswaldi Anwar. Email: aswaldianwar@agr.unand.ac.id

PENDAHULUAN

Aren (*Arenga pinnata* Merr.) adalah tanaman yang memiliki potensi nilai ekonomi yang cukup tinggi baik sebagai sumber pangan, bioindustry dan bioenergi. Semua bagian tanaman aren dapat dimanfaatkan, diantaranya: daun sebagai pembungkus, akar sebagai obat tradisional, batang untuk dijadikan tepung dan nira untuk dijadikan pembuatan gula yang dapat juga berpotensi dijadikan sumber bahan baku bioethanol. Indeks glikemik gula aren yang rendah (35,56) menjadikannya aman dikonsumsi para penderita diabetes (Ismail *et al.*, 2020).

Salah satu masalah dalam pengembangan tanaman aren adalah benih yang mengalami masa dormansi serta perkecambahan benih yang tidak serentak. Waktu benih aren untuk berkecambah secara alami memerlukan waktu sekitar 1 tahun (Rozen *et al.*, 2016). Dormansi pada benih aren termasuk ke dalam dormansi morfofisiologis. Menurut Baskin *et al.*, (2014), benih dengan kondisi dormansi morfofisiologis termasuk dalam dormansi morfologis dan dormansi fisiologis yang bervariasi antar spesies maupun kondisi lingkungan untuk mendorong pertumbuhan embrio. Menurut Perez *et al.*, (2008), patahnya dormansi fisiologis dan dormansi morfologis terjadi secara bersamaan saat akan terjadi proses perkecambahan. Saat selesainya dormansi fisiologis maka embrio tumbuh.

Dormansi pada benih aren dapat diatasi dengan melakukan perlakuan pendahuluan, salah satu teknik pematahan dormansi pada benih adalah dengan skarifikasi (Mousavi, *et al.*, 2011). Proses skarifikasi fisik pada kulit benih akan mempercepat terjadinya proses imbibisi sehingga akan mengakibatkan proses perkecambahan. Selain dari proses skarifikasi secara fisik, pemberian penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) dapat mempercepat

terjadinya proses perkecambahan pada benih aren setelah diberikan giberelin.

Salah satu efek fisiologis dari giberelin adalah mendorong aktivitas enzim-enzim hidrolitik pada proses perkecambahan benih. Giberelin tersebut menyebabkan terjadinya transkripsi beberapa gen penanda enzim-enzim hidrolitik diantaranya α -amilase. Kemudian enzim tersebut masuk ke endosperma dan menghidrolisis pati dan protein sebagai sumber makanan bagi perkembangan embrio (Rusmin *et al.*, 2014). Salisbury dan Ross (1995), salah satu efek pemberian GA3 pada benih dapat mendorong pemanjangan sel, sehingga radikula dapat menembus endosperma kulit benih yang membatasi pertumbuhannya. Untuk itu, pada penelitian ini dilakukan skarifikasi benih dengan berbagai alat dan perendaman giberelin dengan berbagai konsentrasi larutan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi antara skarifikasi dengan berbagai konsentrasi giberelin terhadap pematahan dormansi dan perkecambahan benih aren.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian, Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian dan Laboratorium Produksi dan Manajemen Alat Mesin Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas, Padang. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga bulan Agustus 2022.

Alat yang digunakan adalah gerinda tangan, gerinda duduk, EC meter (*electrical conductivity meter*), pisau, *hand sprayer*, bak semai, penggaris 30 cm, sarung tangan karet, kamera, timbangan analitik digital, oven, gelas ukur, *glass jar* dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah benih aren, kapas, *Dithane M-45*, giberelin (GA3), tetrazolium, NaOH, tanah,

pupuk kandang, air, kertas amplas kekasaran 100 dan kertas label.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam faktorial 3x4x3. Faktor pertama adalah skarifikasi benih aren terdiri 3, taraf yaitu: S1 (Skarifikasi Kertas Amplas), S2 (Skarifikasi Gerinda Tangan), S3 (Skarifikasi Gerinda Duduk) dan Faktor kedua perendaman benih aren dengan larutan giberelin terdiri 4 taraf, yaitu: G1 (0 ppm), G2 (50 ppm), G3 (100 ppm), G4 (150 ppm). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan Uji F, jika hasil uji F lebih besar dari F tabel 5%, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5 %. Parameter yang diamati antara lain:

a. Kadar Air Benih (%)

Pengujian kadar air benih dilakukan dengan cara menghancurkan benih bersama dengan cangkangnya sebanyak 4 sampel benih tiap satuan percobaan dengan menggunakan palu, kemudian benih ditimbang. Selanjutnya benih dioven menggunakan cawan dengan suhu 105° C selama 24 jam. Setelah dioven benih ditimbang bobotnya. Kadar air benih dihitung dengan menggunakan rumus :

$$KA = \frac{BB - BK}{BK} \times 100\%$$

b. Waktu Patah Dormansi (Hari)

Pengujian waktu patah dormansi dihitung mulai hari pertama setelah perendaman larutan giberelin sampai benih telah muncul apokol 2-3 mm dan lebih dari 50% untuk setiap selama perkecambahan.

c. Daya berkecambah (%)

Pengujian daya berkecambah benih dilakukan pada hari 98 hari setelah benih

ditanam. Persentase daya berkecambah dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$DB = \frac{\text{Jumlah Benih Berkecambah Normal}}{\text{Jumlah Benih Dikecambahkan}} \times 100\%$$

d. Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S/g}$)

Pengujian daya hantar listrik benih dilakukan dengan menggunakan alat *electrical conductivity meter* dengan cara menimbang benih sebanyak ± 5 g. Benih yang digunakan adalah benih yang telah dilakukan skarifikasi dan direndam larutan giberelin sesuai perlakuan. Kemudian benih yang sebelumnya telah diberi perlakuan dimasukan kedalam *glass jar* dan direndam dalam air bebas ion (*aquadest*) selama 24 jam dengan suhu 20°C. Setiap perlakuan terdapat satu blanko, sebagai blanko digunakan air bebas ion yang juga telah disimpan bersamaan dengan botol perlakuan. Nilai daya hantar listrik dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{DHL } (\mu\text{S/g}) = \frac{\text{DHL Benih} - \text{DHL Blangko}}{\text{Berat Benih (g)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kadar Air Benih (%)

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa perlakuan berbagai skarifikasi benih dan perendaman giberelin tidak menunjukkan terjadinya interaksi pada kadar air benih, akan tetapi perlakuan berbagai skarifikasi benih memiliki pengaruh nyata terhadap kadar air benih aren. Skarifikasi kertas amplas memiliki pengaruh nyata dengan skarifikasi gerinda tangan dan gerinda duduk. Kadar air benih awal sebelum dilakukan skarifikasi dan perendaman giberelin yaitu 48.05 %. Skarifikasi benih aren menggunakan kertas amplas memiliki nilai kadar air benih tertinggi yaitu 58.50 % dan nilai kadar air terendah adalah menggunakan gerinda tangan, yaitu 51.49 %.

Pemberian berbagai perlakuan skarifikasi yang diberikan ternyata dapat meningkatkan persentase nilai kadar air benih aren bila dibandingkan dengan nilai kadar air sebelum dilakukan skarifikasi dan perendaman giberelin. Peningkatan persentase kadar air benih aren dapat disebabkan karena pemberian berbagai perlakuan skarifikasi yang diberikan sehingga menyebabkan terjadinya penipisan permukaan kulit benih yang berakibat mempermudah terjadinya proses imbibisi dan peningkatan nilai kadar air dalam benih aren.

Peningkatan nilai kadar air yang tinggi pada penggunaan kertas amplas dipengaruhi oleh lebarnya areal yang terskarifikasi pada benih yang tepat pada operculum benih aren, sedangkan penggunaan mesin seperti gerinda tangan dan gerinda duduk areal yang terskarifikasi jauh lebih kecil dari penggunaan kertas amplas. Hal ini terjadi karena skarifikasi menggunakan mesin, benih dapat lebih mudah difokuskan pada areal titik operculum skarifikasi yang dituju pada benih.

Tabel 1. Kadar air benih aren dari beberapa perlakuan skarifikasi dan konsentrasi giberelin.

Skarifikasi	Konsentrasi GA3 (ppm)				Pengaruh Utama Skarifikasi
	0	50	100	150	
Kertas Amplas	53.32	68.57	51.42	60.71	58.50 a
Mesin Gerinda Tangan	54.05	50.57	51.93	49.42	51.49 b
Mesin Gerinda Duduk	54.36	51.64	48.20	52.21	51.60 b
Pengaruh Utama GA3	53.91	56.93	50.52	54.11	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menurut kolom menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DMNRT pada taraf nyata 5%.

Benih aren tergolong jenis benih rekalsitran yang pada umumnya benih dilindungi daging buah yang basah atau kulit buah yang keras. Kadar air kritis untuk perkecambahan benih aren sangat bervariasi yaitu berkisar 38% (Widyawati *et al.*, 2018). Kadar air pada jenis benih rekalsitran tidak mengalami penurunan hingga dibawah 30%, sehingga pada umumnya benih memiliki ciri cangkang yang kuat atau dilapisi daging buah untuk menjaga kadar air benih sampai benih mengalami perkecambahan (Yudono, 2021).

b. Waktu patah dormansi benih (Hari)

Berdasarkan hasil penelitian dari pemberian beberapa perlakuan skarifikasi dan konsentrasi giberelin menunjukan adanya pengaruh yang nyata terhadap waktu patah dormansi benih aren. Pada Tabel 2 skarifikasi benih aren menggunakan gerinda tangan menunjukkan berpengaruh nyata dengan skarifikasi gerinda duduk terhadap waktu patah dormansi benih aren. Perlakuan perendaman giberelin 0 ppm juga memiliki pengaruh nyata dengan perendaman giberelin 50 ppm, 100 ppm dan 150 ppm. Waktu patah dormansi tercepat terjadi dengan waktu 18.67 hari pada skarifikasi menggunakan gerinda duduk dan juga perendaman giberelin 100 ppm. Rozen *et al.*,

(2016) menyatakan bahwa waktu yang dibutuhkan benih aren untuk berkecambah secara alami memerlukan waktu mencapai 1 tahun. Percobaan yang dilakukan sudah dapat mempercepat waktu pematangan dormansi benih aren menjadi 18.67 hari.

Skarifikasi benih aren dengan mengamplas bagian operkulum dapat

mengurangi hambatan mekanis kulit benih sehingga akan memudahkan untuk terjadinya imbibisi dan peningkatan kadar air benih sehingga benih lebih cepat berkecambah. Operkulum benih aren terletak pada bagian kiri atau kanan benih yang memiliki ciri berbentuk cekungan kecil.

Tabel 2. Waktu patah dormansi benih aren dari berbagai perlakuan skarifikasi dan konsentrasi giberelin.

Skarifikasi	Konsentrasi GA3 (ppm)				Pengaruh Utama Skarifikasi
	0	50	100	150	
Kertas Amplas	23.33	21.33	17.33	18.67	20.17 ab
Mesin Gerinda Tangan	22.00	20.67	21.33	22.00	21.50 a
Mesin Gerinda Duduk	21.33	17.33	17.33	18.67	18.67 b
Pengaruh Utama GA3	22.22 A	19.78 B	18.67 B	19.78 B	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil dan huruf besar yang berbeda menurut kolom dan baris menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DMNRT pada taraf nyata 5%.

Widyawati *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa saat fase hidrasi, testa sering menjadi faktor penghambat, sehingga pengelupasan testa baik sebagian atau secara menyeluruh dapat mempercepat laju penyerapan air. Penggunaan seperti mesin dalam proses skarifikasi benih dapat mengurangi ketebalan kulit benih aren yang memiliki struktur keras. Penggunaan mesin dapat memudahkan pengerjaan, sehingga waktu yang dibutuhkan jauh lebih cepat. Hasil penelitian Febriyan dan Widajati (2015) bahwa, skarifikasi benih menggunakan mesin dapat meningkatkan perkecambahan benih pala (*Myristica fragrans*) berdasarkan kemunculan akar dan tunas

Penambahan zat pengatur tumbuh seperti GA₃ sintetik pada benih dapat membantu mempercepat proses fisiologis metabolisme sintesis enzim hidrolitik yang baik untuk proses perkecambahan benih (Un *et al.*, 2018). Asra

(2014) menyatakan bahwa giberelin dapat mempengaruhi terjadinya proses perkecambahan benih karena mampu merangsang pembentukan enzim amilase. Enzim amilase merupakan enzim yang memiliki peran dalam pemecahan senyawa amilum didalam endosperm (cadangan makanan) tumbuhan.

c. Daya Berkecambah (%)

Daya berkecambah benih merupakan suatu parameter yang menggambarkan status kemampuan benih untuk berkecambah dengan menunjukkan kriteria tumbuh secara normal dengan persentase sebagai nilainya. Pada Tabel 3 dapat dilihat tidak adanya pengaruh antar faktor yang terjadi dalam persentase daya berkecambah benih aren. Daya berkecambah benih aren dihitung saat tanaman sudah berumur

98 hari setelah tanam. Penggunaan giberelin dalam penelitian belum mampu meningkatkan persentase daya kecambah benih aren. Semakin

tinggi nilai persentase daya kecambah suatu benih maka semakin baik mutu benih tersebut.

Tabel 3. Daya berkecambah benih aren dari berbagai perlakuan skarifikasi dan konsentrasi giberelin.

Skarifikasi	Konsentrasi GA3 (ppm)			
	0	50	100	150
Kertas Amplas	60.00	70.67	77.33	74.67
Mesin Gerinda Tangan	69.33	72.00	64.00	70.67
Mesin Gerinda Duduk	68.00	74.67	73.33	70.67

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji F pada taraf 5%.

Nilai persentase daya kecambah yang baik adalah diatas dari 80% (Kamil, 1986). Pada tabel 3 terlihat bahwa persentase daya kecambah benih aren berkisar 65.78% sampai 72.44%. Nilai persentase daya berkecambah yang rendah diakibatkan banyaknya benih yang mengalami perkecambahan yang abnormal, benih yang masih belum berkecambah atau benih masih dalam keadaan dorman sampai pada saat umur 98 hari setelah semai serta terdapat benih yang mati akibat dari terjadinya pembusukan pada bagian operculum benih, tepat pada bagian yang telah terskarifikasi sehingga bagian endosperm pada benih menjadi rusak yang disebabkan oleh terserang penyakit. Rahmawati (2009) menyatakan bahwa mutu benih merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam pertanaman untuk mendapatkan hasil yang optimal. Benih bermutu ditandai dengan memiliki daya kecambah yang tinggi, serempak dan seragam serta tumbuh dengan cepat.

Proses pertumbuhan kecambah benih aren diawali dengan patahnya dormansi benih aren yang ditandai dengan adanya suatu kemunculan pertumbuhan apokol. Apokol benih aren akan terus tumbuh dan memanjang hingga terjadi pembengkakkan pada ujung apokol yang

diiringi dengan terbentuknya akar pada benih aren. Selanjutnya ketika akar telah terbentuk maka apokol pada benih mengalami perobekan yang menandakan akan terbentuknya pertumbuhan keleoptil. Keleoptil benih aren berfungsi sebagai pelindung plumula.

d. Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S/g}$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berbagai skarifikasi yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata terhadap daya hantar listrik benih aren (Tabel 4), akan tetapi perendaman giberelin berbagai konsentrasi tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap daya hantar listrik benih aren. skarifikasi menggunakan gerinda tangan memiliki pengaruh nyata dengan skarifikasi menggunakan kertas amplas dan gerinda duduk.

Pada Tabel 4, diperoleh bahwa penggunaan mesin gerinda tangan menghasilkan daya hantar listrik tertinggi yakni sebesar 10.27 $\mu\text{S/g}$ dan daya hantar listrik terendah terdapat pada perlakuan mesin gerinda duduk yakni 9.35 $\mu\text{S/g}$. Semakin tinggi nilai daya hantar listrik suatu benih dari alat konduktiviti meter menandakan bahwa tingkat kebocoran membran sel semakin tinggi.

Tabel 4. Daya hantar listrik benih aren dari berbagai perlakuan skarifikasi dan konsentrasi giberelin.

Skarifikasi	Giberelin Konsentrasi GA3 (ppm)				Pengaruh Utama Skarifikasi
	0	50	100	150	
Kertas Amplas	9.53	9.25	9.35	9.62	9.44 b
Mesin Gerinda Tangan	10.36	10.73	10.26	9.75	10.27 a
Mesin Gerinda Duduk	9.18	9.03	9.29	9.92	9.35 b
Pengaruh Utama GA3	9.69	9.67	9.63	9.76	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menurut kolom menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DMNRT pada taraf 5%.

Daya hantar listrik merupakan suatu uji cepat penggambaran vigor benih secara fisik dengan melihat tingkat kebocoran membran sel. Nilai daya hantar listrik yang tinggi pada skarifikasi benih aren dengan menggunakan mesin gerinda tangan disebabkan karena terjadinya *over treatment* pada saat proses skarifikasi, sehingga terjadinya kerusakan yang mendalam pada lapisan luar permukaan kulit benih aren. Lapisan luar yang telah rusak terlalu dalam ketika diujikan dengan alat *conductivity meter* maka akan menghasilkan nilai daya hantar listrik yang tinggi akibat dari keluarnya larutan ion yang keluar dari dalam benih.

Andini *et al.*, (2021), bahwa prinsip uji konduktivitas ialah benih yang dialiri arus listrik akan memberikan respon reaksi yang berbeda pada benih yang hidup ataupun yang mati. Fatonah dan Rozen (2017) menyatakan bahwa nilai daya hantar listrik air rendaman benih dapat menggambarkan keadaan suatu lot benih, sama seperti halnya dengan tingkat kebocoran ion pada benih yang dapat menggambarkan vigor suatu lot benih. Semakin tinggi tingkat kerusakan membran sel suatu benih maka semakin banyak elektrolit yang dikeluarkan dari dalam benih sehingga nilai daya hantar listrik

yang terukur pun semakin tinggi. Daya hantar listrik yang tinggi dapat menjadi indikasi suatu benih yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai daya berkecambah benih.

Daya hantar listrik benih berkaitan erat dengan nilai daya berkecambah suatu benih. Benih yang memiliki vigor tinggi menandakan mempunyai struktur membran sel yang masih sangat baik sehingga mampu menahan bahan-bahan organik dan anorganik yang ada didalam benih. Namun sebaliknya benih yang memiliki vigor rendah menandakan memiliki membran sel yang jelek sehingga tidak mampu mempertahankan bahan-bahan organik dan anorganik yang ada didalam benih tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa skarifikasi benih berpengaruh terhadap pematangan dormansi benih aren namun tidak mempengaruhi daya berkecambah. Skarifikasi benih aren menggunakan mesin gerinda duduk mampu menghasilkan waktu pematangan dormansi tercepat, begitu juga perendaman benih dengan larutan giberelin 100 ppm yaitu 18,67 hari.

Skarifikasi dengan gerinda duduk dan perendaman GA₃ 100 ppm dapat disarankan untuk mempercepat pematangan dormansi benih aren.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S.N, M. F. Sari, Septiana dan O. C. P. Pradana. 2021. Uji Konduktivitas Benih pada Beberapa Genotipe Mutan Kedelai Hitam Generasi Mutan ke Tiga (M3). *Jurnal Planta Simbiosis* 3 (2): 1-6.
- Asra, R. 2014. Pengaruh Hormon Giberelin (GA₃) Terhadap Daya Kecambah dan Vigoritas *Calopogonium caeruleum*. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. *Biospecies* 7 (1): 29-33.
- Baskin, C.C., and J.M. Baskin. 2014. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Elsevier, Second ed.
- Fatonah, K. dan N. Rozen. 2017. Penetapan Metode Uji Daya Hantar Listrik untuk Benih Sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *Jurnal Agroteknologi Universitas Andalas* 1 (1):19-25.
- Febriyan, D.G dan E. Widajati. 2015. Pengaruh Teknik Skarifikasi Fisik dan Media Perkecambahan terhadap Daya Berkecambah Benih Pala (*Myristica fragrans*). *Bul. Agrohorti* 3 (1):71-78.
- Ismail, Y. N. N., M. Solang dan W.D. Uno. 2020. Komposisi Proksimat dan Indeks Glikemik Nira Aren. *Biospecies* 13 (2):1-9.
- Kamil, J. 1986. *Teknologi Benih I*. Angkasa Raya Bandung. Hal 227.
- Kasim, H., L. Hakim dan Hermanto. 2000. *Buletin Plasma Nutfah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Mousavi, S. R., M. Rezaei and A. Mousavi. 2011. A General Overview on Seed Dormancy and Methods of Breaking It. *Advances in Environmental Biology* 5(10): 3333–3337.
- Perez, H.E., R.A. Criley, and C.C. Baskin. 2008. Promoting Germination in Dormant Seeds of *Pritchardia Remota* (Kuntze) Beck., An Endangered Palm Endemic to Hawaii. *Natural Areas Journal* 28:251-260.
- Rahmawati. 2009. *Mutu Fisiologis Benih Dari Berbagai Tingkatan Bobot Biji*. Prosiding Seminar Nasional Serealia. ISBN: 978-979-8940-27-9. Hal. 273-282.
- Rozen, N., R. Thaib., I. Darfis dan Firdaus. 2016. *Pematahan Dormansi Benih Enau (Arenga pinnata) Dengan Berbagai Perlakuan Serta Evaluasi Pertumbuhan Bibit di Lapangan*. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 2 (1): 27-31.
- Rusmin, D., F.C. Suwarno, I. Darwati dan S. Ilyas. 2014. Pengaruh Suhu dan Media Perkecambahan Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Purwoceng Untuk Menentukan Metode Pengujian Benih. *Bul. Littro* 25 (1): 45-52.
- Salisbury, F. B and C. W. Ross. 1995. *Plant Physiology*. Cbs Publishers and Distributors. India.
- Suhendra, D., S. Efendi dan A. Anwar. 2020. Efek Perubahan Kondisi Fisik Benih Kopi Terhadap Konsentrasi Hormon Giberelin (GA₃) dan Perendaman Suhu Air yang Berbeda. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi* 22 (2): 109-113.
- Un, V., S. Farida dan S. I. Tito. 2018. Pengaruh Jenis Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Perkecambahan Benih Cendana (*Santalum album* Linn.). *Indonesian Green Technology Journal*, 7 (1):27-34.

Widyawati, N., Tohari, P. Yudono, dan I. Soemardi. 2009. Permeabilitas dan Perkecambahan Benih Aren (*Arenga pinnata* (Wumb)Merr.). *Jurnal Agronomi Indonesia*. Hal: 152-158.

Yudono, P. 2021. *Ilmu dan Teknologi Benih Rekalsitran Tanaman Buah dan Perkebunan*. Gadjah Mada University Press.