

HUBUNGAN POSISI APOKOL DALAM PERKECAMBAHAN AREN (*Arenga pinnata* Merr.) DENGAN PERTUMBUHAN KECAMBAH DAN KERAGAMAN GENETIK

(Relation of Apokol's Position in Germination of Sugar Palm (*Arenga pinnata* Merr.) with Seedling Growth and Genetic Diversity)

ASWALDI ANWAR^{1*}, INDRA DWIPA¹, DINI HERVANI¹, AFRIMA SARI¹

¹Program Studi Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas
Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia 25163
Email: aswaldianwar@agr.unand.ac.id

ABSTRACT

Sugar palm seed germination does indicate by the appearance of a tissue that extends like a sponge called apokol which is penetrating the hard seed coat and can occur in several positions in germinated sugar palm seeds. No research reports discuss the relationship between this apokol position and the phenology of sugar palm seed germination. This research aims to study the relationship between apokol position and the growth of sugar palm seedlings and their genetic diversity. The research applies Experiment in Completely Random Design with four treatments, each repeated five times. The four treatments are the apokol position, namely A: Apokol in right-center, B: Apokol in left-center, C: Apokol in left-bottom, and D: Apokol in right-bottom. The results showed that the fastest time for the coleoptile emergence was 40 days after transplanting in the right-center apokol position. Morphologically, there was no significant difference in the sugar palm seedling growth with each apokol position. On the other hand, we found that there were genetic diversities among them revealed by Simple Sequence Repeat (SSR) markers. The palm seeds with the right-center apokol position included the first cluster, and the second cluster consisted of left-center apokol, right- bottom apokol, and left-bottom apokol.

Keywords: apokol position, dormancy, genetic diversity, scarification, sugar palm

PENDAHULUAN

Aren (*Arenga pinnata* Merr.) adalah tanaman asli Asia Tropis termasuk Indonesia. Seluruh bagian tanamane seperti akar, batang, ijuk, buah, niradan daun bermanfaat bagi kehidupan manusia. Selain pemanfaatan secara tradisional sebagai bahan pangan, bahan baku industri dan kerajinan, beberapa tahun belakangan aren mulai dilirik sebagai bahan biopolymer (Sahari *et al.* 2012), serat alami untuk biokomposit (Ticoalu *et al.* 2013), nanoselulosa (Ilyas *et al.* 2018), biofuel dan bioetanol (Sangian *et al.* 2017).

Serat aren merupakan jenis serat kulit pohon dengan kandungan selulosa yang tinggi sehingga sangat berpotensi sebagai bahan penguat komposit. Serat aren mempunyai kekuatan tarik serat dan ketahanan terhadap panas yang tinggi dibandingkan dengan sabut. Selain itu serat aren juga tahan terhadap air laut (Huzaifah *et al.* 2017).

Tanaman aren memiliki penyebaran yang luas meliputi hampir seluruh wilayah Indonesia (Nugroho *et al.* 2017) dengan keragaman yang tinggi. Variasi morfologi dan perkecambahan aren di Indonesia telah dilaporkan oleh Junaedi *et al.* (2020). Lebih jauh, hasil penelitian beberapa akses tanaman aren di beberapa kabupaten di Sumatera Barat menunjukkan adanya keragaman karakter morfologi seperti warna batang dan panjang pelepah daun, sementara rata-rata kandungan gula mencapai 17% (Saputri *et al.* 2011). Namun demikian, sejauh ini belum ada informasi tentang penokohan (penanda) atau gambaran akses aren sebagai identifikasi karakteristik sifat yang dapat digunakan untuk merakit varietas unggul. Salah satu keragaman yang ditemukan dalam percobaan sebelumnya adalah mengenai variasi

posisi muncul apokol dalam pematangan dormansi benih aren dengan perlakuan skarifikasi menggunakan kertas amplas nomor 100 (Sari *et al.* 2021).

Penelitian ini merupakan bagian awal dari berbagai percobaan yang tujuan jangka panjangnya adalah mendapatkan varietas aren unggul yang dapat diduga dengan memperhatikan posisi apokol dalam proses perkecambahan benih aren, dimana sebelumnya posisi apokol ini tidak pernah diperhatikan. Pada tulisan ini dilaporkan hubungan antara posisi apokol dengan proses perkecambahan dan pertumbuhan benih serta keragaman genetiknya, sehingga nanti diharapkan dapat menjadi tambahan karakteristik benih aren yang bermutu untuk diidentifikasi lebih lanjut.

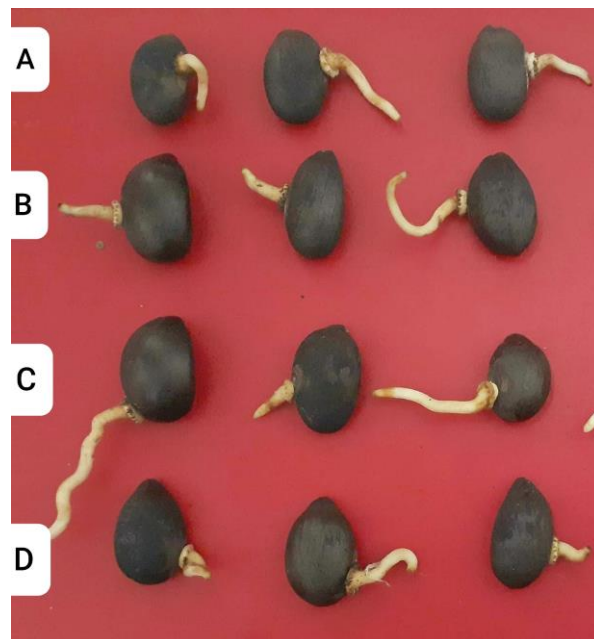
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Penelitian dimulai dari bulan Januari- Agustus 2020.

Benih aren berasal dari Nagari Andaleh Baruah Bukik, Kecamatan Sungayang, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat. Pohon induk yang dipilih adalah pohon yang sudah berumur lebih dari 7 tahun dan bebas dari serangan hama dan penyakit. Setelah satu buah tandan buah dipotong pada satu pohon, buah diperam selama tiga minggu untuk mempermudah pelepasan buah dan mengurangi senyawa kalsium oksalat penyebab gatal.

Setelah kulit buah mulai menghitam dan mengering biji dengan mudah dapat dikeluarkan dari kulit buah. Biji kemudian digosok dengan abu gosok dan dibilas dengan air mengalir. Benih-benih tersebut kemudian diampas dengan amplas ukuran 100.

Pengampelasan dilakukan dengan hati hati pada bagian dorsal (punggung) benih yang dekat dengan calon mata tunas untuk pematangan dormansi, kemudian dikecambahkan dengan media kapas dan ditempatkan di dalam germinator datar. Kamaludin (2016), melaporkan bahwa pengampelasan benih aren dengan posisi pengampelasan di area calon mata tunas menghasilkan daya berkecambah sebesar 93,75%, pengampelasan di ujung atas biji sebesar 62,5 % dan pengampelasan di ujung bawah biji memiliki persentasi kecambah sebesar 68,75%, sedangkan pengampelasan di kedua bagian ujung biji memiliki persentasi kecambah sebesar 81,25%. Lokasi pengampelasan yang berbeda mengindikasikan kulit benih aren yang berbeda pula permeabilitasnya terhadap air. Setelah berkecambah, benih dipisahkan berdasarkan posisi munculnya apokol. Posisi muncul apokol kemudian diberi label A (Apokol tengah kanan), B (Apokol tengah kiri), C: (Apokol bawah kiri) dan D (Apokol bawah kanan) (Gambar 1).



Gambar 1. Posisi munculnya apokol pada proses perkecambahan aren

Posisi munculnya apokol digunakan sebagai perlakuan rancangan percobaan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima kali ulangan. Masing-masing perlakuan terdiri dari 25 kecambah, sehingga total kecambah aren yang digunakan sebanyak 500 kecambah. Selanjutnya kecambah aren berdasarkan posisi munculnya apokol tersebut dipindahkan ke media tanam berupa tanah dan pupuk kandang (1:1) di dalam polibag ukuran 10x15 cm setelah benih patah dormansi (berumur 40 hari) dan ditempatkan pada kebun pembibitan yang dimodifikasi. Pengamatan yang dilakukan meliputi pertumbuhan kecambah dan analisis keragaman genetik.

Pertumbuhan Kecambah.

Waktu muncul koleoptil dan waktu muncul daun pertama dilakukan setiap hari. Tinggi kecambah, panjang daun, panjang akar primer dan panjang akar sekunder dilakukan pada 98 Hari Setelah Tanam. Koleoptil dianggap muncul apabila panjang ± 2 cm di permukaan tanah, karena dianggap benih dapat berkembang dengan baik dan tidak mengalami kematian. Munculnya daun pertama dihituung saat bakal daun pertama telah muncul sepanjang ± 10 cm di atas permukaan tanah. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam pada taraf nyata 5% dan jika ada perbedaan yang nyata diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf nyata 5%.

Keragaman Genetik

Bahan tanaman yang digunakan dalam analisis ini berasal dari daun pertama hasil pengecambahan aren yang berasal dari keempat posisi muncul apokol, masing-masingnya 5 sampel. Analisis keragaman genetik menggunakan penanda *Simple Sequence Repeat* (SSR), yang dimulai dengan ekstraksi DNA Genomik. DNA diekstraksi menggunakan metode Doyle & Doyle (1990) yang telah dimodifikasi. Kemudian amplifikasi DNA menggunakan delapan pasang primer mikrosatelit aren (Tabel 1).

Tabel 1. Daftar Primer SSR Aren yang digunakan dalam kegiatan analisis.

No	Nama Primer	Forward	Reverse
1	AD325	CCCAAGCTACAACATTAAGA	AACTAGCGCCCAGGTCAG
2	AD563	TTATCAGGTGAAAGCATGAAT	TTACGCCTCCTACATCAGTTA
3	AD679	CAACATTATTGATTCCACGAT	CACAAACACACATGCACTTAT
4	AD293	TTAGTGTCTTTGGCCTCAAC	TTATTGGCAGAAGAAGTTTTG
5	AD341	TATACCCCTAGATGGAATGCT	CCATATGGATATGAATCGAGA
6	AD353	CTTGCCCTTTGATTTCTTTAT	CATGACGAACAAAACCTAAA
7	AD381	TTTGGATTTCAAGTAAGGTGA	TTCAAACATGAAAGGTATTGC
8	AD457	CTTGAACCTCCTGTAAGATTG	ATATCCTTCTTCTGCAGATCC

Analisis Data Genetik

Fragmen DNA pada gel poliakrilamid diskoring sebagai data biner. Setiap pita hasil amplifikasi dianggap sebagai satu lokus. Pita-pita yang memiliki laju pergerakan yang sama dianggap sebagai lokus yang sama. Setiap pita yang terlihat diberi skor 1, pita yang tidak terlihat diberi skor 0, dan sampel yang tidak menghasilkan amplikon diberi skor 9 dan dianggap sebagai data yang hilang. Konstruksi pohon filogenetik dilakukan menggunakan program UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic*) - SAHN (*Sequential Agglomerative Hierarchical and Nested*) pada perangkat lunak NTSYS versi 2.1. (Rohlf 2000). Hasil analisis disajikan dalam bentuk dendrogram dan matriks kesamaan genetik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan kecambah

Pematahan dormansi benih aren dengan pengamplasan kulit benih (skarifikasi) pada bagian punggung benih memberikan hasil benih yang berkecambah mencapai 100% (Gambar 2) pada hari ke 40 setelah panen. Penghitungan hari menjadi penting karena menjadi dasar perhitungan hari lamanya pematahan dormansi dan keberhasilan perkecambahan. Dalam penelitian ini, penghitungan hari dimulai

dari saat benih dipanen (tanggal 10 Januari 2020), diperam selama 21 hari (sampai tanggal 31 Januari 2020), diampas dengan kertas amplas nomor 100 dan pengamatan pematangan dormansi diakhiri ketika > 50 % benih sudah berkecambah (tanggal 11 Februari 2020). Jika dihitung dari saat panen, maka waktu patah dormansinya adalah 40 hari (Gambar 2). Menurut Susanto (1997) bahwa aren memiliki waktu dormansi yang cukup lama yaitu lebih kurang 3 bulan setelah panen.

Skarifikasi dengan cara diampas dapat membantu pematangan dormansi pada benih yang kulitnya tebal karena benih yang diskarifikasi membuat beberapa lapisan benih seperti lapisan lignin pada kulit benih akan hilang, dan bagian endosperm benih akan terbuka sehingga air akan mudah masuk ke embrio (Widyawati *et al.* 2008). Junaidi *et al.* (2020) mengemukakan bahwa proses perkecambahan benih aren dimulai dengan munculnya jaringan warna putih berbentuk cincin pada bagian benih yang diampas dalam rentang waktu 1-2 minggu setelah pembibitan.



Gambar 2. Perkecambahan benih aren, yang sudah diskarifikasi dengan pengamplasan

Pematangan dormansi benih aren melalui skarifikasi atau pengamplasan juga dilaporkan oleh Hartawan (2016) bahwa skarifikasi pada plumula benih dan pemberian KNO_3 0.1% dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih aren dengan daya kecambah sebesar 86.67%. Berbeda dengan penelitian Ismaturrehmi *et al.* (2018) bahwa daya berkecambah benih aren yang paling baik yaitu pada perlakuan digores dengan cutter dan pemberian KNO_3 0.7% sebesar 80%.

Waktu munculnya koleoptil dan daun pertama

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh nyata posisi apokol dengan waktu munculnya koleoptil dan daun pertama. Perbedaan waktu muncul koleoptil dan daun pertama ini hanya berselang beberapa hari saja dari keempat posisi apokol yang diamati (Tabel 2).

Tabel 2. Waktu munculnya koleoptil dan daun pertama kecambah aren yang berasal dari benih dengan posisi muncul apokol berbeda.

Posisi apokol	Waktu muncul koleoptil (HST)	Waktu muncul daun pertama (HST)
Tengah kanan	40	73
Tengah kiri	46	73
Bawah kiri	43	76
Bawah kanan	46	78

Benih aren dengan posisi apokol tengah kanan memiliki waktu muncul koleoptil paling cepat dibandingkan dengan posisi apokol lainnya yaitu 40 Hari setelah pindah tanam, kemudian diikuti oleh posisi apokol bawah kiri 43 HST dan pada 46 HST posisi apokol tengah kiri dan bawah kanan. Waktu muncul daun pertama benih aren dengan posisi apokol tengah kanan dan tengah kiri memiliki waktu yang sama yaitu 73 HST, selanjutnya diikuti oleh posisi apokol bawah kiri dan bawah kanan yang hanya berselang dua hari saja. Proses perkecambahan benih aren sejak pindah tanam di polibag dapat dilihat pada Gambar 3.



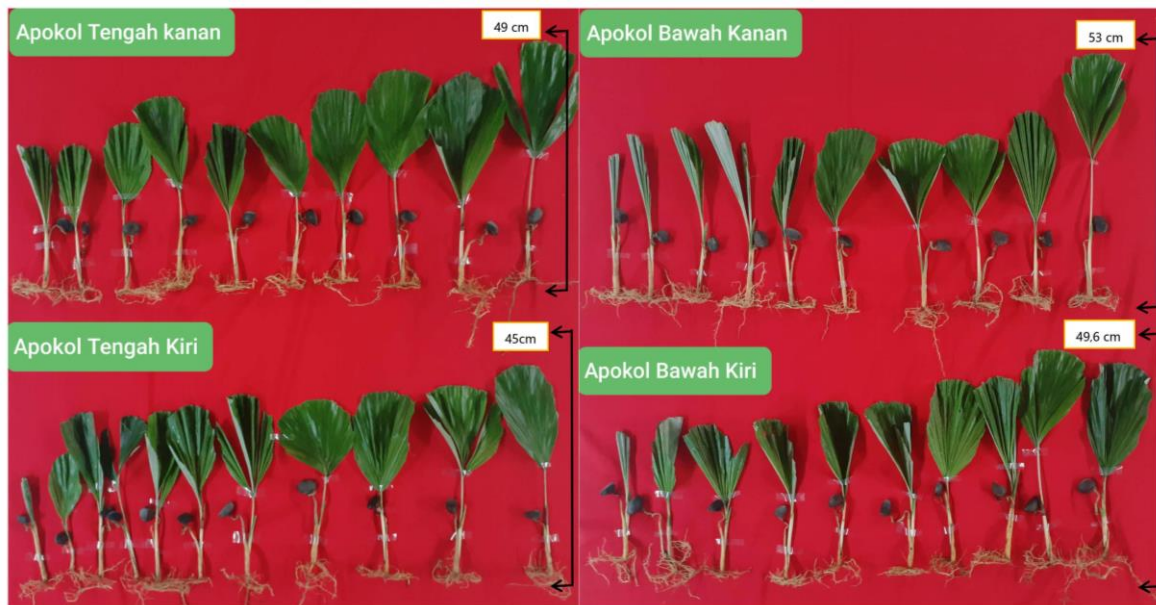
Gambar 3. Tahap perkecambahan benih aren hingga terbentuknya daun pertama pada letak apokol tengah kanan (A)

Perkecambahan benih aren dimulai dari proses imbibisi diikuti dengan munculnya apokol dengan posisi yang berbeda-beda. Posisi muncul apokol sangat erat kaitannya dengan posisi embrio dalam benih. Setelah dipindah-tanam apokol terus berkembang hingga 40 HST muncul koleoptil yang berfungsi untuk melindungi plumula. Kemudian daun pertama mulai muncul di atas permukaan tanah (± 10 cm) pada rentang 73-78 HST. Daun pertama terlihat mulai membuka sempurna pada 90-98 HST pada keempat posisi apokol yang di amati. Hal ini juga dilaporkan oleh Junaidi *et al.* (2020) bahwa dari lima aksesori dan satu varietas aren yang diamati rata-rata perkecambahan benih aren terjadi hingga 90 HST. Purba *et al.* (2014) juga melaporkan bahwanilai daya kecambah benih aren diperoleh pada pelakuan perendaman pada giberelin dengan konsentrasi 150 ppm sebesar 69.38%. Pengamatan terhadap morfologi kecambah aren berdasarkan posisi apokol yang berbeda disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Secara morfologi tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kecambah aren dengan posisi apokol yang berbeda. Rata-rata tinggi kecambah aren tertinggi yaitu 41.72 cm pada posisi apokol bawah kanan, begitu juga dengan panjang daun (16.58 cm) dan panjang akar primer (11.61 cm), sedangkan posisi apokol tengah kanan memiliki rata-rata panjang akar sekunder tertinggi yaitu sebesar 13.95 cm.

Tabel 3. Rata-rata tinggi tanaman, panjang daun, panjang akar primer dan panjang akar sekunder kecambah aren pada umur 98 HST dari benih dengan posisi muncul apokol yang berbeda

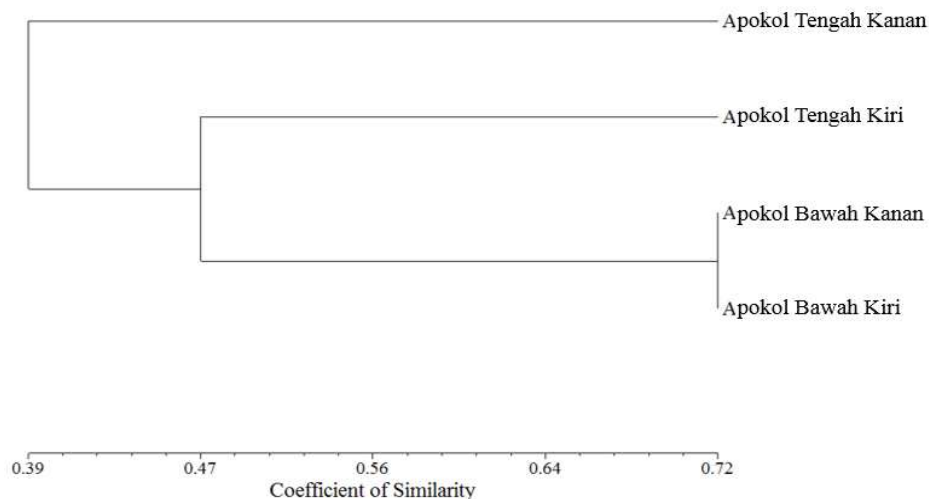
Posisi apokol	Tinggi Kecambah (cm)	Panjang Daun (cm)	Panjang Akar Primer (cm)	Panjang Akar Sekunder (cm)
Tengah kanan	39.21	16.19	10.51	13.05
Tengah kiri	35.24	13.49	9.10	10.11
Bawah kiri	36.55	15.51	10.00	12.30
Bawah kanan	41.72	16.58	11.61	11.83



Gambar 4. Morfologi kecambah aren berdasarkan perbedaan letak apokol pada umur 98 hari setelah pindah tanam

Keragaman Genetik

Hasil konstruksi pohon filogenetik menunjukkan bahwa keempat posisi apokol sampel aren yang dianalisis memiliki keragaman genetik yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Dendrogram hasil analisis UPGMA-SAHN pada kecambah aren berdasarkan posisi apokol

Berdasarkan hasil dendrogram analisis UPGMA-SAHN kecambah aren yang dianalisis mengelompok menjadi dua kluster utama pada kesamaan genetik 0.39 atau jarak genetik 0.61. Kluster pertama terdiri atas sampel yang berasal dari bagian apokol tengah kanan sedangkan kluster kedua terdiri atas sampel yang berasal dari apokol tengah kiri, apokol bawah kanan, dan apokol bawah kiri. Pada kesamaan genetik 0.47 atau jarak genetik 0.53 kluster kedua terbagi menjadi 2 kelompok lagi.

Koefisien kesamaan genetik antara posisi apokol pada benih aren berkisar dari 0.28 – 0.72. koefisien kesamaan tertinggi terlihat pada posisi apokol bawah kiri dengan bawah kanan yaitu 0.72 atau jarak genetik adalah 0.28 sedangkan koefisien kesamaan terendah terlihat pada posisi apokol bawah kiri

dengan tengah kanan yaitu 0.28 atau jarak genetik 0.72 (Tabel 4).

Tabel 4. Matriks kesamaan genetik keempat posisi apokol kecambah aren berdasarkan metode UPGMA-SAHN

Posisi Apokol	_Tengah_Kanan	Tengah_Kiri	Bawah_Kanan	Bawah_Kiri
Tengah_Kanan	1,00			
Tengah_Kiri	0,44	1,00		
Bawah_Kanan	0,44	0,56	1,00	
Bawah_Kiri	0,28	0,39	0,72	1,00

Jarak genetik adalah parameter yang digunakan untuk melihat keragaman genetik spesies yang diteliti. Nilai jarak genetik berkisar 0 sampai dengan 1. Nilai 0 menunjukkan spesies yang diamati memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat, sedangkan nilai 1 menunjukkan spesies yang diamati memiliki hubungan kekerabatan yang sangat jauh (Arifin & Mulliadi 2010). Hasil analisis ini menunjukkan bahwa terdapat keragaman genetik pada sampel aren yang dianalisis meskipun berasal dari bagian yang berdekatan yang dikonfirmasi melalui adanya pengelompokan keempat sampel pada klaster yang berlainan, hanya saja perbedaan munculnya apokol masih belum dapat diketahui.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa posisi apokol dalam proses perkecambahan benih aren tidak mempengaruhi pertumbuhan kecambah aren secara morfologi namun secara molekuler terdapat keragaman genetik di antara kecambah aren tersebut, dengan jarak genetik antara apokol yang diamati berkisar 0.28 – 0.72. Perbedaan munculnya posisi apokol pada perkecambahan benih masih belum diketahui. Informasi ini dapat dijadikan sebagai langkah awal pendalaman fenologi perkecambahan benih aren dan deteksi dini kualitas tanaman aren untuk mendapatkan varietas unggul.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagian dana penelitian ini dibiayai melalui SPK Nomor 01/PL/SPK/PNP/FAPERTA-Unand/2020, 14 Mei 2020 pembayaran ini dibebankan kepada DIPA Universitas Andalas Nomor SP DIPA 023.17.2.677513 /2020, tanggal 27 Desember 2019, Nomor Kegiatan: 5742.002.06.525119. Untuk itu kami ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan untuk Bapak Reflinur, S.P., M.Si., Ph.D.dan tim di Laboratorium Biologi Molekuler, BB Biogen yang telah membantu analisis molekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J & Mulliadi, D 2010, 'Pendugaan keseimbangan populasi heterozigositas menggunakan pola protein albumin darah pada populasi domba ekor tipis (*Javanese thin tailed*) di Daerah Indramayu', *Jurnal Ilmu Ternak*, vol. 10, no. 2, hlm. 65 – 72.
- Doyle, JJ & Doyle, JL 1990, 'Isolation of plant DNA from freshtissue', *Focus*, vol. 12, no. 1, pp.13-15.
- Hartawan, R 2016, 'Skarifikasi dan KNO₃ mematahkan dormansi serta meningkatkan viabilitas dan vigor benih aren (*Arenga pinnata merr.*)', *Jurnal Media Pertanian*, vol. 1, no. 1, hlm. 1-10.
- Huzaifah, MRM, Sapuan, SM, Leman, Z & Ishak MR 2017, 'A review on sugar palm (*Arenga pinnata*): application, fibre characterization and composites', *Multidicpline Modeling in Materials and Structures*, vol. 13, no. 2, pp. 1-21 <https://doi.org/10.1108/MMMS-12-2016-0064>
- Ilyas, RA., Sapuan, SM, Ishak, MR & Zainudin, ES 2018, 'Development and characterization of sugar palm nanocrystalline cellulose reinforced sugar palm starch bionanocomposites', *Carbohydrate Polymers*, vol. 202, pp. 186-202.
- Ismaturrahmi, Hereri, AI & Hasanuddin 2018, 'Teknik pematihan dormansi secara fisik dan kimia terhadap viabilitas benih aren (*Arenga pinnata Merr.*)', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, vol. 3, no. 4): 105-112.

- Junaedi, A, Wachjar, A, Yamamoto, Y & Furqoni, H 2020, 'Genotype characterization of sugar palm (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.) on seed and germination stage', *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 418 (2020) 012041
- Kamaludin 2016, 'Pengaruh perlakuan pengampelasan terhadap kecepatan berkecambah benih aren (*Arenga pinnata*)', *Jurnal PIPER*, vol. 23, no. 12, hlm. 166-176.
- Nugroho, PBA, Effendi, MF & Asri, M 2017, 'Karakteristik buah/benih aren (*Arenga pinnata*) dari beberapa provenan di Provinsi Bengkulu', *Jurnal Agriculture*, vol. 9, no. 4, hlm: 1407-1413.
- Purba, O, Indriyanto, & Bintaro, A 2014, 'Perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata*) setelah diskarifikasi dengan giberelin pasa berbagai konsentrasi', *Jurnal Sylva Lestari*, vol. 2, no. 2, hlm. 71-78.
- Rohfl, FJ 2000, 'Statistical power comparisons among alternative morphometric methods', *American Journal of Physical Antropology*, vol. 111, pp. 463-478.
- Sahari, J, Sapuan, ZN, Ismarrubie, & Rahman, MZA 2012, 'Physical and chemical properties of different morphological parts of sugar palm fibres', *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, vol. 20, no. 2, pp. 23-26.
- Sangian, HF, Tamuntuan, GH, Mosey, HIR, Suoth, V, & Manialup, BH 2017, 'The utilization of *Arenga pinnta* ethanol in preparing one phase-aqueous gasohol', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 12, no. 24, pp. 7039-7046.
- Saputri, F, Yuswil, F, Anwar, A, & Thaib, R 2011, 'Karakteristik Fenotipik Tanaman Enau (*Arenga pinnata* Merr.) pada dataran tinggi di Kabupaten Agam dan Tanah Datar Sumatera Barat', *Prosiding Seminar PERIPI*, hlm. 338-347.
- Ticoalu, A, Aravinthan, T & Cardona, F 2013, 'A review on the characteristics of gomuti fibre and its composites with thermoset resins', *Journal of Reinforced Plastic and Composites*, vol. 32, no. 2, pp. 124-136.
- Sari A, Anwar, A, Dwipa, I & Hervani, D 2021, 'Morphological characteristics of sugar palm (*Arenga pinnata* Merr.) seedling growth based on cotyledon petiole position', *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 741 (2021) 012002
- Susanto, H 1997, *Aren Budidaya dan Multigunanya*, Kanisius, Yogyakarta.
- Widyawati, N, Tohari, Prapto, Y, Issirep, S 2008, 'Permeabilitas dan perkecambahan biji aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.)', *Jurnal Agronomi Indonesia*, vol. 37, no. 2, hlm. 152-158.