

# BIOKIMIAWI DAYA BERKECAMBAH BENIH AREN

## BIOCHEMICAL OF THE SUGAR PALM SEED VIABILITY

Nugraheni Widyawati<sup>1</sup>, Tohari<sup>2</sup>, Prapto Yudono<sup>2</sup>, Issirep Soemardi<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*This research was to study the correlation between biochemical seeds content toward its viability and to determine the seed age when the maximum viability occurred. The Randomized Complete Block Design was used in this experiment, consist of nine variation of seed ages and three replication of every seed ages. Analysis of Correlation and Regression and 5% level of DMRT were used in this experiment. The result of this experiment were: 1. there is a positive and closed correlation between aren seed viability and its biochemical content; 2. the maximum viability of the aren seeds occur at the age of 26 month after anthesis.*

*Keywords : seed, aren, biochemical, viability*

### ABSTRAK

*Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji hubungan antara perubahan kandungan biokimiawi benih aren terhadap daya berkecambah dan menentukan umur benih ketika memiliki daya berkecambah maksimal. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok, terdiri dari 9 pengamatan umur buah aren, masing-masing diulang 3 kali. Untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antar variabel dan keeratan hubungan tersebut, digunakan analisis korelasi dan regresi. Untuk mengetahui pengaruh umur benih terhadap daya berkecambahnya digunakan Uji DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya berkecambah benih aren dan kandungan kimiawi benih berkorelasi positif dan erat. Maksimum daya berkecambah benih terjadi ketika buah berumur 26 bulan setelah antesis.*

*Kata Kunci : benih, aren, biokemikalia, viabilitas*

### PENDAHULUAN

Benih aren termasuk dalam kelompok benih keras, waktu perkecambahannya relatif lama, yaitu lebih dari 3 bulan dan baru bisa berkecambah jika berasal dari buah masak. Sifat ini diduga berkaitan dengan struktur fisik dan kimiawi jaringan penyusun benih aren (embrio, endosperm dan testa). Benih aren berada di dalam buahnya sehingga proses kemasakan fisiologisnya berlangsung seiring dengan proses kemasakan

buah. Proses pemasakan buah aren berlangsung sangat lama, bisa mencapai lebih dari 24 bulan setelah antesis. Tanda visual buah aren masak adalah perubahan warna kulit buah dari hijau menjadi kuning. Jika kemasakan fisiologis benih aren terjadi sebelum buah menjadi kuning, maka pemanenan benih aren dapat dilakukan lebih awal.

Benih baru bisa berkecambah jika struktur penyusun tersebut telah berkembang sempurna. Sparks (1997) mengatakan bahwa pertumbuhan

<sup>1</sup> Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711. [heniwidya@gmail.com](mailto:heniwidya@gmail.com)

<sup>2</sup> Program Pascasarjana Fakultas Pertanian UGM, Bulaksumur, Yogyakarta

<sup>3</sup> Program Pascasarjana Fakultas Biologi UGM, Bulaksumur, Yogyakarta

embrio muda menjadi dewasa dengan berat dan ukuran maksimal didukung oleh pembesaran sel karena akumulasi cadangan makanan pada bagian tersebut. Bewley dan Black (1978) menyatakan bahwa sifat khas biji sebagai benih adalah mengandung sejumlah besar cadangan makanan yang akan digunakan untuk mendukung pertumbuhan bibit. Cadangan makanan tersebut sebagian besar adalah karbohidrat (gula dan pati), protein, lipid dan mineral posphat (Mayer dan Poljakof-Mayber, 1989).

Benih yang dipanen sebelum mencapai tingkat kemasakan fisiologis, mempunyai daya berkecambah rendah, bahkan ada yang tidak mampu berkecambah karena pembentukan embrio belum sempurna atau cadangan makanan belum mencukupi. Kegagalan penanaman atau munculnya variabilitas pertanaman yang sangat besar dapat terjadi karena menggunakan benih dengan daya berkecambah rendah. Demir dan Samit (2001) menyebutkan bahwa benih seharusnya dipanen ketika telah mencapai kemasakan fisiologisnya, karena setelah fase itu tercapai, maka biji mulai menua dan viabilitasnya menurun secara bertahap. Secara umum benih mencapai maksimum biomassa, viabilitas dan vigoritasnya ketika benih tersebut masak secara fisiologis, yaitu ketika akumulasi metabolit berhenti karena floem dihambat oleh senyawa berlendir atau getah yang mengandung pektin, membentuk suatu lapisan hitam pada daerah plasenta kalazal (Mora-Aguilar *et al.*, 2000).

Dalam budidaya aren, benih merupakan satu-satunya alat perkembang biakan, sehingga diupayakan mempunyai daya berkecambah dan daya tumbuh (vigor) tinggi. Sifat fisiologis ini berkembang seiring dengan bertambahnya umur benih. Embrio akan berkembang hingga sempurna, akumulasi cadangan makanan ke dalam endosperm semakin maksimal sedangkan jaringan kulit benih (testa) tumbuh semakin kuat untuk melindungi bagian dalam benih. Berdasarkan fenomena tersebut, timbul dugaan

bahwa ada hubungan erat antara perubahan biokemis dalam benih aren dengan kemampuan daya berkecambahnya.

Sejauh ini belum diketahui kapan saat terjadinya daya berkecambah maksimum benih aren dan perubahan biokemis seperti apa yang mengikuti perkembangan daya berkecambahnya. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk:

1. Mengetahui hubungan antara kandungan biokemis benih aren dengan daya berkecambahnya
2. Menentukan saat terjadinya daya berkecambah maksimum benih aren.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan sejak Februari 2005 hingga Februari 2007. Materi percobaan yaitu benih aren diambil dari pohon aren yang berada di wilayah sentra produksi gula aren desa Tegaron, Kecamatan Banyubiru, Kabupaten Semarang. Lokasi tersebut terletak pada ketinggian sekitar 700-800 meter dpl. Perkecambahan benih aren dilakukan di Salatiga, sedangkan analisis berbagai senyawa organik dilakukan di Laboratorium PAU UGM Yogyakarta dan Laboratorium Biologi UKSW Salatiga.

### **Metode dan Perlakuan Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok, terdiri dari 9 variasi umur benih dihitung berdasarkan bulan setelah antesis (bsa), yaitu 12 bsa; 15 bsa; 18 bsa; 21 bsa; 24 bsa; 25 bsa; 26 bsa; 27 bsa dan 28 bsa. Masing-masing unit percobaan umur benih tersebut diulang 3 kali.

Pengujian kandungan biokemikalia benih aren dilakukan pada masing-masing variasi umur benih, meliputi pengukuran kandungan gula, pati, lemak, protein, lignin dan tanin. Selain itu juga diukur berat segar dan berat kering benih, kadar air benih dan daya berkecambahnya. Pengukuran

kandungan gula benih aren menggunakan metode Gula Total, dengan pereaksi Ca CO<sub>3</sub>, Pb acetat, Na oksalat dan Alkohol 80%. Pengukuran kandungan pati menggunakan metode hidrolisis asam, sedangkan analisis kandungan lemak benih aren menggunakan metode destilasi dengan Soxhlet. Pengukuran kandungan protein benih aren dilakukan metode N total menggunakan alat Kyeldahl. Pengukuran kandungan tanin benih dilakukan dengan metode Burns, sedangkan kandungan lignin benih aren diukur dengan metode Chesson. Kadar air benih diukur menggunakan metode pengeringan dan gravimetri.

Alat yang digunakan antara lain adalah berbagai jenis alat gelas (gelas piala, erlenmeyer, gelas ukur, tabung reaksi), labu Kyeldhal, alat destilasi, timbangan analitik, soxhlet, penangas air, Spektrophotometer, pH meter, Grender, kertas saring, oven, bak plastik, hand sprayer.

Pengujian daya berkecambah benih aren dilakukan dengan cara mengecambahkan benih aren yang telah dibersihkan dari lapisan endokarpiumnya dan direndam air selama 2 hari. Sebelum direndam, pada bagian operkulum benih dilakukan pengamplasan untuk memudahkan imbibisi. Benih dikecambahkan dalam media

pasir steril dalam wadah bak plastik. Persentase perkecambahan dihitung pada saat 8 minggu setelah benih disemaikan.

Data hasil percobaan dianalisis menggunakan Sidik Ragam dan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar variasi umur tersebut terhadap parameter yang diukur, digunakan Uji DMRT taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antar variabel dan keeratan hubungan tersebut, digunakan analisis korelasi-regresi dan Uji T 5% dan 1%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pertumbuhan Benih dan Perkembangan Daya Berkecambah Benih Aren

Hasil pengamatan yang berkaitan dengan pertumbuhan benih dan perkembangan daya berkecambah benih aren disajikan dalam Tabel 1. Hasil pengamatan yang tertera dalam Tabel 1, menunjukkan bahwa semakin bertambah umur benih, maka bertambah pula berat segar dan berat keringnya, hingga benih berumur 24- 25 bsa. Berat segar dan berat kering benih ketika berumur 25 bsa tersebut mencapai maksimalnya, karena di atas umur tersebut berat segar dan kering benih relatif konstan. Peningkatan berat benih menunjukkan adanya pertumbuhan, yang

Tabel 1. Berat Segar, Berat Kering, Kadar Air Benih dan Daya Berkecambah Benih Aren dari Berbagai Umur

Umur Buah ( bsa.)	Berat segar (gram)	Brt Kering benih (gram)	Kadar Air benih (%)	Daya berkecambah (%)
12	2,41 d	0,30 f	88,27 a	0,00 c
15	2,74 c	0,68 e	75,44 b	0,00 c
18	3,04 c	1,37 d	54,81 c	0,00 c
21	3,47 b	2,29 c	33,94 d	1,67 c
24	4,23 a	3,14 b	28,88 de	28,33 b
25	4,48 a	3,23 ab	27,84 de	71,67 a
26	4,55 a	3,41 a	26,44 e	85,00 a
27	4,57 a	3,42 a	25,22 e	90,00 a
28	4,50 a	3,40 ab	24,41 e	86,67 a

Keterangan : Dalam satu kolom, angka yang diikuti dengan huruf sama berarti tidak berbeda secara nyata berdasarkan DMRT 5%

terjadi karena akumulasi bahan organik ke dalam struktur penyusun benih.

Hal ini berbeda dengan kadar air benih, ternyata bertambahnya umur benih tersebut menyebabkan kadar air benih menurun, hingga umur 25 bsa. Kadar air benih di atas umur 25 bsa relatif konstan. Penurunan kadar air dalam benih, terjadi karena adanya peningkatan bahan organik berupa makromolekul yang disimpan dalam jaringan benih, terutama pada bagian endosperm. Bewley dan Black (1978) menyebutkan bahwa sifat khas biji sebagai benih adalah mengandung sejumlah besar cadangan makanan yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan kecambah hingga mampu menjadi suatu tanaman autotrop. Cadangan makanan tersebut sebagian besar adalah karbohidrat (gula dan pati), protein, lipid, dan mineral fosfat (Mayer dan Poljakoff-Mayber, 1989).

Dalam Tabel 1, tampak bahwa kemampuan benih aren untuk berkecambah mulai terjadi ketika berumur 24 bsa, tetapi masih relatif rendah. Daya berkecambah benih aren meningkat dengan cepat setelah benih berumur 25 bsa ke atas dan mencapai maksimalnya antara rentang waktu 25-28 bsa. Dari Tabel 1., juga terlihat bahwa daya berkecambah benih aren mencapai maksimal ketika berat keringnya telah mencapai maksimal dan kadar air relatif rendah dan konstan. Sparks, (1997) menyebutkan bahwa sejumlah proses penting terjadi selama berlangsungnya periode penurunan kandungan air benih, yaitu embrio mampu berkecambah (*germinable*) secara penuh dan seringkali endosperma menjadi keras, pada spesies tertentu terjadi peningkatan hormon ABA, sehingga memicu terjadinya dormansi primer.

Siregar dan Utami (1999) menyatakan bahwa benih masak secara fisiologis ditandai dengan berat kering konstan sedangkan daya tumbuh dan daya berkecambahnya maksimum. Dari hasil pengamatan ini dapat disimpulkan bahwa masak

fisiologis benih aren atau terjadinya daya berkecambah maksimum benih aren yaitu ketika benih berumur 26-28 bsa, pada saat itu berat kering benih telah mencapai maksimum.

## 2. Perubahan Kandungan Berbagai Senyawa Biokimiawi dalam Benih Aren dari Berbagai Umur

Hasil pengamatan terhadap kadar berbagai senyawa biokimiawi dalam benih aren disajikan dalam Gambar 1. Dalam gambar 1, terlihat bahwa kandungan gula, pati, protein, lemak, lignin dan tanin dalam benih aren meningkat dengan bertambahnya umur benih hingga 25 bsa. Perubahan kadar kandungan biokimiawi tersebut relative sedikit ketika benih berumur 25 -27 bsa. Fenomena ini memperjelas bahwa penambahan berat segar dan berat kering benih aren terjadi karena bertambahnya akumulasi makromolekul ke dalam jaringan benih, antara lain berbentuk pati, gula, protein, lemak, lignin dan tanin.

Kozlowski (1972) menyebutkan bahwa perubahan paling jelas selama pertumbuhan benih adalah akumulasi makanan cadangan seperti lemak, pati dan protein. Bewley dan Black (1978) menyebutkan bahwa di dalam benih, sukrosa adalah titik awal pembentukan pati. Substansi tersebut dikonversi menjadi fruktosa dan uridin difosfoglukosa (UDPG) oleh sukrosa sintetase. Fruktose yang dihasilkan kemudian dikonversikan menjadi glukosa-1 fosfat, kemudian dikombinasikan untuk membentuk ADPG. Glukosa dari ADPG kemudian ditambahkan pada suatu glukosa primer kecil untuk meningkatkan panjang rantai dan terjadi berulang-ulang sampai molekul pati itu sempurna. Proses ini melibatkan peranan berbagai enzim, antara lain adalah ADPG-*starch syntetase*. Umemoto *et al.*(1994) melaporkan bahwa dalam endosperm padi, ADPGlc-PPase adalah enzim yang mengkatalisis tahap biosintesis pati.

Mayer dan Mayber (1989) menyebutkan bahwa karbohidrat yang disimpan dalam bentuk pati

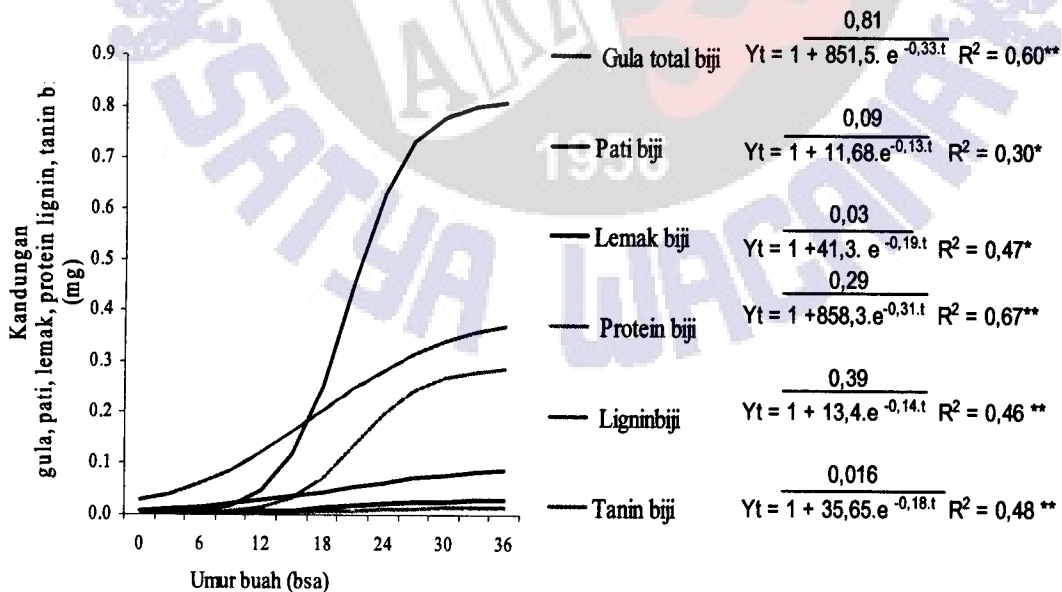
disintesis di dalam leukoplas sel-sel jaringan penyimpan (endosperm) atau sebagai komponen dari dinding sel sebagai hemisellulose atau oligosakarida yang lain. Kandungan gula seperti sukrosa, stakhiose, rafinosa banyak terdapat pada bagian sumbu embrio dalam benih.

Benech dan Sanchez (2004) menyebutkan bahwa protein adalah polimer dari asam amino. Asam amino tersebut disintesis melalui glikolisis dan daur Krebs, dengan bahan dasar pati dan melibatkan banyak enzim. Mayer dan Mayber (1989) menyebutkan bahwa protein dalam benih disintesis dalam retikulum endoplasmik kemudian diakumulasi di dalam vakuola sebagai protein.

Salisbury dan Ross (1995) menyebutkan bahwa lemak yang disimpan dalam benih tidak diangkat dari daun tetapi disintesis dalam organ tersebut dari sukrose atau gula terangkut lainnya. Perubahan karbohidrat menjadi lemak memerlukan produksi asam lemak dan rangka gliserol sehingga asam lemak teresterifikasi. Asam lemak dibentuk dari unit asetat sedangkan gliserol dari glikolisis.

Dalam penelitian ini juga dianalisis kadar tanin dan lignin benih aren dari berbagai umur karena diduga berhubungan dengan tingkat kekerasan, warna kulit dan permeabilitas benih. Warna kulit benih ternyata semakin gelap dan hitam, juga semakin mengkilap dan keras dengan bertambah tua benih. Hal itu menunjukkan adanya proses pigmentasi dan lignifikasi yang diduga berkaitan dengan penurunan permeabilitas kulit benih aren terhadap air.

Kandungan lignin benih aren meningkat ketika benih semakin tua dan diduga hal ini berperan dalam peningkatan impermeabilitas benih aren terhadap air. Benech dan Sanchez (2004) menyebutkan bahwa tanin adalah senyawa fenolik, banyak terdapat dalam testa benih kacang-kacangan, sedangkan lignin adalah komponen penyusun dinding sel dan secara negatif mempengaruhi penyerapan air. Pada *Sida spinosa*, impermeabilitas kulit benih berhubungan dengan akumulasi polymer seperti lignin yang bersifat tidak larut, yang disintesis dalam benih selama perkembangannya (Mayer dan Mayber, 1989).



Gambar 1. Kandungan pati, gula, protein, lemak, lignin dan tanin benih aren dari berbagai umur.

Kandungan tanin pada legume 100-1000 kali lebih besar pada kulit benih yang berpigmen dibandingkan dengan yang tidak berpigmen (Asiedu *et al.*, 2000). Hal ini menunjukkan bahwa zat tanin berperan dalam terjadinya pigmentasi pada kulit benih. Hasil penelitian Kantar *et al.* (1996) membuktikan bahwa benih buncis yang tidak mengandung tanin ternyata lebih cepat menyerap air dan lebih rendah persentase jumlah benih keras. Zat tanin dalam kulit benih tidak hanya menyebabkan benih menjadi keras, melainkan juga berkurang permeabilitasnya terhadap air.

### 3. Hubungan daya berkecambah benih aren dengan kandungan senyawa biokimiawi

Berdasarkan hasil analisis yang tertera dalam Tabel 2, tampak bahwa terdapat hubungan nyata bersifat positif antara kandungan berbagai senyawa biokimiawi dengan daya berkecambah benih aren. Hal ini berarti bahwa peningkatan daya berkecambah benih aren terjadi seiring dengan peningkatan kandungan berbagai senyawa dalam benih tersebut. Hubungan antara dua variabel tersebut cukup erat, terutama pada kandungan gula dan protein dengan daya berkecambah benih aren. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan benih aren untuk bisa berkecambah sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa biokimiawi berupa makromolekul yang diakumulasi dalam jaringannya.

Fotosintat yang ditranslokasikan dari daun sebagai *source* ke bagian buah sebagai limbung atau lubuk (*sink*) adalah sukrosa (Warringa *et al.*, 1998). Hal ini menunjukkan bahwa bahan dasar dalam sintesis berbagai substansi cadangan makanan dalam benih adalah sukrosa. Seiring dengan pertumbuhan benih, asimilat yang ditranslokasikan ke jaringan ini dipergunakan untuk sumber energi dan sintesis berbagai senyawa yang diperlukan untuk pertumbuhan embrio hingga strukturnya lengkap dan kelak mampu tumbuh menjadi organisme baru. Sementara pada jaringan endospermanya, asimilat tersebut di akumulasi menjadi makromolekul antara lain berupa pati (karbohidrat), protein, lemak, hingga maksimal dan kelak berfungsi sebagai sumber senyawa organik (cadangan makanan) yang diperlukan untuk menyokong pertumbuhan embrio menjadi tanaman baru. Sedangkan pada jaringan testa, senyawa organik tersebut terakumulasi membentuk jaringan yang kuat, keras, tebal, sehingga mampu berperan melindungi bagian dalam benih.

Benih yang dipanen sebelum mencapai tingkat kemasakan fisiologis, mempunyai viabilitas rendah, bahkan ada yang tidak berkecambah karena pembentukan embrio belum sempurna atau cadangan makanan belum mencukupi (Sutopo, 2002). Roumet dan Morin (1997) menyatakan bahwa ada benih yang belum masak

Tabel 2. Korelasi antara Daya Kecambah dengan Kandungan Gula, Pati, Lemak dan Protein Benih Aren

Senyawa dalam Benih	Daya berkecambah benih				Persamaan
	r	T hitung	T tabel 5%	T tabel 1 %	
Gula	0,834	8,313**	2,042	2,750	$Y = -17,11 + 117,44 X$
Pati	0,535	4,307**	2,042	2,750	$Y = -7,51 + 781,08 X$
Lemak	0,527	3,401**	2,042	2,750	$Y = -6,02 + 2590,22 X$
Protein	0,807	7,510**	2,042	2,750	$Y = -11,40 + 306,94 X$
Lignin	0,715	5,624**	2,042	2,750	$Y = -38,65 + 298,39 X$
Tanin	0,707	75,487**	2,042	2,750	$Y = -21,19 + 6755,33 X$

Keterangan : r = koefisien korelasi; tanda \*\* menunjukkan korelasi sangat nyata.

fisiologis (*immature*) tetapi dapat berkecambah, yaitu benih yang mendekati maksimum berat kering atau kemasakan fisiologisnya, stadia ini terjadi pada akhir periode reproduktif. Benih gandum (*Triticum aestivum* L.) meskipun belum masak fisiologis (belum membentuk lapisan hitam), tetapi dapat berkecambah karena ada difusi Gibberellin ke dalam embrio (Mora-Aguilar *et al.*, 2000).

Kemampuan benih untuk berkecambah secara alami ditentukan oleh kedewasaan embrio dan ketersediaan makanan cadangan. Bhojwani dan Bhatnagar (1999) menyebutkan bahwa fungsi endosperm yang lebih penting adalah memberi makan pada embrio selama perkembangannya (dari zigote menjadi embrio globular). Kedewasaan embrio berkembang seiring dengan pertambahan umur benih dan akumulasi makanan cadangan. Ketika benih masih muda, akumulasi gula, pati, lemak dan protein dalam benih aren relatif sedikit dan pada saat itu embrio sedang dalam masa pertumbuhan, belum mampu berkecambah. Hidayat (1995) menyebutkan bahwa embrio menunjukkan pertambahan ukuran dengan cepat setelah endosperm mencapai volume maksimum. Bhojwani dan Bhatnagar (1999) menyebutkan bahwa embrio pada umumnya tumbuh hanya ketika endospermnya telah berkembang secara cukup. Jika endosperm tersebut gagal berkembang (*aborts*), menyebabkan embrio tidak berkembang sempurna. Semakin meningkat kandungan gula, pati, lemak dan protein dalam benih aren ternyata semakin meningkat pula kemampuannya berkecambah. Hal ini menunjukkan bahwa kedewasaan embrio sangat didukung oleh pertumbuhan makanan cadangan dalam benih.

Daya berkecambah benih meningkat dengan cepat antara umur 24–25 bsa, tetapi ketika buah berumur di atas 25 bsa, peningkatan daya berkecambah relatif rendah, karena sebagian besar benih telah mampu berkecambah. Adanya sejumlah benih yang belum mampu berkecambah

pada umur ini menggambarkan adanya variasi kemasakan fisiologis benih di dalam tandan buah. Hal ini dapat terjadi karena masing-masing buah dalam suatu tandan saling berkompetisi memperoleh asimilat yang ditranslokasikan ke dalam tandan buah.

Kenyataan bahwa kemasakan buah aren dalam tandan tidak terjadi secara serentak dan bersifat acak menyebabkan perlu dilakukan pertimbangan kapan buah harus dipanen agar diperoleh biji dengan daya berkecambah tinggi sebagai benih. Berdasarkan hasil penelitian ini maka untuk menghasilkan benih berdaya kecambah tinggi, buah aren dapat dipanen pada umur 26–28 bsa, karena pada umur tersebut daya berkecambah benih dalam tandan telah mencapai lebih dari 80%. Tidak perlu menunggu hingga buah dalam tandan berwarna kuning semua. Dengan cara ini maka kehilangan buah karena rontok maupun dimakan musang dapat ditekan, karena sebagian buah dalam tandan masih berwarna hijau tetapi benihnya telah masak secara fisiologis.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa:

1. Terdapat hubungan positif antara kandungan berbagai senyawa organik dalam benih aren dengan daya berkecambahnya berarti semakin meningkat kandungan berbagai senyawa organik dalam benih aren, semakin meningkat pula daya berkecambahnya dan mencapai maksimal ketika benih telah masak fisiologis yang ditandai dengan berat kering benih maksimal.
2. Daya berkecambah maksimum benih aren terjadi pada kisaran umur 26-28 bsa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asiedu, E.A., Powell. A.A., Stuchbury. T. 2000. Cowpea Seed Coat Chemical Analysis in Relation to Storage Seed Quality. *Afric. Crop Sci. J.* 8.(3): 283-294.

- Benech, A.R dan Sanchez, R.A. 2004. *Handbook of Seed Physiology. Applications to Agriculture*. Haworth Press.Inc. New York, London, Oxford. 480 p.
- Bewley, J.D. dan Black, M. 1978. Physiology and Biochemistry of Seeds. In Relation to Germination. *Vol.1. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York*.
- Bhojwani, S.S. dan Bhatnagar, S.P. 1999. *The Embryology of Angiosperms*. Vikas Publishing House PVT LTD. New Delhi-Bombay-Bangalore-Calcuta-Kanpur.
- Demir, I dan Samit, Y. 2001. Seed Quality in Relation to Fruit Maturation and Seed Dry Weight during Development in Tomato. *Seed Sci. & Technol.* 29:453-462.
- Hidayat, E.B. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Penerbit ITB. Bandung.
- Kantar, F., Pilbeam, C.J., Hebblethwaite, P.D. 1996. Effect of Tannin Content of Faba Bean (*Vicia faba*) Seed on Seed Vigour, Germination and Field Emergence. *Ann. Appl. Biol.*(1996) 128: 85-93.
- Kozlowski, T.T. 1972. Seed Biology. Vol. I. Importance, Development and Germination. Academic Press. New York and London.
- Mayer, A.M dan Poljakoff-Mayber, A. 1989. The Germination of Seeds. Pergamon Press. Toronto.
- Mora-Aguilar, R., Fernandez-Vidal, R., Mendoza-Onofre, L.E. 2000. Biomass, Viability and Germination Changes in Developing Wheat Seeds. *Agrociencia*. 34 (2): 181-191.
- Roumet, P dan Morin, F. 1997. Germination of Immature Soybean Seeds to Shorten Reproductive Cycle Duration. *Crop Sci.* 37:521-525.
- Salisbury dan Ross. 1995. *Plant Physiology*. Fourth Edition. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California. 682 p.
- Sparks, D.L. 1997. *Advanced in Agronomy*. Academic Press. Toronto. 281 p.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Umemoto, T., Nakamura, Y., Ishikura, N. 1994. Effect of Grain Location on The Panicle on Activities Involved in Starch Synthesis in Rice Endosperm. *Phytochemistry*, Vol 36 (4): 843-847.
- Warringa, J.W. 1998. The Pattern of Flowering, Seed Set, Seed Growth and Ripening along the Ear of *Lolium perenne*. *Aust. J. Plant Physiol.* 25:213-223