

Pengaruh Kejut Suhu Terhadap Masa Dormansi dan Viabilitas Benih Aren (*Arenga pinnata* Merr.)

WEDA MAKARTI MAHAYU

Balai Penelitian Tanaman Palma
Jalan Raya Mapanget, Kotak Pos 1004 Manado 95001
E-mail: wedamakartimahayu@gmail.com

Diterima 22 April 2013 / Direvisi 26 Agustus 2013 / Disetujui 23 September 2013

ABSTRAK

Salah satu kendala dalam perkecambahan benih aren adalah sifat benihnya yang rekalsitran dan memiliki masa dormansi. Kedormanan benih aren diduga disebabkan oleh tebalnya kulit benih serta ketidakseimbangan senyawa perangsang dan senyawa penghambat dalam memacu aktifitas perkecambahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kejut suhu terhadap pematangan dormansi fisik benih aren dan daya berkecambahnya. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dalam bentuk percobaan faktorial 5x5 dengan dua faktor. Faktor A adalah pendinginan dengan lima perlakuan lama penyimpanan dalam freezer bersuhu -22°C, yaitu: A0 (0 jam), A1 (3 jam), A2 (6 jam), A3 (12 jam), dan A4 (24 jam). Faktor B adalah pemanasan dengan lima perlakuan lama pemanasan di air pada suhu 96°C, yaitu: B0 (0 detik), B1 (15 detik), B2 (30 detik), B3 (60 detik), dan B4 (120 detik). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan setiap ulangan terdiri dari 20 benih aren, total benih yang digunakan 1500 biji. Parameter yang diamati adalah daya berkecambah dan kecepatannya, serta derajat hubungan linier antara keduanya. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan kejut suhu berpengaruh nyata terhadap pematangan dormansi benih aren dengan perkecambahan tercepat pada perlakuan pendinginan 24 jam dan kecepatan berkecambah 44,19 hari. Perlakuan kejut suhu berpengaruh sangat nyata terhadap daya kecambah, baik pada perlakuan tunggal maupun interaksi antar perlakuan. Daya kecambah tertinggi sebesar 85% dihasilkan melalui perlakuan pendinginan selama 24 jam yang diikuti dengan pemanasan selama 60 detik. Terdapat korelasi negatif yang nyata antara daya kecambah dengan kecepatan kecambah benih aren pada perlakuan kejut suhu, yaitu -0,46 dengan koefisien determinasi 21,16%.

Kata kunci: Arenga pinnata Merr., faktor fisik, kulit benih aren, daya kecambah, kecepatan kecambah.

ABSTRACT

Temperature Shock Treatment for Dormancy Period and Viability of Sugar Palm Seeds (Arenga pinnata Merr.)

One of the problem encountered in sugar palm seeds germination is recalcitrant seeds and dormancy periode. The sugar palm seeds dormancy caused by thick seed coat and imbalance hormones for germination. This research conduct to determine the effect of temperature shock in order to breaking the sugar palm seeds dormancy. The experimental were done by Completely Randomized Design in the 5x5 factorial with two factors (A and B). A Factor is freezing with five long treatments storage in a freezer -22 °C, consists of: A0 (0 hours), A1 (3 hours), A2 (6 hours), A3 (12 hours), and A4 (24 hours). B Factor is boiling treatment with five long treatments at boiling temperature 96°C, consists of: B0 (0 second), B1 (15 seconds), B2 (30 seconds), B3 (60 seconds), and B4 (120 seconds). Each treatment was repeated 3 times and each replication consisted of 20 sugar palm seeds, total seed used 1500 seeds. Observations directed to the viability and its speed, as well as the degree of linear relationship between of them. The results of this research showed that the freezing treatment significantly affected to breaking the dormancy period. Sugar palm seeds which had cold storage for 24 hours showed the fastest germination, 44.19 days. Sugar palm seeds which had cold storage 24 hours, followed by boiling at temperature 96°C for 60 seconds had the highest germination (85%). Results of simple correlation analysis showed a negative correlation between the speed of germination and it's viability ($r = -0,48$).

Keywords: Arenga pinnata Merr., phisical factors, sugar palm seed coat, ability of germination, dormancy period.

PENDAHULUAN

Tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) merupakan tanaman perkebunan yang berpotensi besar untuk dikembangkan. Aren sangat potensial dalam mengatasi kekurangan pangan, bahan baku biofuel,

dan mudah beradaptasi pada berbagai agroklimat, mulai dari dataran rendah hingga 1400 m di atas permukaan laut (Maliangkay, 2007). Tanaman aren memiliki kemampuan yang mudah beradaptasi pada berbagai tipe tanah di seluruh Indonesia termasuk lahan kritis, alang-alang, sehingga banyak digunakan untuk reboisasi dan konservasi hutan. Produk utama

tanaman aren adalah nira sebagai hasil penyadapan bunga jantan yang bisa diolah menjadi gula aren, minuman ringan dan cuka. Selain itu nira aren merupakan bahan potensial untuk diolah menjadi etanol melalui proses fermentasi (Lay, 2009a). Bioetanol dalam industri digunakan sebagai bahan baku industri alkohol, campuran untuk minuman keras, bahan farmasi, dan kosmetika (Lay, 2009b).

Tanaman aren merupakan tanaman hapaksantik, umur tanaman aren dibatasi oleh fase generatifnya (Maliangkay, 2007) sehingga dalam budidaya aren perlu mempertimbangkan masa rejuvenasi. Pada saat ini permintaan benih aren bagi perkebunan meningkat pesat sehingga perlu dipersiapkan teknologi perbenihan.

Permasalahan dalam perbenihan aren adalah benihnya yang bersifat rekalsitran dan memiliki masa dormansi. Dormansi benih merupakan tahapan penting dalam siklus hidup tanaman liar (Foley *et al.*, 2013), akan tetapi akan menjadi suatu kendala serius dalam tanaman budidaya. Menurut Widyawati *et al.* (2009), benih aren memerlukan waktu sekitar 3 bulan untuk berkecambah karena mengalami dormansi dengan waktu perkecambahan tidak serentak. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa daya kecambah benih aren sangat rendah dan beragam (10 – 65%) dengan waktu perkecambahan yang cukup lama, yaitu sekitar 4 – 6 bulan (Mashud *et al.*, 1989). Rendah dan lambatnya perkecambahan dapat disebabkan oleh ketidakcocokan suhu perkecambahan, kadar air biji yang tidak memadai, umur fisiologis biji belum cukup, kemunduran viabilitas biji atau biji dalam keadaan dorman (Sutarno dan Utami, 2007).

Secara fisik, benih aren termasuk benih keras baik pada bagian kulit maupun endospermnya (Widyawati *et al.*, 2009). Menurut Saleh (2004), dormansi benih aren diduga disebabkan oleh tebalnya kulit benih dan ketidakseimbangan senyawa perangsang dan senyawa penghambat dalam memacu aktivitas perkecambahan benih selain meningkatnya senyawa kalsium oksalat pada buah aren yang telah matang. Faktor lain, yaitu disebabkan oleh adanya zat inhibitor perkecambahan seperti ABA, kematangan embrio yang belum sempurna dan faktor genetis tanaman aren (Asikin dan Puspitaningtyas, 2000).

Dormansi benih aren dapat diperpendek dengan berbagai perlakuan sebelum dikecambahkan baik secara fisik, kimia maupun biologi. Akan tetapi, berbagai perlakuan pematahan dormansi tersebut belum efektif dan efisien (Saleh, 2004; Saleh, 2003; Saleh, 2002; Rinaldi, 2010)). Menurut Rofik dan Murniati (2008), perlakuan deoporkulasi benih merupakan teknologi sederhana yang sangat efektif dalam memecahkan masalah dormansi pada benih aren. Perlakuan ini memungkinkan air masuk ke dalam benih untuk memulai berlangsungnya proses

per-kecambahan benih. Akan tetapi, perlakuan ini kurang efisien apabila diterapkan pada benih aren dengan jumlah banyak sehingga perlu dicari metode lain yang lebih efisien.

Menurut Sutopo (2010), pergantian temperatur tinggi dan rendah dapat menyebabkan benih retak akibat pengembangan dan pengkerutan, juga kegiatan dari bakteri dan cendawan dapat membantu memperpendek masa dormansi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan kejutan suhu terhadap pematahan dormansi fisik benih aren dan daya berkecambahnya serta korelasi sederhana antara masa dormansi dan daya berkecambah benih aren pada perlakuan kejutan suhu.

BAHAN DAN METODE

Benih aren (*Arenga pinnata* Merr.) berasal dari aksesori Situmbaga, dikoleksi dari Sumatera Utara yang ditanam di KP. Kayuwatu pada 1996. Pohon induk yang dipilih merupakan pohon yang sehat dan kekar (*vigorous*), bebas dari serangan hama dan penyakit, tidak disadap dan memiliki jumlah mayang betina lebih dari 5. Benih aren dipilih dari buah aren yang telah berwarna kuning saat dipanen dari tandan buah yang menandakan telah masak fisiologis. Perubahan warna buah dari hijau menjadi kuning berhubungan dengan degradasi klorofil (Baharudin *et al.*, 2011).

Benih yang baru dipanen diberi pra perlakuan dengan diperam selama 30 hari. Proses pemeraman ini dimaksudkan untuk memaksimalkan kematangan fisiologis benih dan mengurangi senyawa kalsium oksalat yang menyebabkan gatal saat proses benih. Setelah proses pemeraman selesai, benih dibersihkan dari daging buah untuk selanjutnya diseleksi. Biji yang digunakan untuk benih dipilih yang berbentuk bulat lonjong dengan ukuran 25–40 mm x 15–25 mm, berwarna hitam kecoklatan mengkilap dan sayatan melintang agak berbentuk segitiga (Mashud *et al.*, 2011).

Percobaan ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam bentuk Faktorial 5 x 5. Perlakuan ini menggunakan dua faktor, A (Pendinginan) dan B (Pemanasan) dengan 3 ulangan, masing-masing perlakuan terdiri dari 20 butir benih, sehingga total benih yang digunakan sebanyak 1500 butir. Faktor A terdiri dari 5 perlakuan, yaitu: kontrol (A0), pendinginan pada freezer dengan suhu -22°C selama: 3 jam (A1), 6 jam (A2), 12 jam (A3) dan 24 jam (A4). Faktor B terdiri dari 5 perlakuan, yaitu: kontrol (B0), pemanasan pada air dengan suhu 96°C selama: 15 detik (B1), 30 detik (B2), 60 detik (B3), dan 120 detik (B4).

Dilakukan pengamatan terhadap keberadaan retakan pada permukaan benih setelah perlakuan

kejut suhu dengan mikroskop kamera dengan perbesaran 6,5 x sebagai data pendukung. Diamati pula lapisan-lapisan kulit benih aren pada perbesaran yang sama.

Untuk mengoptimalkan proses imbibisi, benih direndam air selama 3 hari kemudian dideder di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Palma. Komposisi media semai yang digunakan, yaitu: pasir, debu sabut, dan arang sekam dengan perbandingan 3 : 1 : 1. Media persemaian dijaga kelembabannya dan setiap bulan sekali diaplikasi dengan fungisida berbahan aktif Mankozebe 80% dengan konsentrasi 0.2% untuk mengendalikan serangan penyakit yang disebabkan oleh cendawan. Diamati kecepatan dan daya kecambah benih pada setiap perlakuan setiap tiga hari selama empat bulan. Benih aren dikategorikan berkecambah jika jaringan spons telah muncul 2-3 mm dari permukaan benih. Daya kecambah dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Daya Kecambah} = \frac{\text{Benih Berkecambah}}{\text{Total benih yang diamati}} \times 100\%$$

Kecepatan kecambah dihitung berdasarkan nilai rata-rata kecepatan benih dalam setiap plot perlakuan untuk menghasilkan daya kecambah maksimum selama empat bulan pengamatan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dan apabila terdapat perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji BNT pada taraf 5%.

Dihitung koefisien korelasi sederhana antara daya kecambah dan kecepatannya untuk mengetahui derajat hubungan linier antar keduanya. Menurut Gomez dan Gomez (1995), koefisien korelasi linier sederhana dihitung berdasarkan rumus:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

Nilai r hitung yang diperoleh dibandingkan dengan r tabel dengan derajat bebas = $(n-2)$, dan apabila berbeda nyata dihitung koefisien determinasi untuk mengetahui persentase korelasi antar dua variabel yang diamati. Koefisien determinasi menurut Gomez dan Gomez (1995), dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Koefisien Determinasi} = (100)(r)^2$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa kulit benih aren terdiri dari 3 lapisan: lapisan luar berwarna hitam, lapisan tengah berwarna coklat

terang berserat dan lapisan bagian dalam berupa lapisan tipis berwarna coklat gelap. Diduga lapisan-lapisan penyusun kulit benih ini yang menyebabkan dormansi fisik benih aren (Gambar 1). Menurut Widyawati *et al.* (2009), benih aren termasuk benih keras, baik pada kulit maupun endosperma. Pada benih keras, pengambilan air terhalang kulit biji yang mempunyai struktur terdiri dari lapisan sel-sel seperti palisade ber dinding tebal terutama di permukaan paling luar dan bagian dalam mempunyai lapisan lilin dari bahan kutikula (Sutopo, 2010).

Umur panen benih yang ditandai dengan masak fisiologis berpengaruh terhadap daya berkecambah dan kecepatan berkecambah benih (Rusmin *et al.*, 2007). Semakin tua benih aren kadar lignin dan tanin semakin meningkat dan terdapat korelasi erat yang bersifat negatif antara kandungan lignin dan tanin benih aren terhadap proses imbibisi benih saat perkecambahan (Widyawati *et al.*, 2009). Terhambatnya imbibisi menyebabkan perkecambahan benih aren berlangsung cukup lama dan tidak serentak. Lignin dan tanin merupakan senyawa fenol yang banyak menyusun kulit benih, fenol dalam sarcostesta benih papaya dapat bertindak sebagai inhibitor atau antioksidan (Sari *et al.*, 2007).

Berdasarkan hasil pengamatan benih aren yang telah diberi perlakuan kejut suhu pada mikroskop dengan perbesaran 6,5 x terlihat bahwa terjadi retakan pada kulit benih yang sebelumnya tidak ada (Gambar 2). Perlakuan pendinginan menyebabkan terjadinya aksi air beku. Aksi air beku adalah efek mekanik dari air beku yang terdapat pada celah atau ruang antar sel pada lapisan eksokarp benih aren. Aksi ini ada dua macam: irisan air beku (*frost wedging*) dan dorongan air beku (*frost heaving*). Sedangkan pada perlakuan pemanasan akan terjadi perbedaan laju muai termal antar lapisan kulit benih yang mengakibatkan timbulnya retakan. Dengan adanya retakan tersebut diharapkan proses imbibisi dapat segera berlangsung sehingga memicu proses perkecambahan.



Gambar 1. Lapisan kulit benih aren.
Figure 1. Layers of sugar palm seed coat.



Gambar 2. Retakan pada kulit benih aren.
Figure 2. Cracks on the sugar palm seed coat.

Tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma. Oleh karena itu, retakan mikroskopis yang terjadi setelah perlakuan kejut suhu mematahkan impermeabilitas kulit benih terhadap air dan gas sehingga mempercepat dan meningkatkan perkecambahan benih. Perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Kegiatan enzim-enzim di dalam biji distimulir oleh adanya *giberellic acid* (GA_3), yaitu suatu hormon tumbuh yang dihasilkan oleh embrio setelah menyerap air (Sutopo, 2010). Benih aren dikategorikan berkecambah apabila telah muncul jaringan spons di permukaan benih sepanjang 2 - 3 mm (Gambar 3).



Gambar 3. Kecambah benih aren.
Figure 3. Sugar palm seed germinated.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui, hanya perlakuan pendinginan yang berbeda nyata dengan kontrol dan tidak terdapat interaksi antar perlakuan yang berpengaruh pada kecepatan perkecambahan benih aren. Pada Tabel 1 dapat dilihat masa dormansi tercepat pada perlakuan pendinginan selama 24 jam, yaitu 44,19 hari. Masa dormansi pada perlakuan tersebut lebih pendek 30,75% dari masa dormansi

perlakuan kontrol. Benih aren merupakan benih yang *impermeabel* terhadap air sehingga disebut benih keras (*hard seed*). Tipe dormansi ini dapat dipatahkan dengan skarifikasi mekanis untuk menipiskan testa, pemanasan, pendinginan (*chilling*), perendaman dalam air mendidih, pergantian suhu drastis dan skarifikasi kimia (Ilyas, 2013).

Tabel 1. Kecepatan kecabah benih aren pada perlakuan pendinginan.

Table 1. Speed germination of sugar palm seeds in the freezing treatment.

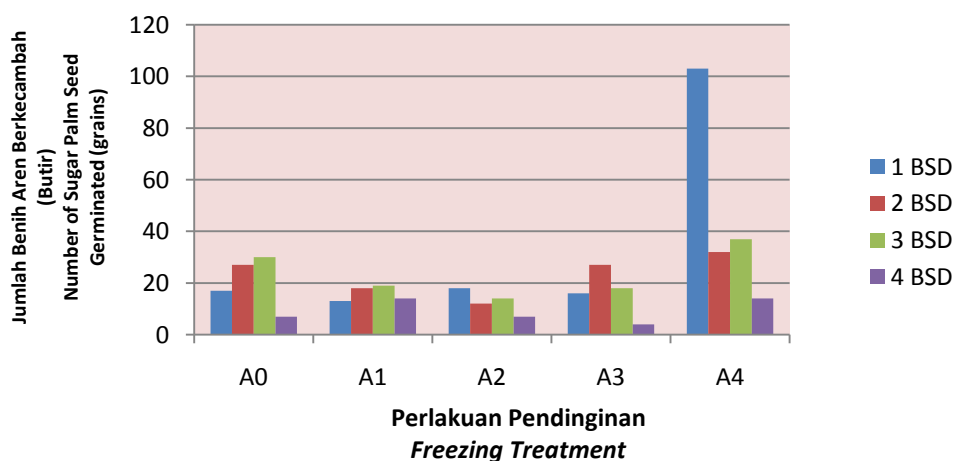
Perlakuan pendinginan (jam) <i>Freezing treatment</i> (hours)	Kecepatan berkecambah (hari) <i>Speed of germination</i> (days)
0	63.81 b
3	63.9 b
6	53.53 ab
12	48.21 ab
24	44.19 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Note: Number followed by the same letter at the same column are not significant at the 5% of LSD test.

Perlakuan pendinginan selama 24 jam juga menghasilkan daya berkecambah tertinggi. Jumlah perkecambahan benih aren pada perlakuan tersebut mencapai titik puncak pada bulan pertama setelah dedar, yaitu 103 butir (34,33%) dan mengalami penurunan pada bulan-bulan berikutnya dengan jumlah total benih yang berkecambah 186 butir (62%) (Gambar 3). Sedangkan pada perlakuan pendinginan yang lain, total benih yang berkecambah bervariasi antara 21,33% hingga 27,33%. Berdasarkan hasil penelitian Sederias dan Brian (2007), perlakuan suhu rendah dan cahaya merah adalah perlakuan paling efektif dalam pematahan dormansi *oospore Chara vulgaris*.

Pada variabel daya berkecambah, perlakuan tunggal dan interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata. Daya kecambah pada masing-masing kombinasi perlakuan sebagai pengaruh interaksinya dapat dilihat pada Tabel 2. Kombinasi perlakuan yang menghasilkan daya kecambah tertinggi adalah pendinginan selama 24 jam yang diikuti dengan pemanasan selama 60 detik (85%) dan pendinginan selama 24 jam yang diikuti dengan pemanasan selama 120 detik (78,33%).



Gambar 3. Akumulasi jumlah perkecambahan benih aren setiap bulan setelah deder (BSD) pada perlakuan pendinginan; A0 = pendinginan selama 0 jam/kontrol; A1 = pendinginan selama 3 jam; A2 = pendinginan selama 6 jam; A3 = pendinginan selama 12 jam; A4 = pendinginan selama 24 jam.

Figure 3. Number of sugar palm seeds germinated in the freezing treatment every month after planting (BSD); A0 = freezing for 0 hours/control, A1 = freezing for 3 hours; A2 = freezing for 6 hours; A3 = freezing for 12 hours; A4 = freezing for 24 hours.

Tabel 2. Daya kecambah aren pada berbagai perlakuan kejut suhu.

Table 2. Viability of sugar palm seeds in the shock temperature treatment.

No	Perlakuan Treatment		Daya kecambah (%) Germination (%)
	Pendinginan (jam) Freezing (hours)	Pemanasan (detik) Boiling (second)	
1	0	0	11,67 ab
2		15	13,33 abc
3		30	3,33 a
4		60	41,67 f
5		120	66,67 hi
6	3	0	28,33 de
7		15	5 a
8		30	6,67 a
9		60	26,67 d
10		120	40 ef
11	6	0	23,33 bcd
12		15	6,67 a
13		30	6,67 a
14		60	25 cd
15		120	65 hi
16	12	0	61,67 h
17		15	5 a
18		30	6,67 a
19		60	13,33 abc
20		120	21,67 bcd
21	24	0	58,33 gh
22		15	41,67 f
23		30	46,67 fg
24		60	85 j
25		120	78,33 ij

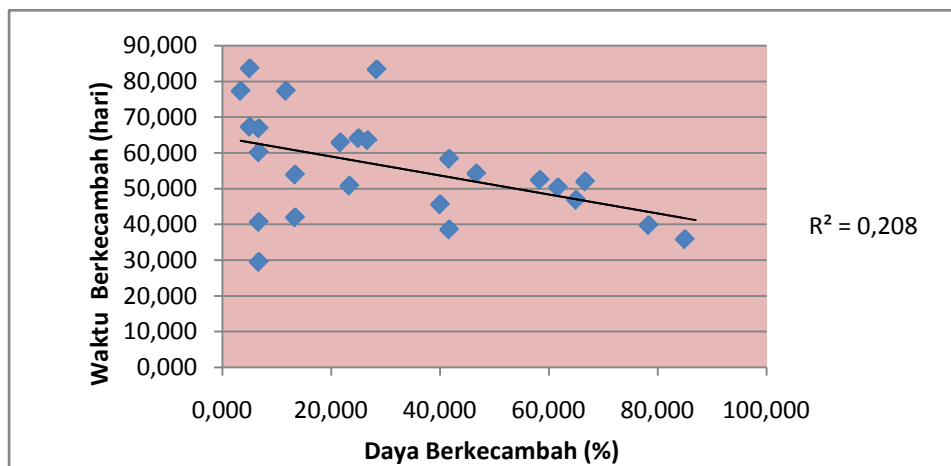
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Note: Number followed by the same letter at the same column are not significant at the 5% of LSD test.

Berdasarkan hasil penelitian Maskar *et al.* (1995), diketahui bahwa tingkat suhu udara (oven) dan air dapat mempengaruhi daya kecambah benih aren, dan benih aren yang dicelupkan pada air bersuhu 55°C selama 5 menit menghasilkan daya kecambah terbaik (28,7%) sedangkan benih yang dioven pada suhu 60 °C selama 15 menit berdaya kecambah 27,7%. Berdasarkan hasil penelitian Aguilar *et al.* (2011), sebagian besar spesies dari komunitas tanaman yang hidup pada ekosistem yang rentan mengalami kebakaran menunjukkan peningkatan persentase perkecambahan setelah benih diberi perlakuan kejutan suhu antara 80 – 120°C dalam waktu yang singkat.

Berdasarkan analisis ternyata terdapat korelasi negatif yang nyata ($r = -0,46$) antara kecepatan kecambah benih aren dan daya kecambah (Gambar 4) dengan koefisien determinasi 21,16%. Perhitungan koefisien korelasi linier sederhana didasarkan kepada sejumlah keragaman dalam satu peubah yang dapat dijelaskan dengan fungsi linier peubah lainnya (Gomez dan Gomez, 1995).

Sedangkan r negatif apabila perubahan positif pada suatu peubah berhubungan dengan perubahan negatif pada peubah lainnya. Oleh karena itu, dapat dijelaskan bahwa 21,16% dari keragaman daya kecambah terhitung dalam fungsi linier masa dormansinya.



Gambar 4. Korelasi kecepatan dan daya kecambah benih aren pada perlakuan kejutan suhu
Figure 4. Viability and speed germination correlation of sugar palm seeds in the shock temperature treatment.

Kombinasi perlakuan dengan daya kecambah yang lebih rendah dari kontrol (11,67%) adalah pemanasan selama 15 detik tanpa pendinginan (3,33%), pendinginan 3 jam yang diikuti dengan pemanasan 15 detik (5%), pendinginan 3 jam yang diikuti dengan pemanasan 30 detik (6,67%), pendinginan 6 jam yang diikuti dengan pemanasan 15 detik (6,67%), pendinginan 6 jam yang diikuti dengan pemanasan 30 detik (6,67%), pendinginan 12 jam yang diikuti pemanasan 15 detik (5%) dan pendinginan 12 jam yang diikuti dengan pemanasan 30 detik (6,67%). Perlakuan tersebut tidak menyebabkan peningkatan daya kecambah namun sebaliknya, menurunkan daya kecambah apabila dibandingkan benih tanpa perlakuan (kontrol). Diduga perlakuan tersebut dan interaksinya menyebabkan ketidakseimbangan hormon penghambat dan pemacu perkecambahan. Ketidakseimbangan hormon penghambat dan pemacu perkecambahan dalam benih aren dapat memperpanjang masa dormansi benih aren (Saleh, 2004).

KESIMPULAN

1. Perlakuan kejutan suhu berpengaruh nyata terhadap pematangan dormansi benih aren dengan perkecambahan tercepat pada perlakuan pendinginan 24 jam dan kecepatan berkecambah 44,19 hari.
2. Perlakuan kejutan suhu berpengaruh sangat nyata terhadap daya kecambah, baik pada perlakuan tunggal maupun interaksi antar perlakuan. Daya kecambah tertinggi sebesar 85% dihasilkan melalui perlakuan pendinginan selama 24 jam yang diikuti dengan pemanasan selama 60 detik.
3. Terdapat korelasi negatif yang nyata antara daya kecambah dengan kecepatan kecambah benih aren pada perlakuan kejutan suhu, yaitu -0,46 dengan koefisien determinasi 21,16%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Yunus Sajangbati yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan Dr. Andria Agusta yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, S. Z., O. Briones, dan A.O. Segovia. 2011. Seed germination of montane forest species in response to ash, smoke and heat shock in Mexico. *Acta Oecologica*. 37: 256 - 262.
- Asikin, D. dan D.M. Puspaningtyas. 2000. Studi perkecambahan biji aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) secara *in vitro*. Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi, Bogor, 7-9 Maret 2000.
- Baharudin, M.R. Suhartanto, S. Ilyas, dan A. Purwantara. 2011. Perubahan biologis dan fisiologis sebagai indikator masak benih kakao hibrida. *Jurnal Littri*. 17(2): 41-50.
- Foley, M.E., S.C. Wun, P.H. David, D. Munevver, and V.A. James. 2013. The transcriptomes of dormant leafy spurge seeds under alternating temperature are differentially affected by a germination-enhancing pretreatment. *Journal of Plant Physiology*. 170: 539-547.
- Gomez, K.A., dan A.A. Gomez. 1995. Diterjemahkan E. Sjamsuddin, dan J.S. Baharsjah. Prosedur statistik untuk penelitian pertanian (Edisi Kedua). Universitas Indonesia. Jakarta.p. 368-382.
- Ilyas, S. 2013. Dormansi benih: Kasus pada padi dan kacang tanah. advantage: www.deptan.go.id/ditjentan/bbppmbtph_cimanggis/admin/download/DormansibenihSatriyasIlyas.pdf. [diakses tanggal 19 April 2013].
- Lay, A. 2009a. Penggunaan ragi komersial pada pengolahan etanol dari nira aren. *Buletin Palma*. 37: 166-173.
- , 2009b. Rekayasa alat pengolahan bioetanol dari nira aren. *Buletin Palma*. 37: 100-113.
- Maliangkay, R.B. 2007. Teknik budidaya dan rehabilitasi tanaman aren. *Buletin Palma*. 33 : 67-77.
- Mashud, N., Rahman dan R.B. Maliangkay. 1989. Pengaruh berbagai perlakuan fisik dan kimia terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit aren. *Jurnal Penelitian Kelapa*. 4(1): 27-37.
- Mashud, N., A. Lay, E.T. Tenda, R.B. Maliangkay, D.J. Torar. 2011. Budidaya dan pasca panen aren. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. p. 1-7.
- Rinaldi. 2010. Pengaruh skarifikasi dan lama perendaman terhadap perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) Percikan. (112): 33-37.
- Rofik, A., dan Murniati. 2008. Pengaruh perlakuan deoperkulasi dan media perkecambahan untuk meningkatkan viabilitas benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). *Buletin Agronomi* 36 (1):33-40.
- Rusmin, D., Melati, S. Wahyuni, dan Sukarman. 2007. Pengaruh umur panen terhadap viabilitas benih serta hubungannya dengan produksi terna sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees). *Jurnal Littri*. 13 (1): 20-26.
- Saleh, M.S. 2002. Perlakuan fisik dan Kalium Nitrat untuk mempercepat perkecambahan benih aren dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan kecambah. *Jurnal Agroland*. 9(4): 326-330.
- Saleh, M.S. 2003. Perlakuan fisik dan konsentrasi Kalium Nitrat untuk mempercepat perkecambahan benih aren. *Jurnal Agroland*. 10(4): 346-351.
- Saleh, M.S. 2004. Pematahan dormansi benih aren secara fisik pada berbagai lama ekstraksi buah. *Agrosains*. 6 (2): 79-83.
- Sari, M., M.R. Suhartanto, dan E. Murniati. 2007. Pengaruh sarcostesta dan kadar air benih terhadap kandungan totalfenol dan daya simpan benih pepaya (*Carica papaya* L.). *Buletin Agronomi* 35(1): 44-49.
- Sederias, J., dan C. Brian. 2007. The interaction of light and low temperature on breaking the dormancy of chara vulgaris Oospores. *Aquatic Botany* 87: 229-234.
- Sutarno, H., dan N.W. Utami. 2007. Suhu kardinal perkecambahan biji *Brucea javanica* (L) Merr. dan respon fisiologi pengeringan bijinya. *Biodiversitas* 8 (2): 138-140.
- Sutopo, L. 2010. Teknologi benih (Edisi Revisi). PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Widyawati, N., Tohari, P. Yudono, dan I. Soemardi. 2009. Permeabilitas dan perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). *Jurnal Agronomi Indonesia*. 37 (2) : 152-158.