

**Perubahan Fisik, Fisiologi dan Biokimia Selama Pemasakan
Benih dan Studi Rekalsitransi Benih Kemiri Sunan**

***Physical, Physiological and Biochemical Changes during Seed
Maturation and Study on Recalcitrancy of Reutealis trisperma Seed***

Cici Tresniawati^{1*}, Endang Murniati², dan Eny Widajati²

¹Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jl. Raya Pakuwon km.2 Parungkuda-Sukabumi, Jawa Barat, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 17 Mei 2013/Disetujui 21 November 2013

ABSTRACT

The aims of this research on Reutealis trisperma seed were to know 1) seed harvest maturity level based on physiological and biochemical changes; and 2) seed recalcitrancy based on critical moisture content and storability in two storage temperatures. The research was conducted at Leuwikopo Seed Science and Technology Laboratory, from February 2012 to January 2013. There were three experiments, i.e. I. Effect of seed maturity level on seed viability and vigor (randomized completely block design, 3 seed maturity level, 3 replications); II. Determination of seed critical moisture content, used two methods, i.e. 1) fan drying and 2) air drying (completely randomized design in each drying methods, 3 replications); III. Effect of temperature and period of storage on seed viability and vigor (nested design, first factor was 2 storage temperature and the second factor was 7 storage periods, 3 replications). The result showed that seed physiological maturity achieved in 28 weeks after flowering with morphological criteria were brownish fruit, soft fruit exocarp, brown seed testa; physiological criteria was germination percentage 76-80% and biochemical criteria was carotenoid content $0.62 \mu\text{mol}(\text{g FW})^{-1}$. Carotenoid content can be used as biochemical indicator to determine fruit maturity and significantly correlated with moisture content, seed dry weight and germination percentage. Critical moisture content were 8.2-10.9%. These data suggested that seeds could be classified as intermediate. R. trisperma seeds could be stored for three weeks in temperature 19-28 °C and RH 50-70%, with 12% moisture content used polypropilen plastic bag

Keywords: carotenoid, critical moisture content, desiccation, Reutealis trisperma

ABSTRAK

Penelitian pada benih Kemiri Sunan (Reutealis trisperma) bertujuan untuk mengetahui: 1) tingkat kemasakan yang tepat untuk panen benih berdasarkan perubahan fisiologi dan biokimia dan 2) sifat rekalsitransi benih kemiri sunan dengan menentukan kadar air kritis dan penyimpanan pada dua kondisi suhu ruang penyimpanan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Benih Leuwikopo, bagian Ilmu dan Teknologi Benih, dari Februari 2012 - Januari 2013. Terdapat tiga percobaan, yaitu I: Pengaruh tingkat kemasakan benih terhadap viabilitas dan vigor benih (rancangan kelompok lengkap teracak, 3 tingkat kemasakan benih, 3 ulangan). II: Penentuan kadar air kritis benih Kemiri Sunan, dengan dua metode yaitu menggunakan 1) kipas angin dan 2) kering angin (rancangan acak lengkap untuk masing-masing metode, 3 ulangan). III: Pengaruh suhu dan periode penyimpanan terhadap viabilitas dan vigor benih (rancangan tersarang, faktor pertama adalah 2 suhu penyimpanan, faktor kedua adalah 7 periode simpan, 3 ulangan). Benih mencapai masak fisiologis pada 28 minggu setelah berbunga dengan kriteria (1) morfologi, yaitu warna buah hijau kecokelatan, kulit buah lunak, kulit biji berwarna cokelat; (2) fisiologi, yaitu daya berkecambah 76-80%; (3) biokimia, yaitu kandungan karotenoid $0.62 \mu\text{mol}(\text{g BB})^{-1}$. Kadar karotenoid dapat digunakan sebagai indikator biokimia untuk menentukan tingkat masak fisiologi benih dan berkorelasi dengan kadar air, bobot kering benih, dan daya berkecambah. Kadar air kritis benih adalah 8.2-10.9%, berdasarkan data ini benih Kemiri Sunan dapat diklasifikasikan ke dalam tipe intermediet. Benih Kemiri Sunan dapat disimpan selama tiga minggu dengan kadar air awal 12%, pada suhu 19-28 °C dan RH 50-70%, menggunakan kemasan plastik polipropilen.

Kata kunci: desikasi, kadar air kritis, karotenoid, Reutealis trisperma

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: cici_tresniawati@yahoo.com

PENDAHULUAN

Tanaman Kemiri Sunan memiliki banyak manfaat, antara lain sebagai tanaman konservasi, industri dan obat. Minyak Kemiri Sunan mengandung asam α -oleostearat yang beracun sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pestisida nabati. Kandungan minyak antara 40-62%, dapat dijadikan sumber energi alternatif pengganti solar dan sumber bahan baku industri (Martin *et al.*, 2010). Tanaman Kemiri Sunan memiliki potensi untuk lebih dikembangkan dan dalam kegiatan budidaya diperlukan benih yang bermutu.

Selama ini kriteria masak fisiologi ditentukan secara fisik melalui pengamatan perubahan morfologi buah dan secara fisiologi melalui pengamatan perkecambahan benih. Proses perkecambahan benih yang panjang menyebabkan lamanya hasil pengujian diperoleh sehingga diperlukan indikator yang dapat menentukan masak fisiologi benih secara cepat. Hal ini dapat dilakukan melalui pendekatan biokimia, dengan cara deteksi kadar karotenoid dalam benih.

Menurut Wiriadinata dan Natakarmana (2009), benih Kemiri Sunan termasuk tipe rekalsitran, namun belum dilaporkan tentang kadar air kritis, kepekaan terhadap suhu, jangkauan umur benih di penyimpanan dan tipe rekalsitransi benih. Sifat-sifat benih rekalsitran adalah a) berukuran besar, b) memiliki kadar air benih antara 30-70%, dengan variasi kadar air yang besar diantara individu benih ketika terlepas dari tanaman induk (*shedding*), c) tidak toleran terhadap suhu rendah dan beku (*chilling and freezing injury*), d) mudah terkontaminasi mikroorganisme, e) periode penyimpanan yang singkat, f) mudah berkecambah di penyimpanan dan g) peka terhadap penurunan air pada saat proses pembentukan benih dan saat terlepas dari tanaman induk (Pammenter dan Berjak, 2008). Selain Kemiri Sunan, benih aren termasuk dalam kelompok rekalsitran, karena kandungan airnya relatif tinggi pada waktu dipanen dan penurunan kandungan air benih dapat menurunkan daya berkecambah benih tersebut (Syamsuwida *et al.*, 2007). Viabilitas benih rekalsitran dapat dipertahankan dengan menyimpan benih pada kadar air diatas kadar air kritisnya. Kadar air yang tinggi membuat benih rekalsitran peka terhadap penurunan kadar air dan suhu rendah (*desiccation and chilling injury*). Studi untuk mengidentifikasi kepekaan terhadap pengeringan (penurunan kadar air), sifat tidak toleran terhadap suhu rendah dan periode simpan yang pendek menjadi prioritas penting dalam penelitian benih rekalsitran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1) tingkat kemasakan yang tepat untuk panen benih berdasarkan perubahan fisiologi dan biokimia; 2) sifat rekalsitransi benih Kemiri Sunan dengan menentukan kadar air kritis dan penyimpanan pada dua kondisi suhu ruang penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2012 sampai Januari 2013. Penelitian dilakukan di Laboratorium Benih Leuwikopo, bagian Ilmu dan Teknologi Benih,

Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB. Benih Kemiri Sunan yang digunakan berasal dari tegakan yang tumbuh di Kebun Induk Benih Banyuresmi Garut, Jawa Barat, yang telah berumur lebih dari 10 tahun. Pasir sebagai media perkecambahan.

Senyawa kimia untuk analisis penentuan kadar lemak yaitu larutan alkohol yaitu benzene (1:1), KOH, indikator phenolfthalein. Analisis ABA (Neill dan Horgan, 1987) menggunakan HPLC dengan detector UV-VIS $\lambda = 265$ nm dan karotenoid (Sims dan Gamon, 2002) menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

Pengaruh Tingkat Kemasakan Benih terhadap Viabilitas dan Vigor benih

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemasakan yang tepat untuk panen benih berdasarkan perubahan fisiologi dan biokimia. Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah rancangan kelompok lengkap teracak faktor tunggal dengan tiga ulangan, setiap ulangan menggunakan 25 butir benih. Faktor tingkat kemasakan benih berdasarkan ciri morfologi kulit buah, yaitu: (1) 24 minggu setelah berbunga (MSB) (warna buah hijau, kulit buah keras, benih berwarna krem), (2) 26 MSB (warna buah hijau, kulit buah lunak, benih berwarna cokelat mengkilat), dan (3) 28 MSB (warna buah hijau kecokelatan, kulit buah lunak, benih berwarna cokelat).

Penentuan Kadar Air Kritis Benih Kemiri Sunan

Kadar air kritis ditentukan melalui dua metode, yaitu menggunakan 1) kipas angin dan 2) kering angin. Rancangan yang digunakan pada masing-masing metode adalah rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Penurunan kadar air menggunakan kipas angin dengan kecepatan putaran ± 500 rpm secara terus menerus selama 0-4 hari (4 x 24 jam), pada suhu kamar (27-28 °C) dan RH 74-81%. Penurunan kadar air menggunakan kering angin, dengan cara benih diletakkan secara merata satu lapis dalam wadah plastik berongga, dikeringanginkan dalam kondisi terbuka di ruangan selama 0-8 hari (8 x 24 jam) pada suhu (27-28 °C) dan RH 74-81%. Data penelitian dianalisis dengan regresi linier untuk melihat hubungan antara kadar air sebagai variabel bebas (x) dengan tolok ukur viabilitas dan vigor sebagai variabel tak bebas (y).

Pengaruh Suhu dan Periode Penyimpanan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih

Percobaan ini menggunakan benih dengan kadar air di atas kadar air kritis benih yang dicapai pada percobaan Penentuan Kadar Air Kritis Benih Kemiri Sunan. Percobaan menggunakan rancangan tersarang (*nested design*), yang terdiri atas dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah suhu ruang simpan yaitu suhu AC (19-20 °C) dan suhu kamar (27-28 °C). Faktor kedua adalah periode simpan, yang terdiri atas 7 taraf, yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 minggu. Benih yang digunakan pada percobaan ini dikemas dalam plastik polipropilen 0.7 mm, benih diberi

fungisida (Mankozeb 45%) untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme.

Pengamatan dilakukan terhadap tolak ukur: (1) Kadar air (KA) benih yang diukur dengan metode langsung menggunakan oven 103 ± 2 °C selama 17 ± 1 jam. Jumlah benih yang diuji sebanyak 2 butir, dengan 5 ulangan. Kulit benih dipecah menjadi beberapa bagian dan endosperma benih diiris tipis. Hal ini dilakukan karena benih Kemiri Sunan berukuran besar dan memiliki kandungan minyak yang tinggi, (2) Bobot kering benih (BKB) yang diukur dengan mengeringkan benih sebanyak 2 butir dengan 5 ulangan dalam oven (60 °C, 3 x 24 jam). Benih didinginkan dalam desikator kemudian bobotnya ditimbang, (3) Daya berkecambah (DB) yang diamati pada 29 dan 38 hari setelah tanam (HST) terhadap kecambah normal, (4) Kecepatan tumbuh (K_{CT}) diamati setiap hari sampai 38 HST terhadap kecambah normal, (5) Indeks vigor, dinilai berdasarkan persentase kecambah normal yang muncul pada pengamatan hitungan pertama, (6) Kadar ABA dan karotenoid (diamati pada percobaan pertama), dan (7) Kandungan lemak total dan asam lemak bebas (diamati pada percobaan ketiga).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Tingkat Kemasakan Benih terhadap Viabilitas dan Vigor Benih

Saat 26 MSB (minggu setelah berbunga) benih sudah memasuki periode awal pemasakan benih (Tabel 1). Periode ini menunjukkan perkembangan struktur benih sudah mencapai maksimum dan benih sudah mampu berkecambah. Hal ini diperlihatkan dengan nilai daya berkecambah yang tidak berbeda nyata antara 26 dan 28 MSB, yang terjadi kemudian adalah periode pemasakan yang diikuti proses pengeringan benih yang dicirikan dengan penurunan kadar air benih dan peningkatan bobot kering. Masak fisiologis benih kakao dicapai dengan indikator bobot kering benih maksimum dicapai saat 135-150 hari setelah anthesis (HSA) (Baharudin *et al.*, 2011). Bobot kering benih maksimum *Mimusops elengi* dicapai pada 84 hari setelah berbunga dengan daya berkecambah sebesar 98% (Hong *et al.*, 2006).

Tingkat kemasakan berbeda nyata pada tolak ukur total karotenoid dalam benih, semakin tua umur benih total

karotenoid meningkat. Benih jeruk Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) mengalami peningkatan jumlah karotenid dalam proses pemasakan buah (Kato *et al.*, 2004). Analisis total karotenoid benih relatif lebih cepat dalam pelaksanaannya sehingga penentuan masak fisiologi benih Kemiri Sunan lebih cepat dibandingkan dengan tolak ukur lainnya. Melalui analisis regresi dapat diketahui hubungan antara tolak ukur total karotenoid dengan tolak ukur-tolak ukur lain yang biasa digunakan dalam menentukan masak fisiologi benih. Hasil analisis regresi dan korelasi menunjukkan hubungan total karotenoid dengan kadar air, daya berkecambah dan bobot kering benih sangat nyata (Tabel 2). Indeks vigor dan kecepatan tumbuh nyata dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.695 dan 0.731, nilai tersebut bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa total karotenoid mempunyai hubungan yang erat dengan kadar air, daya berkecambah dan bobot kering benih. Total karotenoid benih terung ungu berkorelasi dengan kadar air, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, bobot kering benih (Hardiansyah, 2009).

Penentuan Kadar Air Kritis Benih Kemiri Sunan

Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air benih Kemiri Sunan dengan metode kipas angin dan kering angin dapat dilihat pada Tabel 3. Laju penurunan kadar air lebih cepat dicapai pada penurunan kadar air dengan menggunakan metode kipas angin. Penurunan kadar air dari kadar air awal 18.08% hingga 10.20% membutuhkan waktu 4 hari, menggunakan metode kipas angin, sedangkan pada penurunan kadar air 18.04% hingga 10.38% membutuhkan waktu 5 hari menggunakan metode kering angin.

Grafik hubungan antara kadar air dan daya berkecambah untuk menentukan kadar air kritis benih Kemiri Sunan disajikan pada Gambar 1. Hubungan antara daya berkecambah dan kadar air dengan metode kipas angin ditunjukkan dengan model linier $Y = 42.85 + 2.092 X$; $R^2 = 0.978$ dan untuk metode penurunan kadar air dengan kering angin ditunjukkan dengan persamaan kuadratik $Y = -28.48 + 11.60 X - 0.3221 X^2$; $R^2 = 0.79$. Berdasarkan persamaan tersebut dapat ditentukan kadar air kritis (KAK) berdasarkan daya berkecambah 60% untuk metode kipas angin dan kering angin adalah 8.2% dan 10.9%. Laju pengeringan dengan kipas angin lebih cepat jika dibandingkan

Tabel 1. Pengaruh tingkat kemasakan benih terhadap beberapa tolak ukur kadar air (KA), bobot kering benih (BKB), daya berkecambah (DB), kecepatan tumbuh (K_{CT}), indeks vigor (IV) dan total karotenoid

Tingkat kemasakan benih	Tolak ukur					
	KA (%)	BKB (g)	DB (%)	K_{CT} (%KN etmal ⁻¹)	IV (%)	Total karotenoid [$\mu\text{mol (g BB)}^{-1}$]
24 MSB	43.97a	6.54a	8(2.45)b	0.26(0.88)b	1(1.19)b	0.28a
26 MSB	34.27b	7.63b	52(7.17)a	1.95(1.55)a	29(5.49)a	0.45b
28 MSB	19.36c	8.86c	60(7.74)a	2.04(1.59)a	32(5.42)a	0.62c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; Data dalam kurung adalah data hasil transformasi $\sqrt{(x+0.5)}$

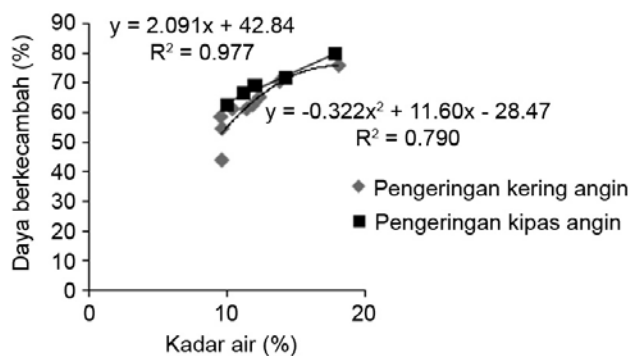
Tabel 2. Hubungan total karotenoid dengan lima tolok ukur viabilitas dan vigor benih Kemiri Sunan

Tolok ukur	Persamaan garis	R ²	r
Kadar air (%)	Y = 64.6 - 73.6 X	0.869**	-0.932**
Daya berkecambah (%)	Y = - 0.79 + 14.7 X	0.647**	0.804**
Kecepatan tumbuh (%KN etmal ⁻¹)	Y = 0.476 + 19 X	0.534*	0.731*
Indeks vigor (%)	Y = - 0.84 + 10.9 X	0.483*	0.695*
Bobot kering benih (g)	Y = 0.885 + 6.1 X	0.820*	0.905*

Keterangan: R² = koefisien determinasi; r = koefisien korelasi; ** = nyata pada taraf 1%; * = nyata pada taraf 5%

Tabel 3. Kadar air (KA), daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV) dan kecepatan tumbuh (K_{CT}) pada dua metode dan beberapa waktu penurunan kadar air

Metode penurunan kadar air	Waktu penurunan kadar air (hari)	KA (%)	DB (%)	IV (%)	K _{CT} (%KN etmal ⁻¹)
Kipas angin	0	17.80	80.00	46.67	2.98
	1	14.24	72.00	41.33	2.64
	2	11.98	69.33	38.67	2.69
	3	11.21	66.67	38.67	2.42
	4	10.20	62.67	36.00	2.34
Kering angin	0	18.04	76.00	49.33	3.10
	1	13.79	70.67	44.00	2.76
	2	12.34	65.33	41.33	2.42
	3	11.84	62.67	37.33	2.36
	4	11.41	61.33	36.00	2.38
	5	10.38	61.33	36.00	2.14
	6	9.55	58.67	24.00	1.99
	7	9.65	54.67	18.67	1.65
8	9.63	44.00	13.33	1.55	



Gambar 1. Titik KAK berdasarkan tolok ukur daya berkecambah 60% pada metode penurunan kadar air kering angin dan kipas angin

dengan kering angin dimana kadar kritikal air pada metode kipas angin lebih rendah jika dibandingkan dengan metode kering angin, daya berkecambah masih dapat dipertahankan sebesar 60%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Panza *et al.* (2007) yang melaporkan bahwa benih *Euterpa edulis*

yang diturunkan kadar airnya dengan menggunakan metode kering angin (KAK 35.9%) memiliki kadar air yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan benih yang diturunkan kadar airnya dengan menggunakan gel silika (KAK 43% dan 48.9%). Penurunan kadar air benih rekalsitran dapat mengakibatkan kemunduran benih. Daya berkecambah benih *Calophyllum inophyllum* menurun secara tajam dari 76.70% ke 36.70% ketika kadar air benih diturunkan dari 22% ke 18% (Hathurusingha dan Ashwath, 2012). Daya berkecambah benih *Livistona chinensis* menurun dari 78% ke 60% ketika kadar air benih diturunkan dari 32% ke 30% (Wen, 2009). Daya berkecambah awal benih *Trichilia dregeana* 100% dan kadar air awal 30%, pada kadar air 11% daya berkecambah menjadi 35% (Quan *et al.*, 2004). Benih *Garcinia cola* Heckel dengan kadar air awal 58% dan daya berkecambah 80%, daya berkecambah pada kadar air 30% menjadi 52% (Asomaning *et al.*, 2011); dan benih *Archontophoenix alexandrae* Wendl & Drude (Martins *et al.*, 2003) dengan kadar air awal 47% (DB 67%), ketika kadar air diturunkan menjadi 15.1% daya berkecambah menurun menjadi < 52.5%.

Nilai daya berkecambah benih Kemiri Sunan di atas 60% pada kadar air 8.2-10.9% menunjukkan bahwa benih Kemiri Sunan memiliki karakteristik benih intermediet. Beberapa benih rekalsitran mampu diturunkan kadar airnya hingga rendah (sampai mencapai 12%), sehingga benih tersebut dikategorikan sebagai benih intermediet yaitu antara benih ortodoks dan rekalsitran, seperti pada benih *Mimusops elengi* (Hong *et al.*, 2006), *Litsea coreana* Levl. (Yang *et al.*, 2008) dan *Camellia sinensis* L. (Chen *et al.*, 2012).

Pengaruh Suhu dan Periode Penyimpanan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih

Percobaan suhu ruang simpan dan interaksi antara suhu dan periode simpan tidak berpengaruh nyata terhadap semua tolok ukur berdasarkan uji-F (data tidak ditampilkan). Periode simpan berpengaruh nyata terhadap tolok ukur kadar air, daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh, kadar lemak total, dan kadar asam lemak bebas (Tabel 4). Kadar air 9.32% pada penyimpanan tiga minggu masih dapat mempertahankan daya berkecambah hingga 62%, indeks vigor 35.33%, kecepatan tumbuh 2.26% KN etmal⁻¹, kadar lemak total 38.71% dan asam lemak bebas 1.47%.

Penurunan kadar air dan kadar lemak total serta peningkatan asam lemak bebas menyebabkan penurunan viabilitas dan vigor benih. Gejala kemunduran secara biokimia pada benih adalah perubahan dalam aktivitas enzim, laju respirasi, peningkatan asam lemak dan berkurangnya persediaan cadangan makanan. Kandungan asam lemak yang tinggi di dalam benih merupakan indikasi terjadinya akumulasi asam lemak, karena tidak diproses lebih lanjut menjadi energi sehingga benih kehilangan energi untuk berkecambah. Khan *et al.* (2003) menyatakan bahwa kadar lemak yang tinggi mempercepat kemunduran benih pada empat jenis jeruk yaitu *Citrus aurantium* L., Kharna khatta (*Citrus kama* Raf.), Sacatan citrurmelo (*Poncirus trifoliata* Raf. x *Citrus paradisi* Mad.) dan Savage citrange (*Poncirus trifoliata* Raf. x *Citrus sinensis* L.).

Suhu ruang penyimpanan tidak berpengaruh nyata pada semua tolok ukur hal ini kemungkinan disebabkan oleh rentang suhu 19-28 °C masih berada pada kisaran suhu yang bisa ditolerir oleh benih Kemiri Sunan. Hasil percobaan menunjukkan kadar air 9.64% dan 9.45% merupakan kadar air awal kemunduran benih pada masing-masing suhu ruang simpan yang ditandai 50% daya berkecambah. Benih memiliki jangkauan hidup yang pendek karena benih memiliki kadar lemak yang tinggi.

Tabel 4. Pengaruh faktor tunggal periode simpan terhadap kadar air (KA), daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh (K_{CT}), kadar lemak total dan asam lemak bebas

Periode simpan (minggu)	KA (%)	DB (%)	IV (%)	K _{CT} (%KN etmal ⁻¹)	Kadar lemak total (%)	Asam lemak bebas (%)
0	12.90a	76.00a	41.33a	2.83a	44.36a	0.75d
1	10.69b	72.67ab	38.67a	2.63a	41.75b	0.94d
2	9.76bc	69.33b	38.67a	2.58a	40.54c	1.32c
3	9.32cd	62.00c	35.33a	2.26b	38.71d	1.47c
4	8.61cde	56.00d	34.67a	2.02b	37.43e	1.79b
5	8.13de	40.67e	13.33b	1.32c	35.42f	1.88b
6	7.40e	36.00e	13.33b	1.17c	33.36g	2.62a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

KESIMPULAN

Masak fisiologis benih Kemiri Sunan provenan Garut tercapai pada tingkat kemasakan 28 MSB dengan kriteria secara morfologi warna buah hijau kecokelatan, kulit buah lunak, kulit biji berwarna cokelat; secara fisiologi dengan daya berkecambah (76-80%); dan secara biokimia kandungan karotenoid (0.62 $\mu\text{mol/g}$ BB). Kadar karotenoid berpotensi digunakan sebagai indikator biokimia untuk menentukan tingkat masak fisiologi pada benih kemiri sunan dan berkorelasi dengan tolok ukur kadar air, bobot kering benih, daya berkecambah, indeks vigor dan kecepatan tumbuh. Kadar air kritikal benih Kemiri Sunan pada tolok

ukur daya berkecambah 60% berturut-turut adalah 8.2% menggunakan metode kipas angin dan 10.9% menggunakan metode kering angin. Benih Kemiri Sunan dengan kadar air awal 12%, dapat disimpan selama tiga minggu pada suhu 19-28 °C dan RH 50-70%, menggunakan kemasan plastik polipropilen.

DAFTAR PUSTAKA

Asomaning, J.M., N.S. Olympio, M. Sacande. 2011. Desiccation sensitivity and germination of recalcitrant *Garcinia cola* Heckel seeds. Res. J. Seed Sci. 4:15-27.

- Baharudin, M.R. Suhartanto, S. Ilyas, A. Purwantara. 2011. Perubahan biologis dan fisiologis sebagai indikator masak benih kakao hibrida. J. Litri 17:41-50.
- Chen, H.Y., H.W. Prithchard, C.E. Seal, J. Nadarajan, W.Q. Li, S.X. Yang, I. Kranner. 2012. Post desiccation germination of mature seeds of tea (*Camellia sinensis* L.) can be enhanced by pro-oxidant treatment, but partial desiccation tolerance does not ensure survival at -20 °C. Plant Sci. 184:36-44.
- Hardiansyah. 2009. Deteksi tingkat masak fisiologi benih terung ungu (*Solanum melongena* var *Serpentinum*) melalui analisis klorofil dan karotenoid. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hathurusingha, S., N. Ashwath. 2012. *Calophyllum inophyllum*: recalcitrant or intermediate seed. J. For. Res. 23:103-107.
- Hong, T.M., T.D. Hong, N.T. Hien, H.H. Hai, T.D. Tung, V.T.L. Tam, B.N. Tam, R.H. Ellis. 2006. Seed development, maturation, and storage behavior of *Mimusops elengi* L. New Forests 32:9-19.
- Kato, M., Y. Ikoma, H. Matsumoto, M. Sugiura, H. Hyodo, M. Yano. 2004. Accumulation of carotenoids and expression of carotenoids biosynthetic genes during germination in citrus fruit. Plant Physiol. 134:824-837.
- Khan, M.M., M.A. Alam, M. Abbas, M.J. Iqbal. 2003. Studies on seed desiccation tolerance in four *citrus*. Pak. J. Agri. Sci. 40:5562.
- Martin, C., A. Moure, G. Martin, E. Carrillo, H. Dominguez, J.C. Parajo. 2010. Fractional characterisation of *jatropha*, *moringa*, *trisperma*, *castor*, and *candlenut* seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. Biomass Bioenerg. 34:533-538.
- Martins, C.C., M.L.A. Bovi, J. Nakagawa. 2003. Desiccation effect on germination of king palm seeds. Hort. Bras. 21:88-92.
- Neill, S.J., P. Horgan. 1987. Abscisic acid and related compounds. p. 111-167. In Rivier, L., A. Crozier (Eds.). Principles and Practice of Plant Hormone Analysis. Academic Press, London.
- Pammenter, N.W., P. Berjak. 2008. From *Avicennia* to *Zizania*: recalcitrance in perspective. Ann. Bot. 101: 213-228.
- Panza, V., V. Lainez, S. Maldonado, H.L. Morader. 2007. Effect of desiccation on *Euterpa edulis* Martius seeds. Biocell 31:383-390.
- Quan, S.S., P. Berjak, N.W. Pammenter. 2004. Desiccation sensitivity of *Tricilia degreana* axes and antioxidant role of Ascorbic acid. Acta Bot. Sinica 46:803-810.
- Sims, D.A., J.A. Gamon. 2002. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structure and developmental stages. Remote Sens. Environ. 81:337-354.
- Syamsuwida, D., A. Aminah, A.R. Hidayat. 2007. Penyimpanan semai asal benih rekalsitran jenis *Agathis dammar*. J. Penelitian Hutan Tanaman 4: 119-187.
- Wen, B. 2009. Storage of recalcitrant seeds: a case study of the chinese fan palm, *Livistona chinensis*. Seed Sci. Tech. 37:167-179.
- Wiradinata H., H. Natakarmana. 2009. Evaluasi Plasma Nutfah. Bunga Rampai Kemiri Sunan Penghasil Biodiesel, Solusi Masalah Energi Masa Depan. Balittri, Sukabumi.
- Yang, J.C., S.R. Kuo, C.M. Lee. 2008. Germination and storage behavior of seeds of *Litsea coreana* Levl. Taiwan J. For. Sci. 23:309-321.