

IDENTIFIKASI SIFAT BENIH KAWISTA (*Feronia limonia* (L.) Swingle) UNTUK TUJUAN PENYIMPANAN

Endang Dewi Murrinie^{1*}, Prapto Yudono², Azis Purwantoro², Endang Sulistyaningsih²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

²Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada
Jl. Flora No. 1 Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

*Email: rini_syafei@yahoo.co.id

Abstrak

Penanganan benih yang tepat dapat mempertahankan mutu benih selama penyimpanan atau dapat menekan laju kemunduran benih seminimal mungkin. Dalam terminologi penanganan benih terdapat tiga kelompok benih yaitu benih ortodoks, rekalsitran dan intermediate. Sampai saat ini belum diketahui apakah benih kawista masuk dalam kelompok ortodoks, rekalsitran atau intermediate sehingga dalam rangka untuk mempertahankan viabilitasnya selama dalam penyimpanan perlu dilakukan identifikasi sifat benih kawista. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi sifat benih kawista untuk tujuan penyimpanan. Benih kawista yang digunakan berasal dari Desa Dasun, Kecamatan Lasem, Kabupaten Rembang. Pengujian sifat benih dengan menggunakan metode yang dikemukakan Hong & Ellis (1996). Selain itu juga dilakukan pengamatan terhadap bobot kering dan kadar air benih selama perkembangan benih mulai dari anthesis sampai benih masak. Hasil penelitian menunjukkan benih kawista termasuk dalam kriteria benih ortodoks, karena tetap menunjukkan viabilitas yang tinggi yang ditunjukkan oleh persentase perkecambahan yang tetap tinggi dan tidak berbeda nyata pada beberapa tingkat kadar air. Persentase perkecambahan berkisar antara 96,0-98,5% pada semua kadar air, yaitu kadar air 40,6% (kadar air setelah ekstraksi); 10,5% dan 5,5% (baik sebelum maupun setelah disimpan tiga bulan pada suhu -20 0C) dengan bobot kering kecambah yang tidak berbeda nyata.

Kata kunci: benih, kawista, ortodoks, rekalsitran

1. PENDAHULUAN

Benih yang dipanen pada tingkat masak yang optimum harus diikuti dengan penanganan benih yang tepat untuk mempertahankan potensi viabilitasnya yang tinggi. Teknik penyimpanan benih merupakan kegiatan yang penting untuk mempertahankan viabilitas dan persediaan benih karena benih biasanya tidak langsung ditanam setelah dipanen melainkan harus menunggu saat tanam selama beberapa waktu. Pada dasarnya kegiatan penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain faktor dalam dari benih yang salah satunya ialah sifat benih. Umumnya kerusakan benih saat perlakuan awal di lapangan sangat erat kaitannya dengan kandungan kadar air, oleh karena itu penanganan benih yang benar yang terkait dengan kadar air dapat membatasi terjadinya kerusakan (Schmidt, 2000).

Dalam terminologi penanganan benih, benih dikelompokkan dalam dua kelompok utama berdasarkan potensi fisiologisnya, yaitu benih ortodoks dan rekalsitran. Diantara benih ortodoks dan rekalsitran terdapat kelompok benih intermediate, yang mempunyai sifat diantara benih ortodoks dan rekalsitran. Benih ortodoks adalah benih yang dapat disimpan lama, kadar air dapat diturunkan sampai di bawah 10%, dan dapat disimpan pada suhu dan kelembaban rendah. Viabilitasnya dapat diperpanjang dengan menurunkan kelembaban dan suhu penyimpanan. Benih dari jenis rekalsitran tetap mempertahankan kadar air tinggi sampai masak (sering >30-50%) dan peka terhadap pengeringan di bawah 12-30%, tergantung pada jenisnya. Benih ini mempunyai daya simpan rendah, kehilangan viabilitasnya dengan cepat pada berbagai kondisi penyimpanan. Benih rekalsitran memiliki daya hidup yang relatif pendek walaupun benih disimpan pada kondisi lembab (Hasanah, 2002). Diantara benih ortodoks dan rekalsitran, menurut Ellis *et al.* terdapat suatu grup yang disebut “*intermediate*”, yang

dapat dikeringkan sampai kadar air cukup rendah sesuai klasifikasi ortodoks, tetapi peka pada suhu rendah sebagai ciri benih rekalsitran (Schmidt, 2000).

Yudono (2012) menyatakan bahwa penyimpanan benih bertujuan untuk mendapatkan benih tetap bermutu tinggi sampai dengan waktu benih akan ditanam. Setelah benih mengalami masak fisiologis, mutu benih yang telah mencapai puncaknya secara perlahan akan mengalami kemunduran. Banyak faktor yang menyebabkan bahkan mempercepat kemunduran. Keadaan benih yang tidak sepenuhnya bernas, tidak sehat, rusak karena hama/penyakit mempercepat kemunduran. Disamping tersebut di atas, faktor interaksi kelembaban udara dan suhu lingkungan yang tinggi memungkinkan percepatan kemunduran benih. Kelembaban udara dan suhu rendah yang mampu menghambat kemunduran benih ortodoks, justru akan membunuh benih rekalsitran, sehingga konsep penyimpanan untuk benih ortodoks dan rekalsitran sangat berbeda karena karakter dan persyaratan benih untuk dapat bertahan hidup berbeda.

Berdasarkan karakteristik kemasakannya, terdapat perbedaan antara benih ortodoks dan rekalsitran. Pada benih ortodoks penambahan bobot kering berhenti sebelum masak, kadar air turun hingga 6-10% saat masak dengan variasi kecil di antara individu benih. Pada benih rekalsitran penambahan bobot kering terjadi sampai saat benih jatuh. Kadar air saat masak 30-70% dengan variasi besar di antara individu benih. Pada saat masak, metabolisme benih ortodoks tidak aktif, sedangkan benih rekalsitran tetap aktif (Schmidt, 2000).

Sejauh ini belum diketahui apakah benih kawista termasuk benih ortodoks, rekalsitran atau intermediate sehingga untuk mempertahankan viabilitasnya dalam penyimpanan perlu dilakukan identifikasi terhadap sifat benih kawista. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sifat benih kawista untuk tujuan penyimpanan.

2. METODOLOGI

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan mulai bulan September 2013 sampai dengan Oktober 2014 dengan menggunakan sumber benih dari Desa Dasun, Kecamatan Lasem, Kabupaten Rembang. Analisis benih dilakukan di Laboratorium Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus (UMK) dan Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta.

2.2. Pelaksanaan dan Pengamatan

Penelitian terdiri dari dua kegiatan yaitu (1) pengamatan bobot kering dan kadar air benih selama perkembangan benih kawista secara periodik per bulan mulai saat antesis (bunga mekar) sampai dengan benih masak yaitu saat buah masak tepat terlepas/rontok dari pohon (selanjutnya disebut buah masak rontok) dan (2) identifikasi sifat benih dari buah masak rontok.

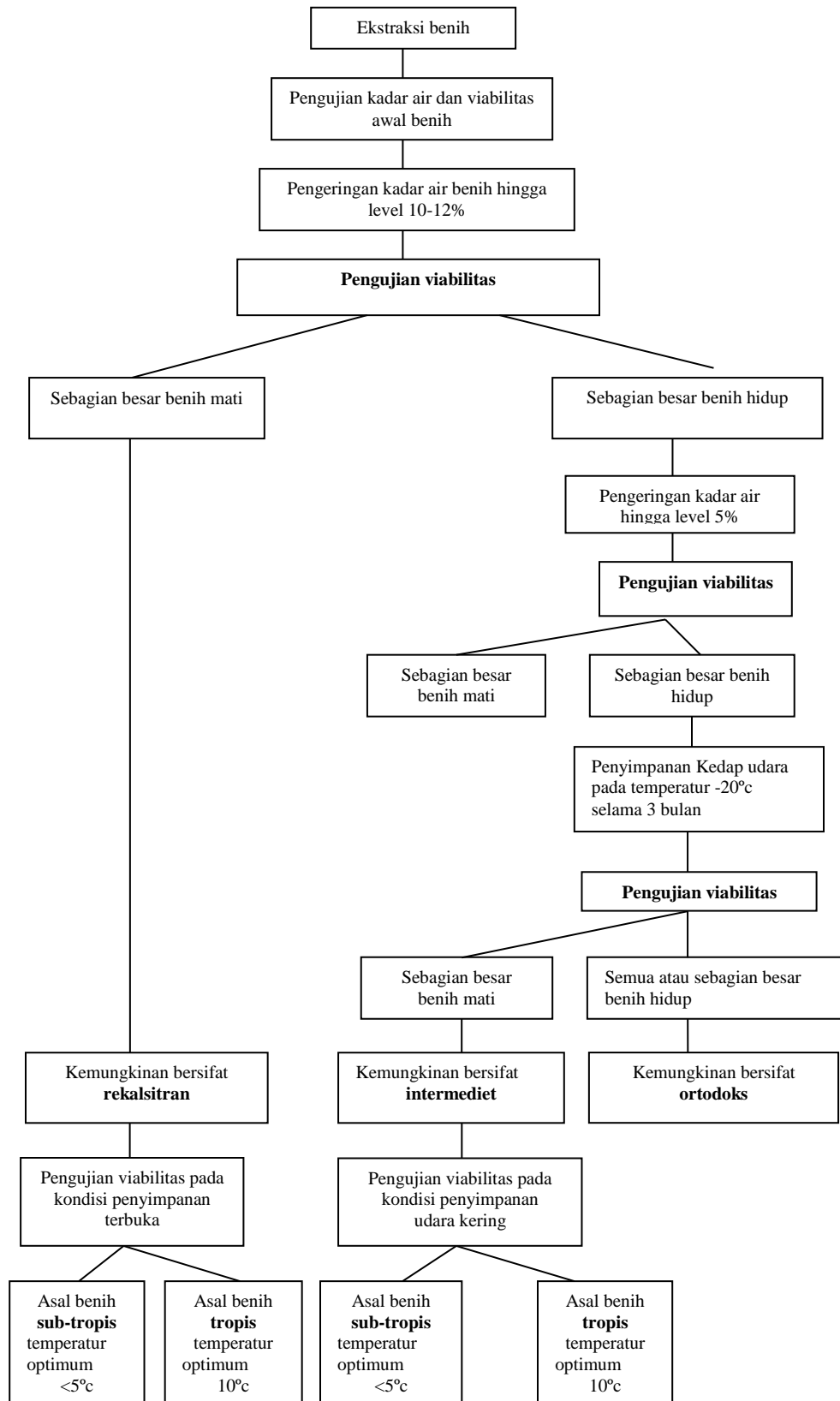
2.2.1. Pengamatan Bobot Kering dan Kadar Air Benih

Pengamatan dilakukan secara periodik setiap bulan sekali mulai dari saat antesis sampai buah masak tepat terlepas dari pohon (selanjutnya disebut buah masak rontok). Sampel terdiri dari tiga buah kawista untuk setiap kali pengamatan dan kemudian benih dipisahkan dari daging buah untuk diukur:

- a. Bobot kering benih (g): menimbang benih yang telah dioven pada suhu 60⁰ C selama 3 x 24 jam, sebanyak 25 biji dari masing-masing sampel buah.
- b. Kadar air benih: dengan menggunakan metode oven pada suhu 105⁰ C selama 16 jam (Sutopo, 1985).

2.2.2. Identifikasi Sifat Benih:

Berdasarkan tata cara yang dikemukakan oleh Hong & Ellis (Schmidt, 2000) seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pengujian sifat benih (Hong & Ellis)

Keterangan Gambar 1: Identifikasi sifat benih kawista untuk tujuan penyimpanan dilakukan terhadap benih dari buah masak rontok dengan tata cara menurut Hong & Ellis (Schmidt, 2000) sebagai berikut:

- Benih setelah diekstraksi dan dikeringkan permukaannya, diuji kadar airnya dengan metode oven pada suhu 1050 C selama 16 jam (Sutopo, 1985) dan sebagian diuji viabilitas awal (persentase perkecambahan dan laju perkecambahan) dengan mengecambahkan benih pada petridish sebanyak 25 butir dan diulang delapan (8) kali.
- Benih kemudian dikeringkan sampai kadar air 10-12% dengan menggunakan silica gel (1:1 w/w) (Soetisna & Priadi, 2005).
- Setelah kadar air benih mencapai 10-12%, sebagian benih diuji lagi viabilitasnya dengan mengecambahkan 25 butir benih dalam petridish yang diulang delapan kali. Bila hasil pengujian menunjukkan viabilitas < 50%, maka benih termasuk dalam kelompok benih rekalsitran.
- Bila hasil pengujian menunjukkan viabilitas > 50%, benih dikeringkan sampai kadar air \pm 5% dengan pengering silica gel 1:1 w/w (Soetisna & Priadi, 2005) dan diuji kembali viabilitasnya. Bila hasil pengujian menunjukkan viabilitas < 50%, maka benih termasuk dalam kelompok benih intermediate.
- Bila viabilitas > 50%, benih kemudian disimpan dalam wadah tertutup rapat pada suhu -20 0C selama tiga bulan, kemudian diuji kembali viabilitasnya, bila sebagian besar mati, termasuk dalam kelompok benih intermediate, tetapi bila sebagian besar/hampir seluruhnya hidup, maka termasuk dalam kelompok benih ortodoks.

2.3. Analisis Data

Data yang telah terkumpul kemudian ditabulasikan dan dilakukan analisis dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), kemudian untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan digunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) 5% (Yitnosumarto, 1990). *Software* yang digunakan untuk menganalisis data adalah R *version* 3.1.1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar air setelah ekstraksi dari benih kawista masak adalah sebesar 40,66%, kemudian setelah diturunkan kadar airnya dengan menggunakan *silica gell* selama 5 hari didapatkan kadar air 10,56%. Selanjutnya benih diturunkan lagi kadar airnya selama 14 hari hingga didapatkan kadar air 5,56%. Pada kadar air 5,56% ini kemudian benih disimpan pada suhu -20 0C selama tiga bulan. Pada kadar air berbeda ini benih kawista diuji viabilitasnya dengan menghitung persentase perkecambahan.

Hasil pengamatan terhadap persentase perkecambahan benih kawista pada berbagai kadar air menunjukkan bahwa persentase perkecambahan dan bobot kering kecambah pada 21 hari setelah semai (HSS) tidak berbeda nyata, sedangkan laju perkecambahan menunjukkan perbedaan nyata. Persentase perkecambahan tetap tinggi, yaitu berkisar 96,00-98,50%, meskipun benih mengalami penurunan kadar air sampai 5,5% dan disimpan pada suhu -20 0C (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase dan laju perkecambahan serta bobot kering kecambah kawista pada berbagai kadar air

Perlakuan benih	Persentase perkecambahan (%) 21 HSS ¹⁾	Laju perkecambahan (hari)	Bobot kering kecambah (g) 21 HSS
KA: 40,66% (setelah ekstraksi)	96,00 a ²⁾	9,01 a	0,0173 a
KA: 10,5%	98,50 a	12,89 c	0,0181 a
KA: 5,5%	96,00 a	10,87 b	0,0186 a
KA: 5,5% (pasca simpan 3 bulan pada suhu -20 0C)	96,67 a	10,96 b	0,0177 a

Keterangan:¹⁾ HSS: hari setelah semai

²⁾ Angka dalam kolom sama yang diikuti dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata berdasarkan DMRT 5%.

Nampak bahwa berdasarkan kriteria pengujian sifat benih menurut Hong & Ellis (Schmidt, 2000), benih kawista termasuk dalam kriteria benih ortodoks, karena tetap menunjukkan viabilitas yang tinggi dengan tolok ukur persentase perkecambahan tetap tinggi walaupun kadar air diturunkan sampai 5,5% dengan suhu simpan -20°C . Benih yang tahan terhadap desikasi dan suhu simpan di bawah nol menunjukkan kecenderungan mengarah ke sifat ortodoks. Hasil penelitian Wulandari *et al.* (2009) menunjukkan benih pepaya IPB 6C masih memiliki viabilitas hingga akhir periode simpan pada suhu dingin ($\pm -20^{\circ}\text{C}$). Pada perlakuan suhu kamar, viabilitas benih dapat dipertahankan hingga akhir penyimpanan, dengan demikian benih pepaya IPB 6C disimpulkan menunjukkan sifat benih ortodoks. Sedangkan benih pepaya IPB 1 yang disimpan pada suhu dingin telah kehilangan viabilitas sejak awal periode penyimpanan. Benih pada kondisi suhu kamar dapat dipertahankan viabilitasnya hingga penyimpanan bulan ketiga, dengan demikian benih pepaya IPB 1 menunjukkan sifat benih intermediate. Pada benih pepaya IPB 9 yang disimpan pada suhu kamar maupun suhu dingin, viabilitas benih tetap dapat dipertahankan hingga akhir periode simpan, dengan demikian disimpulkan benih pepaya IPB 9 menunjukkan sifat benih ortodoks.

Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Hartawan & Nengsih (2012) pada benih karet yang termasuk dalam kelompok benih rekalsitran yang menunjukkan penurunan kadar air mengakibatkan turunnya daya berkecambah benih dengan nilai korelasi (r) sebesar 0,910. Daya berkecambah benih karet pada hari ke 9 penyimpanan sebesar 82% (kadar air 40,25%), menurun menjadi 32% pada hari ke 18 (kadar air 33,25%). Sementara Hasil penelitian Tresniawati *et al.* (2014) pada benih *Reutealis trisperma* (Kemiri Sunan) menunjukkan bahwa penurunan kadar air dari 17-18% menjadi 10% menyebabkan penurunan daya berkecambah dari 76-80% menjadi 61-63%. Penurunan kadar air di bawah 10% menyebabkan daya berkecambah menurun menjadi 44-59%. Berdasarkan kadar air kritikal benih *R. trisperma* sebesar 8,2-10,9%, disimpulkan bahwa benih tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam tipe intermediate.

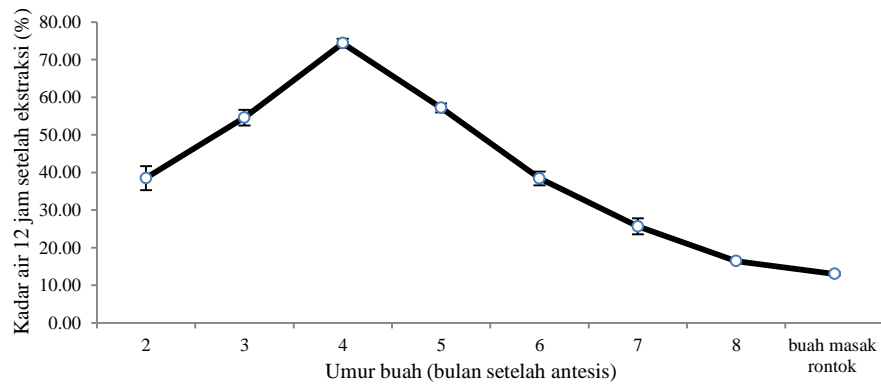
Bewley & Black (1986) menyatakan bahwa penurunan kadar air pada benih ortodoks tidak mempengaruhi viabilitas benih, bahkan dapat meningkatkan daya simpan dan tidak merusak struktur protein ketika terjadi imbibisi pada saat perkecambahan. Sementara Sukarman & Rusmin (2000) menyatakan bahwa penurunan kadar air pada benih rekalsitran mengakibatkan kerusakan sehingga viabilitas yang ditunjukkan dengan daya berkecambah benih menurun.

Penelitian Budiarti (1999) pada benih kakao yang bersifat rekalsitran menunjukkan bahwa penurunan kadar air benih kakao hingga 21-23% masih dapat mempertahankan viabilitas potensial, namun vigor kekuatan tumbuh mulai menurun pada kadar air yang lebih tinggi (25-26%). Kemunduran benih kakao terjadi pada kadar air kurang dari 21%, dan pada kadar air 14-15% viabilitasnya sangat rendah. Selanjutnya Budiarti (1999) menyatakan bahwa penurunan kadar air hingga 16-17% pada benih kakao mengakibatkan kerusakan sitologis sel radikula dengan ciri dinding dan membran sel rusak, disintegrasi sitoplasma, dan terjadi fusi badan lemak pada sel parenkim kotiledon kakao. Pada benih kakao berkadar air tinggi (33-34%) sel radikulanya mempunyai dinding sel dan membran yang utuh dan kompak, sitoplasma kontras dan memenuhi isi sel, dan pada sel parenkima kotiledon badan lemak berupa bulatan-bulatan kecil yang terpisah dan teratur. Penurunan viabilitas benih rekalsitran yang disebabkan oleh kadar air ditunjukkan dengan perkecambahan yang rendah, daya simpan rendah, kebocoran membran meningkat, kerusakan seluler dan perubahan biokemis pada cadangan makanan (Budiarti, 1999).

Kriteria bahwa benih kawista termasuk benih ortodoks juga didasarkan pada pengamatan perkembangan benih kawista, yaitu benih mengalami penurunan kadar air pada akhir fase pemasakan atau sewaktu berada pada tanaman induknya (Gambar 2). Nampak bahwa pada perkembangan benih kawista terjadi penurunan kadar air sampai akhir fase pemasakan.

Pollock & Ross (1972) menyatakan bahwa setelah fertilisasi, ada periode pembentukan struktur benih sebagai akibat dari pembelahan sel, pembesaran dan diferensiasi jaringan dimana primordia struktur benih dan bagian embrio dibentuk. Selama fase ini, terjadi peningkatan yang signifikan dalam ukuran benih membentuk sel-sel embrionik yang menerima asimilat dari tanaman induk. Pada periode ini, kandungan air benih tetap konstan dan tinggi. Penurunan signifikan kandungan air benih terjadi

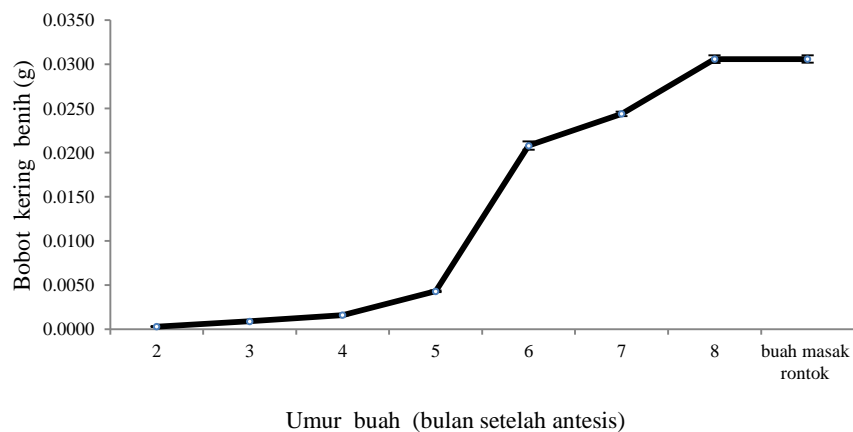
pada akhir pemasakan ketika terjadi perubahan pada organisasi struktur membran sel serta peningkatan sintesis enzim dalam mempersiapkan keberhasilan perkecambahan. Benih rekalsitran biasanya tidak menunjukkan periode transisi ini diantara kemasakan dan perkecambahan.



Gambar 2. Kurva kadar air benih kawista pada berbagai umur buah

Hasil penelitian Halimursyadah (2012) menunjukkan singkatnya periode hidup benih sangat rekalsitran *Avicennia marina* adalah karena kandungan air yang tinggi saat panen dan tidak mengalami pengeringan sewaktu berada pada tanaman induknya. Keadaan ini menyebabkan benih rekalsitran segera memulai aktivitas perkecambahannya dan benih tidak dapat disimpan kembali. Pada benih rekalsitran tidak ada mekanisme “penghentian metabolisme” saat lepas dari tanaman induknya seperti benih ortodoks sehingga metabolisme tetap aktif hingga akhirnya benih kehilangan viabilitasnya.

Karakteristik lain yang membedakan benih ortodoks dan rekalsitran menurut Schmidt (2000) adalah karakteristik kemasakannya. Pada benih ortodoks penambahan bobot kering berhenti sebelum masak, kadar air turun saat masak dengan variasi kecil di antara individu benih. Pada benih rekalsitran penambahan bobot kering terjadi sampai saat benih jatuh, kadar air pada saat masak 30-70% dengan variasi besar di antara individu benih. Berdasarkan pengamatan terhadap bobot kering benih selama perkembangan benih kawista, nampak bahwa penambahan bobot kering berhenti pada umur 8 bulan setelah antesis (BSA), sebelum benih masak atau sebelum buah masak rontok yaitu umur 8,25-8,75 BSA (Gambar 3) yang menunjukkan salah satu sifat benih ortodoks.



Gambar 3. Bobot kering benih kawista pada berbagai umur buah

Hasil penelitian di atas didukung oleh Roberts (Justice & Bass, 1979) yang mengklasifikasikan benih ortodoks dan rekalsitran berdasarkan sifatnya dalam penyimpanan. Benih ortodoks mempunyai ciri: (a) mengering ketika masak, (b) dapat dikeringkan kurang dari 5% tanpa kerusakan, (c) dapat disimpan pada suhu -18°C , (d) daya simpannya lama, (e) umumnya tidak dorman. Benih rekalsitran mempunyai karakteristik: (a) tidak mengering ketika masak, (b) peka pengeringan, (c) peka suhu rendah, (d) mudah terserang cendawan, (e) daya simpannya singkat.

Bobot kering kecambah menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan kadar air benih (Tabel 1), mengindikasikan benih tidak mengalami perubahan cadangan makanan, perubahan komposisi kimia dan penurunan aktivitas enzim yang berpengaruh terhadap perkecambahan meskipun kadar air benih menurun. Hal ini sejalan dengan Ross yang mengemukakan teori mengenai penyebab benih kehilangan kemampuannya untuk berkecambah, yaitu: (1) berkurangnya cadangan makanan di bagian embrio atau cadangan makanan tersedia tetapi mobilitasnya terbatas, (2) perubahan komposisi kimia benih sehingga cadangan energi berkurang untuk perkecambahan, misalnya terjadinya koagulasi protein, peningkatan asam lemak bebas yang berkorelasi dengan kemunduran, (3) perubahan atau hilangnya integritas membran, (4) penurunan aktivitas enzim, dan (5) kerusakan genetik yaitu terjadinya mutasi pada benih yang mundur dengan menurunnya kemampuan sel untuk mengganda, membelah dan tumbuh (Budiarti, 1999).

Laju perkecambahan pada Tabel 1 menunjukkan terdapat perbedaan antar benih dengan kadar air berbeda. Pada kadar air tinggi, laju perkecambahan nyata paling cepat dibandingkan benih dengan kadar air lebih rendah, hal ini disebabkan pada kadar air tinggi, waktu yang dibutuhkan untuk imbibisi lebih singkat, sehingga benih lebih cepat berkecambah. Pada kadar air berkisar 10%, waktu yang dibutuhkan untuk penyerapan air lebih lama dibanding kadar air setelah ekstraksi karena kadar air lebih rendah. Pada kadar air berkisar 5%, penyerapan air lebih cepat karena benih lebih kering dibanding kadar air 10%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kriteria pengujian sifat benih menurut Hong & Ellis, benih kawista termasuk dalam kriteria benih ortodoks, karena tetap menunjukkan viabilitas yang tinggi yang ditunjukkan dengan persentase perkecambahan yang tetap tinggi dan tidak berbeda nyata pada beberapa tingkat kadar air benih. Persentase perkecambahan berkisar antara 96,0-98,5% pada kadar air benih 40,6% (kadar air setelah ekstraksi); 10,5% dan 5,5% (baik sebelum maupun setelah disimpan tiga bulan pada suhu -20°C) dengan bobot kering kecambah yang tidak berbeda nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Bewley, J.D. dan M. Black. 1986. *Seed: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press. New York. 367 p.
- Budiarti, T. 1999. Konservasi Vigor Benih Rekalsitran Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Penurunan Kadar Air dan Proses Invigorasinya. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Halimursyadah. 2012. Pengaruh Kondisi Simpan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. pada Beberapa Periode Simpan. *Jurnal Agrotropika* 17(2) Juli-Desember 2012 (43-51).
- Hartawan, R. dan Y. Nengsih. 2012. Kadar Air dan Karbohidrat Berperan Penting dalam Mempertahankan Kualitas Benih Karet. *Agrovigor* Vol. 5 No. 2, September 2012 (103 – 112).
- Hasanah, M. 2002. Peran Mutu Fisiologik Benih dan Pengembangan Industri Benih Tanaman Industri. *Jurnal Litbang Pertanian*, 21 (3), 2002.
- Justice, O.L. dan Bass, L.N. 1979. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Terjemahan oleh Rennie Roesli. Cetakan ketiga tahun 2002. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 446 p.
- Pollock, B. M. and E. E. Roos. 1972. *Seed and Seedling Vigor in Seed Biology Volume 1: Importance, Development, and Germination* (Ed. T.T. Kozlowski). Academic Press. New York (p. 314 – 387).

- Schmidt, L. 2000. Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Sub Tropis (terjemahan). Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan. Jakarta. 503 p.
- Soetisna, U., dan D. Priadi, 2005. *Shorea henryana* – Jenis Meranti Non Rekalsitran? *Berita Biologi* Volume 7, Nomor 5 Agustus 2005 (281 – 283).
- Sukarman dan D. Rusmin. 2000. Penanganan Benih Rekalsitran. *Buletin Plasma Nutfah* 6(1): 7 – 15.
- Sutopo, L. 1985. Teknologi Benih. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Tresniawati, C., Murniati, E., dan Widajati, E. 2014. Perubahan Fisik, Fisiologi dan Biokimia Selama Pemasakan Benih dan Studi Rekalsitransi Benih Kemiri Sunan. *J. Agron. Indonesia* 42 (1) : 74 - 79 (2014).
- Wulandari, R.R., M.R. Suhartanto, S. Sujiprihati. 2009. Pengujian Sifat Benih Pepaya (*Carica papaya* L.) dengan Penyimpanan Temperatur Dingin. Makalah Seminar Departemen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor.
- Yitnosumarto, S. 1990. Percobaan: Perancangan, Analisis dan Interpretasinya. Gramedia. Jakarta.
- Yudono, P. 2012. Perbenihan Tanaman: Dasar Ilmu, Teknologi dan Pengelolaan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 308 p.