

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

091700fa2094223b4fce33da7b8b2e11a85e8bde213542dddd0173ded2bbdb8f

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

**PERUBAHAN VIABILITAS DAN BOKIMIA BENIH BAMBANG LANANG
(*Michelia champaca* Linn.) PADA BERBAGAI TINGKAT PENGERINGAN DAN
METODE PENYIMPANAN**

*The Change of Viability and Seed Biochemistry on Bambang lanang (*Michelia champaca*
Linn.) in Different of Drying Time and Storage Method*

Naning Yuniarti dan Nurhasybi

Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan
Jl. Pakuan Ciheuleut PO.Box 105 Bogor Telp./Fax. (0251) 8327768
email : naningbtp@yahoo.co.id

Naskah masuk : 18 Februari 2015; Naskah direvisi : 26 Februari 2015;
Naskah diterima : 7 Juli 2015

ABSTRACT

In the process of seed drying and storage, bambang lanang seed will face deteriorated process. Seed deterioration is the process of deteriorated seed in view of viability that changed the entire of seed including physical, physiological even chemistry that will decrease the seed viability. The aim of this research was to determine changes in seed viability and biochemistry content of bambang lanang seed at various levels of drying and storage methods. The experimental design used in this research was completely randomized design patterned with 2 factors, namely: drying time factor (0, 24, 48, 72, hours) and save method factor (0 week / control, 2 weeks + ambient room, 2 weeks + refrigerator, and 2 weeks + DCS) The results obtained are: (1) The rate of drying and storage methods significantly affect the value of moisture content, germination percentage, and biochemistry content (fat, carbohydrate, protein) bambang lanang seed, (2) The longer the drying and after storage, would lead to a change of viability (moisture content and germination percentage) and biochemistry content (fat, carbohydrate, and protein) bambang lanang seed at various levels of drying and storage methods, namely the declining value of the levels water and germination, increased levels of fat and protein, and decreased levels of carbohydrate in bambang lanang seed, and (3) Bambang lanang seed wich was stored in ambient room has better viability compared to the seed stored in DCS and refrigerator.

Keywords : *bambang lanang seed, biochemistry, drying, storage, viability.*

ABSTRAK

Selama pengeringan dan penyimpanan, benih bambang lanang mengalami proses kemunduran benih. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu viabilitas benih yang dapat menyebabkan perubahan menyeluruh di dalam benih baik fisik, fisiologis maupun kimiawi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan viabilitas dan kandungan biokimia benih bambang lanang pada berbagai tingkat pengeringan dan metode penyimpanan. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) berpola faktorial dengan 2 faktor, yaitu : faktor lama pengeringan (0, 24, 48, 72, jam) dan faktor metode simpan (0 minggu/kontrol, 2 minggu+ruang suhu kamar, 2 minggu+kulkas, dan 2 minggu+DCS). Hasil yang

diperoleh yaitu : (1) Tingkat pengeringan dan metode penyimpanan berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, daya berkecambah, dan kandungan biokimia (lemak, karbohidrat, protein) benih bambang lanang, (2) Semakin lama pengeringan dan setelah penyimpanan, akan menyebabkan adanya perubahan viabilitas (kadar air dan daya berkecambah) dan kandungan biokimia (lemak, karbohidrat, dan protein) benih bambang lanang pada berbagai tingkat pengeringan dan metode penyimpanan, yaitu menurunnya nilai kadar air dan daya berkecambah, meningkatnya kadar lemak dan protein, serta menurunnya kadar karbohidrat pada benih bambang lanang, dan (3) Benih bambang lanang yang disimpan di ruang suhu kamar dapat menghasilkan viabilitas benih yang lebih baik dibandingkan dengan di DCS dan kulkas.

Kata kunci : benih bambang lanang, viabilitas, biokimia, pengeringan, penyimpanan

I. PENDAHULUAN

Bambang lanang (*Michelia champaca* Linn.) termasuk ke dalam famili Magnoliaceae. Di Indonesia, sebaran tumbuhnya terdapat di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Kepulauan Sunda Kecil. Tumbuh sampai ketinggian 1.200 mdpl di tanah subur. Kayunya agak keras dan umumnya digunakan untuk bangunan rumah (Heyne, 1987).

Bambang lanang merupakan jenis tanaman hutan penghasil kayu yang sangat baik untuk dikembangkan. Untuk menunjang keberhasilan penanamannya, diperlukan teknik penanganan benih secara tepat yang disesuaikan dengan karakteristik/watak benihnya. Karakteristik benih bambang lanang tergolong benih rekalsitran. Benih rekalsitran adalah benih yang cepat rusak (viabilitas menurun) apabila diturunkan kadar airnya (12-31%) dan tidak tahan disimpan pada suhu dan kelembaban rendah (Roberts, 1973).

Benih rekalsitran akan mengalami kemunduran benih dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu fisiologis benih yang dapat menyebabkan perubahan menyeluruh di dalam benih baik fisik, fisiologis maupun kimiawi yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih. (Sadjad, 1999).

Indikasi biokimia dalam benih yang mengalami kemunduran adalah terjadinya perubahan aktivitas enzim, perubahan laju respirasi, perubahan dalam cadangan makanan, perubahan di dalam membran, kerusakan khromosom dan akumulasi bahan toksin. Asam lemak dapat mengakibatkan kerusakan membran sel (Tatipata, 2008). Peningkatan kandungan lemak menyebabkan terhambatnya metabolisme benih. Metabolisme benih yang terganggu mengakibatkan penurunan viabilitas (Yuniarti, et.al., 2008).

Temperatur dan kelembaban yang tinggi di daerah tropika menyebabkan benih mengalami kemunduran yang cepat selama penyimpanan. Beberapa faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan antara lain suhu, kadar air benih, kelembaban relatif dan gas oksigen. Dengan demikian, penyimpanan merupakan aspek yang penting bagi benih untuk dapat mempertahankan viabilitasnya dalam kurun waktu tertentu.

Perubahan kondisi selama penyimpanan dapat menyebabkan perubahan laju respirasi. Laju respirasi terus meningkat bila suhu lingkungan meningkat sampai suatu saat lajunya dihambat karena terjadinya hal seperti inaktivasi enzim, kehabisan cadangan nutrisi atau oksigen atau karena karbondioksida terakumulasi, hingga mencapai tingkat yang menghambat. Selama penyimpanan, benih yang mengandung banyak lemak lebih cepat rusak dibandingkan dengan benih yang banyak mengandung pati atau protein (Sudjindro, 1994). Dengan mengetahui kandungan biokimia tersebut, maka potensi benih dapat diprediksi sehingga teknik penyimpanan atau pengujian yang tepat dapat ditetapkan bagi benih tersebut.

Sehubungan dengan kenyataan di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan viabilitas dan kandungan biokimia benih bambang lanang pada berbagai tingkat pengeringan dan metode penyimpanan.

II. BAHAN DAN METODE

Pengujian kadar air dan daya berkecambah benih dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan di Bogor. Analisis kandungan biokimia (karbohidrat, protein, lemak) dilakukan di Laboratorium Seameo-Biotrop di Bogor. Penelitian dilakukan selama empat bulan, yaitu mulai bulan Pebruari – Juni 2013.

Benih bambang lanang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Sedangkan bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengujian kadar air, alat pengujian analisis kandungan biokimia (karbohidrat, protein, lemak), bak kecambah, media tanah dan pasir yang telah disterilisasi, aluminium foil, *silica gel*, sprayer, aquades, ruang suhu kamar, DCS, kulkas, alkohol, dan alat tulis.

Metodologi Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) berpola faktorial dengan 2 faktor, yaitu : faktor lama pengeringan (0, 24, 48, 72 jam) dan metode simpan (0 minggu/kontrol, 2 minggu+ruang suhu kamar, 2 minggu+kulkas, dan 2 minggu+DCS).

Benih yang diperlukan pada setiap perlakuan adalah sebanyak 5 gr untuk pengujian kadar air, 100 gr untuk pengujian biokimia (protein, lemak, karbohidrat), dan 100 butir untuk pengujian daya berkecambah, masing-masing diulang 4 kali. Masing-masing benih disimpan di ruang suhu kamar (Suhu 28-31⁰C, RH 70-80%), DCS (Suhu 4-8⁰C, RH 40-60%) dan kulkas (Suhu 0-5⁰C, RH 40-50%). Wadah simpan yang digunakan adalah wadah *aluminium foil* tertutup rapat. Penyimpanan benih dilakukan selama 2 minggu.

Pengujian kadar air benih, daya berkecambah, dan kandungan biokimia (protein, lemak, karbohidrat) dilakukan sebelum penyimpanan dan sesudah penyimpanan 2 minggu. Pengujian kadar air benih menggunakan metode oven pada suhu 103 ± 2⁰C selama 18 jam. Pengujian daya berkecambah menggunakan media campuran pasir dan tanah (1 : 1 v/v) di rumah kaca, sedangkan analisis kandungan biokimia dilakukan di Laboratorium Seameo-Biotrop di Bogor. Respon yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar air, kandungan biokimia (karbohidrat, protein, lemak), dan daya berkecambah.

Data hasil penelitian dianalisis dengan analisa sidik ragam (Anova). Apabila berpengaruh nyata maka untuk mengetahui perbedaan lebih lanjut dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Ringkasan analisis sidik ragam pengaruh lama pengeringan dan metode penyimpanan terhadap kadar air, daya berkecambah, dan biokimia (lemak, karbohidrat, dan protein) benih bambang lanang disajikan Tabel 1.

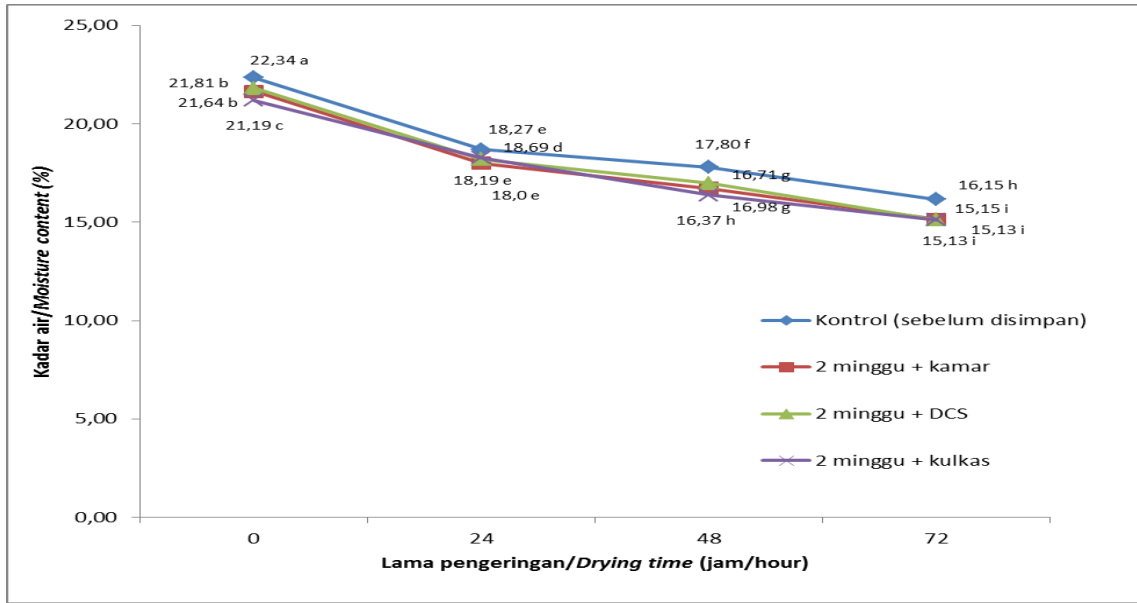
Tabel (*Table*) 1. Ringkasan analisis sidik ragam pengaruh lama pengeringan dan metode penyimpanan terhadap kadar air, daya berkecambah, dan biokimia (lemak, karbohidrat, dan protein) benih bambang lanang (*Summary of analysis of variance effect of drying time and storage method to moisture content, germination percentage, and biochemistry (fat, carbohydrate and protein) of bambang lanang seed*)

Parameter (Parameter)	Perlakuan (Treatment)	F Hitung (F calculation)	F Tabel (5%) (F table)
Kadar air (Moisture content)	Lama pengeringan (Drying time)	53,0*	2,90
	Metoda penyimpanan (Storage method)	1327,7*	2,90
	Interaksi (Interaction)	10,5*	2,19
Daya berkecambah (Germination percentage)	Lama pengeringan (Drying time)	80,67*	2,90
	Metoda penyimpanan (Storage method)	10,23*	2,90
	Interaksi (Interaction)	2,37*	2,19
Lemak/Fat	Lama pengeringan (Drying time)	2368,71*	2,90
	Metoda penyimpanan (Storage method)	2125,05*	2,90
	Interaksi (Interaction)	429,51*	2,19
Karbohidrat/Carbohydrate	Lama pengeringan (Drying time)	106,61*	2,90
	Metoda penyimpanan (Storage method)	266,4*	2,90
	Interaksi (Interaction)	18,96*	2,19
Protein	Lama pengeringan (Drying time)	597,51*	2,90
	Metoda penyimpanan (Storage method)	354,11*	2,90
	Interaksi (Interaction)	6,82*	2,19

Keterangan (Notes) : * = Nyata pada tingkat kepercayaan 95% (* = significant at 95% confidence level)

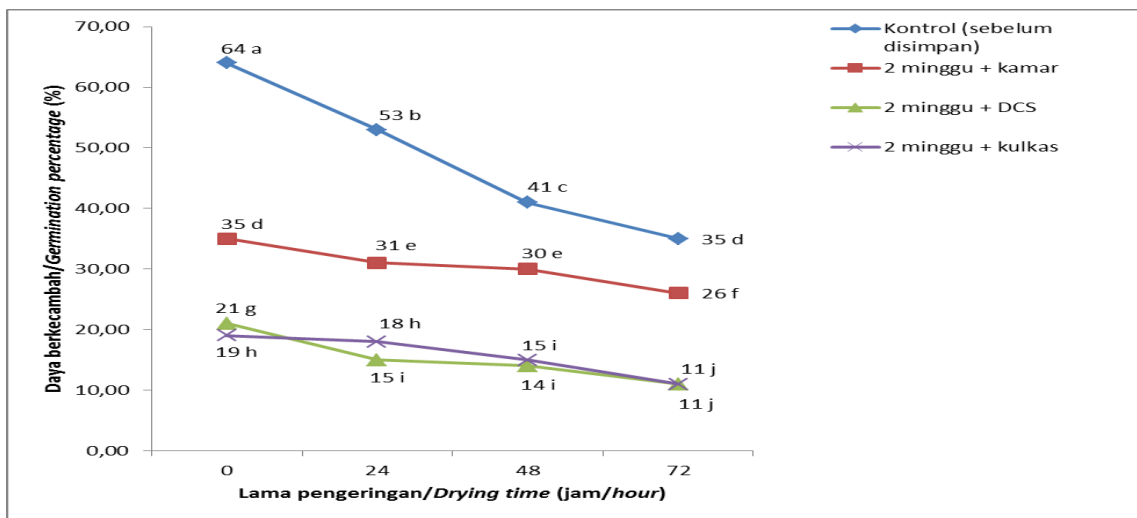
Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama pengeringan dan metode penyimpanan berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, daya berkecambah, lemak, karbohidrat, dan protein benih bambang lanang. Untuk mengetahui lebih lanjut perlakuan yang menimbulkan perbedaan yang nyata, dilakukan uji BNT (Gambar 1, 2, 3, 4, dan 5).

Gambar (Figure) 1. Rata-rata kadar air benih bambang lanang berdasarkan lama pengeringan dan metode penyimpanan (Uji BNT) (Average of moisture content of bambang lanang seed based on drying time and storage method (Least Significance Different Test))



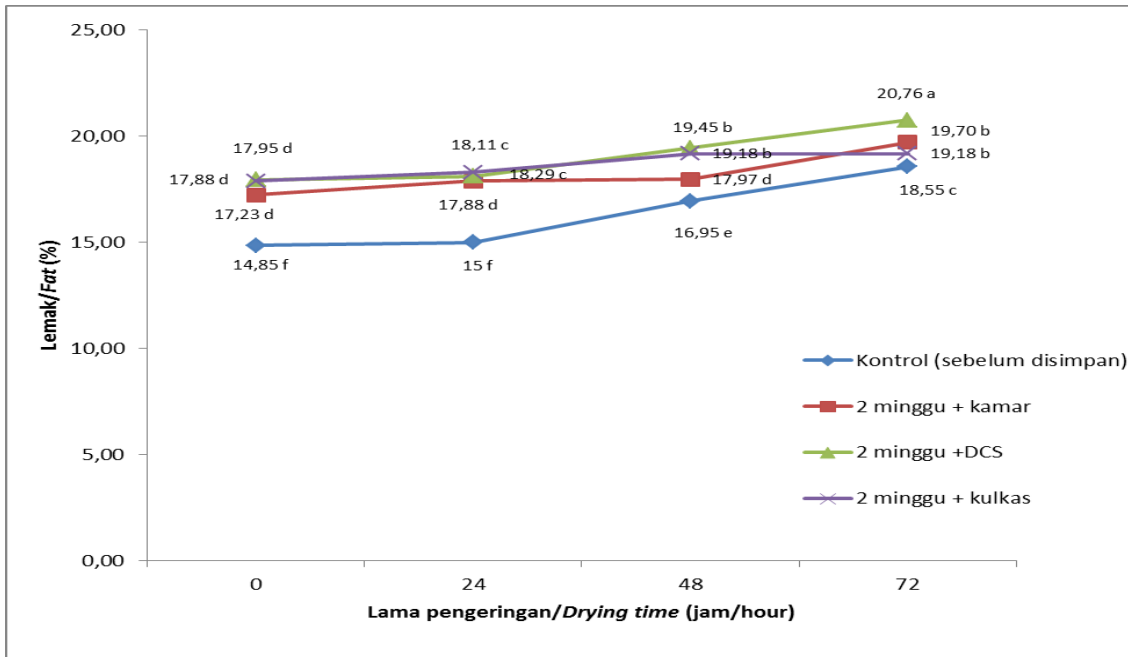
Keterangan (Notes) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% (Values followed by the same letter are not significantly different at 95 % confidence level)

Gambar (Figure) 2. Rata-rata daya berkecambah benih bambang lanang berdasarkan lama pengeringan dan metode penyimpanan (Uji BNT) (Average of germination percentage of bambang lanang seed based on drying time and storage method (Least Significance Different Test))



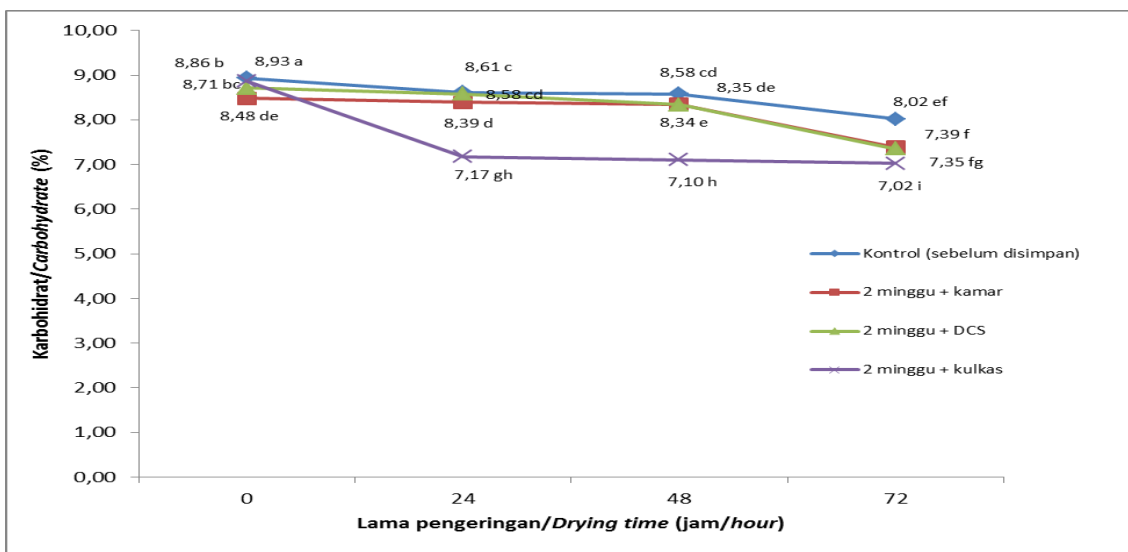
Keterangan (Notes): Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% (Values followed by the same letter are not significantly different at 95 % confidence level)

Gambar (Figur) 3. Rata-rata lemak benih bambang lanang berdasarkan lama pengeringan dan metode penyimpanan (Uji BNT) (Average of fat of bambang lanang seed based on drying time and storage method (Least Significance Different Test))



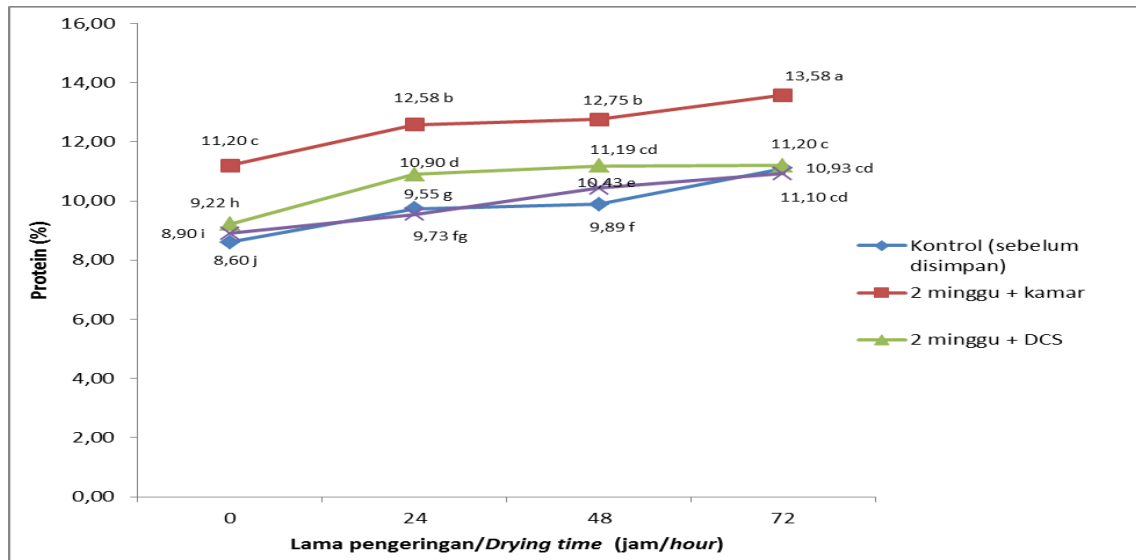
Keterangan (Notes) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% (Values followed by the same letter are not significantly different at 95 % confidence level)

Gambar (Figure) 4. Rata-rata karbohidrat benih bambang lanang berdasarkan lama pengeringan dan metode penyimpanan (Uji BNT) (Average of carbohydrate of bambang lanang seed based on drying time and storage method (Least Significance Different Test))



Keterangan (*Notes*) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% (*Values followed by the same letter are not significantly different at 95 % confidence level*)

Gambar (*Figure*) 5. Rata-rata protein benih bambang lanang berdasarkan lama pengeringan dan metode penyimpanan (Uji BNT) (*Average of protein of bambang lanang seed based on drying time and storage method (Least Significance Different Test)*)



Keterangan (*Notes*) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% (*Values followed by the same letter are not significantly different at 95 % confidence level*)

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh (Gambar 1, 2, 3, 4, 5) menunjukkan bahwa pada perlakuan benih sebelum dan sesudah disimpan selama 2 minggu secara statistik terjadi perbedaan yang nyata dan adanya perubahan viabilitas (kadar air dan daya berkecambah) dan kandungan biokimia (lemak, karbohidrat, dan protein) benih bambang lanang pada berbagai tingkat pengeringan dan metode penyimpanan.

Dilihat dari nilai kadar air awal sebelum disimpan (kontrol), benih bambang lanang mempunyai kadar air 22,34%. Sedangkan daya berkecambahnya yaitu sebesar 64%. Setelah penyimpanan 2 minggu, benih bambang lanang mengalami penurunan nilai kadar air dan daya berkecambah pada pengeringan selama 24 jam dan terus menurun sampai pengeringan 72 jam, baik disimpan pada ruang suhu kamar, DCS

maupun di kulkas. Daya berkecambah mengalami penurunan seiring dengan menurunnya nilai kadar air. Pada akhir pengeringan (72 jam), diketahui bahwa benih yang disimpan di ruang suhu kamar dapat mempertahankan nilai kadar air dan daya berkecambah lebih tinggi dibandingkan DCS dan kulkas.

Benih bambang lanang termasuk benih rekalsitran. Benih rekalsitran adalah benih yang cepat rusak (viabilitas menurun) apabila diturunkan kadar airnya dan tidak tahan disimpan pada suhu dan kelembaban rendah (Roberts, 1973). Selain itu benih rekalsitran sangat sensitif terhadap pengeringan dan suhu rendah (Farrant *et al.*, 1988). Menurut Sadjad (1999) bahwa kemunduran benih yang disebabkan penurunan kadar air diindikasikan secara fisiologi dengan adanya perubahan warna benih, tertundanya perkecambahan, menurunnya pertumbuhan berkecambah dan meningkatnya pertumbuhan kecambah abnormal.

Kadar air dan daya berkecambah benih bambang lanang cenderung menurun seiring dengan lamanya pengeringan dan setelah penyimpanan. Secara alami benih bambang lanang mengalami kemunduran dengan bertambahnya waktu (penyimpanan). Menurut Sadjad (1999), dua hal yang berkaitan dengan proses kemunduran benih selama periode penyimpanan adalah kemunduran yang bersifat kronologis yang berkaitan dengan unsur waktu dan kemunduran fisiologis yang disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu fisiologis benih yang dapat menyebabkan perubahan menyeluruh di dalam benih baik fisik, fisiologis maupun kimiawi yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih. Kemunduran benih rekalsitran akibat faktor internal maupun eksternal ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan pemunculan kecambah di lapangan (*field emergence*), terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim yang akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman (Panjaitan, 2010).

Benih bambang lanang yang disimpan di ruang suhu kamar dapat menghasilkan viabilitas benih yang lebih baik dibandingkan dengan di ruang DCS dan kulkas. Karakteristik dari benih rekalsitran adalah sensitif terhadap temperatur rendah (Chin *et al.*, 1984). Jadi untuk penyimpanannya, benih bambang lanang memerlukan suhu ruangan yang tidak bertemperatur rendah. Suhu kamar (Suhu 28-31⁰C, RH 70-80%) memiliki suhu/temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan DCS (Suhu 4-8⁰C, RH 40-60%) dan kulkas (Suhu 0-5⁰C, RH 40-50%). Menurut

Sudjindro (1994), beberapa faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan antara lain suhu, kadar air benih, kelembaban relatif dan gas oksigen.

Berjak dan Pammenter (2008), cara terbaik untuk mempertahankan viabilitas benih rekalsitran adalah menyimpannya pada suhu dimana benih rekalsitran paling tahan, di bawah kondisi tidak kehilangan kadar air dan mengurangi kontaminasi dengan jamur.

Dilihat dari kandungan biokimia (lemak, karbohidrat, protein), sebelum disimpan pada perlakuan kontrol (pengeringan 0 jam), benih bambang lanang memiliki kadar lemak lebih tinggi dibandingkan dengan kadar karbohidrat dan kadar protein. Selama pengeringan sampai 72 jam, benih bambang lanang mengalami peningkatan kadar lemak dan protein, serta menurunnya kadar karbohidrat. Menurut Sudjindro (1994) dalam Suzanna (1999) benih yang mempunyai kandungan lemak tinggi, benihnya akan cepat rusak. Hal ini bisa menyebabkan daya berkecambahnya menurun.

Setelah penyimpanan, benih bambang lanang mengalami peningkatan kadar lemak dan protein, serta menurunnya kadar karbohidrat pada benih bambang lanang. Menurut Syamsuwida, D. *et al.* (2007) bahwa perubahan biokimia benih selama penyimpanan menunjukkan adanya peningkatan kandungan lemak, protein dan daya hantar listrik (DHL) serta penurunan kandungan karbohidrat. Hal ini mengindikasikan terjadinya kemunduran kualitas benih. Kandungan biokimia yang diukur seperti protein, lemak dan karbohidrat mengalami perubahan setelah penyimpanan yang mengindikasikan kemunduran benih (Syamsuwida, D. dan Aam, A., 2005).

Benih dengan kandungan lemak tinggi memerlukan perhatian khusus dalam penanganannya, kalau tidak akan berakhir dengan kehilangan viabilitas dan kemampuan berkecambah (Balesevic-Tubic *et al.*, 2007). Liu *et al.* (2006) memperlihatkan bahwa proporsi asam lemak dalam membran fosfolipid pada benih rekalsitran lebih tinggi daripada benih ortodok. Pada beberapa kasus ditemukan bahwa meningkatnya kandungan lemak karena adanya jamur selama penyimpanan dalam kondisi lembab seperti terjadi pada jarak (*Jatropha curcas*) (Worang *et al.* 2008).

Menurut Sudjindro (1994) dalam Suzanna (1999) benih yang mempunyai kandungan lemak tinggi, sehingga benih cepat rusak selama penyimpanan. Kandungan asam lemak yang tinggi di dalam benih juga merupakan indikasi

terjadinya proses respirasi yang tinggi yang menyebabkan benih kehilangan energi untuk perkecambahan. Selama penyimpanan, benih yang mengandung banyak lemak lebih cepat rusak dibandingkan dengan benih yang banyak mengandung pati atau protein. Kandungan asam lemak yang tinggi di dalam benih juga merupakan indikasi terjadinya proses respirasi yang tinggi yang menyebabkan benih kehilangan energi untuk perkecambahan.

Selama penyimpanan kadar protein pada benih bambang lanang juga cenderung meningkat sejalan dengan menurunnya kadar air dan daya berkecambah. Perubahan intensitas dan jenis protein dikontrol oleh DNA yang menyesuaikan dengan aktivitas di dalam benih itu sendiri. Peningkatan kandungan protein ini diduga merupakan mekanisme pertahanan benih terhadap penurunan kadar air dan lama penyimpanan. Hal ini juga mengindikasikan adanya pertahanan benih pada kondisi yang optimal. Selain itu, sintesa protein yang spesifik diperlukan untuk mempertahankan dormansi embrio (Gifford, 1993).

Kadar karbohidrat pada benih bambang lanang menurun selama penyimpanan. Keberadaan karbohidrat dalam benih yang terdiri dari komponen gula (sukrosa) sebagai substrat pembentuk karbohidrat, menunjukkan adanya pertahanan terhadap pengeringan seperti halnya protein. Terjadinya penurunan kandungan karbohidrat mengindikasikan penurunan pertahanan benih artinya terjadi penurunan viabilitas benih. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya daya berkecambah benih bambang lanang selama penyimpanan.

IV. KESIMPULAN

Tingkat pengeringan dan metode penyimpanan berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, daya berkecambah, dan kandungan biokimia (lemak, karbohidrat, protein) benih bambang lanang. Semakin lama pengeringan dan setelah penyimpanan, akan menyebabkan adanya perubahan viabilitas (kadar air dan daya berkecambah) dan kandungan biokimia (lemak, karbohidrat, dan protein) benih bambang lanang pada berbagai tingkat pengeringan dan metode penyimpanan, yaitu menurunnya nilai kadar air dan daya berkecambah, meningkatnya kadar lemak dan protein, serta menurunnya kadar karbohidrat pada benih bambang lanang. Benih bambang lanang yang disimpan di ruang suhu kamar dapat menghasilkan viabilitas benih yang lebih baik dibandingkan dengan di DCS dan kulkas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani Purnomo di Desa Muara Payang, Kecamatan Muara Payang, Kabupaten Lahat, Propinsi Sumatera Selatan atas kerjasama yang baik dalam memberikan materi benih untuk keperluan penelitian ini. Terimakasih juga kami ucapkan kepada teknisi yang telah membantu dalam pelaksanaan pengujian di laboratorium Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan di Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Balešević-Tubić, S, Tatić, M, Miladinović, J, Pucarević, M .2007. Changes of fatty acids content and vigour of sunflower seed during natural aging. *Helia* 30(47): 61-67.
- [Berjak](#) P and [NW Pammenter](#). 2008. From *Avicennia* to *zizania*: seed recalcitrance in perspective. *Ann Bot (Lond)*. 101(2): 213–228.
- Chin, H.F, Hor, Y.L and Moch. Lassim, M.B. 1984. Identification of Recalcitrant Seeds. *Seed Science and Technology* 12:429-436.
- Gifford, D.J. 1993. Loblolly Pine Seed Dormancy; The Relationship Between Protein, Synthesis in The Embryo and Mega Gametophyte and The Loss of Seed Dormancy, In Edward DGW (ed). *Dormancy and Barriers to Germination*. Proc. Int'l Symp. Of IUFRO Proj. Group P2.04.00 (Seed Problems).
- Farrant, J.M., Pammenter, N.W., and P. Berjak. 1988. Recalcitrant-A Current Assessment. *Seed Science and Technology*. 16:155-166.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Liu M-S, Chang C-Y, Lin T-P. 2006. Comparison of phospholipids and their fatty acids in recalcitrant and orthodox seeds. *Seed Science and Technology*. 34:443–452.
- Panjaitan, S. 2010. Kemunduran mutu benih rekalsitran. panjaitansumitro.blogspot.com/. Diakses tanggal 9 Pebruari 2015.
- Roberts, E.H. 1973. Predicting the Viability of Seeds. *Seed Science and Technology* 1: 499-514.
- Sadjad, S. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif Ke Simulatif*. Grasindo. Jakarta.

- Syamsuwida, D. dan Aam, A. 2005. Dampak Pengeringan dan Penyimpanan terhadap Perubahan Fisiologi dan Biokimia Benih Antok. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol.2 Suplemen No.2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Yogyakarta.
- Syamsuwida, D. dan Aam, A. 2007. Perubahan Kandungan Lemak, Protein, Pati dan Daya Hantar Listrik pada Benih Gaharu (*Aquillaria malaccensis*). Jurnal Manajemen Hutan Tropika. Volume XIII, No.2. IPB. Bogor.
- Suzana, E. 1999. Pengaruh penurunan kadar air dan penyimpanan terhadap perubahan fisiologis dan biokimia benih karet (*Hevea brasilliensis*). Tesis, Program Pasca sarjana. IPB-Bogor. Unpublished.
- Sudjindro. 1994. Indikasi kemunduran viabilitas oleh dampak guncangan pada benih kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Disertasi Program Pasca Sarjana. IPB.
- Tatipata, A. 2008. Pengaruh kadar air awal, kemasan dan lama simpan terhadap protein membran dalam mitokondria benih kedelai. Buletin Agronomi (36) (1): 8-16
- Worang, RL, OS Dharmaputra, R Syarief dan Miftahudin. 2008. The quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds packed in plastic material during storage. Biotropia vol. 15 no. 1, 2008 : 25 - 36