

PENURUNAN KADAR AIR BENIH KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) SELAMA PROSES PENYIMPANAN BENIH DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA KANTUNG PLASTIK LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE BERLUBANG

DECREASE ON WATER CONTENT OF OIL PALM (*Elaeis guineensis* Jacq.) SEEDS DURING STORAGE WITH HOLED LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE PLASTIC BAGS AS STORAGE MEDIA

Mohamad Arif dan Darwin Sihombing¹

Abstrak Penggunaan kantung plastik polietilen berlubang sebagai media simpan benih kelapa sawit, yang termasuk dalam kategori benih *intermediate*, diduga menyebabkan penurunan kadar air benih karena terjadinya keseimbangan kadar air antara kelembapan udara di ruang simpan dengan kandungan air pada benih. Oleh karena penurunan kadar air benih dapat mempengaruhi viabilitas embrio dan berpotensi mengurangi persentase daya kecambah, dilaksanakan pengujian untuk mempelajari pengaruh penggunaan kantung plastik polietilen berlubang (P1), kantung plastik polietilen tunggal tidak berlubang (P2), dan kantung plastik polietilen berlubang yang dilapisi plastik polietilen tidak berlubang (P3) terhadap penurunan kadar air benih yang proses persiapannya membutuhkan waktu 1 minggu (S1) dan 2 minggu (S2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P1 memperlihatkan laju penurunan kadar air benih 18,45% terhadap kadar air awal, jauh lebih cepat dibanding penurunan kadar air pada P2 (9,73%) dan P3 (8,65%). Penelitian juga memperlihatkan bahwa benih yang lebih baru (S1) mengalami laju penurunan kadar air yang lebih cepat dibanding benih perlakuan S2. Pada kondisi

kelembapan udara yang rendah disarankan untuk menyimpan benih kelapa sawit dalam media simpan yang tidak dilubangi serta segera memasukkan benih ke dalam ruang simpan untuk mempertahankan kadar air benih. Pengujian besarnya pengaruh penurunan kadar air terhadap daya kecambah benih perlu dilakukan.

Kata kunci: benih kelapa sawit, penyimpanan benih, kantung plastik polietilen, kadar air benih

Abstract Utilization of holed polyethylene plastic bag as media for storage of oil palm seeds, which are categorized as *intermediate* seeds, assumed to decrease seed water content due to balance theory between relative humidity in the storage room and water content of the stored seeds. Since the happening may reduce seed viability and lower germination rate of the stored seeds, a research was conducted to study the effects of polyethylene plastic bag condition (holed, P1; not holed, P2; holed covered with not holed plastic bag, P3) to water content of seeds which preparation required 1 week (S1) and 2 week (S2) time. Results of the study showed that within 15 weeks of storage, reduction speed of seed water content was plummeted by 18.45% on P1 treatment, much higher than those on P2 and P3, 9.73% and 8.65% respectively. It was also shown that fresher seeds (S1) experienced faster reduction on water content compared to older ones (S2). As conclusion, it was advised to store seeds by utilizing polyethylene plastic bags which are not holed

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Mohamad Arif (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: mohamad_albatavi@yahoo.com

¹ Supervisor Perkecambahan, Divisi Produksi, Pusat Penelitian Kelapa Sawit

as well as to store seeds as soon as possible to maintain seed water content. A study to observe the impact of low water content on oil palm seeds is required.

Keywords: oil palm seeds, seed storage, polyethylene plastic bag, seed water content.

PENDAHULUAN

Berdasarkan persentase kadar air (KA) benih ideal selama proses penyimpanan, Roberts (1973) mengklasifikasi benih ke dalam dua kategori, yaitu benih *orthodox* dan benih *recalcitrant*. Benih *orthodox* didefinisikan sebagai benih yang dapat disimpan pada suhu rendah karena kemampuan benih tersebut untuk tetap memiliki viabilitas yang tinggi melalui penurunan KA hingga 5% (Chin dan Krishnapillay, 1996). Sedangkan pada benih *recalcitrant*, KA selama proses penyimpanan tidak dapat lebih rendah dari 30% yang menyebabkan benih-benih dengan tipe *recalcitrant* tidak dapat disimpan pada suhu rendah karena penurunan suhu akan menyebabkan air yang terkandung benih tersebut akan berubah bentuk menjadi kristal-kristal es yang berbahaya bagi embrio (Copeland dan McDonald, 2001; Pammenter dan Berjak, 2013; Berjak dan Pammenter, 2004).

Dengan meningkatnya pengetahuan dalam bidang perbenihan, pengkategorian benih dalam dua kelompok ini dinilai tidak mencukupi. Ellis *et al.* (1990) dan Berjak (2005) menggolongkan benih beberapa spesies tanaman ke dalam kelompok baru, yang disebut benih *intermediate*, dimana benih dengan KA yang tinggi dapat disimpan dalam kondisi suhu rendah untuk mempertahankan viabilitas benih tersebut. Menurut Ellis *et al.* (1991), benih kelapa sawit (*Elaeis guineensis* L. Jacq.) masuk dalam kategori ini bersama dengan benih tanaman cemara (*Abies spp.*) (Gosling, 2007) dan pepaya (*Carica papaya*) (Carlesso, 2009).

Beberapa produsen kelapa sawit di Indonesia menyimpan benih yang dimiliki dalam kantung-kantung plastik polietilen yang telah dilubangi dengan *paper puncher*, untuk kemudian plastik-plastik polietilen berisi benih tersebut disimpan dalam ruang penyimpanan dengan suhu ruang berkisar antara 18-22°C. Tanpa adanya pengaturan kelembapan udara di ruang simpan, penurunan KA benih akan terjadi jika kelembapan udara di dalam ruang penyimpanan lebih

rendah dibanding KA benih saat akan disimpan, hingga terjadi keseimbangan antara kelembapan ruangan dan KA benih (McCormack, 2004; Rao *et al.*, 2006; Utomo, 2006; dan Karrfalt, 2010). Copeland dan McDonald (2001) menyatakan bahwa pada umumnya KA benih yang disimpan hendaknya berada pada kisaran 10-14% dimana penurunan KA yang terlalu ekstrim akan menyebabkan kerusakan struktur membran sel *hydrophilic* yang menyebabkan penurunan viabilitas benih.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh lubang pada kantung plastik polietilen yang dijadikan sebagai media simpan terhadap penurunan KA benih selama proses penyimpanan yang dilaksanakan pada suhu ruangan sesuai standar yang ditetapkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Desain Percobaan

Penelitian dilaksanakan pada Juni sampai Oktober 2013 di ruang stok benih Divisi Produksi – Marihat, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 variabel, yaitu kondisi kesegaran benih dan media simpan. Kesegaran benih terbagi dalam dua level, S1 (benih segar hasil *depericarping*, lama pengolahan benih berlangsung selama satu minggu sejak tanggal panen tandan benih) dan S2 (lama proses persiapan benih berlangsung selama satu minggu sejak tanggal panen tandan benih dilanjutkan dengan penyimpanan benih selama satu minggu dalam ruang penyimpanan). Sedangkan variabel media simpan benih terbagi dalam 3 level, yaitu penyimpanan pada kantung plastik polietilen transparan berukuran tinggi x lebar x tebal : 60 cm x 30 cm x 0,12 mm yang dilubangi dengan *paper puncher* berjumlah 10-15 lubang berdiameter 5 mm sebagaimana dilakukan oleh sebagian produsen kecambah kelapa sawit (P1); kantung plastik polietilen dengan dimensi ukuran yang sama dengan P1 namun tidak dilubangi (P2); kantung plastik polietilen berdimensi sama yang dilubangi dengan *paper puncher* sebagaimana P1, dan diberi lapisan plastik polietilen kedua yang tidak dilubangi (P3). Tiap perlakuan dilakukan dalam 10 ulangan dengan benih tiap satuan percobaan berjumlah sekitar 400 butir. Seluruh satuan percobaan disimpan dalam ruang penyimpanan benih dengan suhu ruangan diatur pada



kisaran antara 18-22°C. Berbeda dengan suhu ruang, kelembapan ruang penyimpanan benih tidak diatur namun kisarannya diamati setiap hari untuk melihat pengaruh kelembapan udara pada ruang penyimpanan benih terhadap kadar air benih.

Variabel pengamatan berupa pengukuran kadar air benih mingguan yang dimulai dengan mengukur kadar air awal benih (kadar air saat penelitian akan dilaksanakan) diikuti oleh pengukuran variabel yang sama setiap minggunya selama 16 kali pengamatan. Laju penurunan kadar air minggu berjalan (Laju KA_n) terhadap KA awal benih dihitung berdasar rumus:

$$\text{Laju } KA_n = \frac{(KA_{\text{awal}} - KA_n)}{KA_{\text{awal}}} \times 100\%$$

dimana:

KA_{awal} = Kadar air awal benih sebelum perlakuan penyimpanan

KA_n = Kadar air benih setelah n minggu penyimpanan

Pengukuran Kadar Air Benih

Pengukuran KA benih dilaksanakan dengan metode *low constant-temperature oven* (ISTA, 2010) yang dimodifikasi, dimana 10 (sepuluh) butir sampel benih kelapa sawit diletakkan dalam oven bersuhu 100-105°C selama 48 jam. KA benih berbasis bobot kering dihitung dengan rumus (Martine *et al.*, 2009):

$$KA = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$$

dimana:

$W1$ = bobot benih (gr) sebelum perlakuan oven; dan

$W2$ = bobot benih (gr) setelah perlakuan oven.

Modifikasi metode yang dilakukan berupa benih diuji dalam kondisi utuh (tidak dipecah) mengingat data penelitian sebelumnya (data tidak ditunjukkan) memperlihatkan perbedaan KA yang tidak signifikan antara hasil pengujian KA benih kelapa sawit yang dipecah dengan KA pada benih yang tidak dipecah.

Selama penelitian berlangsung, suhu dan kelembapan ruang penyimpanan benih diukur dengan menggunakan *environment meter* Krisbow KW06-291 dan dicatat dua kali sehari (pukul 08.00 dan 14.00 WIB) selama pengujian berlangsung.

Analisis Data

Data dianalisis dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 16.0. Uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf nyata 95% dilakukan untuk mengetahui perbedaan tingkat efikasi antar-perlakuan jika terdapat perbedaan nyata antar-perlakuan.

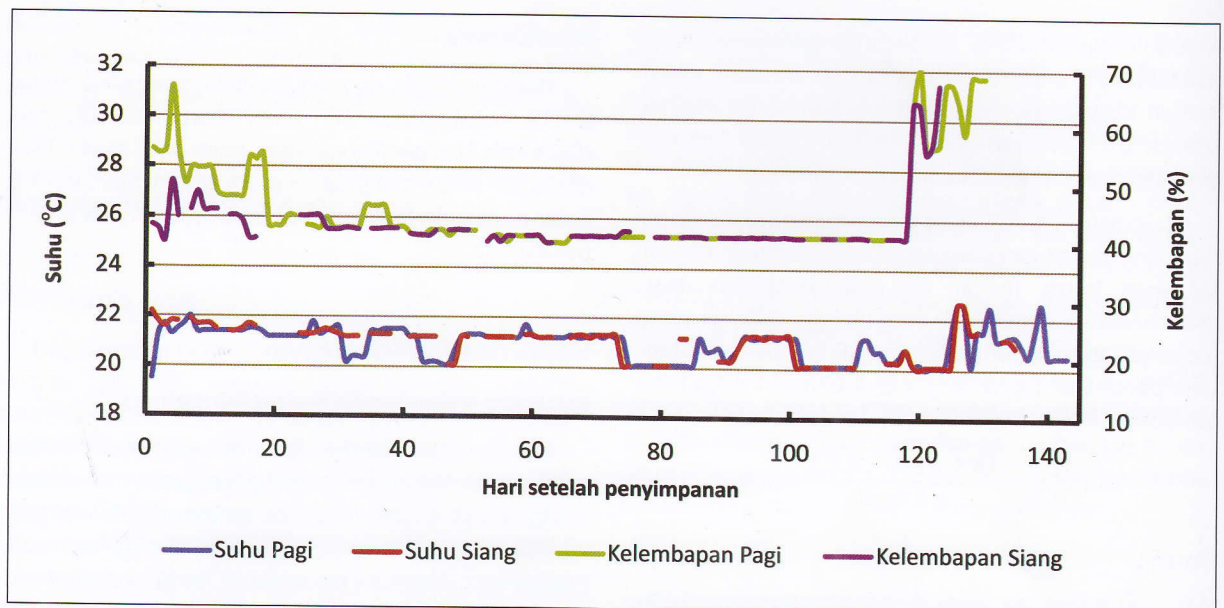
HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan Ruang Simpan

Pengamatan kondisi fisik ruang simpan benih selama penelitian memperlihatkan suhu di dalam ruang penyimpanan berkisar antara 19,5°C hingga 22,6°C dengan rerata 20,98°C (Gambar 1). Angka ini merupakan kisaran temperatur yang baik untuk penyimpanan benih kelapa sawit. Dengan menyitir beberapa referensi, Corley dan Tinker (2003) menyimpulkan bahwa suhu ruang penyimpanan benih kelapa sawit, baik benih tipe dura maupun tenera, hendaknya berada pada kisaran antara 20 dan 22°C yang dipercaya dapat menjaga viabilitas benih minimal 21 bulan penyimpanan. Copeland dan McDonald (2001) menambahkan bahwa suhu optimal untuk penyimpanan benih dapat menghambat aktivitas metabolik substrat dan enzim terhidrolisis sehingga dapat memperpanjang masa penyimpanan benih.

Namun demikian, Corley dan Tinker (2003) mengingatkan bahwa kisaran suhu tersebut akan optimum untuk menyimpan benih kelapa sawit jika kondisi internal benih seperti kadar air, dan faktor lingkungan lain seperti kelembapan nisbi (*relative humidity*, RH) ruang simpan, juga berada pada kisaran angka optimum. Bahkan Copeland dan McDonald (2001) menyatakan viabilitas benih dapat menurun secara drastis meski benih disimpan dalam kondisi suhu ruang penyimpanan ideal namun dengan KA benih dan RH yang tidak sesuai.

Berbeda dengan suhu ruang simpan yang berada dalam kondisi optimum, kelembapan nisbi ruang penyimpanan selama pengujian berlangsung diduga terlalu rendah dengan kisaran RH antara 40,10 hingga 70,10% dengan rerata 44,39% (Gambar 1). Pendapat ini didukung oleh M. Cazemajor (komunikasi personal, 11 Nopember 2014) yang memberikan perbandingan antara RH ruang penyimpanan benih yang digunakan



Gambar 1. Kisaran suhu dan kelembapan ruang simpan selama percobaan

Figure 1. Range of temperature and humidity in the storage room during the experiment

pada penelitian ini dengan kelembapan nisbi di Benin yang berada pada kisaran 70%. Hal senada diperlihatkan oleh Martine *et al.* (2009) di Afrika Barat dengan kelembapan nisbi ruang penyimpanan mencapai 60%.

Kurva keseimbangan antara kelembapan udara ruang simpan dengan KA benih yang disampaikan oleh Copeland dan McDonald (2001) menekankan bahwa pada kondisi RH ruang penyimpanan benih sekitar 44%, KA benih dapat terus turun hingga mencapai 3 - 6% yang akan mempengaruhi daya kecambah karena benih akan melepas air yang terikat secara struktur pada membran-membran sel. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian yang diperoleh Martine *et al.* (2009) bahwa benih dengan kadar air yang lebih rendah (9,3%) memberikan daya kecambah yang lebih sedikit (38,7%) dibanding benih-benih yang dikecambahkan pada kondisi kadar air yang lebih tinggi (15,3%) dengan daya kecambah mencapai 55,4%.

Namun demikian, kelembapan nisbi (*relative humidity*, RH) ruang penyimpanan juga hendaknya tidak terlalu tinggi. Copeland dan McDonald (2001) menyatakan bahwa RH ruang di atas 75% hanya dapat digunakan untuk penyimpanan benih jangka

pendek. Penulis menambahkan bahwa kelembapan ruang yang ideal untuk proses penyimpanan benih secara umum adalah 55-75%.

Penelitian ini memperlihatkan pentingnya percobaan berikutnya untuk menduga kelembapan optimum pada ruang penyimpanan benih kelapa sawit dan korelasi kelembapan nisbi dengan suhu simpan, serta pengaruh kedua faktor tersebut terhadap daya dan laju perkecambahan.

Kadar Air Awal Benih

Untuk memastikan bahwa penurunan KA selama proses penyimpanan hanya disebabkan oleh perlakuan media penyimpanan benih dan bukan disebabkan perbedaan KA benih sejak awal perlakuan, maka dilakukan pengukuran KA awal benih. Hasil analisis data (Tabel 1) memperlihatkan tidak adanya perbedaan nyata pada KA awal benih berdasar kesegaran benih saat awal penyimpanan dilakukan ($t_{(60)}=1,0$; $p=0,3$). Hal ini menandakan keseragaman KA awal benih-benih yang diujikan sehingga diasumsikan penurunan KA benih selama proses penelitian dilakukan hanya ditentukan oleh variabel perlakuan yang diberikan.

Tabel 1. Pengaruh variabel lama proses benih terhadap kadar air benih awal

Table 1. Effects of length of seed preparation before storage on initial seed water content

Kategori	Kadar Air (%)	
S1	15,05 ± 1,90 ^a	F = 1,0 p = 0,3
S2	14,46 ± 2,56 ^a	

Keterangan: *) Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf signifikansi 95%

Note: *) Numbers which are followed by same letter in the same column are not significant base on Duncan test at 95% significance level

Meski tidak berbeda nyata, Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa benih-benih yang telah tersimpan satu minggu lebih awal memiliki KA yang lebih rendah ($M=14,5$; $SD=2,56$) dibanding KA pada benih segar ($M=15,1$; $SD=1,9$). Hal ini diduga karena penyesuaian KA benih dengan kelembapan lingkungan selama proses persiapan benih berlangsung dimana perlakuan S2 terekspos terhadap lingkungan lebih lama dibanding perlakuan S1. Justice dan Bass (2002) menyatakan bahwa KA benih akan menyesuaikan dengan kelembapan nisbi ruang penyimpanan benih hingga tercapainya kondisi keseimbangan antara kedua faktor tersebut. Berdasarkan pengamatan selama pengujian (data tidak ditunjukkan), nilai kelembapan udara tertinggi di area persiapan benih adalah 55%. Nilai ini dipandang tidak cukup oleh Copeland dan McDonald (2001) yang menyatakan bahwa 55% seharusnya menjadi nilai kelembapan terendah agar benih tidak kehilangan viabilitasnya.

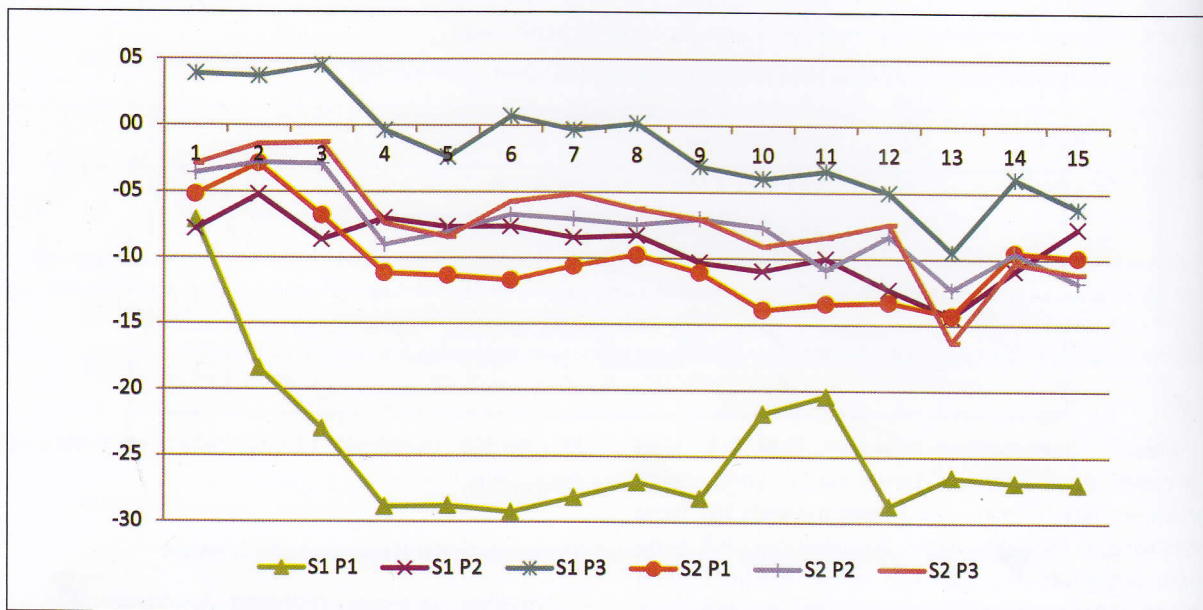
Namun demikian, penurunan KA pada tahap awal persiapan benih berperan positif bagi viabilitas benih kelapa sawit selama proses penyimpanan. Sebagaimana terlihat bahwa benih segar kelapa sawit memiliki KA lebih dari 15%. Meski Rees (1963) berpendapat bahwa KA benih yang disimpan hendaknya berada pada kisaran 14,5 hingga 22% dan menekankan kemungkinan penurunan viabilitas jika benih disimpan pada KA kurang dari 14,5%, Copeland dan McDonald (2001) menyatakan bahwa penyimpanan benih dengan KA lebih dari 14% memiliki potensi penurunan viabilitas akibat respirasi benih dan potensi serangan jamur yang lebih tinggi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa benih kelapa sawit hendaknya diturunkan kadar airnya

hingga KA maksimal 14% sebelum penyimpanan benih dilakukan.

Penurunan KA Benih Selama Simpan

Analisis *one-way repeated measures* ANOVA dilaksanakan untuk mengukur persen perubahan KA dari minggu pertama penyimpanan hingga minggu terakhir penelitian berlangsung (minggu ke-16) pada seluruh satuan percobaan, dimana hasil analisis memperlihatkan adanya pengaruh nyata lama penyimpanan benih terhadap persen penurunan KA benih terhadap KA awal (Wilks' Lambda=0,098, $F(14, 46)=30,26$, $p<0,0005$, dengan nilai multivariate partial eta squared yang tinggi sebesar 0,902. Hal ini memperlihatkan bahwa secara umum penyimpanan benih dengan rerata kelembapan ruang yang rendah dimana RH pada ruang penyimpanan benih selama penelitian berlangsung tercatat berkisar antara 40,57% dan 54,67% dengan rerata 43,37%, menurunkan KA benih kelapa sawit secara signifikan selama empat bulan proses penyimpanan.

Namun demikian, terdapat perbedaan laju penurunan KA pada variabel media penyimpanan dimana perlakuan P1 (penyimpanan benih dalam kantung plastik yang dilubangi) menyebabkan penurunan KA benih lebih cepat dibanding perlakuan lain. Gambar 2 memberikan gambaran lebih detail bahwa penyimpanan benih dalam kantung-kantung berlubang menurunkan KA benih lebih cepat dibanding perlakuan penyimpanan dalam media lain dimana benih dengan KA awal lebih tinggi yang disimpan dalam kantung berlubang (S1P1), mengalami laju penurunan KA benih yang lebih besar dibanding benih-benih dengan KA awal



Gambar 2. Persen laju penurunan KA setelah penyimpanan terhadap KA benih awal

Figure 2. Percentage of reduction speed on seed water content compared to initial water content

yang lebih tinggi yang disimpan pada media penyimpanan dengan sistem tertutup (S1P2 dan S1P3). Kejadian ini diduga karena pada perlakuan P1, benih bersinggungan langsung dengan udara di ruang penyimpanan yang memiliki kelembapan rendah sehingga KA benih turun lebih cepat untuk mencapai keseimbangan KA antara benih dengan lingkungan.

Untuk mempertahankan KA benih kelapa sawit pada kondisi kelembapan yang rendah, penulis menyarankan penggunaan kantung plastik polietilen tertutup. Meski kelapa sawit termasuk dalam kategori *intermediate* (Ellis *et al.*, 1991), hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Bonner (2008) yang menyarankan penggunaan kantung polietilen dengan ketebalan berkisar 0,075 dan 1 mm untuk mempertahankan KA pada benih *recalcitrant*.

Pada Gambar 2 juga terlihat bahwa keseimbangan KA antara KA benih dengan kelembapan nisbi ruang penyimpanan menyebabkan penurunan KA pada benih-benih segar (perlakuan S1) relatif lebih cepat dibanding pada benih-benih yang telah satu minggu diproses (S2) meski dengan perlakuan media simpan yang sama. Hal ini diduga karena kandungan air yang rendah pada udara di ruang penyimpanan menyebabkan penyesuaian kadar air benih menuju

titik keseimbangan pada perlakuan S1, yang memiliki KA benih relatif lebih tinggi dibanding KA benih perlakuan S2, lebih cepat dibanding penurunan KA pada perlakuan S2 untuk mencapai keseimbangan kadar air antara benih dan kelembapan nisbi ruangan sebagaimana dinyatakan oleh Copeland dan McDonald (2001).

KESIMPULAN

Sebagaimana benih lain, penurunan KA pada benih kelapa sawit selama penyimpanan dipengaruhi kondisi ruang simpan. Kelembapan udara yang rendah menyebabkan penurunan kadar air benih, khususnya pada benih-benih yang disimpan dalam kantung berlubang. Oleh karena itu, untuk mempertahankan viabilitas benih dalam jangka waktu yang lebih lama, disarankan untuk menyimpan benih-benih kelapa sawit dalam kantung plastik yang tidak dilubangi. Pengujian lanjut perlu dilakukan untuk melihat keterkaitan antara penurunan KA benih dan peningkatan suhu terhadap daya dan laju perkecambahan, serta pengaruh karakter fisik benih seperti ketebalan cangkang terhadap penurunan KA benih selama penyimpanan.



DAFTAR PUSTAKA

- Berjak, P. 2005. *Protector of the seeds: seminal reflections from Southern Africa*. Science. Vol. 307. hh. 47-49.
- Berjak, P. dan N.W. Pammenter. 2004. Biotechnological aspects of non-orthodox seeds: An African perspective. *South African Journal of Biology*. Vo. 70 (1). hh. 102-108.
- Bonner, F. T. 2008. Storage of seeds. Dalam: R. C. Nisley, F. R. Bonner & R. P. Karrfalt (Eds.) *The woody plant seed manual*. USDA. Amerika.
- Carlesso, V. D. O. 2009. Secagem e armazenamento de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). Desertasi doctoral. Universidade Estadual Do Norte Fluminense. Rio de Janeiro. Brazil. Diunduh dari <http://uenf.br/pos-graduacao/producao-vegetal/files/2014/10/Vin%C3%ADcius-Carlesso.pdf> pada 29 Desember 2014.
- Chin, H. F. dan B. Krishnapillay. 1989. *Seed moisture: Recalcitrant vs. orthodox seeds*. Crop Science Society of America. Amerika.
- Copeland, L. O. dan M. B. McDonald. 2001. *Principles of seed science and technology*. Ed. 4. Kluwer Academic Publishers. Amerika.
- Corley, R. H. V. dan P. B. Tinker. 2003. *The oil palm*. Ed. 4. Blackwell Science Ltd. UK.
- Ellis, R. H., Hong, T. D., dan Roberts, E. H. 1990. *An intermediate category of seed storage behaviour ? I. Coffee*. *Journal of Exp. Botany*. Vol. 41. hh. 1167-1174.
- Ellis, R.H., Hong, T.D., Roberts, E.H. dan Soetisna, U. 1991. *Seed storage behaviour in Elaeis guineensis*. *Seed Science Research* 1. hh. 99-104.
- Gosling, P. 2007. *Raising trees and shrubs from seed*. Forestry Commission. Edinburgh. hh. 1-28.
- ISTA. 2010. *Determination of moisture content*. Dalam: ISTA. *International rules for seed testing edition 2010*. hh. 9.1 – 9.20. Zurich. Swiss.
- Justice, O. L. dan L. N. Bass. 2002. *Prinsip & praktek penyimpanan benih*. Penerjemah Rennie Roesli. Ed. 1 Cet. 3. Jakarta.
- Karrfalt R. P. 2010. *Equilibrium relative humidity as a tool to monitor seed moisture*. Dalam: Riley L. E., Pinto J. R., dan Dumroese R. K. (Eds.). *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations*. USDA Forest Service. Amerika.
- Martine, B. M., K. K. Laurent, B. J. Pierre, K. K. Eugène, K. T. Hilaire, dan K. Y. Justin. 2009. *Effect of storage and heat treatments on the germination of oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) seed*. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (10), hh. 931-937.
- McCormack, J. 2004. *Seed processing and storage principles and practices of seed harvesting, processing, and storage: an organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S.* Ver. 1.3. California. Amerika.
- Pammenter, N. W. dan P. Berjak. 2013. *Physiology of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds and the implications for cryopreservation*. *International Journal of Plant Science*. Vol. 175. No. 1. hh. 21-28.
- PPKS. 2010. IK-002/Prod/Prod_KS: Instruksi Kerja Persiapan Benih. Rev. 03. Medan. Sumatera Utara.
- Rao, N. K., Hanson J., Dulloo M. E., Ghosh K., Nowell D. dan Larinde M. 2006. *Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8*. Bioversity International. Roma. Italy.
- Rees, A. R. 1963. A large-scale test of storage methods for oil palm seeds. *Journal of Western African Inst. Oil Palm Research*. Vol. 4. Hh. 46-51.
- Roberts, E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed science and technology* 1. Hh. 499-514.
- Turner, P. D. dan R. A. Gillbanks. 2003. *Oil palm cultivation and management*. Ed. 2. The Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur.
- Utomo, B. 2006. *Ekologi benih*. Diunduh dari <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1088/1/06006997.pdf> pada 18 April 2008.