

Terakreditasi LIPI
Nomor 437/AU2/P2MI-LIPI/08/2012

ISSN 0215-0212

Pelita PERKEBUNAN

JURNAL PENELITIAN KOPI DAN KAKAO
COFFEE AND COCOA RESEARCH JOURNAL

Volume 30 Nomor 1

April 2014



PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA
Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute

Pelita Perkebunan	Vol. 30	No. 1	Hal. 1 - 80	Jember April 2014	ISSN 0215-0212
-------------------	---------	-------	-------------	----------------------	-------------------

JURNAL PENELITIAN KOPI DAN KAKAO

Pelita PERKEBUNAN

Sejak berdiri pada tahun 1911 Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang pada waktu itu bernama *Besoekisch Proefstation* telah mempublikasikan hasil penelitiannya melalui jurnal "Mededeelingen van het Besoekisch Proefstation". Antara tahun 1948-1981 lembaga penelitian ini menjadi bagian Balai Penelitian Perkebunan Bogor dan hasil penelitiannya dipublikasikan melalui jurnal *De Bergcultures* yang kemudian berganti nama menjadi "Menara Perkebunan".

Jurnal Pelita Perkebunan diterbitkan pertama kali pada bulan April 1985. Penerbitan jurnal Pelita Perkebunan dilakukan seiring dengan meningkatnya hasil penelitian sebagai akibat perubahan status dari Sub Balai menjadi Balai Penelitian Perkebunan yang bertaraf nasional sejak tahun 1981.

Pelita Perkebunan merupakan jurnal yang melaporkan hasil penelitian Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan lembaga-lembaga lain yang tidak hanya terbatas pada komoditas kopi dan kakao saja, tetapi juga komoditas lain yang relevan dengan kopi dan kakao. Komoditas lain tersebut meliputi tanaman penaung, tanaman untuk tumpang sari, serta tanaman pematah angin.

Since its establishment in 1911, Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute (ICCR), formerly Besoekisch Proefstation, had published its research findings through a journal called Mededeelingen van het Besoekisch Proefstation. Between 1948-1981 the research institute was under the supervision of Bogor Research Institute for Estate Crops, and published its research findings through De Bergcultures which was later changed to Menara Perkebunan.

Since the institute held the national mandate for coffee and cocoa commodities, and due to the rapid increase in the research findings, ICCRI published its first issue of Pelita Perkebunan journal in April 1985.

Pelita Perkebunan is a journal which publishes the research findings not only for coffee and cocoa commodities but also other commodities relevant with coffee and cocoa i.e. shade trees, intercrops, and wind-breakers.

Penerbit (*Publisher*)

PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA
Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute

Penanggung Jawab/Direktur (*Patron/Director*)

- Teguh Wahyudi

Dewan Redaksi <i>Editorial Board</i>	Keahlian <i>Expertise</i>
• John Bako Baon (Ketua/ <i>Chairman</i>)	Ilmu Tanah <i>Soil Science</i>
• A. Adi Prawoto	Ilmu Tanaman <i>Crop Science</i>
• Soekadar Wiryadiputra	Perlindungan Tanaman <i>Crop Protection</i>
• Agung Wahyu Susilo	Pemuliaan Tanaman <i>Crop Breeding</i>
• Misnawi	Teknologi Pascapanen <i>Postharvest Technology</i>

Redaksi Pelaksana (*Editorial Secretary*)

- Waris
- Sujivo

Alamat Redaksi (*Editorial Address*):

Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia
Tel. (0331) 757130, 757132
Fax. (0331) 757131
e-mail: pelita@iccri.net

Surat Tanda Terdaftar:

SK Menteri Penerangan Republik Indonesia
No. 1234/SK/DITJEN PPG/STT/1988

Terakreditasi LIPI

No. 437/AU2/P2MI-LIPI/08/2012,
tanggal 7 Agustus 2012

- Jurnal diterbitkan secara berkala 3 nomor setahun yaitu pada bulan April, Agustus dan Desember (*Published three times per year i.e. in April, August and December*).
- Tirai penerbitan 500 eksemplar setiap nomor, dapat juga diturun muat di www.iccri.net (*Each issue is printed 500 copies, free download available at www.iccri.net*).
- Dicetak oleh "Megah Offset", Arjasa, Jember (*Printed by "Megah Offset", Arjasa, Jember*).

PELITA PERKEBUNAN
Vol. 30 No. 1 April 2014

DAFTAR ISI
Content

	Halaman <i>Page</i>
● Evaluasi ketahanan beberapa klon kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) terhadap <i>Phytophthora palmivora</i> [<i>Evaluation the resistance of cocoa clones (Theobroma cacao L.) to Phytophthora palmivora</i>]. Agung Wahyu Susilo dan Indah Anita-Sari	1
● Pengaruh <i>Polyethylene glycol 6000</i> dan lama penyimpanan terhadap mutu benih kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) [<i>Effect of polyethylene glycol 6000 and storage period on seed quality of cocoa (Theobroma cacao L.)</i>]. Astiti Rahayu, Triani Hardiyati, dan Ponendi Hidayat	15
● Pengaruh pakan tepung sari terhadap parasitasi dan pemangsaan <i>Cephalonomia stephanoderis</i> pada <i>Hypothenemus hampei</i> (<i>Effect of pollen feed on parasitization and predatism of Cephalonomia stephanoderis on Hypothenemus hampei</i>). Dwi Suci Rahayu dan Endang Sulistyowati ...	25
● Keefektifan serai, bawang putih dan bunga paitan sebagai insektisida nabati terhadap penghisap buah kakao, <i>Helopeltis antonii</i> (<i>The effectiveness of lemongrass, garlic, and tree marigold as botanical insecticides in controlling of cocoa mirid, Helopeltis antonii</i>). Endang Sulistyowati, Muhammad Ghorir, Suryo Wardani, dan Setyo Purwoko	35
● Isolasi mikroba dari ekstrak buah nenas dan aplikasinya terhadap penyakit busuk buah, <i>Phytophthora palmivora</i> (<i>Microbial isolation derived from pineapple extract and its application on cocoa pod rot disease, Phytophthora palmivora</i>). Sylvia Sjam, Ade Rosmana, M. Danial Rahim, Vien Sartika Dewi, dan Untung Surapati	47
● Penurunan cemaran mikroorganisme pada proses pengukusan biji kakao menggunakan kolom pengukus (<i>Reduction of microbe contamination through steaming process to cocoa beans using steaming chamber</i>). Hendy Firmanto	55
● Thermal behavior, microstructure, and texture properties of fermented-roasted rambutan seed fat and cocoa butter mixtures (<i>Perilaku suhu, struktur mikro, dan sifat tekstur campuran lemak biji rambutan terfermentasi-tersangrai dan lemak kakao</i>). Noor Ariefandie Febrianto, Utthapon Issara, Tajul Aris Yang, and Wan Nadiah Wan Abdullah	65
● Mitra Bestari Undangan Pelita Perkebunan Volume 30, Nomor 1, 2014 (<i>Invited reviewers of Pelita Perkebunan Volume 30, Number 1, 2014</i>)	80

Pengaruh *Polyethylene Glycol 6000* dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Benih Kakao (*Theobroma Cacao L.*)

Effect of Polyethylene Glycol 6000 and Storage Period on Seed Quality of Cocoa (Theobroma Cacao L.)

Astiti Rahayu^{1*}, Triani Hardiyati¹, dan Ponendi Hidayat¹

¹Pascasarjana Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*Alamat pemulis (*corresponding author*): nagez_classic@yahoo.com

Naskah diterima (*received*) 02 Agustus 2013, disetujui (*accepted*) 27 Februari 2014

Abstrak

Peningkatan produktivitas kakao membutuhkan benih kakao yang bermutu tinggi. Benih kakao berkualitas umumnya hanya disediakan oleh kebun benih bersertifikat yang letaknya berjauhan dengan perkebunan rakyat sehingga untuk pengiriman benih, diperlukan waktu lama sehingga dapat menurunkan kualitas benih terutama kualitas fisiologis. Salah satu upaya untuk mempertahankan kualitas benih yaitu dengan perlakuan *polyethylene glycol 6000* (PEG 6000). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari interaksi konsentrasi PEG 6000 dan lama penyimpanan terhadap mutu benih kakao dan untuk menentukan konsentrasi PEG 6000 dan lama penyimpanan yang paling baik untuk mempertahankan mutu benih kakao. Penelitian PEG 6000 pada benih kakao dalam penyimpanan selama 3, 6, 9, dan 12 minggu telah dilakukan di Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Cianjur. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial yang diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama adalah konsentrasi PEG: 0%, 20%, 40%, dan 60% sedangkan faktor kedua adalah lama penyimpanan 3 minggu, 6 minggu, 9 minggu, dan 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PEG 6000 konsentrasi 60% dengan lama penyimpanan 3 minggu mampu menekan pertumbuhan benih berjamur. PEG 6000 konsentrasi 20%, 40%, dan 60% mencegah benih berkecambah dalam penyimpanan hingga 6 minggu. PEG 6000 konsentrasi 20% mampu mempertahankan kadar air, daya kecambahan, dan kecepatan berkecambahan benih kakao.

Kata kunci: benih kakao, penyimpanan, rekalsiran, *polyethylene glycol*

Abstract

Increased productivity of cocoa needs high quality of cocoa seeds which are generally provided by certified seed gardens located far from smallholders farm, where seed delivery takes long time and may reduce physiological quality of seeds. One effort to maintain the seed quality is by treatment the seeds with polyethylene glycol 6000 (PEG 6000). This study was aimed to study the interaction of PEG 6000 concentration and storage period on cocoa seed quality, and to determine the best concentration of PEG 6000 and storage period to maintain cocoa seed quality. The research was conducted in seed storage room, seed laboratory and green house of PPPPTK, Cianjur. The experimental design used was a factorial completely randomized design and each combination treatment repeated three times. The first factor was concentration of PEG 6000

of 0%, 20%, 40%, and 60%, and the second factor was the storage period of 3 weeks, 6 weeks, 9 weeks, and 12 weeks. The results showed that concentration of PEG 60% with three weeks storage period was able to minimize the number of moldy seeds. The concentration of PEG 20%, 40%, and 60% were able to prevent seed germination in storage until six weeks. Concentration of PEG 6000 20% was able to maintain moisture content, seed germination, and germination rate.

Key words: cocoa seed, storage, recalcitrant, PEG

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai prospek baik untuk dikembangkan sebagai komoditas nonmigas. Harga kakao dunia yang relatif tinggi dan cukup baik sehingga perluasan areal perkebunan kakao Indonesia diperkirakan akan terus berlanjut dan hal ini perlu mendapat dukungan agar kebun yang berhasil dibangun dapat memberikan produktivitas yang tinggi. Untuk meningkatkan produktivitas kakao, dibutuhkan benih kakao yang bermutu tinggi. Penyediaan benih kakao berkualitas dalam jumlah besar merupakan salah satu faktor penting dalam pengembangan kakao. Benih kakao berkualitas hanya disediakan oleh kebun benih bersertifikat yang biasanya letaknya jauh dari perkebunan rakyat sehingga untuk pengiriman benih, diperlukan waktu relatif lama. Hal ini sering menjadi masalah karena pengiriman yang lama dapat menurunkan kualitas benih terutama kualitas fisiologis yang ditandai dengan menurunnya viabilitas benih dan vigor bibit (Hanapi, 1999).

Benih kakao (*Theobroma cacao* L.) termasuk biji rekalsiran yaitu benih yang mempunyai sifat tidak menurun kadar airnya meskipun telah mencapai masak fisiologis dan tidak mempunyai masa dormansi sehingga sangat cepat kehilangan viabilitasnya setelah dikeluarkan dari buahnya. Penanganan benih rekalsiran lebih

sulit karena benih rekalsiran memiliki kadar air serta kandungan lemak yang tinggi sehingga bila kadar airnya diturunkan maka cadangan makanan akan habis yang mengakibatkan embrio mati sehingga benih tidak dapat disimpan lama (Katriani, 2010).

Dalam hal umur simpan, benih rekalsiran tidak dapat disimpan lama karena cepat mengalami penurunan kualitas sehubungan dengan kekeringan, suhu dingin dan masalah-masalah lain terkait dengan peningkatan kelembaban udara yang menyebabkan berkembangnya organisme patogen dan terjadinya perkecambahan selama penyimpanan (Chin & Robert, 1980). Berkecambahnya benih kakao selama penyimpanan merupakan kesulitan yang sering dihadapi. Benih kakao yang berkecambah dalam penyimpanan tidak disukai, karena akar dari benih yang berkecambah dapat tumbuh bengkok. Untuk itu diperlukan teknik khusus agar semua faktor yang mempengaruhi daya hidup dan umur simpan diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan keadaan yang optimum untuk mempertahankan viabilitas benih kakao selama dalam penyimpanan (Hartawan, 2007).

Upaya untuk mempertahankan benih kakao dari perkecambahan selama penyimpanan dan pengiriman yaitu dengan perlakuan PEG 6000 (Rahardjo, 1986) *acrylic acid sodium acrylate polymer* (Rahardjo & Hartatri, 2010), ataupun dengan abu sekam

padi (Rahardjo, 2012). PEG 6000 merupakan salah satu senyawa kimia penghambat yang dapat digunakan untuk mempertahankan viabilitas benih rekalsitran. PEG 6000 merupakan senyawa polimer berantai panjang, stabil (*inert*), non-ionik, aman dan dapat larut dalam air serta dapat masuk dalam sel. Struktur kimia molekul PEG 6000 yaitu HO-CH₂-(CH₂-O-CH₂)X-CH₂-OH (Rohaeti, 2003). PEG 6000 memiliki berat molekul 6000 yang dapat memasuki membran sel benih.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh kombinasi konsentrasi PEG 6000 dan lama penyimpanan terhadap mutu benih kakao, dan menentukan konsentrasi PEG 6000 (selanjutnya dalam tulisan ini disebut PEG) dan lama penyimpanan yang paling baik untuk mempertahankan mutu benih kakao selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Cianjur, menggunakan benih kakao dari klon TSH 858 hasil panen tahun 2012 yang berasal dari PTPN VIII Bandung. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor perlakuan dan setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Adapun perlakuannya yakni faktor pertama adalah konsentrasi PEG terdiri atas 0%, 20%, 40%, dan 60%. Faktor kedua adalah lama penyimpanan benih terdiri atas 3 minggu, 6 minggu, 9 minggu, dan 12 minggu.

Benih kakao disimpan hingga minggu ke-12 dalam kantong plastik yang telah dilubangi serta dimasukkan dalam peti karton pada suhu ruangan. Pengamatan dilakukan setiap tiga minggu sekali terhadap beberapa variabel yakni kemurnian fisik benih dengan melakukan pengamatan pada saat benih sebelum dan sesudah diberi perlakuan PEG.

Benih dipisah menjadi tiga bagian yaitu benih murni, campuran varietas lain dan kotoran benih. Bobot benih ditimbang pada saat sebelum dan sesudah benih disimpan selama 3, 6, 9, dan 12 minggu. Penetapan kadar air benih dilakukan dengan metode oven pada temperatur 103°C selama 17 jam (ISTA, 2005). Berat contoh yang diuji sebanyak 5 g. Pengamatan terhadap jumlah benih yang berjamur dalam penyimpanan dengan menggunakan kaca pembesar. Persentase benih berkecambah dalam penyimpanan dengan cara menghitung benih yang berkecambah selama disimpan. Uji daya berkecambah diamati setelah benih disimpan, benih dikecambahan dalam media pasir sebanyak 10 butir (Rohandi & Widjani, 2010). Kecepatan tumbuh kecambah dinyatakan dalam persen per hari. Uji daya hantar listrik (DHL) dilakukan dengan cara merendam 5 butir benih selama 24 jam kemudian air rendamannya diukur menggunakan *electric conductivity meter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemurnian Fisik Benih

Kemurnian fisik benih merupakan persentase bobot benih murni yang terdapat dalam suatu contoh benih (Sutopo, 2010). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kemurnian fisik benih selama dalam penyimpanan tidak berpengaruh terhadap mutu benih kakao.

Analisis kemurnian fisik benih pada prinsipnya ialah memisahkan contoh benih dalam tiga komponen yaitu komponen benih murni, benih tanaman lain dan kotoran benih (BPMBTPH, 2004). Kategori benih murni yang dimaksud adalah benih utuh, benih muda, benih mengerut, benih yang terserang penyakit tetapi masih bisa dikenali sebagai benih kakao dan pecahan benih yang ukurannya lebih besar dari separuh benih yang

sesungguhnya asalkan dapat dipastikan bahwa pecahan benih tersebut termasuk ke dalam spesies yang dimaksud (Sutopo, 2010).

Semua benih yang diberi perlakuan PEG maupun kontrol yang disimpan hingga 12 minggu memiliki 100% benih murni. Benih kakao yang disimpan selama 12 minggu tidak terdapat kerusakan-kerusakan seperti adanya pecahan-pecahan benih ataupun kotoran benih, hal ini menunjukkan bahwa PEG tidak berpengaruh terhadap kemurnian fisik benih.

Bobot Benih

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa bobot benih selama dalam penyimpanan, dipengaruhi oleh lama penyimpanan, tetapi tidak untuk perlakuan PEG (Tabel 1).

Tabel 1. Bobot benih kakao setelah penyimpanan 3, 6, 9, dan 12 minggu

Table 1. Seed weight after storage for 3, 6, 9, and 12 weeks

Lama penyimpanan, minggu Storage period, weeks	Bobot benih, g Seed weight, g
3	59.28 a
6	52.20 b
9	50.11 c
12	50.62 c

Keterangan (Note): Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT 5% (*Figures in the same column followed by same letter (s) are not significantly different according to DMRT at 5% levels*)

Benih yang disimpan memiliki bobot yang terus berkembang dengan semakin lamanya waktu penyimpanan. Bobot benih yang disimpan selama 6 minggu berbeda nyata dengan bobot benih yang disimpan selama 3 dan 9 minggu. Bobot benih yang disimpan selama 9 minggu memiliki bobot yang paling rendah tetapi tidak berbeda dengan bobot benih dengan lama penyimpanan 12 minggu. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama benih itu disimpan maka bobot benih semakin menurun. Penurunan bobot benih

diduga karena penguapan air dalam benih selama penyimpanan.

Penelitian Mu'adzah (2008) menunjukkan bahwa benih yang memiliki ukuran besar pada umumnya akan menghasilkan perkecambahan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan benih yang berukuran kecil dan tidak seragam. Hal ini disebabkan karena ukuran benih yang besar dan berat mempunyai cadangan karbohidrat, protein, lemak dan mineral yang diperlukan lebih banyak sebagaimana pada saat perkecambahan. Benih yang berukuran kecil mempunyai kemampuan perkecambahan yang lambat dibandingkan dengan benih yang berukuran besar, karena kandungan cadangan hara tersebut sedikit.

Kadar Air Benih

Hasil sidik ragam pada variabel kadar air benih selama dalam penyimpanan, menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi PEG dan lama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase kadar air benih setelah disimpan 3, 6, 9, dan 12 minggu dengan perlakuan PEG

Table 2. Percentage of seed moisture content after storage of 3, 6, 9, and 12 weeks with treated PEG

PEG	Kadar air (Moisture content), %			
	Lama penyimpanan, minggu (Storage period, weeks)	3	6	9
0%	14.07 c	11.52 de	9.37 efg	10.64 def
20%	21.40 a	13.88 c	10.34 def	9.15 efg
40%	17.73 b	10.33 def	9.48 efg	9.32 efg
60%	18.10 b	12.55 cd	8.60 fg	10.99 def

Keterangan (Note): Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT 5% (*Figures in the same column followed by same letter (s) are not significantly different according to DMRT at 5% levels*)

Interaksi antara konsentrasi PEG dengan lama penyimpanan menghasilkan kadar air tertinggi pada kombinasi PEG konsentrasi 20% dengan lama penyimpanan 3 minggu dibandingkan dengan kombinasi lainnya, sementara kadar air terendah pada

kombinasi PEG konsentrasi 20% dengan lama penyimpanan 12 minggu. Konsentrasi PEG dengan lama penyimpanan yang paling baik untuk mempertahankan benih kakao selama penyimpanan yaitu konsentrasi 20% yang disimpan selama 3 minggu. Hal ini diduga bahwa PEG yang menyelimuti benih kakao dapat mempertahankan kadar air benih. Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin lama benih disimpan maka kadar airnya semakin menurun.

Justice & Bass (2002) menyatakan bahwa kadar air benih meningkat cepat pada hari-hari awal penyimpanan dan kemudian menurun pada penyimpanan selanjutnya. Menurunnya kadar air dari minggu ke minggu kemungkinan disebabkan oleh adanya perubahan suhu, terutama pada ruang penyimpanan yang fluktuatif. Sadjad (1975) dan Copeland & McDonald (1985) menyatakan bahwa pada umumnya kadar air benih di tempat penyimpanan akan selalu seimbang dengan kelembaban udara sekitarnya. Penurunan kadar air inilah yang menjadi salah satu penyebab kemunduran benih rekalsiran yang ditandai dengan penurunan daya berkecambahan benih.

Dengan bertambahnya waktu, viabilitas benih menurun bahkan dapat mengarah pada kematian (Byrd, 1983). Sementara itu Purwanti *et al.* (1999) menyatakan bahwa penurunan kadar air benih sampai mencapai kadar air optimum untuk penyimpanan diduga akan lebih mampu mengatasi dampak negatif selama penyimpanan terutama perkecambahan dalam penyimpanan, sehingga daya simpannya dapat ditingkatkan.

Benih Berjamur

Hasil sidik ragam pada variabel benih berjamur selama dalam penyimpanan, menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi PEG dan lama penyimpanan (Tabel 3).

Tabel 3. Persentase benih berjamur setelah disimpan 3, 6, 9, dan 12 minggu dengan perlakuan PEG

Table 3. Percentage mouldy seed after storage 3, 6, 9, and 12 weeks with treated PEG

PEG	Benih berjamur (Mouldy seed), %			
	Lama penyimpanan, minggu (Storage period, weeks)	3	6	9
0%	20.67 i	45.33 ef	58.00 ab	60.67 a
20%	28.67 h	38.00 g	48.67 de	60.67 a
40%	16.67 i	42.00 fg	48.67 de	56.00 abc
60%	15.33 i	50.00 cde	52.00 bcd	54.67 abc

Keterangan (*Note*): Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT 5% (*Figures in the same column followed by same letter (s) are not significantly different according DMRT at 5% levels*)

Interaksi antara konsentrasi PEG dengan lama penyimpanan menghasilkan benih berjamur paling sedikit pada kombinasi PEG konsentrasi 60% dengan lama penyimpanan 3 minggu, sebaliknya persentase benih berjamur tertinggi pada benih tanpa pemberian PEG dengan lama penyimpanan 12 minggu. Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin lama benih disimpan maka persentase benih berjamur semakin meningkat dan semakin tinggi konsentrasi PEG maka persentase benih berjamurnya semakin rendah. PEG yang melapisi benih secara fisik dapat menghambat jamur untuk tumbuh. PEG tidak mampu mencegah tumbuhnya jamur pada benih yang disimpan dengan kadar air yang tinggi, namun tingginya konsentrasi PEG dapat menekan pertumbuhan jamur selama benih disimpan.

Tumbuhnya jamur pada benih yang disimpan sangat berhubungan dengan lamanya penyimpanan dan kelembaban media simpan. Tingginya kelembaban media simpan sangat menguntungkan bagi jamur untuk berkembangbiak. Terdapat kecenderungan bahwa semakin lama benih disimpan, maka benih berjamur akan semakin banyak, diduga karena tingginya kadar air awal (33%) dan lingkungan penyimpanan menyebabkan benih mudah terserang jamur.

Jamur merusak benih secara langsung maupun tidak langsung yaitu jamur merusak dinding sel benih maupun melalui toksin yang dihasilkannya (Budiarti & Yulmiarti, 1997). Penyimpanan benih berkadar air tinggi selalu menghadapi risiko serangan jamur sehingga perlu penggunaan fungisida yang bersifat kontak, sistematik dan kontak sistematik. Purba *et al.* (1996) menyatakan benih kakao yang disimpan tanpa pemberian fungisida terserang cendawan hingga 100%.

Selain lama penyimpanan, yang menyebabkan meningkatnya jamur yaitu adanya jamur yang berada di udara dalam jumlah banyak atau mengendap pada permukaan benda-benda yang terdapat di dalam penyimpanan benih. Jamur tersebut menyerang dan merusak benih pada kisaran suhu dari 4–45°C dan kelembaban nisbi antara 65 hingga 100% (Sastrahidayat, 1990).

Benih Berkecambah dalam Penyimpanan

Hasil sidik ragam pada variabel benih berkecambah selama dalam penyimpanan, menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi PEG dan lama penyimpanan (Tabel 4).

Tanpa penggunaan PEG pada penyimpanan selama 3 minggu menghasilkan persentase benih berkecambah paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang

lainnya. Perlakuan PEG pada konsentrasi 20%, 40%, dan 60% selama penyimpanan dapat berfungsi untuk mencegah benih berkecambah, karena tidak ada benih berkecambah selama penyimpanan dari minggu pertama hingga minggu keenam.

Pada penelitian ini, benih yang diberi perlakuan PEG pada konsentrasi 20%, 40%, dan 60% dapat menghambat benih berkecambah selama penyimpanan hingga minggu ke-12. Copeland & McDonald (1985) mengatakan bahwa PEG dapat menekan/menghambat perkecambahan benih melalui potensial osmosis yang ditimbulkannya. Penelitian Rahardjo & Winarsih (1993) membuktikan bahwa larutan PEG telah terbukti efektif menekan perkecambahan benih kakao selama 6 minggu, demikian pula pada benih kopi (Winarsih & Priyono, 2001).

Daya Kecambah

Tujuan dari pengujian daya berkecambah adalah untuk menentukan potensi perkecambahan maksimal suatu benih, yang selanjutnya dapat digunakan untuk membandingkan mutu benih yang berbeda serta untuk menduga nilai pertanaman di lapang (BPMBTPH, 2010). Variabel daya berkecambah merupakan persentase dari kecambah normal (Tabel 5).

Tabel 4. Persentase benih berkecambah setelah disimpan 3, 6, 9, dan 12 minggu dengan perlakuan PEG

Table 4. Percentage germinated seeds after storage 3, 6, 9, and 12 weeks with treated PEG

PEG	Lama penyimpanan, minggu (Storage period, weeks)			
	3	6	9	12
0%	8.00 a	3.33 b	2.00 bc	1.33 cd
20%	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d
40%	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d
60%	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d

Keterangan (*Note*): Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5% (*Figures in the same column followed by same letter (s) are not significantly different according DMRT at 5% levels*)

Tabel 5. Persentase daya kecambah benih setelah disimpan 3, 6, 9, dan 12 minggu dengan perlakuan PEG

Table 5. Percentage of seeds germinating ability cacao after storage 3, 6, 9, and 12 weeks with treated PEG

PEG	Daya kecambah (Germinating seed ability), %			
	Lama penyimpanan, minggu (Storage period, weeks)	3	6	9
0%	13.33 cd	6.67 de	0.00 e	0.00 e
20%	50.00 a	26.67 b	0.00 e	0.00 e
40%	16.67 c	13.33 cd	0.00 e	0.00 e
60%	26.67 b	6.67 de	0.00 e	0.00 e

Keterangan (Note): Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT 5% (*Figures in the same column followed by same letter (s) are not significantly different according DMRT at 5% levels*)

Tabel 5 menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi PEG dengan lama penyimpanan menghasilkan daya kecambah tertinggi pada kombinasi PEG konsentrasi 20% dengan lama penyimpanan 3 minggu. Persentase daya kecambah terendah yaitu pada benih yang diberi perlakuan PEG dengan konsentrasi 20%, 40%, dan 60% maupun benih tanpa pemberian PEG 0% yang disimpan selama 9 minggu dan 12 minggu yaitu 0% atau tidak tumbuh. Berdasarkan data pada Tabel 5 terlihat bahwa semakin lama benih disimpan maka persentase daya kecambah semakin menurun. Hal ini dapat dilihat menurunnya daya kecambah benih pada semua konsentrasi PEG dengan lama penyimpanan 3 minggu dan 6 minggu sedangkan pada lama penyimpanan 9 minggu

dan 12 minggu, semua perlakuan PEG tidak menunjukkan perkecambahan.

Penelitian Maemunah (2010) mengenai viabilitas bawang merah selama penyimpanan menunjukkan hasil yang sama bahwa semakin lama benih disimpan maka persentase daya kecambahnya semakin menurun. Setelah benih disimpan selama 9 minggu dan 12 minggu terjadi penurunan secara drastis pada semua kombinasi perlakuan. Hal ini diduga karena kondisi lingkungan simpan yang belum tepat untuk benih kakao. Penurunan kadar air yang cukup besar mengakibatkan pengeringan di bagian embrio sehingga terjadi penekanan aktivitas embrio dan ribosom, terganggunya aktivitas ini akan mengakibatkan turunnya daya kecambah benih (Bewley & Black, 1985).

Kecepatan Tumbuh Kecambah

Kecepatan tumbuh kecambah diukur dengan jumlah perkecambahan setiap harinya atau *etmal* pada periode perkecambahan dalam kondisi optimum (Sadjad, 1993). Hasil sidik ragam pada kecepatan tumbuh kecambah selama dalam penyimpanan menunjukkan interaksi sangat nyata pada interaksi antara perlakuan konsentrasi PEG dan lama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase kecepatan tumbuh kecambah setelah disimpan 3, 6, 9, dan 12 minggu dengan perlakuan PEG

Table 6. Percentage of germination rate cacao after storage 3, 6, 9, and 12 weeks with treated PEG

PEG	Kecepatan tumbuh kecambah (Germination rate), %			
	Lama penyimpanan, minggu (Storage period, weeks)	3	6	9
0%	0.81 de	0.36 ef	0.00 f	0.00 f
20%	3.26 a	1.44 bc	0.00 f	0.00 f
40%	1.11 cd	0.72 de	0.00 f	0.00 f
60%	1.72 b	0.36 ef	0.00 f	0.00 f

Keterangan (Note): Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT 5% (*Figures in the same column followed by same letter (s) are not significantly different according DMRT at 5% levels*)

Hasil uji statistik pada Tabel 6 menunjukkan bahwa kombinasi dengan perlakuan PEG 20% pada penyimpanan selama 3 minggu memperlihatkan kecepatan tumbuh benih paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Sementara persentase kecepatan tumbuh terendah yaitu pada benih yang diberi perlakuan PEG dengan konsentrasi 20%, 40%, dan 60% maupun benih tanpa pemberian PEG (0%) yang disimpan selama 9 minggu dan 12 minggu. Semakin lama benih disimpan maka persentase kecepatan tumbuh semakin menurun.

Penggunaan PEG diduga dapat memberikan keuntungan bagi benih untuk mempertahankan kecepatan tumbuhnya. Perlakuan benih dengan PEG pada konsentrasi yang tepat dapat mempertahankan kecepatan tumbuh benih kakao agar tetap tinggi. Perlakuan PEG pada benih kakao selama penyimpanan menunjukkan bahwa kecepatan tumbuh dapat dipertahankan lebih tinggi pada konsentrasi 20% dibandingkan 40%, 60% maupun tanpa perlakuan PEG.

Rahayu (2002) membuktikan bahwa benih yang cepat muncul cenderung memiliki daya kecambahan yang tinggi. Daya kecambahan yang tinggi tersebut karena benih selama dalam penyimpanan dapat mempertahankan cadangan makanan dan dapat menekan perombakan akibat proses respirasi sehingga pada saat dikecambahkan memiliki energi yang besar untuk cepat muncul (Syaiful *et al.*, 2007). Tinggi dan rendahnya kecepatan tumbuh kecambahan (% per hari) berhubungan dengan tinggi rendahnya daya kecambahan (%). Semakin rendah daya kecambahan maka semakin rendah pula kecepatan tumbuh kecambahan, hal ini disebabkan karena kadar air yang rendah.

Penyimpanan benih kakao dengan menggunakan PEG tidak mampu mempertahankan kecepatan tumbuh kecambahan

agar tetap tinggi hingga periode simpan 12 minggu. Benih tanpa perlakuan PEG maupun telah diberi perlakuan PEG pada periode simpan minggu kesembilan tidak ada benih yang tumbuh, meskipun konsentrasi 20% masih menunjukkan hasil tertinggi. Hal ini diduga bahwa PEG dengan konsentrasi yang diuji sudah tidak berfungsi lagi jika benih disimpan pada minggu kesembilan.

Daya Hantar Listrik

Daya hantar listrik merupakan pengujian benih secara fisik yang mencerminkan tingkat kebocoran membran sel. Hasil sidik ragam pada parameter daya hantar listrik, menunjukkan pengaruh perlakuan lama penyimpanan sedangkan perlakuan PEG tidak berpengaruh.

Tabel 7. Daya hantar listrik air rendaman benih kakao setelah penyimpanan 3, 6, 9, dan 12 minggu

Table 7. Electrical conductivity of dip water of cocoa seeds after storage for 3, 6, 9, and 12 weeks

Lama penyimpanan, minggu Storage peiod, weeks	DHL (mS/m)
3 (L_1)	4.45 c
6 (L_2)	5.65 b
9 (L_3)	7.09 a
12 (L_4)	7.36 a

Keterangan (Note): Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT 5% (Figures in the same column followed by same letter(s) are not significantly different according DMRT at 5% levels)

Hasil uji statistik pada Tabel 7 menunjukkan bahwa pada lama penyimpanan 3 minggu (L_1), rerata DHL yang dihasilkan adalah 4,45 mS/m, ketika benih disimpan selama 6 minggu, rerata DHL yang dihasilkan meningkat menjadi 5,65 mS/m dan jika benih disimpan selama 9 minggu maka rerata DHL yang dihasilkan semakin meningkat menjadi 7,09 mS/m. Peningkatan semakin tinggi terjadi ketika benih disimpan selama 12 minggu dengan rerata DHL yang dihasilkan menjadi 7,36 mS/m.

Nilai daya hantar listrik untuk benih kakao yang diuji cenderung mengalami peningkatan sejalan dengan menurunnya kadar air benih. Daya hantar listrik rendaman benih kakao terus meningkat dengan bertambah lamanya waktu penyimpanan benih dan terjadi perbedaan daya hantar listrik larutan. Rahardjo (2012) juga menemukan bahwa DHL biji kakao yang diperlakukan dengan abu sekam padi meningkat dengan semakin lamanya waktu penyimpanan. Kamil (1979) menunjukkan bahwa air memberikan fasilitas untuk masuknya oksigen ke dalam benih. Pada suhu dan kelembaban udara relatif yang lebih rendah kecepatan menyerap air menurun.

Saenong *et al.* (1999) mengatakan bahwa salah satu tolak ukur vigor benih adalah indikasi biokimia bocoran membran sel pada air rendaman benih dalam bentuk indikator daya hantar listrik. Arief (2009) menunjukkan bahwa vigor benih jagung dengan tingkat kebocoran kalium menunjukkan bahwa bocoran kalium berkorelasi negatif dengan bobot kering kecambah, keserempakan, dan kecepatan tumbuh benih jagung. Hal ini dikuatkan oleh hasil penelitian pada benih rekalsitran karet (*Hevea brasiliensis*) yang menunjukkan penurunan kadar air benih nyata menurunkan daya berkecambah, kecepatan tumbuh, laju pertumbuhan kecambah, dan meningkatkan kebocoran membran sel yang diindikasikan dengan meningkatnya nilai daya hantar listrik (Suzanna, 1999).

KESIMPULAN

1. Konsentrasi PEG 6000 20%, 40%, dan 60% dapat mencegah benih berkecambah dalam penyimpanan hingga 6 minggu.
2. Konsentrasi PEG 6000 terbaik adalah 20% dan lama penyimpanan 3 minggu

karena menghasilkan kadar air, daya kecambah, dan kecepatan tumbuh kecambah yang paling tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, R. (2009). Bocoran kalium sebagai indikator vigor benih jagung. *Prosiding Seminar Nasional Serealia 2009*, 313–319.
- BPMBTPH (2004). *Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura: Laboratorium dan Metode Standar*. BPMBTPH: Cimanggis, Depok.
- BPMBTPH (2010). *Metode Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura*. BPMBTPH: Cimanggis, Depok.
- Bewley, J.D. & M. Black (1985). *Seeds Physiology of Development and Germination*. Vol. 1. Plenum Press. London.
- Budiarti, T. & Yulmiarti (1997). Pengaruh dosis fungisida dan periode penyimpanan terhadap viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao L.*). *Bulletin Argon*, 25, 7–14.
- Byrd, H.W. (1983). *Pedoman Teknologi Benih*. Terjemahan. PT Pembimbing Massa. Jakarta.
- Chin, H.F. & E.H. Robert (1980). *Recalcitrant Crop Seeds*. Tropical Press. SDH. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Copeland, L.O. & M.B. McDonald (1985). *Principles of Seed Science and Technology*. Second Edition. McMillan Pub. Co. New York.
- Hanapi (1999). *Upaya Mempertahankan Kualitas Benih Kakao dalam Penyimpanan: Suatu Kajian Fisiologis dan Kimia*. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hartawan, R. (2007). Viabilitas dan vigor benih kakao yang disimpan dalam serbuk gergaji kering setelah perlakuan Osmotikum *Polyethylene Glycol* (PEG)-6000 dan fungisida. *Jurnal Batanghari*, 7, 21–29.
- ISTA (2005). *International Rules for Seed Testing*. The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, DH-Switzerland.

- Justice, O.L. & L.N. Bass (2002). *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. (Terjemahan) cetakan ke-3. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Katriani (2010). *Penanganan dan Penyimpanan Benih Rekalsiran*. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Maemunah (2010). Viabilitas dan vigor benih bawang merah pada beberapa varietas setelah penyimpanan. *Jurnal Agroland*, 17, 18–22.
- Mu'adzah (2008). *Pengaruh Ukuran Biji, 5-Aminolevulinic Acid dan Pupuk NPK Terhadap Perkecambahan Benih Serta Pertumbuhan Kakao*. Tesis. Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Purba, G.E.; T. Budiarti & T. Kartika (1996). Studi efektivitas beberapa fungisida untuk mempertahankan viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao L.*) selama periode konservasi. *Keluarga Benih*, 6, 26–34.
- Purwanti, S.; A.L. Kuswardani; O. Purwaningsih; W. Rusmiyatun & Tohari (1999). *Usaha Mempertahankan Kualitas Benih Rambutan Selama Penyimpanan*. INTAN Institut Pertanian. Yogyakarta.
- Rahardjo, P. (1986). Penggunaan *polyethylene glycol* (PEG) sebagai medium penyimpanan benih kakao (*Theobroma cacao L.*). *Pelita Perkebunan*, 2, 103–108.
- Rahardjo, P. (2011). *Menghasilkan Benih dan Bibit Kakao Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahardjo, P. (2012). Pengaruh pemberian abu sekam padi sebagai bahan desikan pada penyimpanan benih terhadap daya tumbuh dan pertumbuhan bibit kakao. *Pelita Perkebunan*, 28, 93–102.
- Rahardjo, P. & D.F.S. Hartatri (2010). Penggunaan acrylic acid sodium acrylate polymer dalam upaya mempertahankan viabilitas benih kakao (*Theobroma kakao L.*). *Pelita Perkebunan*, 26, 83–93.
- Rahardjo, P. & Winarsih (1993). Pengaruh kalsium hipoklorit terhadap daya tumbuh benih kakao. *Pelita Perkebunan*, 9, 10–17.
- Rahayu, A.Y. (2002). *Efek Penggunaan Kapur Tohor dan Jenis Kemasan pada Penyimpanan Benih terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai* (*Glycine max (L.) Merril*). Skripsi. Universitas Jendral Sudirman.
- Rohaeti, E. & N.M. Surdia (2003). Pengaruh variasi berat molekul polietilen glikol terhadap sifat mekanik poliuretan. *Jurnal Matematika dan Sains*, 8, 63–66.
- Rohandi, A. & N. Widyan (2010). *Dampak Penurunan Kadar Air terhadap Respons Fisiologis dan Biokimia Propagul Rhizophora apiculata BI*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7, 167–179.
- Sadjad, S. (1975). *Dasar-Dasar Teknologi Benih*. Capita Selecta. Departemen Agronomi, IPB. Bogor.
- Sadjad, S. (1993). *Dari Benih Kepada Benih*. Grasindo. Jakarta.
- Saenong, S.; N. Syahfrudin; Widiyati & R. Arief (1999). Penetapan Cara Pendugaan Daya Simpan Benih Jagung. *Teknologi Unggulan Pemacu Pembangunan Pertanian*. 2 Januari 1999, 29–39.
- Sutopo, L. (2010). *Teknologi Benih Revisi 7*. Rajawali Press. Jakarta.
- Suzanna, E. (1999). *Pengaruh Penurunan Kadar Air dan Penyimpanan Terhadap Perubahan Fisiologi dan Biokimiawi Benih Karet* (*Hevea brasiliensis*). Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Syaiful, S.A.; M.A. Ishak & Jusriana (2007). Viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao L.*) pada berbagai tingkat kadar air dan media simpan benih. *Jurnal Agrivigor*, 6, 243–251.
- Winarsih, S. & Priyono (2001). Penyimpanan embrio somatik kopi Robusta menggunakan *Polyethylene Glikol-6000*. *Pelita Perkebunan*, 17, 105–114.

*****.