

PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN PERLAKUAN BENIH TERHADAP PENINGKATAN VIGOR BENIH KAKAO HIBRIDA

Baharudin¹⁾, Satriyas Ilyas²⁾, Mohamad Rahmad Suhartanto²⁾ dan Agus Purwantara³⁾,

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara
Jl. Prof. Muh. Yamin No. 89 Kendari 93114
e-mail : bptp-sultra@litbang.deptan.go.id

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB
Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
e-mail : agronipb@indo.net.id -

³Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor
Jl. Taman Kencana No.1, Bogor 16151
e-mail : briec@indo.net.id

Diterima : 30 Juni 2009 ; Disetujui untuk publikasi : 10 Maret 2010

ABSTRACT

Effect of Length Storage and Seed Treatment to Improve Seed Vigour of Kakao Hybrid. Cacao seeds are categorized as recalcitrant which have some problems such as: high water content, short storability, sensitive to desiccation, sensitive to low temperature and pathogen contamination. The aims of the research was to observe the interaction effect between the period of storage and seed treatment on viability and vigor of hybrid cacao seeds and seedling of TSH 858. This research was conducted at Seed Main Garden of Indonesian Centre of Coffee and Cacao Research Institute (Puslitkoka) in Jember, Laboratory of Bogor Agricultural University, and Microbiological laboratory and glass house of Biotechnology Research Institute for Estate Crops of Indonesia in Bogor during May to December 2008. Seeds used were derived from results of open cross pollination between cacao TSH 858 vs Sca 6 from Puslitkoka. Factorial completely randomized design was used, the first factor was the period of seed storage and the second factor was the seed treatment. Result showed that interaction between the period of seed storage and seed treatment were statistically significant on germination ability, speed growth relatively, T50, and number of leaf. The germination ability of seed decreased after 4 weeks storage, but the use of *Trichoderma harzianum* DT/38 and *T. pseudokoningii* DT/39 able to increase the germination ability from 18% to 63%. Seed vigor was showed by speed growth relatively, growth velocity (T50-1), and number of leaf were also improved in matricconditioned seeds compared with the untreated ones. Matricconditioning plus *T. harzianum* DT/38 and *T. pseudokoningii* DT/39 treatment also increased index of vigor 32%, speed of germination 0,15 mg, height of seedlings 3,5 cm, length of roots 0,6 cm and number of roots 8,7 compared with those were untreated.

Key words : *Biological control, hybrid seed, seed storages, seed vigor, Theobroma cacao*

ABSTRAK

Benih kakao tergolong rekalsitran yang memiliki beberapa kendala antara lain berkadar air tinggi, periode hidup yang relatif singkat, tidak tahan desikasi dan suhu rendah, dan mudah terkontaminasi patogen. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara lama penyimpanan dengan perlakuan benih terhadap viabilitas dan vigor benih, serta bibit kakao hibrida TSH 858. Penelitian dilaksanakan di Kebun Induk Benih Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember, Laboratorium Benih IPB, Laboratorium dan rumah kaca mikrobiologi Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia Bogor, pada bulan Mei sampai Desember 2008. Benih hibrida berasal dari hasil persilangan terbuka antara kakao TSH 858 x Sca 6 dari Puslitkoka. Penelitian menggunakan

rancangan lingkungan acak lengkap faktorial, faktor pertama adalah lama penyimpanan secara alami dan faktor kedua perlakuan benih. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara lama penyimpanan benih dengan perlakuan benih nyata mempengaruhi daya berkecambah, kecepatan tumbuh relatif, T_{50} dan jumlah daun. Benih kakao setelah penyimpanan empat minggu menunjukkan daya berkecambah yang menurun, tetapi dengan perlakuan *matriconditioning* plus *Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan daya kecambah dari 18% menjadi 63%. Vigor benih yang ditunjukkan oleh kecepatan tumbuh relatif, kecepatan tumbuh (T_{50}^{-1}), dan jumlah daun juga ikut meningkat dengan perlakuan *matriconditioning*. Perlakuan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan indeks vigor 32%, laju pertumbuhan kecambah 0,15 mg, tinggi bibit 3,5 cm, panjang akar 0,6 cm dan jumlah akar 8,7 dibanding tanpa perlakuan.

Kata kunci : *Pengendalian hayati, benih hibrida, penyimpanan benih, Theobroma cacao, vigor benih*

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu produk unggulan nasional yang bisa diperbanyak secara generatif, sehingga penanganan untuk menghasilkan benih bermutu baik sangat penting untuk diperhatikan. Benih kakao adalah benih rekalsitran yang memiliki sifat tidak tahan terhadap desikasi, suhu dan kelembaban rendah. Benih kakao memiliki periode konservasi yang relatif singkat, karena mudah berkecambah dan terkontaminasi patogen. Menurut Berjak dan Pammenter (1994); Bewley dan Black (1985); Kozlowski (1972), sifat benih rekalsitran cepat berkecambah setelah buah matang, menghendaki kelembaban dan suhu tertentu, sensitif kadar air tinggi dan rendah, dan tidak tahan disimpan lama. Benih rekalsitran menghendaki kadar air tinggi dan lingkungan yang lembab selama penyimpanan (Roberts dan King, 1980). Menurut Prawoto (2008), tempat penyimpanan benih kakao idealnya menghendaki suhu ruang 18-30 °C, dan kelembaban relatif 100% dengan kadar benih air 50%. Penurunan viabilitas dan vigor benih kakao disebabkan daya simpan benih yang rendah, kebocoran membran, kerusakan seluler dan perubahan biokemis pada cadangan makanan (Budiarti, 1999).

Rendahnya viabilitas dan vigor benih kakao dipengaruhi oleh aktivitas enzim sebagai akibat kemunduran dan laju perkecambahan benih yang rendah. Selanjutnya laju respirasi menurun seiring dengan kemunduran benih yang berhubungan dengan rusaknya struktur membran dalam mitokondria, maka total respirasi berkurang. Menurut Ilyas (2001), hilangnya aktivitas enzim berhubungan dengan respirasi

menurun sebagai ekspresi aktivitas berbagai enzim yang bereaksi bersama dalam merombak cadangan makanan, sehingga cadangan makanan dalam benih berkurang dan daya berkecambah menurun. Benih kakao apabila telah mengalami kemunduran selama dalam penyimpanan, maka menghasilkan vigor benih yang rendah dan berlanjut pada produksi yang rendah. Oleh karena itu berbagai bentuk perbaikan selama dalam penyimpanan dan penanganan benih kakao perlu dipraktikkan secara khusus dan benar.

Upaya peningkatan mutu benih kakao hibrida yang mudah mengalami kemunduran selama dalam penyimpanan dapat dilakukan dengan invigorasi benih. Menurut Ilyas (2005), benih yang mengalami kemunduran atau deteriorasi dapat ditingkatkan performansinya dengan pemberian perlakuan invigorasi. Invigorasi bertujuan untuk mengatasi mutu benih yang telah menurun dengan menyeimbangkan potensial air, memperbaiki membran sel, merangsang kegiatan metabolisme benih, sehingga benih siap untuk berkecambah. Salah satu teknik invigorasi adalah *matriconditioning*. Menurut Khan dalam Ilyas (2005), *matriconditioning* adalah perlakuan hidrasi benih terkontrol sebelum tanam dengan media padat lembab yang didominasi oleh kekuatan matriks untuk memperbaiki pertumbuhan bibit atau memperbaiki keadaan fisiologi dan biokimia benih. Dasar pemikiran dari perlakuan benih sebelum tanam adalah memobilisasi dan memperbesar sumber daya yang dimiliki benih dengan memberikan sumber daya dari luar sebagai perbaikan secara maksimal bagi pertumbuhan kecambah (Ilyas, 2005). Selanjutnya mekanisme kerja *matriconditioning* mengatur pemasukan air secara perlahan-lahan ke dalam benih dan memungkinkan fase aktivasi lebih lama, sehingga pemunculan radikel (akar) dapat dicegah dan tidak menimbulkan kerusakan pada membran.

Mutu benih yang rendah dapat ditingkatkan dengan perlakuan *matriconditioning* menggunakan serbuk gergaji, abu gosok, vermikulit halus atau bubuk arang sekam yang diintegrasikan dengan bioprotektan guna melindungi benih dari penyakit terbawa benih (*seedborne*), penyakit tertular tanah (*soilborne*) dan cendawan gudang (Ilyas, 2005). Teknik *matriconditioning* diharapkan dapat ditingkatkan manfaatnya dengan penambahan *Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 agar menekan patogen terbawa benih dan tertular tanah guna memacu pertumbuhan tanaman kakao. Menurut Chet dan Henis (1985), *Trichoderma* dapat menghasilkan antibiotik volatil dan non volatil. Penggunaan *Trichoderma* dapat menurunkan frekwensi infeksi *Phytophthora palmivora* antara 9 - 98% menjadi 6 - 63% (Darmono, 1994). Menurut Prayudi (1996), mikroparasitisme *Trichoderma* dimulai setelah hifa kontak fisik dengan hifa inang yang mampu menghasilkan enzim hidrolitik β - 1,3 glukanas dan kitinase yang aktif mendegradasi sel-sel cendawan dan mampu melakukan penetrasi ke dalam hifa cendawan patogen. *Trichoderma koningii* memproduksi enzim endochitinase dan chitinolytic yang berinteraksi dengan mycoparasitic di dalam jaringan epidermis dan sclerotium cepivorum yang aktif mendegradasi sel-sel cendawan patogen dan mampu melakukan penetrasi dan menyebar ke dalam hifa, terjadi kontak fisik hingga dapat mematikan cendawan patogen (Metcalf dan Wilson 2000). Pengujian *Trichoderma koningii* dan *T. harzianum* efektif menghambat perkembangan *Rhizoctonia solani* pada skala laboratorium dan konsentrasi 10^6 - 10^8 spora/ml mampu menekan perkembangan penyakit rebah batang (Sukanto *et al.*, 1999).

Dalam penelitian ini benih kakao yang telah mengalami penurunan mutu fisiologis selama dalam penyimpanan diharapkan dapat ditingkatkan dengan perlakuan *matriconditioning* plus agens hayati. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara lama penyimpanan dengan perlakuan benih terhadap viabilitas dan vigor benih dan bibit kakao hibrida.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Benih IPB, Laboratorium dan rumah kaca Mikrobiologi Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor pada bulan Mei sampai Desember 2008.

Bahan penelitian menggunakan benih hibrida hasil persilangan terbuka jenis tetua induk TSH 858 dengan Sca 6 dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember. Umur panen buah kakao hibrida jenis TSH 858 berdasarkan hasil pengujian karakteristik biokimia, morfologis, biofisik, sifat fisiologi dan agronomi adalah 150 hari setelah anthesis (Baharudin *et al.*, 2008^a). Bahan utama 2000 butir benih, arang abu sekam padi ukuran 250 μ m sebagai perlakuan benih (*matriconditioning*) dengan perbandingan benih : *carrier* (arang abu sekam padi) : air adalah 4 : 2 : 1, konsentrasi fungisida benomyl dan thiram yang digunakan 2,5 g/l air, sedangkan agens *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dengan kerapatan 10^6 ml/spora. Alat autoklaf pada suhu 120°C dan tekanan 1,2 Atm digunakan untuk mensterilkan pasir sebagai medium kecambah dan boks plastik ukuran 30 x 30 cm sebagai tempat pengecambah benih. Benih disimpan dengan kadar air 50% di dalam wadah plastik polypropenil beraerasi dalam kotak yang diberi serbuk gergaji dengan kadar air 20 - 25% pada seluruh sisi luar kantong plastik. Ruang penyimpanan dilengkapi dengan alat higrometer dan termometer suhu yang dialiri air pada bagian bawah pada kondisi suhu kamar berkisar antara 24 - 30 °C dan RH 86 - 100%.

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali. Faktor pertama adalah lama penyimpanan terdiri atas 3 taraf: 1). benih baru dipanen, 2). dua minggu penyimpanan alami, dan 3). empat minggu penyimpanan alami. Faktor kedua adalah perlakuan benih terdiri atas 6 taraf: 1). kontrol, 2). *matriconditioning*, 3). benomyl dan thiram, 4). agens *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39, 5). *matriconditioning* + benomyl dan thiram, dan 6). *matriconditioning* + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39. Dengan demikian terdapat 18 kombinasi

perlakuan dan masing-masing diulang empat kali, sehingga terdapat 72 unit satuan percobaan.

Untuk perlakuan kontrol, benih yang baru dipanen, atau telah disimpan dua minggu, atau empat minggu langsung ditanam pada media pasir tanpa perlakuan apapun. Semua perlakuan diaplikasikan pada benih yang baru dipanen, setelah disimpan selama dua minggu, dan empat minggu. Aplikasi benomyl dan thiram atau perlakuan *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dengan kerapatan 10^6 ml/spora dilakukan dengan cara benih direndam selama 5-10 menit kemudian ditanam pada media pasir. Benih yang telah diberi perlakuan matriconditioning terlebih dahulu diaduk secara merata hingga tercampur sempurna dan melekat sampai menyelimuti permukaan benih kemudian diinkubasi pada suhu ruang $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan RH 86% selama 5 jam. Selama inkubasi benih diaduk setiap jam. Inkubasi dihentikan saat terlihat radikula mulai muncul dan hanya benih yang belum memunculkan radikula yang di tanam. Benih yang telah mengalami conditioning langsung ditanam pada media pasir sebanyak 25 butir setiap satuan unit percobaan. Pengamatan dilakukan terhadap beberapa tolok ukur viabilitas dan vigor benih.

Pengamatan dilakukan terhadap (1) daya berkecambah dihitung berdasarkan persentase kecambah normal hitungan pertama 14 hari setelah tanam (HST) dan kedua 21 HST, (2) indeks vigor persentase kecambah normal hitungan pertama, (3) kecepatan tumbuh relatif, (4) T_{50} waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% total perkecambahan, (5) laju pertumbuhan kecambah, (6) jumlah daun, (7) tinggi bibit, (8) panjang akar dan (9) jumlah akar.

Data dianalisis menggunakan anova sesuai rancangan yang digunakan dalam program SAS, apabila hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh faktor perlakuan nyata pada taraf 0,05, maka dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi analisis ragam menunjukkan bahwa lama penyimpanan dan perlakuan

benih (matriconditioning plus agens hayati) berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh relatif, T_{50} , laju pertumbuhan kecambah, jumlah daun, tinggi bibit, panjang akar dan jumlah akar. Interaksi lama penyimpanan dengan perlakuan benih berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap daya berkecambah, kecepatan tumbuh relatif, T_{50} dan jumlah daun kakao hibrida TSH 858 (Tabel 1). Benih disimpan selama empat minggu diikuti perlakuan matriconditioning plus agens hayati berpengaruh nyata terhadap penurunan viabilitas benih tanpa perlakuan (kontrol) memiliki daya berkecambah paling rendah 18% (Tabel 2). Perlakuan matriconditioning plus *Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 terhadap benih yang telah disimpan empat minggu mampu meningkatkan daya berkecambah hingga 63% dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan daya berkecambah 24-38%.

Penurunan mutu fisiologis benih kakao setelah penyimpanan benih selama empat minggu terlihat pada daya berkecambah dan kecepatan tumbuh relatif benih yang rendah, serta T_{50} yang meningkat. Penurunan viabilitas maupun vigor benih setelah penyimpanan empat minggu dapat dilihat dengan adanya perubahan warna benih dari warna ungu kecoklatan menjadi coklat pucat sebagai ekspresi pengusangan dan terkontaminasi patogen. Menurut Ilyas (2001), perubahan warna testa sebagai akibat reaksi oksidatif yang distimulir oleh meningkatnya kelembaban dan suhu ruang simpan dan benih yang mempertahankan warna aslinya selama penyimpanan dapat dikatakan memiliki vigor yang lebih tinggi. Selama dalam penyimpanan benih kakao memperlihatkan kotiledon dan sumbu embrio yang mencoklat kehitaman saat terekspos suhu dan RH yang tinggi diduga terjadi penurunan kadar air, dan terkontaminasi patogen. Meningkatnya kandungan asam lemak bebas merupakan gejala utama pada kadar air benih lebih dari 12% terutama karena serangan fungi dapat mengeluarkan enzim lipase untuk merombak lipid menjadi asam lemak bebas (Ilyas, 2001).

Tabel 1. Rekapitulasi Sidik Ragam Pengaruh Lama Penyimpanan dengan Perlakuan Benih terhadap Viabilitas dan Vigor Benih maupun Bibit Kakao Hibrida TSH 858

Variabel (Parameter)	Lama penyimpanan	Perlakuan Benih	Interaksi Lama penyimpanan dengan perlakuan benih
Daya berkecambah (%)	**	**	**
Indeks vigor (%)	**	**	tn
Kecepatan tumbuh relatif (%/etmal)	**	**	*
T ₅₀ (hari)	**	*	*
Laju pertumbuhan kecambah (g)	**	**	tn
Jumlah daun	tn	*	*
Tinggi bibit (cm)	**	**	tn
Panjang akar (cm)	*	*	tn
Jumlah akar	**	*	tn

Keterangan : ** = nyata pada taraf 1 %
 * = nyata pada taraf 5 %
 tn = tidak nyata

Tabel 2. Pengaruh Interaksi antara Lama Penyimpanan dengan Perlakuan Benih terhadap Daya Berkecambah, Kecepatan Tumbuh Relatif, T₅₀, dan Jumlah Daun Bibit Kakao Hibrida TSH 858

Perlakuan Benih	Lama Penyimpanan Benih		
	Benih baru dipanen	3 minggu	4 minggu
..... Daya berkecambah (%)			
Kontrol (tanpa <i>matriconditioning</i>)	96 a	96 a	18 g
<i>Matriconditioning</i>	98 a	99 a	33 ef
Fungisida benomyl dan thiram	80 b	98 a	24 fg
<i>T. harzianum</i> (DT/38) dan <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	99 a	99 a	32 ef
<i>Matriconditioning</i> + fungisida benomyl dan thiram	94 a	95 a	38 de
<i>Matriconditioning</i> + <i>T. harzianum</i> (DT/38) dan <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	99 a	100 a	63 c
..... Kecepatan tumbuh relatif (%)			
Kontrol (tanpa <i>matriconditioning</i>)	96 d	107 cd	18 i
<i>Matriconditioning</i>	114 bc	122 b	32 hg
Fungisida benomyl dan thiram	81 e	114 bc	25 hi
<i>T. harzianum</i> (DT/38) dan <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	106 cd	121 b	33 hg
<i>Matriconditioning</i> + fungisida benomyl dan thiram	107 cd	111 c	38 hg
<i>Matriconditioning</i> + <i>T. harzianum</i> (DT/38) dan <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	120 abc	130 a	65 f

Perlakuan Benih	Lama Penyimpanan Benih		
	Benih baru dipanen	3 minggu	4 minggu
 T ₅₀ (hari)		
Kontrol (tanpa <i>matriconditioning</i>)	13,8 def	12,0 cd	16,3 fg
<i>Matriconditioning</i>	12,2 cde	10,8 bc	19,0 h
Fungisida benomyl dan thiram	14,1 ef	11,6 bcd	15,5 f
<i>T. harzianum</i> (DT/38) dan <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	13,3 de	11,1 bc	18,8 h
<i>Matriconditioning</i> + fungisida benomyl dan thiram	13,1 de	11,4 bc	18,3 gh
<i>Matriconditioning</i> + <i>T. harzianum</i> (DT/38) dan <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	11,5 bcd	10,4 abc	15,0 f
 Jumlah daun		
Kontrol (tanpa <i>matriconditioning</i>)	2,9 e	3,3 bc	3,1 cde
<i>Matriconditioning</i>	3,7 ab	3,6 abc	3,3 cd
Fungisida benomyl dan thiram	3,3 cd	3,5 b	3,5 b
<i>T. harzianum</i> (DT/38) + <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	3,9 a	3,6 ab	3,6 abc
<i>Matriconditioning</i> + fungisida benomyl dan thiram	3,8 ab	3,4 bc	3,4 bc
<i>Matriconditioning</i> + <i>T. harzianum</i> (DT/38) dan <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	3,8 ab	3,6 abc	3,7 ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada masing-masing tolok ukur menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji DMRT 5 %.

Perlakuan benih menunjukkan pengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh relatif, baik pada benih yang baru dipanen, penyimpanan selama dua minggu, maupun yang telah disimpan empat minggu. Setelah benih disimpan selama empat minggu benih tanpa perlakuan (kontrol) kecepatan tumbuh relatifnya paling rendah 18%, sedangkan perlakuan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan kecepatan tumbuh relatif hingga 65%. Perlakuan benih belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap T₅₀, baik benih yang baru dipanen, maupun benih yang telah disimpan selama dua minggu. Setelah disimpan empat minggu, benih yang diberi perlakuan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu menurunkan T₅₀ sampai 15 hari, sedangkan benih tanpa perlakuan 16,3 hari. Perlakuan benih belum berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, baik benih yang baru dipanen, setelah disimpan selama dua minggu dan empat minggu. Perlakuan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39, baik pada benih yang

baru dipanen, setelah disimpan dua minggu dan empat minggu mampu meningkatkan jumlah daun 3,6 – 3,8, sedangkan tanpa perlakuan 2,9 – 3,3. Peningkatan jumlah daun diduga bahwa benih memiliki vigor yang tinggi akibat perlakuan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 yang mampu memacu pertumbuhan jumlah daun. Setelah disimpan selama empat minggu benih telah kehilangan viabilitas dan vigornya. Benih yang kehilangan viabilitas maupun vigor setelah disimpan empat minggu masih dapat ditingkatkan dengan aplikasi perlakuan *matriconditioning* plus agens hayati.

Penurunan mutu fisiologis benih kakao setelah penyimpanan benih selama empat minggu terlihat pada daya berkecambah dan kecepatan tumbuh relatif benih yang rendah, serta meningkatnya T₅₀. Peningkatan T₅₀, penurunan viabilitas maupun vigor benih setelah penyimpanan empat minggu dapat dilihat dengan adanya perubahan warna benih dari warna ungu kecoklatan menjadi coklat pucat sebagai ekspresi pengusangan dan terkontaminasi patogen. Menurut Ilyas (2001), perubahan warna testa

sebagai akibat reaksi oksidatif yang distimulir oleh meningkatnya kelembaban dan suhu ruang simpan, dan benih yang mempertahankan warna aslinya selama penyimpanan dapat dikatakan memiliki vigor yang lebih tinggi. Kondisi suhu ruang penyimpanan benih kakao berkisar antara 24 – 30 °C dan RH 86-100%. Kadar air benih sebelum penyimpanan 50%, setelah penyimpanan dua minggu terjadi penurunan 47,5% dan empat minggu turun menjadi 40,7% data tidak ditampilkan. Penurunan kadar air benih kakao setelah penyimpanan dua minggu belum diiringi dengan penurunan viabilitas maupun vigor benih, tetapi setelah penyimpanan benih empat minggu viabilitas maupun vigor benih telah mengalami penurunan. Oleh karena itu benih kakao apabila tidak disimpan dengan baik dengan perlakuan khusus dapat cepat berkecambah selama 3 – 4 hari serta dalam keadaan normal kehilangan daya tumbuhnya setelah 10 – 15 hari penyimpanan (Prawoto, 2008). Benih kakao yang telah disimpan dua minggu terkontaminasi patogen sebesar 46%, dan setelah empat minggu mencapai 100%, tetapi belum sampai merusak pada bagian penting benih seperti radikula, dan kotiledon. Kontaminasi patogen ini dapat menyebabkan penurunan viabilitas dan vigor benih. Menurut Rahardjo (1985) dan Munandar *et al.*, (2004), kontaminasi cendawan patogen selain menurunkan viabilitas, juga pertumbuhan bibit menjadi abnormal. Cendawan patogen dapat mengakibatkan rusaknya bagian biji kakao (Sukanto dan Pujiastuti, 2004). Menurut Baharudin *et al.*, (2008^b) terdapat 13 spesies cendawan patogen terbawa benih kakao yang dapat mempengaruhi penurunan mutu fisiologis benih kakao hibrida.

Ada dua mekanisme utama penurunan mutu benih yaitu mikroorganisme selama penyimpanan, dan cendawan yang merusak benih melalui produksi enzim eksoseluler dan toksin (Ilyas, 2001). Selanjutnya peningkatan asam lemak bebas yang cepat terjadi pada benih yang mundur disebabkan oleh hidrolisa trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak oleh lipase. Menurut Justice dan Bass (1990), akibat periode konservasi yang menyebabkan penurunan daya berkecambah yang sangat tajam pada benih gandum ternyata disertai dengan kenaikan asam lemak bebas. Selain itu dilaporkan benih kacang tanah yang disimpan selama 6 bulan

terjadi peningkatan asam lemak bebas yang menyebabkan penurunan viabilitas (Widajati dan Budiarti, 1993).

Untuk benih kedelai dengan kandungan asam lemak bebas yang tinggi dan canola lebih dari 30% menunjukkan daya berkecambah dan hasil panen yang rendah (Thompson dan Li, 1997; Wang *et al.*, 1997). Akumulasi asam lemak bebas dalam membran lipid juga kurang mampu beradaptasi terhadap perubahan suhu dan kadar air yang menyebabkan penurunan daya berkecambah benih canola (Thompson, dan Li, 1997). Penurunan mutu fisiologis benih kakao hibrida disebabkan oleh perubahan warna, dan terinfeksi patogen setelah penyimpanan benih empat minggu. Oleh karena itu penurunan mutu fisiologis benih kakao setelah penyimpanan empat minggu masih dapat ditingkatkan dengan perlakuan *matriconditioning plus T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39. Kombinasi perlakuan *matriconditioning plus* agens hayati mampu memperbaiki mutu benih yang telah mengalami penurunan dengan mengendalikan patogen terbawa benih, mengaktifkan proses metabolisme benih, sehingga dapat memacu dan mempercepat pertumbuhan benih. Penambahan agens hayati dalam *matriconditioning* dapat menurunkan intensitas penyakit, lebih efisien dan efektif, serta mampu meningkatkan pertumbuhan benih dan bibit kakao hibrida dibanding dengan fungisida sintesis (benomyl + thiram).

Peningkatan perkecambahan benih dapat dilakukan dengan perbaikan membran secara tidak langsung dan mendorong menurunnya kebocoran elektrolit (Chang and Sung, 1998), mengawali aktivitas dan penyusunan kembali enzim di sekitar membran, sehingga mempercepat kemunculan kecambah lebih awal (Rao *et al.*, 1987; Chiu *et al.*, 1995). Selain itu untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai diikuti dengan penurunan peroksida lipid yang dihasilkan dari aktivitas senyawa yang berupa enzim superoksida dismutase yang bereaksi dengan radikal bebas superoksida dan peroksidasi. Perbaikan membran juga melibatkan berbagai aktivitas enzim seperti ATP-ase, sintesis asam nukleat dan integritas membran, sintase ACC (1-amino-cyclo propane-1-carbocyclic acid) (Chiu *et al.*, 1995). Menurut Fu *et al.*, (1988), terdapat adenosin tri phosphat

yang digunakan untuk menyediakan energi bagi sintesis protein, asam nukleat dan berbagai reaksi yang mengatur biosintesis.

Dengan invigorasi dapat mencegah dimulainya fase ketiga dan memperpanjang waktu yang diperlukan dalam proses metabolik fase kedua (Khan *et al.*, 1992). Hal ini didukung dengan pemberian mikroba *antagonis Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dapat memacu pertumbuhan dan juga sebagai pengendali penyakit tanaman (BPBPI, 2008). Menurut Ahmed *et al.*, (1998); Metcalf dan Wilson (2000), *Trichoderma harzianum* dan *T. koningii* mampu memproduksi enzim endokitinase dan chitonolytic yang menghidrolisis dan mendegradasi dinding sel nukleus, metaxylem, endodermis dan sklerotium secara kontinyu serta menghambat dan mematikan patogen lawannya.

Lama penyimpanan dan perlakuan benih berpengaruh nyata terhadap indeks vigor, laju pertumbuhan kecambah, tinggi bibit, panjang akar dan jumlah akar bibit kakao hibrida TSH 858 (Tabel 3.)

Penyimpanan benih selama empat minggu secara nyata menurunkan indeks vigor, laju pertumbuhan kecambah, dan tinggi bibit dibanding benih yang baru dipanen dan setelah penyimpanan benih dua minggu (Tabel 3). Namun panjang akar bibit terlihat lebih panjang setelah penyimpanan benih empat minggu dibanding dengan benih yang baru dipanen dan setelah penyimpanan dua minggu. Jumlah akar bibit juga lebih tinggi setelah benih disimpan empat minggu dibanding dengan benih yang baru dipanen, tetapi tidak berbeda nyata dengan benih setelah disimpan dua minggu. Setelah penyimpanan benih dua minggu mampu meningkatkan indeks vigor 62,5%, laju pertumbuhan kecambah 0,04 mg dan tinggi bibit 2,1 cm lebih tinggi dibanding dengan penyimpanan benih setelah empat minggu. Penyimpanan benih setelah dua minggu juga mampu meningkatkan indeks vigor 25,1%, dan jumlah akar 8,8, lebih tinggi dibanding dengan benih yang baru dipanen. Benih setelah penyimpanan empat minggu juga masih mampu meningkatkan panjang akar 0,4 cm lebih dan

Tabel 3. Pengaruh Lama Penyimpanan dan Perlakuan Benih terhadap Indeks Vigor, Laju Pertumbuhan Kecambah, Tinggi Bibit, Panjang Akar dan Jumlah Akar Bibit Kakao Hibrida TSH 858

Perlakuan	Tolok Ukur				
	Indeks vigor (%)	Laju pertumbuhan kecambah (mg)	Tinggi bibit (cm)	Panjang akar (cm)	Jumlah akar
Lama Penyimpanan Benih :					
Kontrol (benih baru dipanen)	57,7 b	0,42 a	16,6 a	5,0 b	35,4 b
Penyimpanan 2 minggu	82,8 a	0,38 b	16,3 a	4,9 b	44,2 a
Penyimpanan 4 minggu	20,3 c	0,34 c	14,2 b	5,4 a	46,6 a
Perlakuan Benih :					
Kontrol (tanpa <i>matriconditioning</i>)	42,3 d	0,30 e	13,6 d	4,9 b	38,9 c
<i>Matriconditioning</i>	3,7 b	0,39 bc	16,3 ab	5,3 ab	42,7 bc
Fungisida benomyl + thiram	44,7 cd	0,35 d	14,8 c	4,8 b	39,6 bc
<i>T. harzianum</i> (DT/38) + <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	54,3 b	0,41 b	16,1 b	5,1 ab	43,5 b
<i>Matriconditioning</i> dan fungisida benomyl + thiram	52,3 bc	0,37 cd	15,9 b	4,8 b	40,3 bc
<i>Matriconditioning</i> dan <i>T. harzianum</i> (DT/38) + <i>T. pseudokoningii</i> (DT/39)	74,3 a	0,45 a	17,1 a	5,5 a	47,6 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut UJI DMRT 5 %.

jumlah akar 11,2 dibanding dengan benih yang baru dipanen. Benih yang baru dipanen memiliki laju pertumbuhan kecambah 0,42 mg lebih tinggi dibanding dengan benih setelah disimpan dua dan empat minggu dan tinggi bibit 16,6 cm, tetapi tidak berbeda dengan benih setelah disimpan dua minggu. Menurut Merhar *et al.*, (2003), benih yang baru dipanen secara internal tidak mengandung struktur patogen, walaupun memiliki sistem pertahanan yang rendah. Benih setelah penyimpanan dua minggu maupun empat minggu mampu meningkatkan vigor benih maupun bibit, karena benih terindikasi aktif dalam melakukan proses metabolisme.

Benih yang diberi perlakuan *matriconditioning plus Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan indeks vigor, laju pertumbuhan kecambah, tinggi bibit, panjang akar dan jumlah akar dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3). Tinggi bibit yang mendapat perlakuan *matriconditioning* tidak berbeda dengan pemberian perlakuan *matriconditioning plus T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39. Benih yang diberi perlakuan *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 tidak berbeda dengan perlakuan *matriconditioning plus T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 terhadap panjang akar. Kombinasi perlakuan *matriconditioning plus T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan indeks vigor 32%, laju pertumbuhan kecambah 0,15 mg, tinggi bibit 3,5 cm, panjang akar 0,6 cm dan jumlah akar 8,7 dibanding dengan tanpa perlakuan. Oleh karena itu perlakuan *matriconditioning plus* agens hayati selain berfungsi mengendalikan patogen terbawa benih sangat baik dalam memacu dan meningkatkan pertumbuhan benih dan bibit kakao hibrida TSH 858.

Setelah penyimpanan benih empat minggu indeks vigor, laju pertumbuhan kecambah dan tinggi bibit mengalami penurunan diikuti panjang akar dan jumlah akar pada benih baru dipanen. Pada kontrol (tanpa perlakuan benih) juga terjadi penurunan indeks vigor, laju pertumbuhan

kecambah, tinggi bibit, panjang akar dan jumlah akar. Penurunan vigor benih maupun bibit kakao hibrida TSH 858 setelah penyimpanan benih empat minggu disebabkan terjadi perubahan warna pada benih dan kontaminasi patogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendahnya viabilitas dan vigor benih dapat disebabkan oleh kerusakan pericarp, berkurangnya rasio embrio dan endosperma serta kandungan pati (Styer dan Cantliffe, 1983; Wann, 1980). Menurut Parera dan Cantliffe (1991); Wilson dan Mohan (1998), penurunan viabilitas dan vigor benih disebabkan karena kerusakan membran pada saat terjadi imbibisi dan infeksi benih oleh cendawan patogen. Benih setelah penyimpanan empat minggu mengalami penurunan mutu dan setelah mendapat perlakuan *matriconditioning plus* agens hayati mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih maupun bibit serta dapat berlanjut pada peningkatan produksi kakao hibrida TSH 858.

KESIMPULAN

1. Interaksi antara lama penyimpanan benih dengan perlakuan benih berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah, kecepatan tumbuh relatif, T_{50} dan jumlah daun.
2. Benih kakao hibrida TSH 858 yang telah disimpan empat minggu telah menurun viabilitas dan vigornya. Perlakuan *matriconditioning plus Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan daya berkecambah dari 18% menjadi 63%, kecepatan tumbuh relatif 65%, T_{50} menurun menjadi 15 hari, dan jumlah daun 3,7 dibanding tanpa perlakuan.
3. Benih yang mendapat perlakuan *matriconditioning plus T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan indeks vigor 32%, laju pertumbuhan kecambah 0,15 mg, tinggi bibit 3,5 cm, panjang akar 0,6 cm dan jumlah akar 8,7 dibanding tanpa perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. S., C. Pe´rez-Sa´nchez, C. Egea and M. E. Candela. 1998. Evaluation of *Trichoderma harzianum* for controlling root rot caused by *Phytophthora capsici* in pepper plants. Department of Plant Biology, Espinardo, Spain. BSPP. Plant Pathology. 48: 58-65.
- BPBPI. 2008. Mikroba pemacu pertumbuhan tanaman, pendegradasi bahan organik, pelarut hara terikat tanah dan pengendali penyakit tanaman. Buku Panduan. Hasil Penelitian Badan Litbang Pertanian. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.
- Baharudin, Suhartanto M. R., Ilyas S., dan A. Purwantara. 2008^a. Pengaruh beberapa tingkatan umur panen buah terhadap beberapa karakteristik mutu benih kakao hibrida. Belum diterbitkan 15 p.
- Baharudin, Purwantara, A., Ilyas S., dan M. R. Suhartanto. 2008^b. Eksplorasi patogen terbawa benih kakao hibrida dengan menggunakan berbagai media tumbuh patogen. Belum dipublikasi. 14 p.
- Berjak, P. and N. W. Pammenter. 1994. Recalcitrance is not an all-or-nothing situation. Plant cell biology research unit, Departemen of Biology, University of Natal, South Africa. Seed Science Research. 4: 263-264.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1985. Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press. New York and London. 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. 131 p.
- Chang, S. M. and J. M. Sung. 1998. Deteriorative change in primed sweet corn seed during storage. Seed Sci. Technology. 26: 613-626.
- Chet, I. and Y. Henis. 1985. *Trichoderma* as a biological control agent against soil borne root pathogens. In CA Parker, AD Rovira, KJ. Moore, PTW Wong and JF Kollmorgen (eds.). Ecology and Management of Soil borne Plant Pathogens. Proceedings of Section 5 of the Fourth International Congress of Plant Pathology. University of Melbourne, Australia, 17-25 Agustus 1983. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota, USA. 110-112.
- Chiu, K. Y., Wang C. S. and J. M. Sung. 1995. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. Physiology Plant. 94: 441-446.
- Darmono, T. W. 1994. Kemampuan beberapa isolat *Trichoderma* spp. dalam menekan inokulum *Phytophthora* sp. di dalam jaringan buah kakao. Jurnal Menara Perkebunan. Puslit Biotek Perkebunan. Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia. 25-30.
- Fu, J. R., X. H. Lu, R. Z. Chen, B. Z. Zhang, Z. S. Liu and D. Y. Chai. 1988. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed with PEG to improve vigor and some biochemical activities. Seed Sci. Technology. Res. 16: 197-212.
- Ilyas, S. 2001. Deteriorasi benih. Materi Kuliah. Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 6 p.
- Ilyas, S. 2005. Invigorasi benih. Makalah disampaikan pada Magang bagi Staf Balai Pengembangan Mutu Benih Tanaman

- Pangan dan Hortikultura Bagian Ilmu dan Teknologi Benih. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian IPB. Bogor, 6-19 Desember 2005. 5 p.
- Justice, O. L. and L. N. Bass. 1990. Prinsip dan praktek penyimpanan benih (Terjemahan). CV. Rajawali. Jakarta. 446 p.
- Khan, A. A., H. Miura., J. Prusinski and S. Ilyas. 1990. Matriconditioning of seed to improve emergence. Proceedings of the Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops. 4-6 April, 1990. Minneapolis. 26 p.
- Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. In Wiley and Sons Inc. (Ed.). Hort. Rev. New York. 131-175.
- Khan A. A., J. D. Makuire, G. S. Abawi and S. Ilyas. 1992. Matriconditioning of vegetable seed to improve stand establishment in early field planting. J. Amer Soc. Hort. Sci. 117 (1): 41-47.
- Kozlowski, T. J. 1972. Seed Biologi III. Academic Press. New York and London. 310 p.
- Merhar, V. S. A., C. Calistru and P. Berjak. 2003. A study of some biochemical and histopathological response of wet stored recalcitrant seeds of *Avicennia marina* infected by *Fusarium moniliforme*. School of life and Environmental Science, University of Natal, Durban, South Africa. *Annals of Botany*. 92: 401-408.
- Metcalf, D. A. and C. R. Wilson. 2000. The process of antagonism of *Sclerotium cepivorum* in white rot affected onion roots by *Trichoderma koningii*. Tasmanian Institute of Agricultural Research, New Town Research Laboratories and University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia. *Plant Pathology*. 50: 249-257.
- Munandar, D. E., P. Rahardjo dan Slameto. 2004. Perkembangan teknik penyimpanan benih kakao dalam upaya pengembangan tanaman kakao di Indonesia. Prosiding. Simposium Kakao Jogjakarta 4 – 5 Oktober 2004. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember. 185-195.
- Parera, C. A. and D. J. Cantliffe. 1991. Improved germination and modified imbibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 120: 128-132.
- Prawoto, A. A. 2008. Perbanyak Tanaman. Panduan Lengkap Kakao. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya. Informasi Dunia Pertanian Bogor. 74-90.
- Prayudi, B. 1996. Keefektifan *Trichoderma* spp. menekan perkembangan penyakit hawar pelepah daun padi dan rebah semai kedelai di lahan pasang surut. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 15 (1): 22-25.
- Rahardjo, P. 1985. Beberapa Faktor yang Berpengaruh terhadap Daya Hidup Benih Coklat. *Warta Penelitian. Menara Perkebunan*. 49: 142-147.
- Rao, S. C., S. W. Ahers, and R. M. Ahring. 1987. Priming Brassica seed to improve emergence under different temperatures and soil moisture conditions. *Crops Sci*. 27: 1050-1053.
- Roberts, E. H. and M. W. King. 1980. The characteristic of recalcitrant seed. In H.F. Chin and E.H. Roberts (Eds.). *Recalcitrant Crop Seeds*. Tropical Press Sdn. Bhd. Kuala Lumpur. 1-5.
- Sukamto, S. dan D. Pujiastuti. 2004. Keefektifan Beberapa Pengendali Penyakit Busuk Buah Kakao *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Pelita Perkebunan*. 20 (3): 132-142.
- Sukamto, Y. D. Junianto, E. Sulistyowati dan L. Sari. 1999. Keefektifan *Trichoderma* spp. sebagai agens pengendali hayati *Rhizoctonia solani* pada bibit kopi. *Pelita Perkebunan*. 15 (2): 120-128.

- Styer, R. C. and D. J. Cantliffe. 1983. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 108: 721-728.
- Thompson, G. A. and C. Li. 1997. Altered fatty acid composition of membrane lipids in seeds and seedling tissue of high saturate canolas. In Williams J.P., Khan M.U. Lem N.W (eds). *Physiology, Biochemistry and Molecular Biology of Plant Lipids*. Boston, Kluwer Academic Publishers. 313-315.
- Wang, T., Hammond E. G. and W. R. Fehr. 1997. Phospholipid fatty acid composition and stereospecific distribution of soybeans wide range of fatty acid composition. *Journal of American Oil Chemists Society*. 74: 1587-1594.
- Wann, E. V. 1980. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 105: 31-34.
- Widajati, E. dan T. Budiarti. 1993. Pengaruh modifikasi atmosfer dalam kemasan simpan benih kacang tanah terhadap daya simpan dan kandungan asam lemak bebas. *Laporan Penelitian DP3M Dikti*. 49 p.
- Wilson, Jr. D. O. and S. K. Mohan. 1998. Unique seed quality problems of sweet corn. *Seed Technology*. 20: 176-186.