

PRESERVING PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF COCOA SEEDS (*Theobroma cacao* L.) DURING STORAGE WITH THE ADDITION OF ORGANIC ACIDS

Kristya Widi Nugroho, Pudji Rahardjo, Wiwit Widiarti, Sulistyani Pancaningtyas

Abstract

Seeds is the most attractive planting material to date for farmers due to the low cost and its ease to regenerated. Seed storage is an important factor that affected the provision and distribution of planting material to the farmers. Cocoa seed is a recalcitrant seed that do not have dormancy period, intolerant to desiccation, declining in humidity and temperature during the seed storage. The major obstacle in the cocoa seeds storage is the presence of microbial contamination (fungi) during the storage. The objective of this research is to obtain the most suitable organic acids formulations for cocoa seeds based on physical and physiological quality. Physical parameters are the measurement of water content and the percentage of microbial contamination. Meanwhile, physiological parameters are Seeds Viability (DB), Seeds Simultaneous Growth (KST), Seeds Vigour Index (IV), and Rapid Coefficient of Germination (KKB). Further, the growth of seedlings performance measured by field observation. Based on the results, it can be concluded that 4% ascorbic acid concentration can maintain seed viability until fifteenth day and depressed the fungal growth during the storage, without affecting the growth and development of seedlings in the field.

Keyword : cocoa seed, recalcitrant, ascorbic acid, citric acid, viability, vigour, cocoa seedlings.

MEMPERTAHANKAN SIFAT FISIK DAN FISILOGIS BENIH KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SELAMA PENYIMPANAN MELALUI PENAMBAHAN ASAM ORGANIK

Kristya Widi Nugroho, Pudji Rahardjo, Wiwit Widiarti, Sulistyani Pancaningtyas

Abstrak

Penggunaan bahan tanam yang berasal dari benih masih merupakan bahan tanam yang paling diminati oleh petani karena kemudahannya untuk ditanam dan harganya yang relatif lebih murah. Dalam penyediaan bahan tanam benih ini, proses penyimpanan merupakan salah satu aspek yang penting untuk diperhatikan. Benih kakao merupakan benih rekalsitran yang tidak toleran terhadap penurunan kelembaban dan suhu selama penyimpanan. Kendala utama dalam penyimpanan benih kakao adalah adanya benih berkecambah dan kontaminasi mikroba khususnya jamur selama penyimpanan. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan formulasi asam organik yang paling sesuai untuk benih kakao dinilai dari mutu fisik dan fisiologis. Parameter fisik berupa pengukuran kadar air dan pengamatan benih berjamur. Sedangkan, parameter fisiologis berupa Daya Berkecambah (DB), Keserempakan Tumbuh (KST), Indeks Vigor (IV), dan Koefisien Kecepatan Berkecambah (KKB). Selanjutnya dilakukan pengamatan pertumbuhan bibit di lapangan. Luaran akhir dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui jenis dan tingkat konsentrasi asam organik yang efektif untuk penyimpanan benih kakao. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi asam askorbat 4 % dapat mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan hingga hari ke 15 dan menekan pertumbuhan jamur selama penyimpanan, akan tetapi tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bibit di lapangan.

Kata kunci : benih kakao, rekalsitran, asam askorbat, asam sitrat, viabilitas, vigor, bibit kakao.

Pendahuluan

Dalam mendukung program rehabilitasi dan peningkatan produktivitas tanaman kakao, diperlukan suatu upaya dalam penyediaan bahan tanam unggul untuk para petani kakao. Penggunaan bahan tanam yang berasal dari benih masih merupakan bahan tanam yang paling diminati oleh petani karena kemudahannya untuk ditanam dan harganya yang relatif lebih murah. Dalam penyediaan bahan tanam benih ini, proses penyimpanan merupakan salah satu aspek yang penting untuk diperhatikan. Untuk mendapatkan benih yang baik, sebelum disimpan biji harus benar-benar masak di pohon dan sudah mencapai kematangan fisiologis, karena selama masa penyimpanan yang terjadi hanyalah kemunduran dari viabilitas awal tersebut, yang tidak dapat dihentikan lajunya (Sutopo, 1988).

Menurut King dan Roberts *dalam* Anggraini (2000), berdasarkan kadar air, dan suhu, ditinjau dari penyimpanannya benih dibedakan menjadi dua kelompok yaitu benih ortodok dan benih rekalsitran. Benih **ortodok** yaitu benih yang dapat disimpan pada kadar air rendah sekitar 5% dan suhu di bawah titik beku, pada kelembaban 15% - 20% untuk periode simpan lama. Benih **rekalsitran** yaitu benih yang dapat disimpan pada kadar air tinggi (20% - 50%) dan suhu 20 °C – 30 °C pada kelembaban relatif 50% dan tidak dapat disimpan pada waktu lama.

Benih kakao termasuk salah satu kelompok benih rekalsitran, yang memerlukan penanganan khusus dalam penyimpanannya karena sifat fisiologis dari benih rekalsitran yaitu tidak toleran dengan penurunan kelembaban dan suhu selama penyimpanan. Kendala utama dalam penyimpanan

benih kakao adalah banyaknya benih berkecambah karena tidak memiliki masa dormansi. Berkaitan dengan hal itu berbagai usaha untuk mencegah perkecambahan dalam penyimpanan telah dilakukan oleh peneliti untuk mempertahankan daya kecambah selama penyimpanan. Penyimpanan dalam jangka waktu lama menyebabkan daya kecambah dan vigor benih kakao menurun. Kadar air yang tinggi menyebabkan benih kakao mudah terserang jamur dan mikroorganisme yang lain. Benih kakao dapat disimpan pada suhu 25-27 °C selama 6 hari dengan kadar air 18-20% dan kelembaban udara 55-75%. Prosedur penyimpanan ini tidak efisien untuk penyimpanan benih kakao jangka panjang, sehingga diperlukan pengembangan metode penyimpanan benih kakao dengan tujuan utama penanganan dan pengiriman embrio sampai ke area penanaman serta penyimpanan sumber materi genetik kakao.

Asam organik merupakan salah satu antimikroba alami yang dapat digunakan sebagai alternatif disinfektan benih atau sebagai kombinasi perlakuan terhadap benih. Fungsi asam askorbat pada tumbuhan berkaitan erat dengan reaksi redoks yang terkait dengan molekul ini. Asam dengan cepat disintesis selama perkecambahan benih dan selanjutnya akan dihasilkan/diproduksi pada area yang aktif mengalami pertumbuhan yang berperan dalam siklus hidup tanaman (Loewus, 1999).

Asam sitrat seperti halnya asam askorbat dapat menetralkan oksigen radikal bebas. El-Saidy and El-Hai (2011) menemukan bahwa asam sitrat sangat efektif untuk mengendalikan jamur, meningkatkan perkecambahan benih serta mengurangi laju kemunduran benih kacang dalam

masa penyimpanan. Penelitian penyimpanan benih kakao menggunakan asam organik adalah untuk mendapatkan formulasi asam organik yang paling sesuai untuk benih kakao dinilai dari mutu fisik dan fisiologis, serta untuk mempelajari pengaruh formula asam organik terhadap daya simpan benih kakao.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pasca Panen Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman 90, Jember, berlangsung dari tanggal 5 April 2017 sampai dengan 25 Mei 2017.

Bahan tanam yang digunakan adalah benih kakao, buah kakao dipanen pada saat sudah matang secara fisiologis dan memiliki ukuran maksimal yang ditandai dengan perubahan warna kulit buah. Lamanya pemasakan buah tergantung jenis kakao dan ketinggian tempat tumbuhnya. Buah yang sudah dipanen, kemudian dikeluarkan bijinya, dihilangkan pulpnya dan dicuci bersih.

Asam organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam sitrat dan asam askorbat dengan konsentrasi masing-masing 2% dan 4%. Fungisida yang digunakan untuk perlakuan berbahan aktif Mankozeb.

Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial terdiri, dari 2 faktor yaitu jenis Asam Organik (asam askorbat dan asam sitrat) dan faktor ke dua yaitu konsentrasi asam organik (2% dan 4%) dengan 5 ulangan. Jumlah perlakuan $2 \times 2 \times 5 = 20$ perlakuan, dengan setiap satuan percobaan menggunakan 25 butir benih.

1. K : Kontrol + 5% Fungisida.
2. A1B1 : 2% Asam Askorbat + 5% Fungisida.
3. A1B2 : 4% Asam Askorbat + 5% Fungisida.
4. A2B1 : 2% Asam sitrat + 5% Fungisida.
5. A2B2 : 4% Asam Sitrat + 5% Fungisida.

Benih yang disimpan ditutup rapat dan dikemas dalam plastik polietilen (Mudjisihono *et al.* 2001; Rahayu dan Widajati, 2007) Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang dengan suhu 25-30 °C dengan kelembaban 60-70 %.

Persiapan Benih Kakao

Bahan tanaman yang digunakan adalah benih kakao, buah kakao dipanen pada saat sudah matang secara fisiologis dan memiliki ukuran maksimal yang ditandai dengan perubahan warna kulit buah. Lamanya pemasakan buah tergantung jenis kakao dan ketinggian tempat tumbuhnya. Buah yang sudah dipanen, kemudian dikeluarkan bijinya, dihilangkan pulpnya dan dicuci bersih.

Penyimpanan Benih

Benih kakao yang sudah diperlakukan disimpan dalam ruangan dengan suhu ruangan selama 4 minggu.

Variabel Pengamatan

1. Kadar Air (KA, %) benih, dihitung berdasarkan bobot basah dengan rumus:

$$KA = \frac{(M2-M1) - (M3-M1)}{(M2-M1)} \times 100\%$$

M1 = bobot cawan kosong dan tutupnya (g)

M2 = bobot cawan, tutup dan benih (g) sebelum dioven pada suhu 105 °C selama 17 jam

M3 = bobot cawan, tutup dan benih setelah dioven

(g)

2. Daya Berkecambah (DB, %), dihitung berdasarkan persentase kecambah normal (KN) hitungan pertama (5 Hari Setelah Tanam) dan kedua/terakhir (7 HST) dengan rumus :

$$DB = \frac{(\sum KN \text{ hitungan I} + \sum KN \text{ hitungan II}) \times 100\%}{\sum \text{benih yang ditanam}}$$

3. Keserempakan Tumbuh (Kst. %), dihitung berdasarkan persentase KN (kecambah normal) pada 5 HST.
4. Indeks Vigor (IV, %), dinilai berdasarkan persentase KN (kecambah normal) yang muncul pada pengamatan hitungan pertama (3 HST)
5. Koefisien Kecepatan Berkecambah (KKB), dihitung dengan rumus

$$KKB = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}{\frac{T_1}{N_1} + \frac{T_2}{N_2} + \frac{T_3}{N_3} + \dots + \frac{T_n}{N_n}} \quad N =$$

kecambah, T = waktu

6. Pertumbuhan awal benih kakao diamati dengan menanam benih kakao, penanaman dilakukan tiap 5 HST selama satu bulan dengan parameter pengamatan :
 - a. Tinggi tanaman, pengamatan tinggi tanaman diukur menggunakan alat penggaris dari ujung tunas sampai leher akar.
 - b. Diameter batang.
 - c. Jumlah daun.
 - d. Bobot benih sebelum tanam.
 - e. Biji Berjamur

Hasil dan Pembahasan

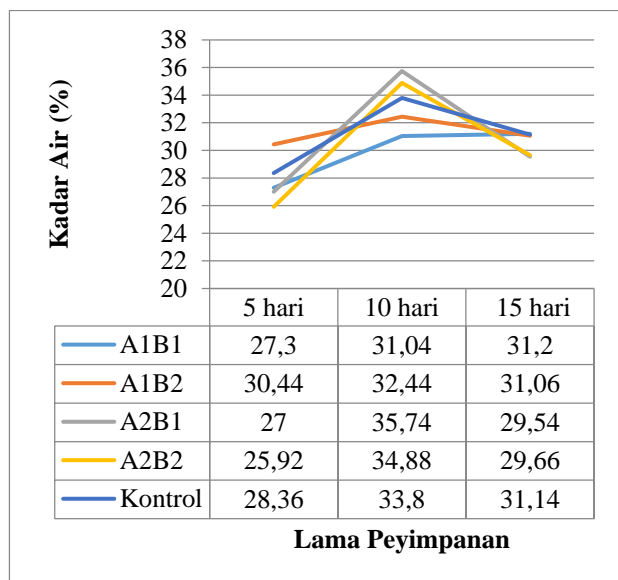
Benih merupakan salah satu materi perbanyak tanaman kakao, sehingga diperlukan upaya untuk menjaga benih tetap berkualitas baik mulai saat pemanenan, penyimpanan hingga penanaman di lapangan. Tujuan utama penyimpanan benih adalah untuk menjaga ketersediaan benih dalam menghadapi masa-masa sulit produksi. Oleh karena itu penyimpanan benih diarahkan untuk dapat mempertahankan viabilitas benih selama mungkin dengan mengkonduksikannya pada penyimpanan yang tepat (Justice dan Bass, 2002). King dan Roberts (1980) menambahkan bahwa pada benih rekalsitran faktor yang memperpendek daya simpan benih antara lain kontaminasi mikroba, benih berkecambah selama penyimpanan, kerusakan benih akibat ekstraksi dan pengeringan.

Telah dilakukan optimasi sebelumnya mengenai konsentrasi asam organik yang akan diperlakukan, dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, dan 8%. Diketahui bahwa konsentrasi lebih dari 4% mempengaruhi mutu fisik dari benih kakao tersebut. Perlakuan penambahan asam askorbat 4% dapat mempertahankan masa simpan benih kakao terbaik hingga 3 minggu dengan persentase benih tidak berjamur sekitar 94-95% dengan viabilitas 60-80%. Sedangkan pada kontrol, persentase benih berjamur mencapai 100% pada penyimpanan 3 minggu. Pengamatan daya tumbuh benih dilakukan dengan menggunakan metode pendederan pada bak pasir.

Mutu Fisik Benih Kakao Selama Penyimpanan

Kadar air benih merupakan salah satu faktor internal yang mempengaruhi viabilitas benih

kakao selama penyimpanan. Masa simpan benih kakao dipengaruhi oleh karakteristik benih kakao yang memiliki kadar air tinggi (20-50%), tidak tahan kekeringan, sensitif terhadap suhu rendah dan tidak memiliki masa dormansi (Budiarti *et al.*, 1993). Pada benih rekalsitran, tidak ada mekanisme penghentian metabolisme atau dormansi setelah dipanen sehingga metabolisme tetap aktif sehingga benih kehilangan viabilitasnya. Kadar air merupakan faktor penting dalam mempertahankan viabilitas dan vigor benih rekalsitran, karena air berperan dalam menjaga stabilitas membran dan makromolekul (Halimursyadah, 2012).



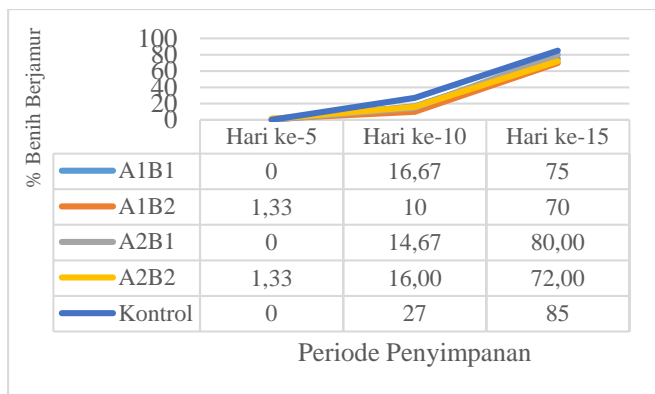
Gambar 1. Kadar air benih selama penyimpanan benih kakao

Hasil pengamatan pada penyimpanan hari ke-10 terjadi kenaikan kadar air pada semua perlakuan dan kontrol dibanding pada penyimpanan hari ke-5 (Gambar 1). Peningkatan kadar air tertinggi terjadi pada perlakuan A2B1 dari 27 % menjadi 35,74 %, sedangkan kenaikan terendah terjadi pada perlakuan A1B2 dari 30,44 % menjadi 32,44 %. Peningkatan kadar air benih selama penyimpanan dapat disebabkan oleh sifat benih yang higroskopis dan selalu berusaha

mencapai kondisi keseimbangan dengan lingkungannya (Sutopo, 2002). Kadar air benih meningkat cepat pada hari-hari pertama penyimpanan dan kemudian menurun pada penyimpanan selanjutnya (Justice dan Bass, 2002). Saat kelembaban di dalam ruang penyimpanan rendah, benih akan berusaha menyesuaikan dengan meningkatkan kelembaban udara di sekitarnya dengan cara menguapkan uap air sehingga kadar air benih menurun (Hayati *et al.*, 2011). Hal ini terlihat pada grafik yang menunjukkan penurunan kadar air benih pada hari ke-15 pada semua perlakuan dan kontrol (Gambar 1).

Kadar air yang tinggi selama penyimpanan dapat meningkatkan laju respirasi benih (Kuswanto, 2003). Peningkatan laju respirasi akan memacu proses oksidasi cadangan makanan dan sintesis komponen protoplasma, yang disertai akumulasi CO₂ disekitar benih. Menurut Copeland dan Mc Donald (1995), benih rekalsitran mempunyai masa hidup yang singkat dan sulit untuk disimpan dikarenakan kadar air yang tinggi sehingga benih mudah terkontaminasi mikroba dan lebih cepat mengalami kemunduran. Kadar air yang tinggi pada benih kakao akan menyebabkan benih segera memulai aktifitas perkecambahannya sehingga tidak dapat disimpan lama. Selain itu kadar air yang tinggi menyebabkan pertumbuhan mikroba (Sulistiyowati, 2000). Kontaminasi mikroba selama penyimpanan dapat menyebabkan penurunan mutu fisik dan fisiologis benih sehingga dapat menurunkan viabilitas benih. Kontaminasi berupa cendawan/jamur dapat berada pada permukaan benih maupun di dalam endosperma benih. Salah satu upaya dalam mengatasinya adalah dengan menggunakan fungisida sebelum benih disimpan. Persentase pertumbuhan jamur

selama penyimpanan benih kakao dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Benih Berjamur selama periode penyimpanan benih kakao

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, perlakuan penambahan asam organik dapat menekan pertumbuhan mikroba berupa jamur selama penyimpanan benih dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan penambahan asam askorbat pada konsentrasi 4% (A1B2) menunjukkan persentase benih berjamur yang paling rendah yaitu sebesar 70 % pada akhir masa simpan, sedangkan persentase tertinggi terjadi pada kontrol yaitu sebesar 85 %. Asam askorbat dan asam sitrat merupakan asam organik yang bermanfaat dalam penyimpanan benih karena memiliki sifat anti-bakteri dan anti-jamur. Pada penelitian ini asam organik digunakan sebagai antioksidan untuk menjaga viabilitas benih. Pada benih rekalsitran seperti tomat dan jeruk, asam organik dalam daging buah dapat memperpanjang masa simpan benih. Seperti halnya tomat yang mengandung asam sitrat yang menjaga benih untuk tetap dalam kondisi dorman. Pada konsentrasi rendah asam sitrat berperan sebagai antioksidan dan dalam konsentrasi tinggi berperan sebagai inhibitor perkecambahan (Jones, 1963; Cotrufo, 1963). El-Saidy dan El-Hai (2011) menyatakan bahwa asam

sitrat dan asam askorbat efektif mengendalikan jamur, meningkatkan perkecambahan biji dan mengurangi kerusakan benih kacang tanah di bawah kondisi penyimpanan karena dapat menetralkan radikal oksigen yang berbahaya.



Gambar 3. Pengamatan persentase benih berjamur pada saat penyimpanan hari ke-15. A. Kontrol, B. Perlakuan A1B1, C. Perlakuan A1B2, D. Perlakuan A2B1, E. Perlakuan A2B2

Penambahan Asam Askorbat (Gambar 3.B dan C) pada penyimpanan benih kakao dapat menekan pertumbuhan cendawan, dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3. A) dan penambahan Asam Sitrat (Gambar 3. D & E). Pengamatan secara visual menunjukkan bahwa benih kakao disimpan hingga 15 hari menunjukkan konsentrasi asam askorbat 4% lebih sedikit terserang jamur.

Mutu Fisiologis Benih Kakao Setelah Perlakuan Penyimpanan

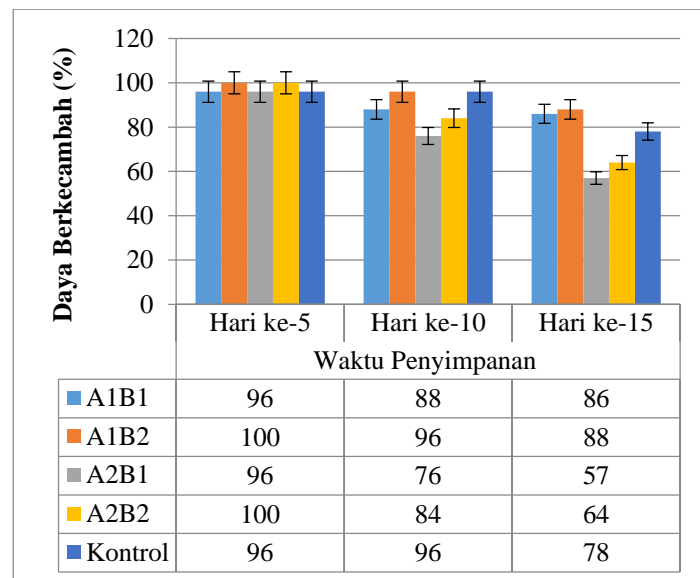
Proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Benih dapat berkecambah apabila dalam kondisi optimum

atau terbebas dari patogen yang berupa cendawan, bakteri dan serangga pengganggu. Secara ideal, semua benih harus memiliki kekuatan tumbuh yang tinggi, sehingga apabila ditanam pada kondisi lapangan yang beraneka ragam atau kondisi sub-optimum akan tetap tumbuh sehat dan kuat serta dapat berproduksi tinggi dengan kualitas baik. Parameter fisiologis meliputi daya berkecambah dan vigor benih. Kelangsungan daya hidup benih (viabilitas) dapat ditunjukkan oleh daya kecambah (*germination capacity*) dan kekuatan tumbuh benih (vigor). Vigor benih menunjukkan kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman normal meskipun keadaan biofisik lapangan sub-optimum atau benih telah melalui penyimpanan dalam waktu lama (Sutopo,1988). Vigor benih yang tinggi dicirikan antara lain tahan disimpan lama, tahan terhadap serangan hama penyakit, memiliki pertumbuhan yang cepat dan merata serta mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik dalam keadaan lingkungan tumbuh yang sub-optimal.

Viabilitas Benih Kakao

Salah satu parameter pengujian viabilitas benih kakao diukur berdasarkan daya berkecambah benih. Faktor-faktor yang mempengaruhi daya bekecambah selama penyimpanan yaitu mutu dan daya kecambah benih sebelum disimpan, kadar air, kelembaban ruang penyimpanan, suhu tempat penyimpanan, hama dan penyakit di tempat penyimpanan, lama penyimpanan, dan kemasan penyimpanan. Salah satu faktor yang mempengaruhi daya berkecambah pada benih kakao yang merupakan benih rekalsitran adalah kadar air benih, dimana selama penyimpanan akan mengalami peningkatan seiring waktu. Menurut Sutopo (2002) dan Murniati (2013) air merupakan

salah satu syarat penting bagi berlangsungnya proses perkecambahan benih.



Gambar 4. Daya berkecambah benih kakao setelah perlakuan penyimpanan pada beberapa perlakuan asam organik

Daya berkecambah benih kakao mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan untuk semua perlakuan dan kontrol (Gambar 4). Perlakuan A1B2 memiliki daya berkecambah tertinggi sebesar 88% dibandingkan dengan kontrol yaitu 78% pada penyimpanan hari ke-15. Sedangkan daya kecambah terendah terdapat pada perlakuan A2B1 sebesar 57% pada penyimpanan hari ke-15. Benih yang memiliki kadar air tinggi cenderung memiliki daya kecambah yang tinggi (Rahayu, 2007). Hal tersebut karena benih selama disimpan dapat mempertahankan cadangan makanan dan dapat menekan perombakan karena respirasi, sehingga pada saat dikecambahkan memiliki energi yang besar untuk cepat berkecambah.

Benih yang baik adalah benih yang memiliki kualitas fisik dan fisiologis yang baik. Kualitas fisiologis ditunjukkan dengan viabilitas dan vigor benih yang tinggi yaitu kemampuan

benih untuk berkecambah pada kondisi optimum dan sub optimum, serta tidak mengalami kebocoran membran. Kualitas fisik benih kakao ditunjukkan dengan kondisi fisik benih yang masih baik (tidak adanya kerusakan akibat proses ekstraksi), tidak adanya serangan fungi dan serangga dan tidak terjadi nekrosis. Oleh karena itu, untuk menjaga kualitas benih kakao agar tetap memiliki viabilitas dan vigor benih yang tinggi, perlakuan perendaman dalam asam organik dilakukan tidak lebih dari 10 menit, untuk menghindari pecahnya kotiledon dan infestasi dari jamur karena kadar air yang cukup tinggi.

Indeks Vigor Benih

Vigor benih di dalam pertanaman akan tercermin dari pertumbuhan benih melalui kecepatan tumbuh benih dan keserempakan tumbuh benih. Kecepatan tumbuh benih adalah persentase kecambah normal tiap satuan waktu pengamatan. Untuk mengetahui perlakuan yang dapat meningkatkan vigor dilakukan pengamatan terhadap kecambah yang mampu muncul di atas permukaan tanah dari sejumlah benih yang dikecambahkan (Saleh, 2004). Immawati *et al.* (2013) menyatakan benih dengan viabilitas tinggi akan menghasilkan nilai vigor yang tinggi pula, karena menggambarkan kemampuan tumbuh benih menjadi bibit.

Tabel 2. Indeks vigor benih setelah penyimpanan pada beberapa perlakuan asam organik.

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada baris dan kolom menunjukkan berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%

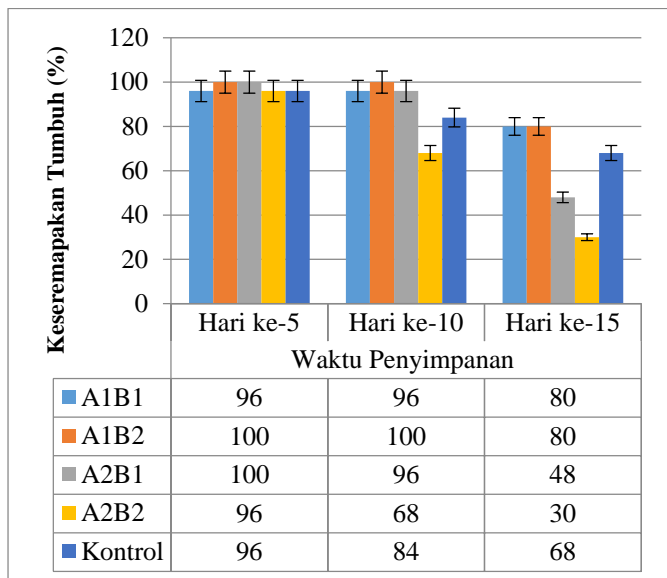
PERLAKUAN	Waktu Penyimpanan		
	Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-15
Asam askorbat 2 %	96 ^g	96 ^g	80 ^d
Asam askorbat 4 %	96 ^g	96 ^g	48 ^b
Asam sitrat 2 %	96 ^g	68 ^c	30 ^a
Asam sitrat 4 %	92 ^f	84 ^e	68 ^c
Kontrol	92 ^f	84 ^e	80 ^d

Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan asam sitrat pada hari ke-5 dan ke-10 menunjukkan nilai indeks vigor yang berbeda nyata dibandingkan dengan penyimpanan hari ke-15. Indeks vigor tertinggi diperoleh dari perlakuan asam askorbat 2% dan 4% (80 %), dan penurunan signifikan terjadi pada penyimpanan hari ke-15 dengan nilai terendah pada perlakuan A2B2 (asam sitrat 4%). Meskipun asam sitrat juga merupakan asam organik yang merupakan antioksidan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, akan tetapi konsentrasi asam sitrat 4% diduga bersifat toksik pada benih kakao sehingga menurunkan vigor benih kakao. Pada penelitian ini, asam sitrat lebih berperan dalam mengatasi benih berjamur selama penyimpanan.

Keserempakan Tumbuh Benih

Menurut Pancaningtyas (2014), vigor benih di dalam pertanaman akan tercermin dari pertumbuhan benih melalui kecepatan tumbuh benih dan keserempakan tumbuh benih. Keserempakan tumbuh benih adalah kemampuan suatu lot benih untuk berkecambah serempak setelah ditanam (Kartasapoetra, 2003). Pengujian keserempakan tumbuh benih merupakan salah satu uji vigor perkecambahan benih, yang memberikan gambaran berapa persen benih yang mampu

berkecambah normal di lapangan pada kondisi optimum.



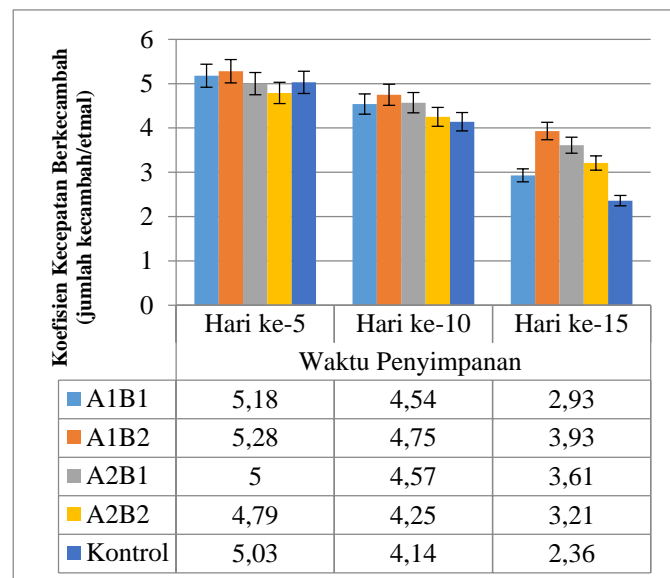
Gambar 6. Keserempakan tumbuh benih kakao setelah penyimpanan pada beberapa perlakuan asam organik

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan keserempakan tumbuh pada semua perlakuan terhadap penyimpanan. Pada perlakuan penyimpanan keserempakan tumbuh tertinggi terdapat pada perlakuan asam askorbat (A1B2) sebesar 80 % dan terendah perlakuan asam sitrat (A2B2) sebesar 30 %. Tinggi rendahnya kecepatan tumbuh kecambah berhubungan dengan tinggi rendahnya daya kecambah (Rahayu, *et al.*, 2014). Sedangkan daya kecambah dipengaruhi oleh kadar air benih. Kadar air benih yang tinggi dapat mempertahankan struktur sel benih kakao tetap baik, sehingga ketika ditanam benih akan tumbuh dengan cepat (Tambunsaribu *et al.*, 2017).

Koefisien Kecepatan Berkecambah (KKB)

Pada umumnya uji vigor benih hanya sampai pada tahapan bibit, karena terlalu sulit dan mahal untuk mengamati siklus hidup tanaman. Oleh karena itu, digunakan kaidah korelasi dengan mengukur kecepatan berkecambah sebagai

parameter vigor, karena diketahui ada korelasi antara kecepatan berkecambah dengan tinggi rendahnya produksi tanaman. Rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain faktor genetis, fisiologis, morfologis, sitologis, mekanis dan mikrobial (Sutopo, 1988).



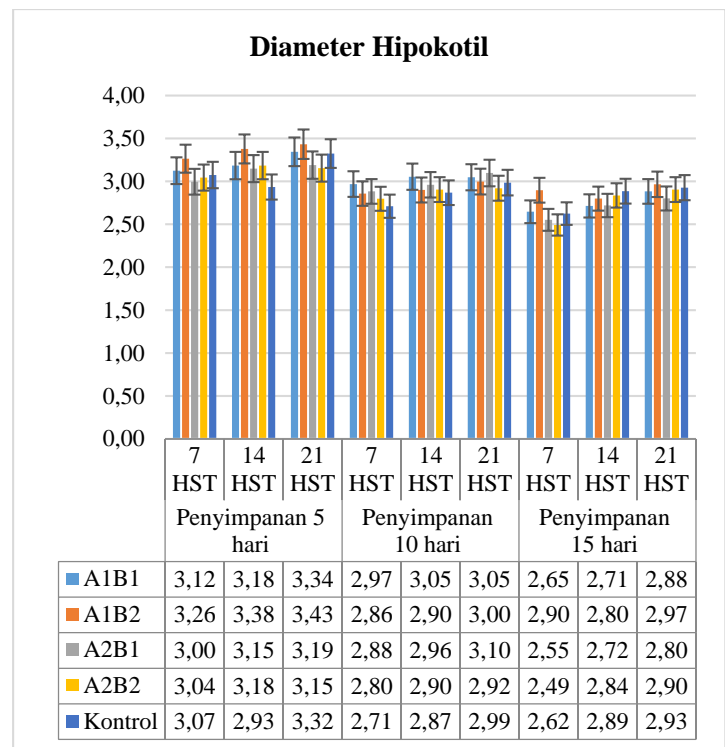
Gambar 7. Koefisien kecepatan berkecambah benih kakao per satuan waktu pengamatan setelah penyimpanan.

Koefisien kecepatan berkecambah benih pada perlakuan A1B2 hingga hari ke-15 menunjukkan nilai yang tinggi yaitu sebesar 3,93 dibandingkan dengan kontrol sebesar 2,36. Asam askorbat dengan konsentrasi 4% dianggap merupakan konsentrasi yang optimum untuk diaplikasikan guna menjaga viabilitas dan vigor benih. Asam askorbat pada perkecambahan benih berperan sebagai antioksidan dalam meningkatkan kemampuan benih untuk tumbuh menjadi kecambah normal setelah perlakuan pada kondisi yang kurang menguntungkan (Ansari dan Sharif-Zadeh, 2012), misalnya setelah penyimpanan. Behairy *et al.* (2012) menyatakan bahwa perlakuan asam askorbat pada benih akan meningkatkan vigor benih. Benih yang mempunyai kecepatan

kecambah yang tinggi akan menghasilkan tanaman yang lebih tahan terhadap keadaan yang kurang menguntungkan atau kondisi sub-optimum. Pada benih apabila kecepatan berkecambahnya tinggi maka daya kecambahnya tinggi, akan tetapi daya kecambah yang tinggi belum tentu memiliki kecepatan kecambahnya atau vigor benih yang tinggi.

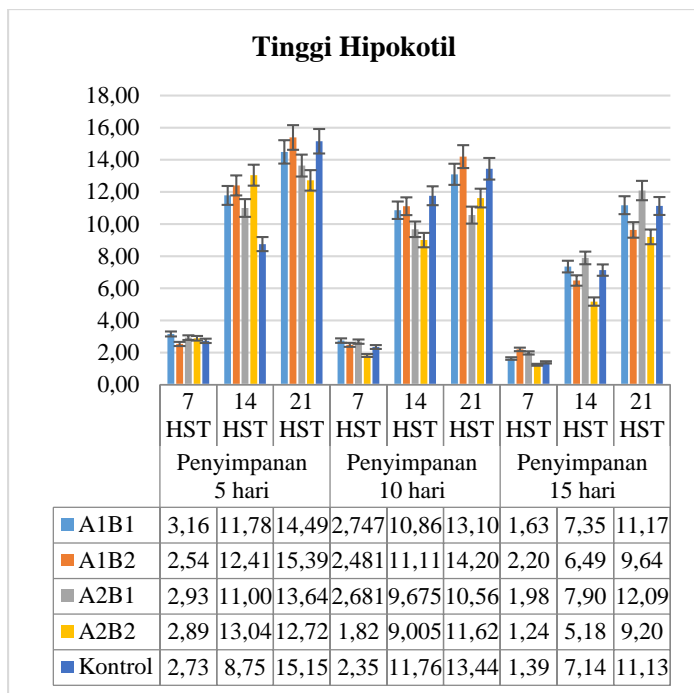
Pertumbuhan bibit di lapangan pada beberapa periode penyimpanan

Vigor kekuatan tumbuh benih merupakan kemampuan benih untuk berkecambah normal dalam keadaan lapang sub-optimum atau kemampuan benih untuk disimpan dalam kondisi simpan sub-optimum (Sadjad *et al.*, 1999). Benih yang memiliki vigor kekuatan tumbuh yang tinggi dapat menghasilkan bibit tanaman yang mampu tumbuh di lapangan meskipun lingkungan tumbuhnya tidak optimum. Pengaruh perlakuan benih terhadap vigor kekuatan tumbuh ditunjukkan oleh rata-rata diameter hipokotil, tinggi hipokotil, panjang akar dan jumlah daun yang disajikan pada grafik di bawah ini.



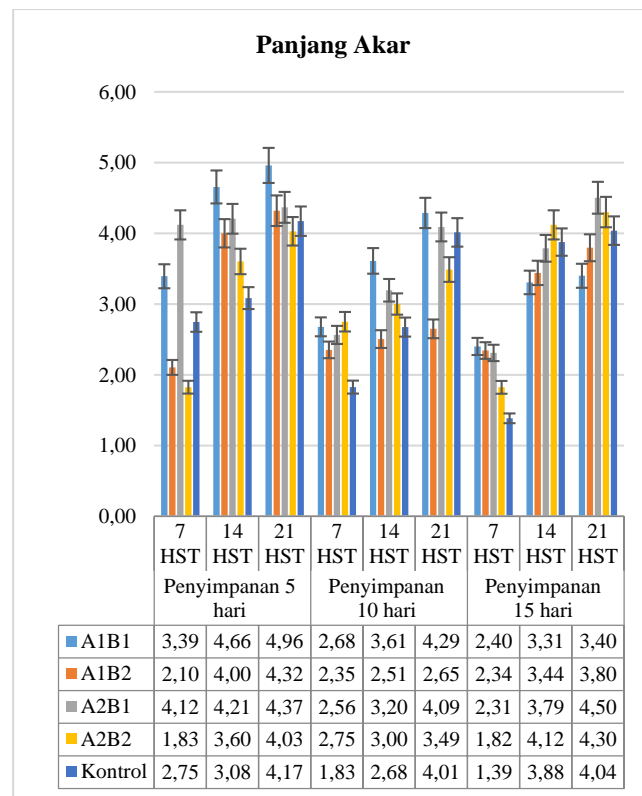
Gambar 8. Rata-rata diameter hipokotil benih kakao pada beberapa periode simpan.

Perlakuan perendaman benih menggunakan asam askorbat pada konsentrasi 4% (A1B2) dapat meningkatkan vigor kekuatan tumbuh bibit kakao pada hampir semua parameter pertumbuhan, dibandingkan dengan perlakuan asam sitrat dan kontrol (Gambar 8). Rata-rata diameter hipokotil pada penyimpanan hari ke-5 secara signifikan menunjukkan bahwa perlakuan asam askorbat dengan konsentrasi 4% (A1B2), memiliki nilai rata-rata diameter hipokotil yang lebih tinggi (3,43 cm) dibandingkan dengan perlakuan asam sitrat dan kontrol. Sedangkan, pada perlakuan penyimpanan hari ke-10 dan ke-15 perlakuan asam sitrat 2% (A2B1) 3,10 cm dan asam askorbat 4% (A1B2) 2,97 cm menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain dan kontrol.



Gambar 9. Rata-rata tinggi hipokotil benih kakao pada beberapa periode simpan.

Pada parameter pengamatan tinggi hipokotil (Gambar 9) pada penyimpanan hari ke-5 (15,39 cm) dan hari ke-15 (14,20 cm), perlakuan penambahan asam askorbat dengan konsentrasi 4% (A1B2) memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan asam sitrat. Perlakuan penambahan asam sitrat dengan konsentrasi 4% (A2B2) berpengaruh negatif terhadap parameter diameter dan panjang hipokotil. Hal ini dapat dimungkinkan karena asam sitrat dengan konsentrasi 4% dapat meracuni benih tanaman kakao sehingga menghambat pertumbuhan kecambahnya.



Gambar 10. Rata-rata panjang akar benih kakao pada beberapa periode simpan.

Pengamatan parameter panjang akar (Gambar 10) pada penyimpanan hari ke-5 perlakuan penambahan asam sitrat 2% (A2B1) memiliki rata-rata panjang akar tertinggi (4,50 cm), sedangkan pada penyimpanan hari ke-10 dan ke-15 perlakuan asam askorbat 2% (A1B1) menunjukkan rata-rata panjang akar paling tinggi (4,29 dan 4,96 cm). Perlakuan penambahan asam askorbat dan asam sitrat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun, dibandingkan dengan kontrol.

Seiring dengan lamanya periode simpan benih kakao, terjadi penurunan pada semua parameter pertumbuhan bibit (diameter hipokotil, tinggi hipokotil, panjang akar dan jumlah daun). Penambahan asam organik diharapkan dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Asam askorbat mempunyai peranan penting dalam perkecambahan dan

pertumbuhan tanaman. Hal tersebut dikarenakan asam askorbat sebagai senyawa metabolit utama pada tumbuhan memiliki fungsi sebagai antioksidan, yang melindungi tanaman dari kerusakan oksidatif yang dihasilkan dari metabolisme aerobik, fotosintesis dan berbagai polutan sehingga mencegah kematian sel (Arora *et al.* 2002, Conklin dan Barth, 2004, Ansari dan Sharif-Zadeh, 2012). Berdasarkan penelitian Khan

et al. (2006) juga menyebutkan bahwa aplikasi asam askorbat dapat membantu meningkatkan perkecambahan dengan menetralsasi radikal superoksida atau oksigen tunggal. Tabatabaei dan Naghibalghora (2013) menyatakan bahwa penambahan asam askorbat dapat meningkatkan daya berkecambah, vigor benih, persentase pertumbuhan bibit normal, berat kering bibit dan tinggi bibit pada kondisi yang terkendali.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Y.N. 2000. Pengaruh media simpan, ruang simpan, dan lama penyimpanan propagul terhadap viabilitas benih *Rizhopora apiculata*. [Skripsi]. Bogor : Jurusan manajemen hutan. Fakultas kehutanan IPB.
- Ansari, O., Sharif-Zadeh, F. 2012. Does Gibberelic acid (GA), Salicylic acid (SA) and Ascorbic acid (ASc) improve Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds germination and seedlings growth under cold stress. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(8): 1651-1657.
- Arora, A., Sairam, R.K., Srivastava, G.C. 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current science*, 1227-1238.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau F., CÔme D. 2000. Antioxidant system in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. *Seed Sci Res*, 10: 35-42.
- Bartley, B.G.D. 2005. The Genetic diversity of cacao and its utilization. Wallingford: CABI Publishing.
- Behairy, R. T., El-Danasoury, M., Craker, L. 2012. Impact of ascorbic acid on seed germination, seedling growth, and enzyme activity of salt-stressed fenugreek. *Journal of Medicinally Active Plants*, 1(3): 106-113.
- Budiarti, T., Widajati, E., Qadir, A. 1993. Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh Tanaman pada Beberapa Benih Rekalsitran untuk Meningkatkan Daya Simpan dan Vigor Bibit. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 63 hal.
- Conklin, P. L., & Barth, C. 2004. Ascorbic acid, a familiar small molecule intertwined in the response of plants to ozone, pathogens, and the onset of senescence. *Plant, Cell & Environment*, 27(8): 959-970.
- Copeland, L.O., McDonald, M.B. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Chapman and Hall Press. New York. 409 p.

- Cotrufo, C. 1963. Stimulation by citric acid of germination of eastern red cedar (*Juniperus virginiana* L.). *Nature*, 199:92-93
- Delouche. 1983. Seed Drying. References on Seed Operation for. Workshop on Secondary Food Crop Seed, Mississippi.
- El-Saidy, A., El-Hai, A.K.M., 2011. Alleviation of peanut seed deterioration during storage using biotic and abiotic agents. *Res J. Seed Sci.* 4(2), 64-81.
- Halimursyadah. 2012. Pengaruh kondisi simpan terhadap viabilitas dan vigor benih *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Pada beberapa periode simpan. *Jurnal Agotropika*, 17(2):43-51
- Hayati, R., Z. A. Pian, Syahril. 2011. Pengaruh tingkat kemasakan buah dan cara penyimpanan terhadap viabilitas dan vigor benih kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Floratek*, 6:114-123.
- Immawati, D.R.S. Purwanti, Prajitno, D. 2013. Daya simpan benih kedelai hitam (*Glycine max* (L) Merrill) hasil tumpang sari dengan sorgum manis (*Shorghum bicolor* (L) Moench). *Vegetalika*, 2(4): 25-34.
- Jones, L. 1963. Effect of various pre-germination treatments on germination of black cherry seed. U. S. Forest Service Research Note SE-8. 2 p.
- Justice O.L., Louis N.B., 1994. Principles and Practices of Seed Storage. Diterjemahkan oleh Rennie Roesli. Raja Grafindo Persada. Jakarta. Hal : 219-173.
- Justice, O.L dan Bass, L.N. 2002. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Jakarta: PT. Raga Grafindo Persada
- Kartasapoetra, A.G. (2003). Teknologi Benih : Pengolahan Benih dan Tuntunan Praktikum. Rineka Cipta. Jakarta. Hal : 108-112.
- Khan, M.A., Ahmed, M.Z., Hameed, A. (2006). Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. *Journal of Arid Environments*, 67(3), 535-540.
- King, M. W., Roberts, E. H. (1980). Maintenance of recalcitrant seeds in storage.

- Kuswanto, H. (2003). *Teknologi Pemrosesan, Pengemasan dan Penyimpanan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Loewus F.A. (1999). Biosynthesis and metabolism of ascorbic acid in plants and of analogs of ascorbic acid in fungi. *Phytochemistry* 52, 192-210.
- Lumbanraja, S.S.O. 2006. Pengaruh pemberian antioksidan sebelum simpan terhadap viabilitas dan vigor benih pepaya (*Carica papaya* L.). Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Muchtadi, D. 2000. Sumber Serat dan Antioksidan: Mencegah Penyakit Degeneratif. Skripsi Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Muchtadi, D. 2001. Kajian terhadap Serat Makanan dan Antioksidan dalam Berbagai Jenis Sayuran untuk Pencegahan Penyakit Degeneratif. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Murniati, E. 2013. *Fisiologi perkecambahan dan dormansi benih (Dasar Ilmu dan Teknologi Benih)*. Bogor: IPB Press.
- Pancaningtyas, S., Santoso, T.I. Sudarsianto. 2014. Study on the presence and influence of phenolic compounds in callogenesis and somatic embryo development of cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Pelita Perkebunan*, 31 (1): 14-20.
- Rahardjo P. 1986. Penggunaan Polyethylene Glycol (PEG) Sebagai Medium Penyimpanan Benih Kakao (*Theobroma cacao*, L.). *Pelita Perkebunan* 2(3), 105-106.
- Rahayu E., Widajati E. 2007. Pengaruh Kemasan, Kondisi Ruang Simpan, dan Periode Simpan Terhadap Viabilitas Benih Caisin (*Brassica chinensis* L.). *Bul. Agron.*, 191-196.
- Rahayu, A., T. Hardiyati dan P. Hidayat. 2014. Pengaruh polyethylene glycol 6000 dan lama penyimpanan terhadap mutu benih kakao (*Theobroma cacao* L.). *Pelita Perkebunan*, 30(1): 15-24.

- Sadjud, S. 1994. Metode Uji Langsung Viabilitas Benih. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sadjud, S. 1997. Membangun Industri Benih dalam Era Agribisnis Indonesia. Grasindo, Jakarta. 164 hlm.
- Sadjud, 1999. Parameter Pengujian Vigor Benih dan Komparatif ke Simulatif. Jakarta: Grasino.
- Saleh, S. M. 2004. Pematangan Dormansi Benih Aren Secara Fisik pada Berbagai Lama Ekstraksi Buah. *Agrosains*, 6: 78-83.
- Schmidt, L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed (p. 511). Denmark: Danida Forest Seed Centre.
- Spillina, J. 1995. Komoditi Kakao Peranannya Dalam Perekonomian *Indonesia* Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutopo, Lita. 1988. Teknologi Benih. CV Rajawali. Jakarta.
- Sutopo, L. 2002. Teknologi Benih. Raja Grafindo Persada; Jakarta.
- Szopińska, D. 2013. The effects of organic acids treatment on germination, vigour and health of zinnia (*Zinnia elegans jacq.*) seeds. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 12(5): 17-29.
- Tabatabaei, S.A., Naghibalghora, S.M. 2013. The effect of salinity stress on germination characteristics and changes of biochemically of sesame seeds. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 2 (157): 158-166.
- Tambunsaribu, D.W., Anwar, S., Lukiwati, D.R. 2017. Viabilitas benih dan pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao L*) pada beberapa jenis media simpan dan tingkat kelembaban. *Jurnal Agro Complex*, 1(3):135-142.
- Wood, G. A. R. dan Lass, R. A. 1985: *Cocoa*. 4th ed. Longman, New York.
- Wuryandari Y.; I. Hartana 2004. Daya tahan hidup *Pseudomonas putida* strain pf-20 dalam beberapa macam inokulum. *J. Perlindungan Tanaman Indonesia*, 10, 33-41.

