

## LAMA PENYIMPANAN DAN INVIGORASI TERHADAP VIGOR BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao* L.)

Maemunah<sup>1</sup> dan Enny Adelina<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kevigoran bibit kakao pada berbagai lama penyimpanan dan invigorasi benih. Penelitian ini disusun berdasarkan pola faktorial menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah lama penyimpanan benih yang terdiri dari lima taraf yaitu: 1) control, 2) lama simpan 2 minggu, 3) lama simpan 4 minggu, 4) lama simpan 6 minggu, 5) lama simpan 8 minggu. Faktor kedua adalah cara invigorasi benih dengan menggunakan ZPT yang terdiri dari empat macam yaitu: 1) tanpa ZPT, 2) 0,01 m mol GA<sub>3</sub>, 3) 0,01 m mol GA<sub>3</sub> + 0,1 m mol NAA, 4) air kelapa. Data yang diperoleh dianalisis ragam, data yang memiliki koefisien keragaman lebih dari 20% ditransformasikan ke  $\sqrt{x + 0,5}$ . Sedangkan perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 0,05. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa: Semakin lama benih disimpan menyebabkan vigor bibit juga semakin menurun. Invigorasi dengan GA<sub>3</sub> + NAA memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap persentase bibit vigor, tinggi bibit, jumlah daun dan indeks vigor hipotetik. Air kelapa dapat menjadi alternative cara invigorasi benih kakao yang telah mengalami kemunduran.

Kata kunci : kakao, penyimpanan, invigorasi

### I. PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan nasional dan berperan penting bagi perekonomian Indonesia, terutama dalam hal pendapatan petani dan sumber devisa negara. Produksi kakao saat ini 435.000 ton dengan produksi dari perkebunan rakyat sekitar 87%. Produksi tertinggi yakni 67% diperoleh dari wilayah sentra produksi kakao yang berpusat di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah. Awal perluasan areal kakao dilakukan sekitar 25 tahun yang lalu. Hal ini berarti bahwa pertanaman kakao di Indonesia telah cukup tua yang menyebabkan kurang produktif. Hasil penelitian menunjukkan, tanaman kakao yang telah berusia 25 tahun produktivitasnya tinggal setengah dari potensi produksinya. Pada lahan lahan yang marginal, penurunan produksi tersebut terjadi lebih awal (Suhendy, 2007).

Potensi lahan untuk perkebunan di Sulawesi Tengah seluas 1.084.028 ha, yang baru dimanfaatkan seluas 696.438 ha dan yang berpotensi untuk pengembangan seluas 1.028.504 ha dengan produksi sekitar 147.155 ton, yang umumnya merupakan perkebunan rakyat yang dikelola secara intensif (Badan Pusat Statistik, 2005). Oleh sebab itu, kebutuhan akan benih kakao yang memiliki kekuatan tumbuh (vigor)

<sup>1</sup> Staf Pengajar pada Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu.

dalam jumlah besar sangat diperlukan. Penggunaan benih yang vigor diharapkan dapat mengatasi penurunan laju produktivitas dan dapat ditanam pada lahan-lahan marginal.

Tanaman kakao diperbanyak secara generatif maupun vegetatif, Untuk memperoleh tanaman kakao yang tetap memiliki produksi tinggi dan tahan terhadap PBK, maka dianjurkan menggunakan benih dari hasil perbanyakan vegetatif (okulasi) yang memerlukan adanya batang bawah dan batang atas.

Perbanyakan batang bawah dilakukan secara generatif sehingga peranan benih yang berasal dari biji sangat besar. Benih kakao bermutu, umumnya hanya disediakan oleh perkebunan besar. Perkebunan besar terletak berjauhan dengan perkebunan rakyat, sehingga memerlukan waktu relatif lama selama pengiriman, sehingga dapat menurunkan mutu benih, terutama mutu fisiologis (Adelina dan Maemunah, 2004).

Benih kakao termasuk benih rekalsitran, yaitu benih yang tidak tahan dikeringkan, peka terhadap suhu dan kelembaban rendah (Saleh, 1994). Secara alami benih kakao tidak mempunyai dormansi, berdaya simpan rendah dan peka terhadap perubahan lingkungan simpan.

Oleh sebab itu, dibutuhkan penanganan yang tepat ketika benih tiba di tujuan pengiriman (setelah benih disimpan selama pengiriman). Diantaranya adalah dengan

memberi perlakuan zat pengatur tumbuh (ZPT), agar vigor benih dapat dipertahankan. ZPT pada tanaman (plant regulator), adalah senyawa organik yang bukan hara (nutrient), yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologis tumbuhan (Abidin, 1985). Lanjut dikatakan, bahwa GA<sub>3</sub> mempunyai peranan dalam mendukung perpanjangan sel, aktivitas kambium dan mendukung pembentukan RNA baru serta sintesa protein. Demikian pula dengan NAA (Naphthalene acetic acid), IAA (Indole acetic acid) dan IAN (Indole-3-acetonitrile) yang dapat mendorong pertumbuhan primordia akar.

Peningkatan vigoritas benih setelah penyimpanan dipandang penting dalam proses pengadaan benih dan bermanfaat dalam bidang pemuliaan maupun untuk konservasi genetik. Perlakuan invigorasi benih dapat dilakukan untuk meningkatkan vigor pada benih yang telah mundur selama penyimpanan. Salah satu cara dalam menginaktivasi benih adalah dengan melakukan conditioning atau dikenal dengan istilah priming, osmocoditioning, matricoditioning, moisturizing, dan lain-lain tergantung teknik pelaksanaannya (Ilyas,1995). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji vigor bibit kakao pada berbagai lama penyimpanan dan invigorasi untuk keperluan tanaman batang bawah pada perbanyak vegetatif.

## II. BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan adalah benih kakao varietas lokal, GA<sub>3</sub>, NAA, air kelapa, tanah, pasir, pupuk kandang ayam, serbuk gergaji, air, C<sub>a</sub>CO<sub>3</sub>, Pb-asetat, natrium oksalat, alkohol 80%, asam sulfat pekat berat jenis 1,84, air raksa oksida, kalium sulfat, larutan hidroksida, larutan asam borat jenuh, larutan asam klorida 0,02 N, dan pelarut lemak (dietil eter). Analisis Kimia Benih dilakukan pada sampel-sampel yang telah disimpan sesuai perlakuan penyimpanan. Analisis yang dilakukan untuk menentukan kadar karbohidrat (gula dan pati), protein, lemak dan asam lemak bebas. Kemudian dilanjutkan dengan dua cara, yaitu cara invigorasi GA<sub>3</sub> dan NAA serta cara air kelapa.

Pelarutan GA<sub>3</sub> dan NAA yang berupa serbuk dilakukan dengan cara pemanasan secara

terpisah, prosesnya yaitu: ambil air sebanyak 100 ml kemudian dituang dalam cangkir aluminium lalu masukan GA<sub>3</sub> atau NAA, lalu panaskan di atas kompor listrik dengan suhu rendah, kemudian diaduk sampai bahan terlarut dalam air. Didinginkan kemudian tambahkan air sampai larutan tercampur dalam 1 L air. Setelah itu, masing-masing larutan baik GA<sub>3</sub> maupun NAA diambil sebanyak 500 ml untuk bahan kombinasi GA<sub>3</sub> + NAA.

Air kelapa yang digunakan adalah air kelapa muda yang masih segar sebanyak satu L. Air kelapa diambil sebagai perlakuan invigorasi, karena air kelapa mengandung bahan-bahan organik yang mudah terurai.

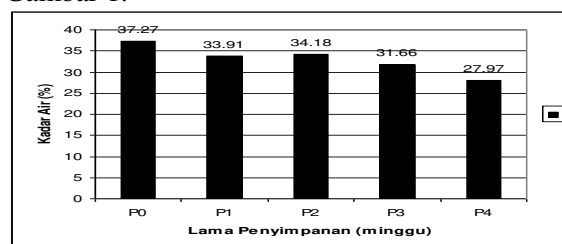
Penelitian ini disusun berdasarkan pola faktorial menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah lama penyimpanan benih yang terdiri dari lima taraf yaitu: P<sub>0</sub> = kontrol, P<sub>1</sub> = lama simpan 2 minggu, P<sub>2</sub> = lama simpan 4 minggu, P<sub>3</sub> = lama simpan 6 minggu, P<sub>4</sub> = lama simpan 8 minggu. Faktor kedua adalah cara invigorasi benih dengan menggunakan ZPT yang terdiri dari empat macam yaitu: I<sub>0</sub> = tanpa ZPT, I<sub>1</sub> = 0,01 m mol GA<sub>3</sub>, I<sub>2</sub> = 0,01 m mol GA<sub>3</sub> + 0,1 m mol NAA, I<sub>3</sub> = air kelapa.

Ucapan terima kasih kepada I.N. Daniel yang telah membantu dalam penelitian ini Data yang diperoleh dianalisis ragam, data yang memiliki koefisien keragaman lebih dari 20% ditransformasikan ke  $\sqrt{x+0,5}$  Sedangkan perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 0,05.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar Air Benih

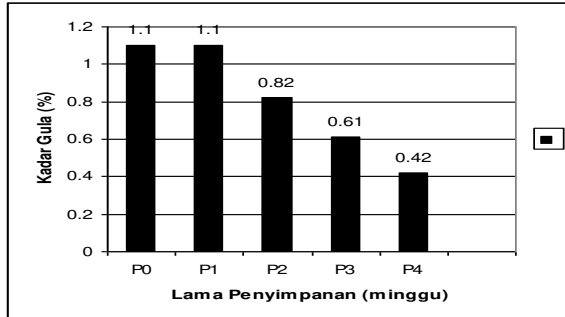
Rata-rata kadar air benih kakao pada berbagai lama penyimpanan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata Kadar Air (%) Benih Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan

## 2. Gula (%)

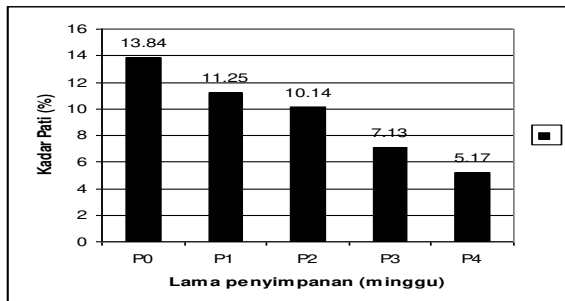
Rata-rata kadar gula benih kakao pada berbagai lama penyimpanan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2.. Rata-rata Kadar Gula (%) Benih Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan

## 3. Pati (%)

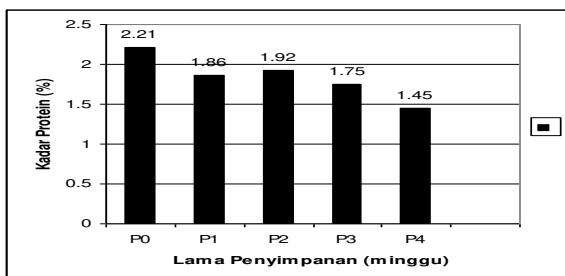
Rata-rata Kadar Pati Benih Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata Kadar Pati (%) Benih Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan

## 4. Protein (%)

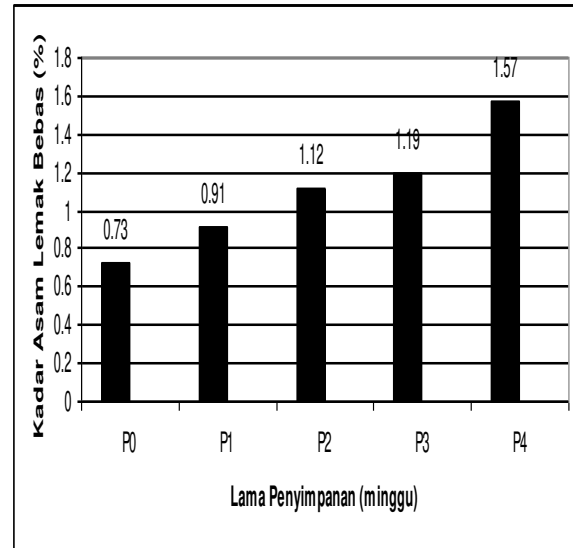
Rata-rata kadar protein benih kakao pada berbagai lama penyimpanan disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata Kadar Protein (%) Benih Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan.

## 5. Asam Lemak Bebas (%)

Rata-rata Kadar Asam Lemak Bebas Benih Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata Kadar Asam Lemak Bebas (%) Benih Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan

Tabel 1. Rata-rata Persentase Bibit Vigor (%) pada Berbagai Lama Penyimpanan dan Invigorasi benih

Perlakuan	Invigorasi				Rata-rata (%)	BNJ $\alpha = 0,05$
	I <sub>0</sub> (kontrol)	I <sub>1</sub> (GA <sub>3</sub> )	I <sub>2</sub> (GA <sub>3</sub> + NAA)	I <sub>3</sub> (air kelapa)		
P <sub>0</sub> = 0	95,00	100	100	100	98,75 <sub>c</sub>	9,66
P <sub>1</sub> = 2	82,50	90,00	92,50	87,50	88,13 <sub>b</sub>	
P <sub>2</sub> = 4	77,50	90,00	85,00	82,50	83,75 <sub>b</sub>	
P <sub>3</sub> = 6	77,50	92,50	92,50	87,50	<b>87,50</b> <sub>b</sub>	
P <sub>4</sub> = 8	60,00	77,50	72,50	77,50	71,87 <sub>a</sub>	
Rata-rata	78,50 <sub>a</sub>	90,00 <sub>b</sub>	88,50 <sub>b</sub>	87,00 <sub>b</sub>		
BNJ $\alpha = 0,05$	8,15					

Keterangan: Rata-rata yang diikuti huruf sama pada baris dan kolom yang sama masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji BNJ  $\alpha = 0,05$

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Bibit (cm) Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan dan Invigorasi Benih

Perlakuan Lama Penyimpanan (minggu)	Rata-rata (cm)		
	4 MST	6 MST	8 MST
P <sub>0</sub> = 0	22,64 <sup>b</sup>	24,74 <sup>d</sup>	28,89 <sup>d</sup>
P <sub>1</sub> = 2	20,01 <sup>a</sup>	22,29 <sup>c</sup>	26,97 <sup>c</sup>
P <sub>2</sub> = 4	19,17 <sup>a</sup>	20,74 <sup>b</sup>	24,44 <sup>b</sup>
P <sub>3</sub> = 6	18,99 <sup>a</sup>	19,70 <sup>a</sup>	22,27 <sup>a</sup>
P <sub>4</sub> = 8	18,50 <sup>a</sup>	19,41 <sup>a</sup>	20,87 <sup>a</sup>
BNJ $\alpha = 0,05$	1,78	1,03	<b>1,66</b>
Perlakuan Invigorasi	Rata-rata (cm)		
	4 MST	6 MST	8 MST
I <sub>0</sub> = kontrol	18,73 <sup>a</sup>	20,08 <sup>a</sup>	23,16 <sup>a</sup>
I <sub>1</sub> = GA <sub>3</sub>	20,20 <sup>ab</sup>	21,82 <sup>bc</sup>	25,60 <sup>b</sup>
I <sub>2</sub> = GA <sub>3</sub> + NAA	20,48 <sup>b</sup>	22,33 <sup>c</sup>	25,56 <sup>b</sup>
I <sub>3</sub> = air kelapa	20,04 <sup>ab</sup>	21,29 <sup>b</sup>	24,43 <sup>ab</sup>
BNJ $\alpha = 0,05$	1,50	0,86	<b>1,38</b>

Keterangan: Rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji BNJ  $\alpha = 0,05$

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Daun (helai) Bibit Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan dan Invigorasi Benih

Perlakuan Lama Penyimpanan (minggu)	Rata-rata (helai)		
	4 MST	6 MST	8 MST
P <sub>0</sub> = 0	4,13 <sup>c</sup>	5,31 <sup>b</sup>	6,36 <sup>c</sup>
P <sub>1</sub> = 2	3,81 <sup>b</sup>	4,85 <sup>a</sup>	6,04 <sup>bc</sup>
P <sub>2</sub> = 4	3,25 <sup>a</sup>	4,87 <sup>ab</sup>	5,79 <sup>ab</sup>
P <sub>3</sub> = 6	3,48 <sup>a</sup>	4,73 <sup>a</sup>	5,54 <sup>ab</sup>
P <sub>4</sub> = 8	3,24 <sup>a</sup>	4,56 <sup>a</sup>	5,44 <sup>a</sup>
BNJ $\alpha = 0,05$	0,24	0,44	0,55
Perlakuan Invigorasi	Rata-rata (helai)		
	4 MST	6 MST	8 MST
I <sub>0</sub> = kontrol	3,37 <sup>a</sup>	4,45 <sup>a</sup>	5,23 <sup>a</sup>
I <sub>1</sub> = GA <sub>3</sub>	3,58 <sup>b</sup>	5,02 <sup>b</sup>	6,07 <sup>b</sup>
I <sub>2</sub> = GA <sub>3</sub> + NAA	3,74 <sup>b</sup>	5,15 <sup>b</sup>	6,20 <sup>b</sup>
I <sub>3</sub> = air kelapa	3,63 <sup>b</sup>	4,85 <sup>b</sup>	5,83 <sup>b</sup>
BNJ $\alpha = 0,05$	0,20	0,37	0,49

Keterangan: Rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji BNJ  $\alpha = 0,05$

Tabel 4. Rata-rata Indeks Vigor Hipotetik Pertumbuhan Bibit Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan dan Invigorasi Benih.

Perlakuan Lama Penyimpanan (minggu)	Rata-rata		
	4 MST	6 MST	8 MST
P <sub>0</sub> = 0	5,93 <sup>c</sup>	5,06 <sup>c</sup>	4,68 <sup>d</sup>
P <sub>1</sub> = 2	5,52 <sup>b</sup>	4,74 <sup>b</sup>	4,51 <sup>c</sup>
P <sub>2</sub> = 4	5,04 <sup>a</sup>	4,66 <sup>b</sup>	4,39 <sup>c</sup>
P <sub>3</sub> = 6	5,07 <sup>a</sup>	4,48 <sup>a</sup>	4,23 <sup>b</sup>
P <sub>4</sub> = 8	4,96 <sup>a</sup>	4,33 <sup>a</sup>	4,10 <sup>a</sup>
BNJ $\alpha = 0,05$	0,28	0,16	0,12
Perlakuan Invigorasi	Rata-rata		
	4 MST	6 MST	8 MST
I <sub>0</sub> = kontrol	4,98 <sup>a</sup>	4,43 <sup>a</sup>	4,18 <sup>b</sup>
I <sub>1</sub> = GA <sub>3</sub>	5,44 <sup>b</sup>	4,74 <sup>bc</sup>	4,47 <sup>bc</sup>
I <sub>2</sub> = GA <sub>3</sub> + NAA	5,45 <sup>b</sup>	4,81 <sup>c</sup>	4,49 <sup>c</sup>
I <sub>3</sub> = air kelapa	5,35 <sup>b</sup>	4,65 <sup>b</sup>	4,38 <sup>b</sup>
BNJ $\alpha = 0,05$	0,22	0,14	0,10

Keterangan: Rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji BNJ  $\alpha = 0,05$

## 1. PEMBAHASAN

Vigor benih dicerminkan oleh dua informasi tentang viabilitas, masing-masing “kekuatan tumbuh” dan “ daya simpan” benih. Kedua nilai fisiologis ini menempatkan benih pada kemungkinan kemampuannya untuk tumbuh menjadi tanaman normal meskipun keadaan biofisik lapangan produksi suboptimum atau kondisi sesudah benih melampaui suatu periode simpan yang lama. Perlakuan invigorasi pada benih yang telah disimpan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan tumbuh dan mencegah laju kemunduran dari benih kakao

Perlakuan invigorasi benih menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antara benih yang diberi perlakuan invigorasi dengan benih tanpa perlakuan invigorasi (kontrol/tanpa ZPT), setelah benih disimpan terhadap parameter yang diamati. Invigorasi pada umumnya bertujuan untuk mencegah dan mengurangi laju kemunduran benih.

In vigorasi dengan ZPT yang berbeda ( $GA_3$ ,  $GA_3$  + NAA dan air kelapa), menghasilkan vigor yang tidak berbeda nyata. Tetapi invigorasi dengan menggunakan  $GA_3$  + NAA, memberikan hasil yang lebih baik terhadap persentase bibit vigor, jumlah daun, tinggi bibit, indeks vigor hipotetik (Tabel 1,2,3 dan 4). Persentase bibit vigor, jumlah daun, tinggi bibit dan indeks vigor hipotetik dari benih yang diinvigorasi setelah penyimpanan, memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik, hal ini menandakan bahwa terjadi respon positif terhadap pemberian ZPT ( $GA_3$ , NAA dan air kelapa) dan secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bibit selanjutnya, sehingga bibit dapat lebih cepat memanfaatkan faktor tumbuh (air, gas, iklim dan unsur hara yang terdapat dalam media) maupun cadangan makanan yang terdapat pada kotiledon.

Pada saat perkecambahan, auksin mendorong sel-sel dalam akar dan batang membesar dan memanjang terutama dalam pengambilan air setelah jaringan-jaringan embrio mengering selama penyimpanan. Sedangkan aktivitas giberelin meningkat dengan cepat segera setelah embrio menjadi turgid kembali, sehingga terjadi pengaktifan sintesa protease dan enzim-enzim hidrolitik lainnya, yang dapat menghasilkan zat-zat yang ditransport ke embrio yang dapat mendukung perkembangan embrio dan munculnya kecambah (Heddy, 1986). Selanjutnya dikemukakan bahwa giberelin, auksin maupun ZPT lainnya terdapat pada seluruh organ tanaman, tetapi yang membedakan adalah konsentrasinya. Giberelin pada tanaman dapat mendorong pemanjangan batang, sedangkan auksin bersifat menghambat pertumbuhan akar pada konsentrasi di atas  $10^{-9}M$  dan pada konsentrasi  $10^{-8} - 10^{-6}M$  auksin sangat optimal untuk pemanjangan tunas dan batang.

Sedangkan penggunaan air kelapa dalam invigorasi benih setelah penyimpanan, memperlihatkan hasil yang tidak berbeda dengan  $GA_3$  maupun kombinasi  $GA_3$  + NAA, karena air kelapa mengandung bahan organik dan unsur hara yang bermanfaat bagi perkembangan embrio. Selain itu, air kelapa juga bermanfaat dalam memacu pertumbuhan tunas pada perbanyakan tanaman secara vegetatif dengan cara setek Mukmin (1990)., bahwa konsentrasi 50% air kelapa muda dalam 1 L larutan air

suling, memperlihatkan pertumbuhan yang terbaik terhadap panjang tunas dan jumlah daun setek

Air kelapa banyak mengandung unsur penting di dalamnya terutama mineral, karbohidrat dan protein serta unsur hara mikro diantaranya kalium (K), natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), ferum (Fe), cuprum (Cu), fosfor (P) dan sulfur (S) yang dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman (Selera On Line, 2001).

Laju penurunan ini disebabkan karena telah terjadi perombakan cadangan makanan dalam benih selama penyimpanan, sehingga benih kehilangan daya tumbuh. Tetapi benih yang telah mengalami penurunan daya tumbuh pada saat penyimpanan, dapat diperlambat laju penurunan viabilitas dan vigornya dengan menggunakan  $GA_3$ ,  $GA_3$  + NAA atau menggunakan air kelapa, sampai lama penyimpanan 6 minggu. Sedangkan tanpa invigorasi, benih yang telah mengalami penyimpanan menunjukkan viabilitas yang rendah.

Lama penyimpanan terbaik diperoleh sampai penyimpanan enam minggu pada perhitungan persentase bibit vigor, sedangkan cara invigorasi yang diberikan memberikan respon positif (Tabel 1).

Hal ini disebabkan invigorasi dengan ZPT dapat mempercepat proses fisiologi benih, sesuai dengan peranannya masing-masing. (Heddy, 1986) menyatakan bahwa NAA sangat berperan dalam pembesaran dan pemanjangan sel-sel akar dan batang dalam hal pengambilan air saat benih dikecambahkan, sedangkan  $GA_3$  aktif setelah benih turgid kembali dan membantu proses perombakan simpanan pati dan protein (Gambar 3 dan Gambar 4). Air kelapa banyak mengandung bahan-bahan organik dan unsur hara yang bermanfaat bagi perkembangan embrio. Peristiwa inilah yang diduga terjadi dalam benih yang diinvigorasi setelah disimpan, sehingga sisa cadangan makanan dalam benih lebih cepat dapat digunakan untuk perkembangan embrio dibanding dengan benih tanpa invigorasi, sehingga embrio lebih cepat dapat memanfaatkan faktor pendukung berlangsungnya perkecambahan seperti air dan oksigen ( $O_2$ ). Secara tidak langsung, benih yang memiliki viabilitas tinggi akan mempengaruhi

optimalisasi pertumbuhan dan perkembangan bibit selanjutnya.

Hasil pengukuran kadar asam lemak bebas benih kakao (Gambar 5) menunjukkan bahwa rata-rata kadar asam lemak bebas tertinggi diperoleh pada lama penyimpanan 8 minggu yaitu 1,57% dan paling rendah diperoleh pada kontrol yaitu 0,73%. Semakin lama benih disimpan, kadar asam lemak bebas benih semakin meningkat. Seiring dengan semakin lamanya benih disimpan, sedangkan persentase kadar air mengalami penurunan hal ini dipengaruhi oleh lama penyimpanan (Gambar 1). Terjadinya penurunan disebabkan karena semakin berkurangnya cadangan makanan dalam benih dengan semakin lamanya penyimpanan (Gambar 2,3 dan 4). Hal ini menandakan bahwa selama benih disimpan, telah terjadi proses respirasi dalam benih, sehingga cadangan makanan yang terdapat pada kotiledon yang digunakan sebagai cadangan energi dalam proses pertumbuhan benih selanjutnya, telah dirombak sehingga terjadinya pengurangan cadangan makanan sebaliknya terjadi pembentukan asam lemak bebas yang meningkat (Gambar 5), yang dapat menyebabkan persentase bibit vigor, tinggi bibit, jumlah daun dan indeks vigor hipotetik menurun.

Peningkatan kandungan asam lemak bebas pada benih, sering disertai dengan kematian benih itu sendiri (Justice dan Bass, 2002).

Penurunan kadar air pada benih rekalsitran (Gambar 1) dapat mengakibatkan kerusakan dan meningkatnya kemunduran benih. Kerusakan terjadi pada membran sel, sehingga terjadi kebocoran metabolit seperti gula, fosfat dan kalium, hal ini berdampak terhadap viabilitas benih (Nautiyal dan Purahit, 1985). Kondisi tersebut menyebabkan semakin lama benih kakao disimpan maka persentase bibit vigor dan indeks vigor hipotetik semakin menurun.

#### IV. KESIMPULAN

1. Semakin lama benih kakao mengalami penyimpanan menyebabkan vigor bibit semakin menurun.
2. Invigorasi dengan GA<sub>3</sub> + NAA memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap persentase bibit vigor, jumlah daun, tinggi bibit dan indeks vigor hipotetik
3. Penggunaan air kelapa dapat menjadi alternative cara invigorasi benih kakao yang telah mengalami kemunduran

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., 1985. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Angkasa, Bandung.
- Adelina, E., dan Maemunah, 2004. *Pemotongan dan Pemberian Sitokinin Pada Akar Kecambah Kakao*. Agroland Vol. 11 No. 3 : 255-260
- Heddy, S., 1986. *Hormon Tumbuhan*. Rajawali, Jakarta.
- Ilyas, S., 1995. *Perubahan Fisiologis dan Biokimia dalam Proses Seed Conditioning*. Keluarga Benih Vol. VI, 2: 70-79.
- Justice, O.L. dan Bass, L.N., 2002. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Nautiyal, A.R., and Purohit, A.N., 1985. *Seed Viability in Sal III. Membran Distruption in Ageing Seeds of Shorea Robusta*. Seed Sci and Technol. 13 (1) : 77-82.
- Saleh, M.S., 1994. *Deteriorasi Biokimiawi dan Benih Kakao Berkecambah Selama Penyimpanan*. Agroland, Vol 2 (6):1-5
- Selera On Line, 2001. *Kelapa Sarat dengan Khasiat*. Kumpulan Karangraf. Vol 2: 14-16. WWW. Karangraf. Com. May. (7 Desember 2006).
- Suhendy, D., 2007. *Rehabilitasi Tanaman Kakao : Tinjauan Potensi, Permasalahan, Rehabilitasi Tanaman Kakao Di Desa Primatani Tonggolobibi*. Prosiding Seminar Nasional 2007. Pengembangan Inovasi Pertanian Lahan Marginal. Departemen Pertanian.
- Sukarman dan Hasanah, M., 2003. *Perbaikan Mutu Benih Aneka Tanaman Perkebunan Melalui Cara Panen dan Penanganan Benih*, Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Vol 3. 22 (1): 16- 21.