



Pengaruh Lama Penyimpanan dan Perlakuan Invigorasi terhadap Viabilitas Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.)

The Effect of Storage Duration and Invigoration Treatment on Viability of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Seeds

Agus Miftakhurrohmat, Tri Widiyanti*

Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

The aim of this study was to determine the effect of gibberelin (GA₃) storage duration and treatment on the viability of cocoa (*Theobroma cacao* L.) seeds carried out at the Laboratory of Indonesian Center for Seedling and Plant Protection (BBPPTP) Surabaya on Mojoagung No. No. 52, Mojoagung Subdistrict, Jombang Regency in February to April 2014. This study used a completely randomized design with factorial patterns with 2 factors. The first factor is the storage time which consists of 4 stages P₁ (7 days of natural storage of seeds), P₂ (14 days of storage of natural seeds), P₃ (22 days of storage of natural seeds), and P₄ (29 days of storage of natural seeds). The second factor is invigoration treatment which consists of 3 types without treatment (I₀), GA₃ 10 ppm (I₁), GA₃ 20 ppm (I₂). The results showed a significant interaction between storage time and invigoration treatment of plant height and germination capacity, storage duration treatment affected the variable number of leaves, 7 days storage time (P₁) produced the average number of leaves (3.75 strands) even though the result is the same as the storage period of 14 days (P₂). While the invigoration treatment had no effect on the observation variable of the number of leaves.

Keywords: *Theobroma cacao* L, Storage Duration, Invigoration Treatment

OPEN ACCESS

ISSN 1693-3222 (print)

***Correspondence:**

Tri Widiyanti
tri@gmail.com

Citation:

Miftakhurrohmat A and Widiyanti T
(2016) Pengaruh Lama Penyimpanan dan Perlakuan Invigorasi terhadap Viabilitas Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Nabatia*. 13:2. doi: 10.21070/nabatia.v13i2.304

Penelitian bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan dan perlakuan invigorasi gibberelin (GA₃) terhadap viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao* L.) dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya di jalan raya Mojoagung No. 52, Kecamatan Mojoagung, Kabupaten Jombang pada bulan Pebruari sampai April 2014. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama Lama penyimpanan yang terdiri dari 4 tahap P₁ (7 hari penyimpanan benih secara alami), P₂ (14 hari penyimpanan benih secara alami), P₃ (22 hari penyimpanan benih secara alami), dan P₄(29 hari penyimpanan benih secara alami). Faktor kedua yaitu Perlakuan invigorasi yang terdiri dari 3 macam Tanpa Perlakuan (I₀), GA₃ 10 ppm (I₁), GA₃ 20 ppm (I₂).

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara lama penyimpanan dan perlakuan invigorasi terhadap tinggi tanaman dan daya berkecambah, perlakuan lama penyimpanan berpengaruh terhadap variable jumlah daun, lama penyimpanan 7 hari (P_1) menghasilkan rata-rata jumlah daun terbanyak (3,75 helai) walaupun hasilnya sama dengan lama penyimpanan 14 hari (P_2). Sedangkan perlakuan invigorasi tidak berpengaruh terhadap variable pengamatan jumlah daun.

Keywords: *Theobroma cacao* L, Storage Duration, Invigoration Treatment

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan nasional dan berperan penting dalam perekonomian Indonesia, terutama dalam hal pendapatan petani dan sumber devisa Negara. Permintaan benih kakao meningkat sejalan dengan perkembangan pembangunan kebun kakao yang akhir-akhir ini cenderung meningkat, dan peningkatan penanaman kakao oleh pekebun antara lain disebabkan harga biji kakao yang cukup tinggi.

Namun, kebutuhan benih kakao yang semakin meningkat pesat tidak diikuti oleh ketersediaan benih kakao. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya 1) waktu pematangan tidak bersamaan dengan waktu penanaman, 2) benih kakao mudah sekali tumbuh atau berkecambah (rekalsitran), sehingga mudah diserang cendawan, mudah berkecambah selama periode penyimpanan, peka terhadap pengeringan, cahaya, suhu dan kelembaban udara.

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

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

Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan yang tepat ketika benih tiba di tempat tujuan pengiriman. Salah satu cara untuk memperbaiki kondisi benih yang telah mundur (*deteriorated*) adalah dengan metode invigorasi yang dapat memperbaiki kondisi benih yang telah turun viabilitasnya. Invigorasi yaitu perlakuan fisik, fisiologis dan biokimia untuk mengoptimalkan viabilitas benih sehingga benih mampu tumbuh cepat dan serempak pada kondisi seragam. Invigorasi didefinisikan sebagai suatu perlakuan pendahuluan pada benih melalui pengontrolan imbibisi air oleh potensial air yang rendah dari media imbibisi.

Invigorasi diharapkan dapat memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan kecambah pada benih yang mengalami kemunduran. Benih yang mengalami kemunduran dicirikan sebagai berikut:

1. Gejala fisiologis : perubahan warna benih, mundurnya perkecambahan, mundurnya toleransi terhadap penyimpanan, sangat peka terhadap radiasi, mundurnya pertumbuhan kecambah, mundurnya daya vigor (kekuatan tumbuh), meningkatkan jumlah kecambah abnormal.
2. Gejala Biokhemis : perubahan dalam respirasi, perubahan enzim, perubahan laju sintesis, perubahan makanan dan kerusakan kromosom.

Untuk mengatasi masalah kemunduran mutu benih yang diakibatkan faktor penyimpanan maupun faktor dalam penan-

ganan benih, maka dapat dikendalikan dengan cara invigorasi. Dengan adanya metode invigorasi diharapkan benih yang telah mengalami penurunan viabilitasnya dapat diperbaiki dan penggunaan benih yang kurang baik mutunya dapat dihindari. Invigorasi dengan menggunakan teknik priming dan osmoconditioning dapat meningkatkan vigor benih yang telah mengalami kemunduran.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya Jl. Raya Mojoagung No. 52 Mojoagung Jombang. Suhu yang digunakan adalah 25 - 27° C. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2014.

Bahan yang digunakan antara lain benih kakao TSH 858 x Sca 6 yang diperoleh dari dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia , Giberelin (GA₃), Dithane, pasir, Aquades, Alkohol, Karung, Tissue. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah autoclave, bekker glass, bak perkecambahan, sprayer, Plastik, sarung tangan, Pinset, Masker.

Penelitian menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) pola faktorial dengan dua faktor dan diulang sebanyak empat ulangan.

Adapun faktor pertama adalah lama penyimpanan (P) dalam satuan hari yang terdiri dari empat taraf yaitu P₁ (7 hari penyimpanan benih secara alami); P₂ (14 hari penyimpanan benih secara alami); P₃ (22 hari penyimpanan benih secara alami); P₄(29 hari penyimpanan benih secara alami). Sedangkan faktor kedua adalah perlakuan invigorasi (I) yang terdiri dari tiga macam yaitu: Tanpa Perlakuan (I₀); GA₃ 10 ppm (I₁); GA₃ 20 ppm (I₂).

Pengamatan yang dilakukan yaitu pengamatan destruktif. Pengamatan destruktif dilakukan pada umur 1 minggu setelah benih ditanam dengan interval pengamatan 7 hari sekali. Adapun variable yang diamati, satuan, cara dan waktu pengamatan adalah : Daya berkecambah (%); Tinggi tanaman (cm); Jumlah daun (buah).

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan di analisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) untuk mengetahui pengaruh faktor yang diteliti. Model analisis dari percobaan factorial dengan dua faktor yaitu lama penyimpanan (P) dan perlakuan invigorasi GA₃ (I) dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jika hasil analisis ragam terdapat pengaruh dari faktor yang dicoba, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf kepercayaan 5 % untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan.

TABLE 1 | Perkembangan areal dan produksi perkebunan kakao Indonesia

Tahun	Areal (Ha)				Produksi(Ton)			
	PR	PBN	PBS	Jumlah	PR	PBN	PBS	Jumlah
1980	13,125	18,636	5,321	37,082	1,058	8,410	816	10,284
1985	51,765	29,198	11,834	92,797	8,997	20,512	4,289	33,798
1990	252,237	57,600	47,653	357,490	97,418	27,016	17,913	142,347
1995	428,614	66,021	107,484	602,119	231,992	40,933	31,941	304,866
2000	641,133	52,690	56,094	749,917	363,628	34,790	22,724	421,142
2001	710,044	55,291	56,114	821,449	476,924	33,905	25,975	536,804
2002	798,628	54,815	60,608	914,051	511,379	34,083	25,693	571,155
2003	861,099	49,913	53,211	964,223	634,877	32,075	31,864	698,816
2004	1,033,252	38,668	19,040	1,090,960	636,783	2,583	52,338	691,704
2005	1,081,102	38,295	47,649	1,167,046	693,701	25,494	29,633	748,828
2006	1,219,633	48,930	52,257	1,320,820	702,207	33,795	33,384	769,386
2007	1,272,781	57,343	49,155	1,379,279	671,370	34,643	33,993	740,006
2008	1,364,408	57,395	51,456	1,473,259	721,413	36,226	35,122	792,761
2009*	1,476,753	61,831	54,398	1,592,983	773,858	38,138	37,879	849,876

Keterangan : PR =Perkebunan Rakyat; PBN = Perkebunan Besar Negara PBS = Perkebunan Besar Swasta

*) data sementara

TABLE 2 | Volume dan nilai ekspor dan impor kakao Indonesia

Tahun	Ekspor Volume (ton)	Impor Volume (ton)
1990	119.725	640
1991	145.217	1.054
1992	176.001	1.780
1993	228.799	1.641
1994	231.168	2.438
1995	233.593	3.588
1996	322.858	4.262
1997	265.949	6.410
1998	334.807	7.709
1999	419.874	11.840
2000	424.089	18.252
2001	302.670	25.617
2002	365.650	23.962
2003	265.838	23.896
2004	275.484	31.082
2005	463.632	52.353

Sumber : Badan Pusat Statistik dan Direktorat-Jenderal Perkebunan tahun 2000-2002

TABLE 3 | Interaksi antara Perlakuan Lama Penyimpanan dan Invigorasi terhadap Rata-rata Tinggi Tanaman Kakao Hibrida

P	I								BNJ 5%	
	I0	I1		I2						
P1	15,50	c	A	15,25	c	A	14,75	b	A	3,711
P2	13,00	b	A	13,50	c	A	16,50	b	A	
P3	13,00	b	B	9,00	a	A	6,25	a	A	
P4	3,50	a	AB	0,00	a	A	4,50	a	B	
BNJ 5%	4,090									

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang samapada kolom yang sama atau huruf besar yang sama pada baris yang samamenunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%.

HASIL PENELITIAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan lama penyimpanan dan invigorasi terhadap variabel tinggi tanaman kakao hibrida menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut terjadi interaksi yang sangat nyata.

Hasil uji perbandingan berganda BNJ 5% menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa invigorasi GA₃ (I₀), perlakuan penyimpanan benih selama 7 hari (P₁) menghasilkan tanaman tertinggi yaitu 15,50 cm dan berbeda dengan perlakuan penyimpanan benih selama 14 hari, 22 hari dan 29 hari (P₂, P₃ dan P₄). Pada perlakuan invigorasi GA₃ 10 ppm maupun 20 ppm (I₂ dan I₃), perlakuan penyimpanan benih selama 7 dan 14 hari (P₁ dan P₂) menghasilkan tinggi yang sama dan berbeda dengan perlakuan lainnya (P₃ dan P₄). Sedangkan pada perlakuan penyimpanan benih selama 7 dan 14 hari (P₁ dan P₂), baik perlakuan tanpa invigorasi maupun dengan invigorasi GA₃ (P₀, P₁ dan P₂) menghasilkan tinggi tanaman yang sama. Perlakuan penyimpanan benih selama 22 hari (P₃), perlakuan tanpa invigorasi (P₀) menghasilkan tinggi tertinggi dan berbeda dengan perlakuan invigorasi GA₃. Namun pada perlakuan lama penyimpanan 29 hari (P₄), perlakuan invigorasi 20 ppm dan tanpa invigorasi (I₂ dan I₀) menghasilkan tanaman yang lebih tinggi Tabel 3.

Daya Berkecambah

Hasil Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama penyimpanan dan invigorasi menunjukkan interaksi sangat nyata terhadap variabel daya kecambah benih kakao hibrida.

Hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa invigorasi GA₃ (I₀), perlakuan penyimpanan benih selama 14 hari (P₂) menghasilkan daya kecambah terbaik 20,50 walau pun hasilnya tidak berbeda dibandingkan perlakuan lama penyimpanan selama 22 hari (P₃). Pada perlakuan invigorasi GA₃ 10 ppm maupun 20 ppm (I₂ dan I₃), perlakuan penyimpanan benih selama 7 dan 14 hari (P₁ dan P₂) menghasilkan daya kecambah yang sama dan berbeda dengan perlakuan lainnya (P₃ dan P₄). Sedangkan pada perlakuan penyimpanan benih selama 7 (P₁), perlakuan invigorasi GA₃ baik dosis 10 maupun 20 ppm (I₁ dan I₂) menghasilkan daya kecambah lebih baik dibandingkan perlakuan tanpa invigorasi. Pada perlakuan penyimpanan benih selama 14 hari (P₂), baik perlakuan tanpa invigorasi maupun perlakuan invigorasi menghasilkan daya kecambah yang sama. Namun pada perlakuan lama penyimpanan 22 dan 29 hari (P₃ dan P₄), perlakuan tanpa invigorasi maupun invigorasi 20 ppm dan (I₀ dan I₂) menghasilkan daya kecambah yang lebih tinggi Tabel 4.

Jumlah Daun

Hasil analisis ragam terhadap variabel jumlah daun menunjukkan bahwa antara perlakuan lama penyimpanan dan invigorasi tidak terjadi interaksi yang nyata. Perlakuan lama peny-

impanan menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah daun, sedangkan perlakuan invigorasi menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada jumlah daun kakao hibrida.

Hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan lama penyimpanan 7 hari (P₁) menghasilkan rata-rata daun terbanyak (3,75 helai) walaupun tidak berbeda dibandingkan perlakuan lama penyimpanan 14 hari (P₂), sedangkan perlakuan lama penyimpanan 29 hari (P₄) menghasilkan rata-rata jumlah daun paling sedikit yaitu 0,5 helai Tabel 5.

PEMBAHASAN

Dari hasil analisis ragam dapat dijelaskan bahwa pengaruh perlakuan lama penyimpanan dan invigorasi berpengaruh yang nyata pada variabel pengamatan tinggi tanaman. Perlakuan tanpa perlakuan invigorasi dan lama penyimpanan 7 hari (P₁) menghasilkan 15,50 cm berbeda dengan lama penyimpanan 14 hari (P₂), 22 hari (P₃) dan 29 hari (P₄). Sedangkan perlakuan invigorasi 10 ppm (I₁) dan 20 ppm (I₂) dengan lama penyimpanan 7 hari (P₁) dan 14 hari (P₂) menghasilkan tinggi yang sama dan berbeda dengan lama penyimpanan 22 hari (P₃) dan 29 hari (P₄). Pada lama penyimpanan 7 hari (P₁) dan 14 hari (P₂) baik perlakuan tanpa invigorasi (I₀), 10 ppm (I₁) dan 20 ppm (I₂) menghasilkan tinggi tanaman yang sama. Sedangkan lama penyimpanan 22 hari (P₃) dengan tanpa perlakuan (P₀) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi berbeda dengan perlakuan invigorasi 10 ppm (I₁) dan 20 ppm (I₂). Namun lama penyimpanan 29 hari (P₄) dengan perlakuan invigorasi 20 ppm (I₂) menghasilkan tinggi tanaman yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanpa perlakuan invigorasi (I₀) dan perlakuan invigorasi 10 ppm (I₁).

Lama penyimpanan 29 hari (P₄) dengan perlakuan invigorasi 10 ppm (I₁) tidak terjadi interaksi yang nyata. Hal ini mungkin disebabkan pada perlakuan GA₃ yang diberikan pada benih masih belum mengalami kemunduran (*deteriorasi*) yang berarti yang mempengaruhi sinergisme kerja antar enzim yang berperan dalam proses perkecambahan sehingga kecepatan pembelahan dan pembesaran sel dalam benih yang sedang berkecambah tidak diimbangi dengan kecepatan pembentukan/sintesa dinding sel. Perlakuan invigorasi dengan GA₃ memacu aktifitas auxin dan mekanisme yang mungkin terjadi adalah pemanjangan sel yang menyangkut pelunakan dinding sel primer [Prawiranata et al. \(1981\)](#). Karena dinding sel melunak, maka benih tidak mampu untuk menembus media perkecambahan.

Selain itu hormon giberelin memacu aleuron untuk membuat (mensintesis) dan mengeluarkan enzim. Enzim yang dikeluarkan antara lain : enzim α -amilase, maltase, dan enzim pemecah protein yang menghambat perkecambahan dan pembentukan biji. Hal ini terjadi apabila giberelin diberikan pada bunga maka buah yang terbentuk menjadi buah tanpa biji dan sangat nyata mempengaruhi pemanjangan dan pembelahan sel.

Pada proses metabolisme, giberelin yang lambat terurai,

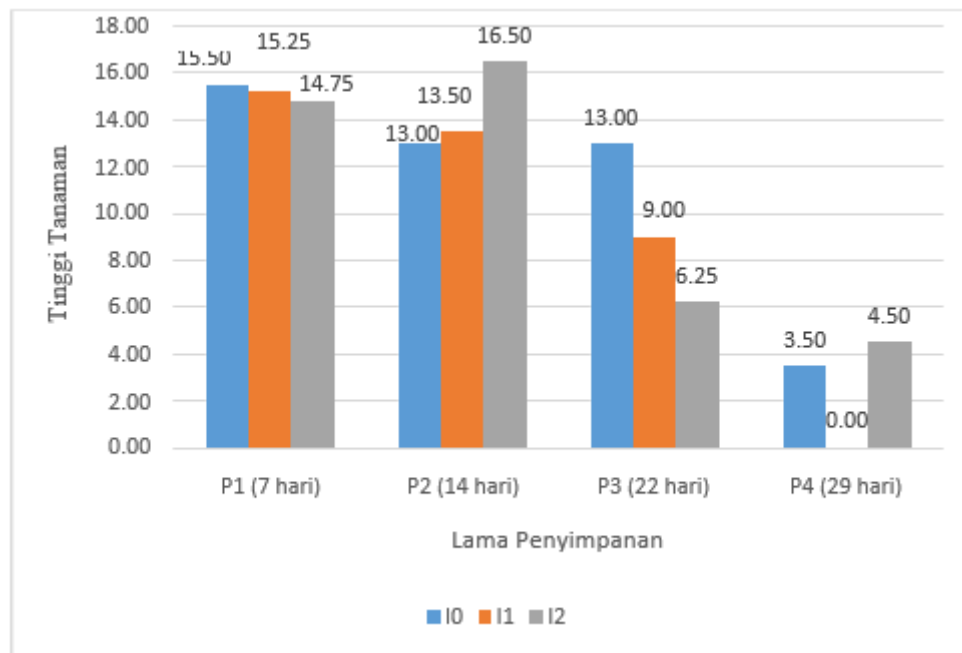


FIGURE 1 | Rata-rata Tinggi Tanaman pada Perlakuan Lama Penyimpanan dan Invigorasi

TABLE 4 | Interaksi antara Perlakuan Lama Penyimpanan dan Invigorasi terhadap Rata-rata Daya Kecambah Benih Kakao Hibrida

P	I			BNJ 5%
	I0	I1	I2	
P1	13,50 ab A	22,00 c B	21,25 b B	5,364
P2	20,50 c A	21,00 c A	24,25 b A	
P3	15,25 bc B	8,25 b A	11,25 a AB	
P4	8,75 a B	2,00 a A	7,75 a B	
BNJ 5%	5,912			

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang samapada kolom yang sama atau huruf besar yang sama pada baris yang samamenunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%.

TABLE 5 | Rata-rata Jumlah Daun Kakao Hibrida pada Perlakuan Lama Penyimpanan dan Invigorasi

Perlakuan	Rata-rata
P1= 7 hari	3,750 c
P2 = 14 hari	3,500 c
P3 = 22 hari	1,917
P4 = 29 hari	0,500 a
BNJ 5%	1,218
I	
I0 = Tanpa Perlakuan	2,813
I1 = 10 ppm	2,125
I2 = 20 ppm	2,313
BNJ 5%	tn

Keterangan: - Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%
- tn = berbedatidak nyata

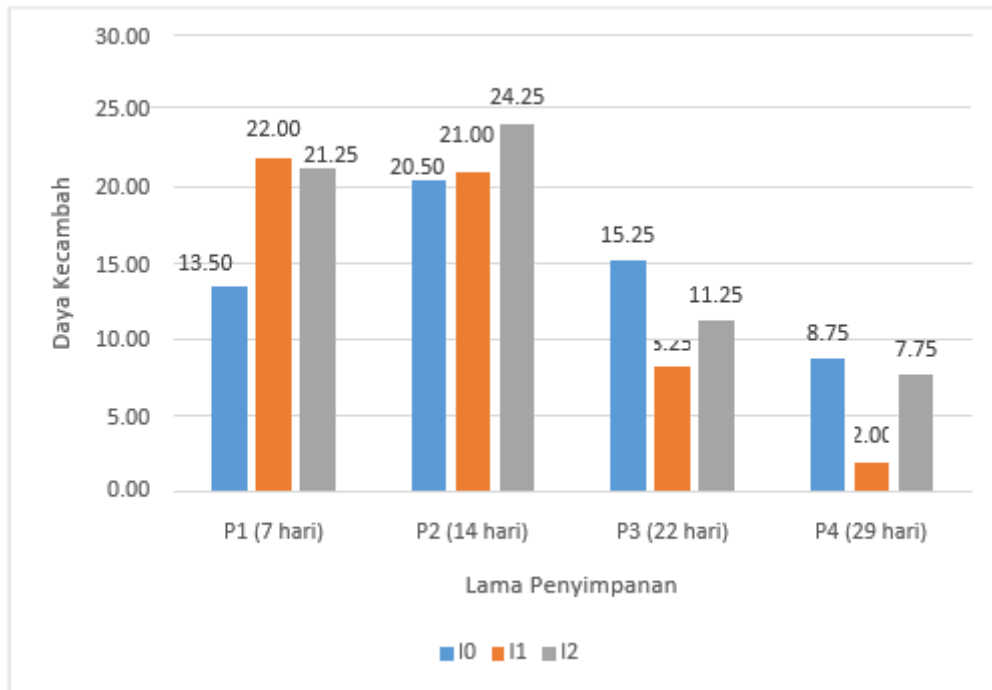


FIGURE 2 | Rata-rata Daya Kecambah pada Perlakuan Lama Penyimpanan dan Invigorasi

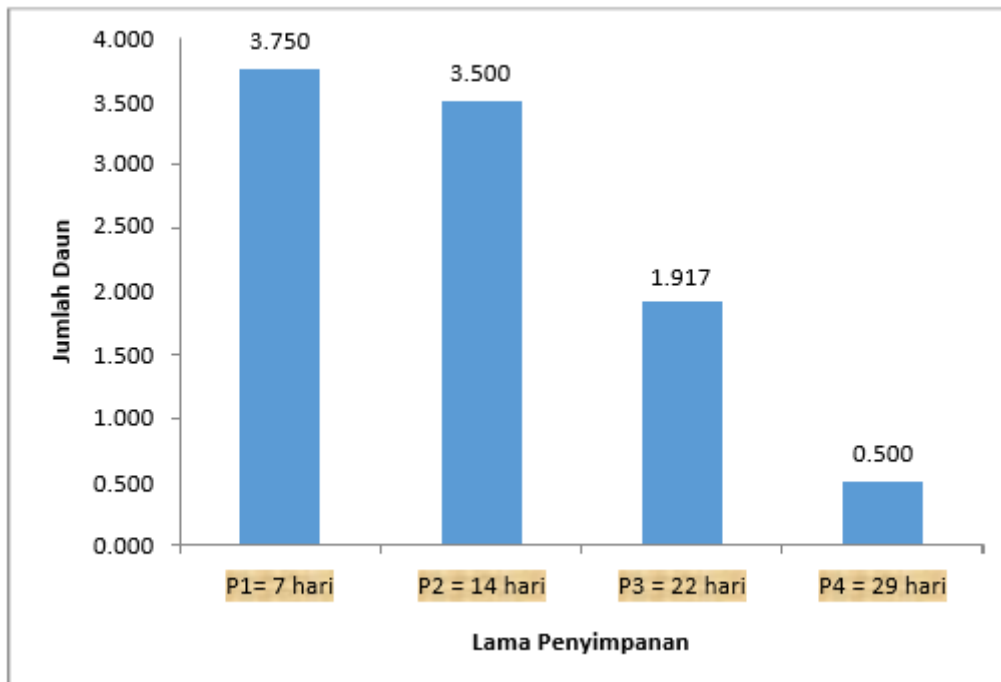


FIGURE 3 | Rata-rata Jumlah Daun pada Perlakuan Lama Penyimpanan

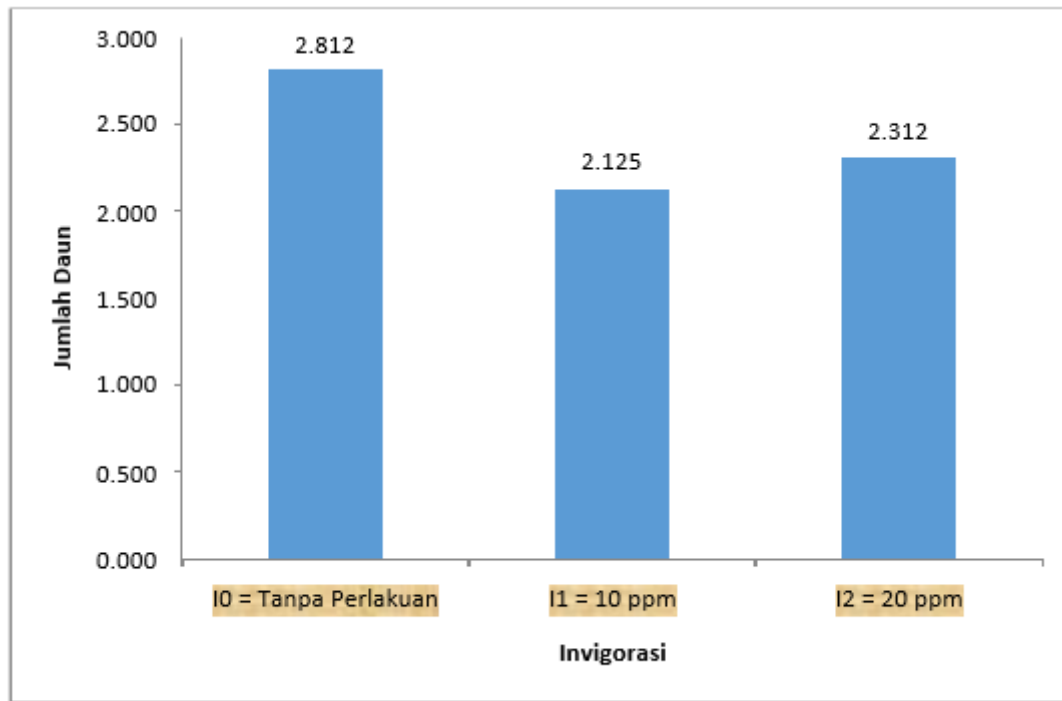


FIGURE 4 | Rata-rata Jumlah Daun pada Perlakuan Invigorasi

namun selama pertumbuhan aktif, sebagian besar giberelin dimetabolisme dengan cepat melalui proses hidroksilasi, menghasilkan produk yang tidak aktif. Giberelin mudah diubah menjadi konjugat yang sebagian besar tidak aktif. Konjugat ini mungkin disimpan atau dipindahkan sebelum dilepaskan pada saat dan tempat yang tepat. Konjugat yang dikenal meliputi glukosida, yang glukosanya dihubungkan dengan ikatan eter pada salah satu gugus-OH atau dengan ikatan ester pada gugus karboksil giberelin tersebut. Pada proses penting lainnya adalah perubahan giberelin yang aktif sekali menjadi kurang aktif, seperti pada beberapa tanaman seperti tajuk cemara douglas, yang dalam responnya terhadap giberelin menunjukkan sedikit pertumbuhan vegetatif, dapat secara efektif menghidrosilasi GA_4 menjadi GA_{34} yang jauh kurang aktif atau pada suku pinaceae memperhatikan sedikit respon pertumbuhan terhadap giberelin atau tidak ada respon sama sekali.

Perlakuan lama penyimpanan dan perlakuan invigorasi menunjukkan interaksi yang nyata terhadap variabel daya berkecambah. Hasil beda nyata jujur (BNJ) 5% menunjukkan lama penyimpanan 14 hari (P_2) dengan tanpa perlakuan (I_0) menghasilkan daya berkecambah 20, 50, lama penyimpanan 7 hari (P_1) dan 14 hari (P_2) dengan perlakuan invigorasi 10 ppm (I_1) dan 20 ppm (I_2) menghasilkan daya berkecambah berbeda dengan lama penyimpanan 22 hari (P_3) dan 29 hari (P_4). Sedangkan lama penyimpanan 7 hari (P_1) dengan perlakuan invigorasi 10 ppm (I_1) dan 20 ppm (I_2) menghasilkan daya berkecambah lebih baik dibandingkan tanpa perlakuan

(I_0).

Dalam hal ini menandakan bahwa selama benih disimpan, telah terjadi proses respirasi dalam benih, sehingga cadangan makanan yang terdapat pada koteledon yang digunakan sebagai cadangan energi dalam proses pertumbuhan benih selanjutnya, telah dirombak sehingga terjadinya pengurangan cadangan makanan sebaliknya terjadi pembentukan asam lemak yang dapat menyebabkan viabilitas, jumlah daun dan tinggi tanaman menurun. Penurunan kadar air pada benih rekalsitran dapat mengakibatkan kerusakan dan meningkatnya kemunduran benih. Kerusakan terjadi pada membrane sel, sehingga terjadi kebocoran metabolit seperti gula, fosfat dan kalium, hal ini berdampak terhadap terhadap viabilitas benih (Nautiyal dan Purohit, 1985). Nautiyal and dan Purohit (1985) Kondisi tersebut menyebabkan semakin lama benih kakao disimpan maka persentase daya berkecambah akan semakin menurun.

Giberellin berfungsi membantu pembentukan tunas/embrio, jika embrio terkena air, embrio menjadi aktif dan melepaskan hormon giberelin (GA_3). Hormon ini memacu aleuron untuk membuat (mensintesis) dan mengeluarkan enzim. Enzim yang dikeluarkan antara lain: enzim α -amilase, maltase, dan enzim pemecah protein. Perkecambahan dapat terjadi apabila tercapai suatu keseimbangan hormon kritis baik melalui peningkatan bahan perangsang maupun penurunan zat penghambat tumbuh. Bahan perangsang pertumbuhan seringkali menurun selama pembentukan biji sedangkan zat penghambat pertumbuhan

cenderung untuk meningkat. Akibatnya terjadi dormansi pada benih yang masak karena adanya ketidak seimbangan hormon. Fase akhir dari dormansi adalah fase berkecambah. Permulaan fase perkecambahan ditandai dengan penghisapan air (imbibisi), kemudian terjadi pelunakan kulit benih sehingga terjadi hidrasi protoplasma. Setelah fase istirahat berakhir, maka aktivitas enzimatis mulai berlangsung. Di dalam aktivitas metabolisme GA_3 yang dihasilkan oleh embrio yang ditranslokasikan ke lapisan aleuron sehingga menghasilkan enzim amylase. Proses selanjutnya yaitu enzim masuk ke dalam cadangan makanan dan mengkatalis proses perubahan cadangan makanan yang berupa pati menjadi gula sehingga dapat menghasilkan energi yang berguna untuk aktivitas sel dan pertumbuhan.

Perkecambahan pada biji diatur oleh sejumlah hormon yang kerjanya bertahap. Pertama kali absorpsi air dari tanah menyebabkan embrio memproduksi sejumlah kecil Giberelin. Giberelin mengaktifkan enzim hidrolitik dalam pencernaan cadangan makanan dalam benih setelah benih menyerap air.

Giberelin membantu mempercepat hidrolisis amylase menjadi gula maltose dan glukosa. Bentuk tersebut dapat larut dan mudah diubah menjadi sukrosa untuk diangkut ke meristem akar dan meristem pucuk. Semakin banyak ketersediaan Giberelin, proses hidrolisis amylase juga semakin cepat dan gula-gula sederhana yang dihasilkan juga semakin banyak. Adanya cadangan energi yang tinggi ini akan dapat memacu pembelahan dan pemanjangan sel sehingga pertumbuhan kecambah meningkat. Akibatnya, kualitas kecambah yang dihasilkan menjadi lebih baik.

Hasil analisis ragam terhadap variabel jumlah daun

menunjukkan bahwa lama penyimpanan dan perlakuan invigorasi menunjukkan tidak terjadi interaksi yang nyata. Lama penyimpanan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun sedangkan perlakuan invigorasi menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada jumlah daun. Dari hasil uji beda nyata jujur (BNJ) 5% menunjukkan bahwa lama penyimpanan 7 hari (P_1) menghasilkan rata-rata jumlah daun terbanyak (3,75 helai) walaupun tidak berbeda dibandingkan lama penyimpanan 14 hari (P_2) sedangkan lama penyimpanan 14 hari (P_2) menghasilkan rata-rata jumlah daun sedikit.

Berarti respon positif tanaman terhadap GA_3 terjadi dalam kisaran yang luas. Berbeda dengan hormon tumbuh yang lain, GA_3 dalam konsentrasi yang tinggi tidak akan membawa pengaruh atau menyebabkan respon negatif pada tanaman. Hal ini berbeda dengan auksin yang pada konsentrasi tinggi, dapat berperan sebagai herbisida yang efektif [Gardner et al. \(1998\)](#).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut; Terjadi interaksi yang nyata antara lama penyimpanan dan perlakuan invigorasi terhadap tinggi tanaman dan daya berkecambah; Perlakuan lama penyimpanan berpengaruh terhadap variabel jumlah daun. Lama penyimpanan 7 hari (P_1) menghasilkan rata-rata jumlah daun terbanyak (3,75 helai) walaupun hasilnya sama dengan lama penyimpanan 14 hari (P_2). Tidak terjadi interaksi yang nyata antara lama penyimpanan dan perlakuan invigorasi terhadap variabel jumlah daun.

as a potential conflict of interest.

REFERENCES

- Gardner et al. (1998). Fisiologi Tanaman Budidaya. In *Diterjemahkan oleh Herawati Susilo* (UI-Press).
 Nautiyal and dan Purohit (1985). Seed Viability in Sal III. Membran Distruptoin in Ageing Seed of Shorea Robusta. 13, 77–82.
 Prawiranata et al. (1981). Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed

Copyright © 2016 Miftakhurrohmat and Widiyanti. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.