

## **PENGARUH PERENDAMAN DAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L) TERHADAP PERKECAMBAHAN DAN PERTUMBUHAN KECAMBIAH BIJI KAKAO**

### **The Influence of Immersion And Level Of Cacao Fruit Maturity (*Theobroma cacao* L) Against Germination And The Growth Of Cocoa Bean Sprouts**

Basuki Sugiarto<sup>1</sup>, Tundjung Tripeni Handayani<sup>1</sup>, Yulianty<sup>1</sup>, Zulkifli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

E-mail: [basukisugiarto1417021019@gmail.com](mailto:basukisugiarto1417021019@gmail.com)

Jln. Professor Dokter Ir. Sumantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng, Raja basa, Kota Bandar Lampung, Lampung, Indonesia.

#### **ABSTRAK**

Kakao merupakan tanaman perkebunan yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Untuk menunjang keberhasilan tersebut perlu adanya penyediaan bibit unggul dan berkualitas yang dapat dilihat salah satunya dengan melihat tingkat kematangan pada buah. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perendaman dan tingkat kematangan buah kakao terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah biji kakao. Penelitian dilaksanakan bulan November – Desember 2017 di Laboratorium Botani Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap Faktorial, Faktor A adalah tiga tingkat kematangan buah kakao yang terdiri dari kuning pada alur buah (A1), kuning pada alur dan punggung buah (A2), dan kuning pada seluruh bagian buah (A3). Faktor B adalah perendaman 24 jam (B1) dan 0 jam (B2). Variabel yang diamati yaitu persentase perkecambahan, tinggi tanaman, berat kering, rasio tunas akar dan klorofil a, b dan total. Data yang diperoleh dianalisis ragam pada  $\alpha$  5%, bila terlihat interaksi antara faktor A dan B maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT)  $\alpha$  5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao yang berbeda memberikan pengaruh terhadap persentase perkecambahan, tinggi tanaman, berat kering tanaman, rasio tunas akar dan kandungan klorofil a, b dan total. Kombinasi yang paling baik ditemukan pada perlakuan perendaman dengan tingkat kematangan kuning pada alur dan punggung buah (A2B1) pada proses perkecambahan dan pertumbuhan kecambah di semua variabel yang diamati, untuk kandungan klorofil b dan total yang baik yaitu terdapat pada perlakuan perendaman dengan tingkat kematangan kuning pada alur buah (A1B1).

**Kata Kunci :** Kakao (*Theobroma cacao* L), Tingkat Kematangan Buah, Perendaman.

#### **ABSTRACT**

Cocoa is the most cultivated plantation in Indonesia and has high economic value. To support the success of the need for provision of superior seeds and quality can be seen one of them by looking at the level of maturity in the fruit. The purpose of this research is to know the effect of immersion and maturity level of cocoa fruit to germination and growth of cocoa bean sprout. The research was conducted in November - December 2017 at Botanical Laboratory of Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Lampung University. This research uses a completely randomized factorial design. Factor A is three levels of fruit maturity consisting of yellow in fruit groove (A1), yellow in groove and fruit back (A2), and yellow on all parts of fruit (A3). Factor B is soaking 24 hours (B1) and 0 hours (B2). The observed variables were percentage of germination, plant height, dry weight, shoot root ratio and chlorophyll a, b and total. The data obtained were analyzed variation at  $\alpha$  5%, when the interaction between factor A and B was then followed by the smallest real difference test (BNT)  $\alpha$  5%. The results showed that soaking treatment and maturity level of different cocoa fruit had an effect on the percentage of germination, plant height, plant dry weight, shoot root ratio and chlorophyll content a, b and total. The best combination was found in the immersion treatment with the yellow maturity level on the groove and the fruit back (A2B1) on the germination process and sprout growth in all observed variables, for the content of chlorophyll b and total content found in the immersion treatment with the level yellow maturity in the fruit groove (A1B1).

**Keywords:** Cocoa (*Theobroma cacao* L), Maturity Level of Fruit, Immersion.

## PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan tanaman perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan pekerjaan, sumber pendapatan dan meningkatkan devisa negara. Agar dapat menunjang keberhasilan tersebut, pemerintah melalui kementerian pertanian melakukan program Gerakan nasional kakao terkait dengan intensifikasi, rehabilitasi dan peremajaan. Dalam meningkatkan kualitas bibit unggul dapat dilihat dari beberapa aspek antara lain kualitas tanaman induk tingkat kematangan buah dan kandungan dalam biji itu sendiri (Didjenbun, 2010).

Dalam menyediakan bibit unggul dan berkualitas dapat ditentukan berdasarkan tingkat kematangan pada buah kakao itu sendiri. Menurut Siregar dkk. (2003), bahwa tingkat kematangan buah kakao dibagi menjadi tiga kelas yaitu kuning pada alur buah, kuning pada alur dan punggung buah, dan kuning pada seluruh bagian buah .

untuk mengetahui kualitas biji kakao yang baik perlu dilakukan pengujian perkecambahan benih kakao yang dapat dilihat dari hasil persentase perkecambah, kecepatan perkecambah dan kecepatan pertumbuhannya. Menurut Matsushima dan Sakagami (2013), biji yang direndam merupakan salah satu metode untuk mempercepat biji berkecambah dan dapat digunakan sebagai pematangan dormansi. Pada dasarnya perkecambahan pada biji kakao tidak memerlukan perlakuan yang khusus untuk mempercepat proses perkecambahan karena secara alami benih tidak mengalami masa dormansi.

Lapisan endosperma mempengaruhi biji pada saat berkecambah karena endosperma merupakan

faktor internal biji, faktor ini berkaitan langsung dengan imbibisi dan energi potensial kimiawi dalam biji. Pada fase awal perkecambahan biji sangat membutuhkan air, disini terjadi penyerapan air oleh biji pada lingkungan. Setelah air diserap oleh biji, kulit pada biji akan melunak dan terjadilah hidrasi pada protoplasma, kemudian enzim-enzim mulai aktif, terutama bagi enzim yang berfungsi untuk merombah cadangan makanan menjadi energi melalui proses respirasi (Sutopo, 2002).

Perombakan cadangan makanan (katabolisme) akan menghasilkan energi yang diikuti dengan pembentukan senyawa protein. Diferensiasi pada sel embrio yang baru akan membentuk plumula yang merupakan bakal batang dan daun serta radikula yang merupakan bakal akar. Kedua bagian ini akan membesar sehingga mengakibatkan biji berkecambah (Krisnamoorthy, 1981).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah kakao (*Theobroma cacao L.*) dan perendaman biji kakao terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah biji kakao.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 sampai Desember 2017 di Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial. Kombinasi perlakuan yang digunakan berjumlah 6. Setiap perlakuan diulang 4 kali, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Setiap satu satuan percobaan adalah 1 polybag ukuran 3

kg yang berisi media tanam dengan proporsi media tanam sama, yang ditanami 4 bibit kakao (*Theobroma cacao* L.).

Variabel yang diamati pada perkecambahan biji yaitu persentase perkecambahan yang dapat dihitung dengan rumus :

**Persentase Perkecambahan**

$$= \frac{\sum \text{biji berkecambah}}{\sum \text{biji dikecambahkan}} \times 100\%$$

Variabel yang diamati pada perlakuan pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, berat kering tanaman, rasio tunas akar dan kandungan klorofil a, b dan total. Data hasil pengukuran (variabel) pertumbuhan kecambah biji kakao yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji lavene apabila data homogen dilanjutkan Analisis Ragam (Anara) dengan  $\alpha$  5%. Jika terlihat perbedaan pada intraksi. Dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan BNT  $\alpha$  5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

**Hasil dan Pembahasan**

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat kematang buah kakao dan perlakuan perendaman memberikan pengaruh yang nyata terhadap perkecambahan dan pertumbuhan biji kecambah kakao.

**1. Persentase Perkecambahan**

Interaksi antara perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap persentase perkecambahan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Persentasi biji kakao (*Theobroma cacao* L.) yang berkecambah pada hari ke 14 setelah perendaman.

Perlakuan	Persentasi Perkecambahan (%)	
	Berkecambah	Tidak Berkecambah
A1 B1	77	23
A2 B1	95	5
A3 B1	90	10
A1 B2	45	55
A2 B2	72	28
A3 B2	48	52

Keterangan:

A1B1:Kuning pada alur buah direnda.

A2B1:Kuning pada alur dan punggung buah direndam.

A3B1:Kuning pada seluruh bagian buah direndam.

A1B2:Kuning pada alur buah tidak direnda.

A2B2:Kuning pada alur dan punggung buah tidak direndam.

A3B2:Kuning pada seluruh bagian buah tidak direndam.

Pada tabel 2 terlihat bahwa persentase perkecambahan biji paling efektif pada perlakuan perendaman dengan tingkat kematangan kuning pada alur dan punggung buah (A2B1) dengan hasil persentasi perkecambahan mencapai 95%. Sedangkan untuk hasil yang paling rendah terdapat pada perlakuan yang tidak direndam dengan tingkat kematangan kuning pada alur buah (A1B2) dengan persentasi perkecambahan mencapai 45 %. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanegave *et al.* (2011), bahwa perlakuan perendaman pada biji memungkinkan proses perkecambahan berlangsung lebih cepat dan kecambah akan lebih panjang dibandingkan dengan yang tidak direndam. Hal ini sesuai dengan pernyataan sutopo (2010) bahwa untuk tingkat kematangan kuning pada alur dan punggung buah (A2) sudah terpenuhi cadangan makanan yang terdapat dalam biji dan terisi penuh seperti karbohidrat, lemak, protein dan mineral yang

diperlukan oleh embrio dalam biji untuk proses perkecambahannya.

## 2. Tinggi tanaman

Berdasarkan uji BNT  $\alpha=5\%$  terlihat interaksi antara perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao terhadap tinggi tanaman (cm) dan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji BNT tinggi tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) pada umur 4 minggu setelah tanam.

Perlakuan Perendaman dan Tingkat Kematangan Buah	Rata-rata tinggi tanaman (cm) $\mu=\bar{Y}\pm SE$
A1 B1	18,8 $\pm$ 0,82 <sup>ac</sup>
A2 B1	24,1 $\pm$ 1,46 <sup>b</sup>
A3 B1	19,7 $\pm$ 0,81 <sup>a</sup>
A1 B2	17,0 $\pm$ 1,8 <sup>c</sup>
A2 B2	18,1 $\pm$ 1,67 <sup>ac</sup>
A3 B2	19,0 $\pm$ 0,86 <sup>ac</sup>

Angka- angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT dengan taraf 5%, dengan **Nilai BNT  $\alpha=5\%=2,2$** .

Berdasarkan tabel 3 hasil uji BNT  $\alpha=5\%$  terlihat bahwa perlakuan yang paling efektif untuk tinggi tanaman yaitu pada perlakuan perendaman dengan tingkat kematangan kuning pada alur dan punggung buah (A2B1) dengan tinggi mencapai 24,1 cm, sedangkan untuk pertumbuhan yang kurang baik dapat dilihat pada tabel 3 yaitu pada perlakuan yang tidak direndam dengan tingkat kematangan kuning pada alur buah (A1B2) dengan tinggi tanaman mencapai 17 cm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mahfudz et.al. (2004), bahwa pertumbuhan tunas dan akar dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Karena dalam penelitian ini untuk faktor eksternal seperti media tanam, kelembaban, suhu dan intensitas cahaya tidak dibedakan. Selain itu pertumbuhan tunas dapat di pengaruhi oleh faktor internal salah

satunya ketersediaan cadangan makan dalam biji yang masih menempel pada saat prosen pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Deden Mudiana (2007), bahwa keping lembaga yang berisi cadangan makanan akan menyusut dan mengering dengan seiring bertambahnya daun dan akar yang terbentuk.

## 3. Berat Kering Tanaman

Berdasarkan uji BNT  $\alpha=5\%$  terlihat interaksi antara perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao terhadap berat kering tanaman (g) dan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji BNT terhadap berat kering tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) pada umur 4 minggu setelah tanam.

Perlakuan Perendaman dan Tingkat Kematangan Buah	Rata-rata Berat Kering Tanaman (gram) $\mu=\bar{Y}\pm SE$
A1 B1	0,85 $\pm$ 0,06 <sup>ab</sup>
A2 B1	0,93 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>
A3 B1	0,76 $\pm$ 0,09 <sup>ac</sup>
A1 B2	0,46 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>
A2 B2	0,79 $\pm$ 0,14 <sup>ab</sup>
A3 B2	0,61 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>

Angka- angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT dengan taraf  $\alpha=5\%$ , dengan **Nilai BNT= 0,15**.

Berdasarkan tabel 3 hasil uji BNT  $\alpha=5\%$  terlihat bahwa perlakuan yang paling efektif yaitu A2B1, A1B1, A2B2. Tetapi untuk perlakuan A1B1 dan A2B2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B1. Padahal pada perlakuan A2B1 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan A3B1. Namun untuk perbandingan nilai yang di miliki, A2B1 lebih efektif dengan nilai 0,93 gram. Hal ini diduga berat kering tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan makanan, kandungan unsur hara dalam tanah dan hasil dari proses fotosintesis berupa fotosintat. Hal

ini sesuai dengan pernyataan Eka dan Triono (2016), bahwa berat kering tanaman merupakan akumulasi hasil fotosintat yang berupa protein, karbohidrat dan lipid. Dimana hasil fotosintesis ini umumnya disimpan pada batang, buah dan biji.

#### 4. Rasio Tunas Akar

Berdasarkan uji BNT  $\alpha = 5\%$  terlihat interaksi antara perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao terhadap rasio tunas akar (g) dan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji BNT terhadap rasio tunas akar kakao (*Theobroma cacao* L.) pada umur 4 minggu setelah tanam.

Perlakuan dan Tingkat Buah	Perendaman dan Tingkat Kematangan	Rata-rata Tunas (gram)	Rasio Akar
		$\mu = \bar{Y} \pm SE$	
A1	B1	4,14	± 0,52 <sup>a</sup>
A2	B1	6,16	± 0,64 <sup>b</sup>
A3	B1	5,19	± 0,17 <sup>cd</sup>
A1	B2	5,38	± 0,48 <sup>bc</sup>
A2	B2	4,60	± 0,25 <sup>ac</sup>
A3	B2	4,41	± 0,67 <sup>ad</sup>

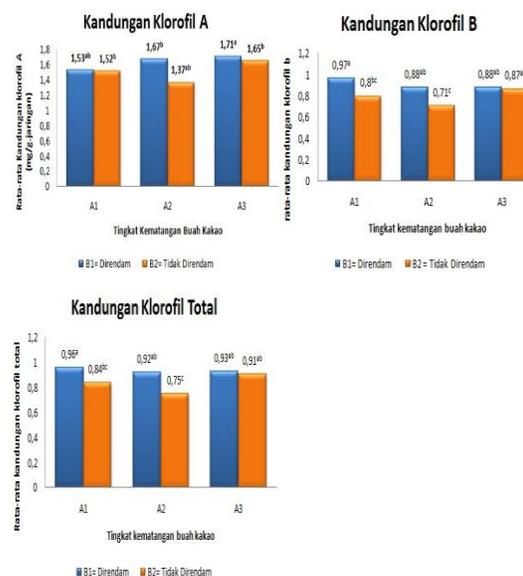
Angka- angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT  $\alpha = 5\%$ , dengan Nilai BNT  $\alpha = 5\% = 0,84$

Berdasarkan tabel 4 uji BNT  $\alpha = 5\%$  terlihat pada perlakuan A2B1 paling efektif, walaupun pada perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan A1B2. Tetapi pada perlakuan A1B2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B1, padahal perlakuan A2B1 berbeda nyata dengan A3B1, maka perlakuan yang paling efektif yaitu A2B1 dengan nilai rata-rata rasio tunas akar 6,16 gram. Hal ini diduga bawa air membantu proses metabolisme dalam perombakan cadangan makan, pengangkutan unsur hara dalam tanah dan proses fotosintesis. Hal ini didukung oleh pernyataan Selamat dan Arnis (2016), Bahwa rasio

tunas akar dapat dikendalikan oleh faktor internal (cadangan makan) dan faktor lingkungan (air, cahaya dan unsur hara dalam media). Menurut Hartmann et al. (2003), bahwa rasio tunas akar dengan kandungan karbohidrat dan nitrogen (rasio C/N) yang tinggi akan menghasilkan akar yang banyak namun dengan tunas yang sedikit, sebaliknya rasio C/N yang rendah akan menghasilkan akar yang sedikit dan tunas yang banyak.

#### 5. Kandungan Klorofil a, b dan total

Berdasarkan uji BNT  $\alpha = 5\%$  terlihat interaksi antara perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao terhadap kandungan klorofil a, b dan total dan dapat dilihat pada grafik gambar 1.



Gambar 1. Grafik rata- rata kandungan klorofil a, b dan total tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) 4 minggu setelah tanam dengan berbagai tingkat kematangan (A1) Kuning pada alur buah (A2) Kuning pada alur dan punggung buah (A3) Kuning pada seluruh bagian buah.

Pada kandungan klorofil a, b dan total juga terbentuk interaksi antara perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah dan memberikan pengaruh yang nyata. Pembentukan klorofil a, b, dan total terlihat efektif pada perlakuan A2B1,

A3B1 DAN A3B2. Hal ini diduga bahwa proses pembentukan klorofil adalah didukung oleh faktor ketersediaanya energi yang diperoleh dari hasil respirasi, diaman glukosa diperoleh dari hasil perombakan cadangan makan dan hasil fotosintesi. Jumlah energi ATP akan digunakan untuk pengangkutan unsur hara kedalam sel-sel daun.

Pada tanaman yang terdapat pada perlakuan A2B1, A3B1 dan A3B2 merupakan yang sangat efektif dalam menggunakan ATP untuk pengangkutan unsur hara yang diperluakn untuk pembentukan klorofil, sehingga pada perlakuan A2B1,A3B1 dan A3B2 menghasilkan jumlah jumlah klorofil yang lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hendriyani dan Setiari (2009), bahwa klorofil disintesis di dalam daun, dan sintesis klorofil dipengaruhi oleh faktor cahaya, karbohidrat, air, temperatur, faktor genetik dan unsur hara seperti N, P, K, Mg, Fe, S dan O. Hal ini juga didukung oleh penelitian Syafi (2008), bahwa penyerapan unsur hara N dan Mg yang dilakukan akar dari dalam tanah berperan penting dalam sintesis klorofil.

## KESIMPULAN

Perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao (*Theobroma cacao* L.) yang berbeda memberi interaksi nyata terhadap persentase perkecambahan, tinggi tanaman, berat kering tanaman, rasio tunas akar dan kandungan klorofil a, b dan total. Selain itu kombinasi yang paling baik ditemukan pada perlakuan perendaman dengan tingkat kematangan kuning pada alur dan punggung buah (A2B1) dengan variabel yang di amati menunjukkan nilai yang lebih baik dari perlakuan lainnya, untuk kandungan klorofil a, b dan total yang paling baik yaitu terdapat pada perlakuan

perendaman dengan tingkat kematangan kuning pada alur buah (A1B1).

## SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) pada tingkat kematangan yang berbeda dengan variabel yang diamati seperti kecepatan perkecambahan dan pengamatan indeks stomata daun kakao.

## DAFTAR PUSTAKA

- Deden mudiana. 2007. Germination of *Syzygium cumini* (L.) Skeels. Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Pasuruan. Vol. 8, No. 1 Hal: 39-42
- Ditjenbun. 2010. Kakao, Statistik Perkebunan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Eka, A.R. dan Triono, B.S. 2016. Analisis Pertumbuhan Kedelai (*Glycine Max* L.) Varietas Grobogan Pada Kondisi Cekaman Genangan. Jurusan Biologi. FMIPA. ITS. Surabaya, Vo.5 No.2 Hal. 2337-3520.
- Hanegave, A.S., R. Hunye, H.L. Nadaf, N.K. B iradarpatil, dan D.S. Uppar. 2011. Effect of seed priming on seed quality of maize (*Zea mays* L.). Karnataka Journal Agric. Sci. 24(2): 237-238.
- Hartmann HT., Kester DE. dan Davies FT.. 2003. Plant Propagation: Principles and Practices. Edisi VI. Prentice Hall, New Jersey
- Hendriyani, I. S dan N. Setiari. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. *J. Sains & Mat.* 17(3): 145-150.
- Krishnamoorthy, H.N. 1981. *Plant Growth Substances*. Tata Mc. Graw- Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Mahfudz M.A, Fauzi, Yuliah, T. Herawan, Prastyono, dan H. Supriyanto. 2004. *Sekilas Jati*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Yogyakarta.

Matsushima, K. I. dan J. I. Sakagami. 2013. Effect off seed Hydropriming On Germinesion and Seedling Vigor During Emergence Of Rice Under Diffrent Oil Moisture Conditions. *American Journal Of Plant Sciences*.4 . 1584-1593.

Slamat Sandari dan Arnis En Yulia. 2016. Giving Several Types Of Compost On The Grownt Of Seedlings Of Rubber (*Hevea brasiliensis*) On Stum Mini Clone PB 260 And Clone Avros 2037. Departement of Agroteknology, Faculty of Agriculture, University of Riau. JOM Faperta Vol. 3 No.1

Siregar, T.H.S., S. Riyadi dan L. Nurieni, 2003. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Colat. Penebar Swadaya. Jakarta.

Sutopo, L. 2002. Teknologi Benih. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Sutopo, L. 2010. Teknologi Benih. Edisi ketujuh. Rajawali pers. Jakarta.

Syafi, S. 2008. Respons Morfologis dan Fisiologis Bibit Berbagai Genotipe Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap Cekaman Kekeringan. Tesis. IPB. Bogor.

--- this page left blank ---