

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

(Skripsi)

Oleh  
*Basukí Sugiarto*



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## ABSTRAK

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

Oleh  
Basuki Sugiarto

Kakao merupakan tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Untuk menunjang keberhasilan tersebut perlu tersedianya 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 ini dilaksanakan dari bulan November sampai 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 dilakukan uji Lavene, setelah data homogen dilanjutkan analisis ragam pada 5%, bila terlihat interaksi antara faktor A dan B maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) 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.

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

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

Oleh  
*Basukí Sugiarto*

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai  
SARJANA SAINS**

**pada  
Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Skripsi

: **PENGARUH PERENDAMAN DAN  
TINGKAT KEMATANGAN BUAH KAKAO  
(*Theobroma cacao* L.) TERHADAP  
PERKECAMBAHAN DAN PERTUMBUHAN  
KECAMBAH BIJI KAKAO**

Nama Mahasiswa

: **Basuki Sugiarto**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1417021019

Jurusan / Program Studi

: Biologi

Fakultas


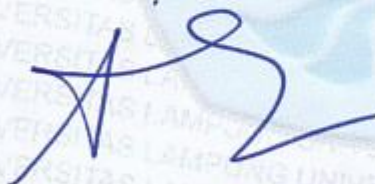
: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**Dra. Tundjung T. Handayani, M.S.**  
NIP 19580624 198403 2 002

**Dra. Yullanty, M.Si.**  
NIP 19650713 199103 2 002

**2. Ketua Jurusan Biologi**



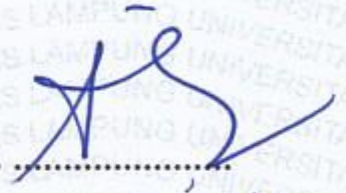
**Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.**  
NIP 19660305 199103 2 001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

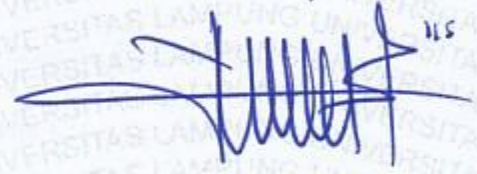
Ketua

: **Dra. Tundjung T. Handayani, M.S.** .....



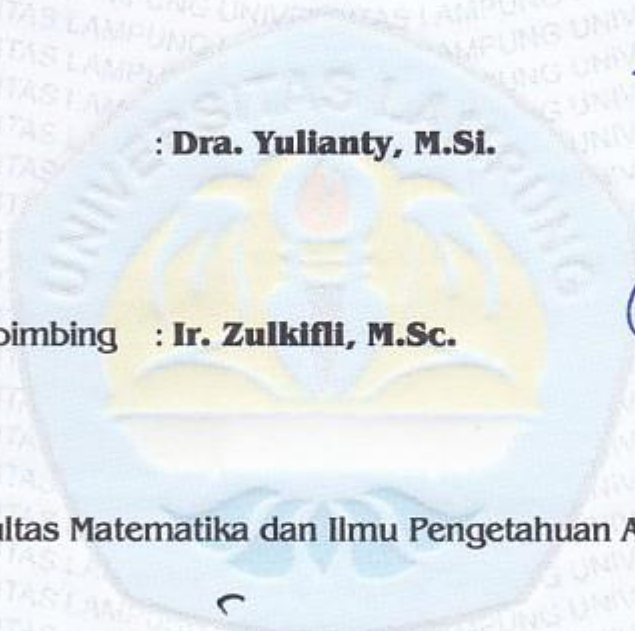
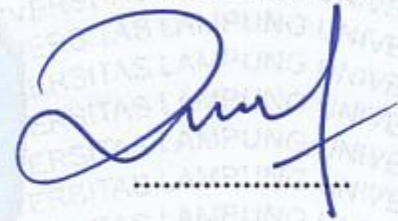
Sekretaris

: **Dra. Yulianty, M.Si.** .....



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Zulkifli, M.Sc.** .....

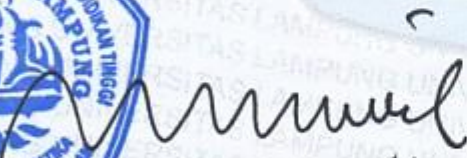


### 2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Warsito, S.Si., D.É.A., Ph.D.**

NIP 19710212 199512 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **27 Februari 2018**

## *RIWAYAT HIDUP*



Penulis dilahirkan di kampung Panaragan Jaya Kecamatan Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang Barat, Provinsi Lampung pada tanggal 06 April 1995, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari Ayah yang bernama Edi Sutarto dan Ibu Suwarsini.

Penulis mulai menempuh pendidikan pertama di taman kanak-kanak (TK) Suadek Panaragan Jaya Kecamatan Tulang Bawang Tengah sampai tahun 2002. Penulis melanjutkan pendidikan tingkat Sekolah Dasar di SD Negeri 04 Panaragan Jaya, Kecamatan Tulang Bawang Tengah sampai tahun 2008. Kemudian, melanjutkan Pendidikan Menengah Pertama di SMP Negeri 02 Tulang Bawang Tengah. Kabupaten Tulang Bawang Barat sampai tahun 2011, Setelah itu melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 01 Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang Barat sampai tahun 2014.

Pada tahun 2014, Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, selama menempuh pendidikan sarjana penulis pernah menjadi asisten dosen matakuliah biologi dasar jurusan Agribisnis, serta asisten dosen Ornitologi dan Ekofistum Jurusan Biologi. Selain itu penulis pernah masuk Anggota Bidang Ekspedisi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada tahun 2015. Selanjutnya Penulis Menjadi Anggota Organisasi Setia Hati Terate (PSHT) pada tahun 2010 di Kabupaten Tulang Bawang Barat dan Menjadi Pengurus Organisasi PSHT di UKM Unila pada tahun 2015.

Pada bulan Januari sampai Maret 2017, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Dinas Pertanian, Perkebunan dan Hortikultura di Kecamatan Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang Barat dengan judul **“INVENTARISASI TANAMAN BUAH YANG DIKEMBANGKAN DI KAWASAN AGRO WISATA KECAMATAN TULANG BAWANG TENGAH, KABUPATEN TULANG BAWANG BARAT”** . Selanjutnya penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Juli - Agustus 2017 di Dusun Tegal Arum Desa Durian Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran. Penulis Melaksanakan penelitian pada bulan Oktober – Desember 2017 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

## *PERSEMBAHAN*

*Dengan mengucap rasa syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Kupersembahkan karya kecilku ini untuk:*

*Kedua orang tuaku yang senantiasa mengucap namaku dalam do'a, mencurahkan kasih sayangNya untukku dan selalu mendukung dan memberikan motivasi dalam setiap langkahku,*

*Kakak dan adikku yang menjadi semangat dan motivasiku untuk aku bisa terus melangkah dalam hal kebaikan,*

*Bapak dan Ibu Dosen yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat dan membantuku dalam menggapai kesuksesan,*

*Teman-teman, kakak-kakak dan adik-adik yang selalu memberikan pengalaman, motivasi dan semangat,*

*Serta Almamaterku Tercinta*



## *MOTTO*

*“Be as your self as you want”*

‘Jadilah dirimu sebagaimana yang kau inginkan’

*“Always be yourself no matter what  
they say and never be anyone else even  
if they look better than you”*

‘Selalu jadi diri sendiri tak peduli apa yang mereka katakan dan jangan pernah menjadi orang lain meskipun mereka tampak lebih baik dari anda’

*“With god we are all equally in size and  
equally same, but categorized by our  
own manner”*

‘Dihadapan tuhan kita semua setara dan sama, yang membedakan itu akhlak kita’

*(Albert Einstein)*

## SAMBUTAN

Puji syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah serta karunianya-lah yang tak terkira sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Perendaman Dan Tingkat Kematangan Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Perkecambahan Dan Pertumbuhan Kecambah Biji Kakao”**. Shalawat teriring salam semoga tercurah kepada baginda Rosululloh SAW beserta keluarga dan sahabatnya yang kita nantikan safa’atnya di yaumul akhir, Allah huma Amin.

Dengan terselesaikan skripsi ini saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang tinggi kepada:

1. Ibu Dra. Tundjung Tripeni Handayani, M.S. selaku pembimbing satu yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, kasih sayang, selalu memberi arahan, bantuan serta motivasi kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga selesai skripsi ini.
2. Ibu Dra. Yulianty, M.Si. selaku pembimbing dua yang telah membimbing penulis dengan memberi pembelaan, masukan dan saran kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga skripsi ini selesai.

3. Bapak Ir. Zulkifli, M.Sc. selaku pembahas yang telah memberikan bimbingan, saran, serta tuntunan kepada penulis hingga terselesaikan skripsi ini.
4. Bapak Jani Master, M.Si., Ibu Dra. Elly L. Rustiati, M.Sc., Ir. Salman Alfarisi, M.Si. selaku pembimbing akademik atas segala perhatian, bimbingan dan motivasinya kepada penulis selama menempuh pendidikan di jurusan Biologi.
5. Kepala Labolatorium Botani, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung beserta seluruh staf teknisi yang telah memberikan izin, fasilitas, dan bantuan selama penulis melakukan penelitian.
6. Ketua Jurusan Biologi FMIPA, Dekan FMIPA dan Rektor Universitas Lampung atas izin dan kesempatan yang diberikan sehingga penulis dapat menempuh studi di Universitas Lampung.
7. Bapak Ibu Dosen yang tidak bisa disebutkan satu persatu, trimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi.
8. Kedua orang tuaku Bapak Edi Sutarto terimakasih selalu memberikan bimbingan, motivasi, dukungan dan nasihat yang luar biasa sehingga menjadi acuan semangat penulis untuk menyelesaikan karya ini. Ibuku Tersayang Suwarsini yang telah memberikan seluruh tenaga, pikiran, dukungan, nasehat dan do'a yang tiada hentinya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
9. Kakak Kandungku Adi Suwarto, S.Kep. Ns. yang selalu memberi perhatian, semangat dan nasehat agar penulis tetap kuat. Dan mbak Lintang Ayu

Cosinttaning Putri, Amd.Keb. yang selalu memberikan dorongan dan motifikasi selama penulis melakukan skripsi ini.

10. Adik'ku Cici Kurniawati yang tercantik , terampil dan selalu menjadi kebanggaan yang selalu memberikan semangat dan menjadi motivasi kakakmu ini.
11. Jagoan – jagoan keluarga yang bikim kengen Quinnara dan Bryan Putra Pratama terimakasih sudah jadi obat ketikah letih selama penelitian berjalan.
12. Orang tersayang Ernia Diah Ulan, terimakasih sudah menjadi obat ketika aku letih, terimakasih telah memberi semangat yang tiada henti-hentinya, dan terimakasih atas kesabaranmu yang selalu menampung kesuh kesahku. Sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
13. Sahabat Kecilku Ilham Prastya dan rahmat pandu yang selalu memberi semangat dan nasehat dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Sahabatku Mizan Sahroni yang sudah aku anggap sodara sendiri yang aku kenal dari awal menempuh studi di Biologi FMIPA Unila, Trimakasi sudah membantu, memberi masukan, semangat dan nasehat dalam mengerjakan skripsi ini.
15. Tim Sorgum, Racma Aulia, Nur Isfa'ni. Puput Dian Angraini, terimakasih sudah membantu dari awal penelitian sampai terselesaikan skripsi ini.
16. Tim Alelopati dan Browning, Davina, Juwita, Mia, Putri Wardanis, Sarti dan Mitha terimakasih sudah membantu selama penelitian ini sampai terselesaikan skripsi ini.

17. Tim Kuljar, Anis Ashari, Nadia Rosyalina, Nadia Fakriati, Tara safitri, Fesya. Essy Pratiwi, Genta dan Dwi Sindy yang sudah membantu peminjaman alat lab selama penelitian ini berlangsung.
18. Tim Mencit, jamur dan Ornit, Rizki Ramadhan, Messy, Fanisa, Nana , Rizki Fitri, Ayu Wulan, Shinta Wulandari yang selalu memberi semangat yang tiada henti-hentinya.
19. Sahabat seperjuangan Biologi 2014 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas kebersamaan, dukungan serta doanya selama ini.
20. Bidang Ekspedisi dan HIMBIO, Betara, Atiya, Salih, Danang, Gita PN, Intan, Tiyas, yang selalu memberi semangat selama pengerjaan skripsi ini.
21. Kakak tingkat 2011,2012,2013 dan adik tingkat 2015,2016,2017 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas kebersamaannya dan pelajarannya yang sangat berarti bagi penulis.
22. UKM Persaudaraan Setia Hati Terate (PSHT) Universitas Lampung, terimakasih atas ilmu dan nasehatnya untuk penulis lebih baik.
23. Alamater Tercinta

Akhir Kata, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan ini. Namun besar harapan semoga hasil tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 17 Maret 2018  
Penulis

**Basuki Sugiarto**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	6
C. Manfaat Penelitian .....	6
D. Kerangka Pikir .....	6
E. Hipotesisi .....	9
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Biologi Tanaman Kakao .....	10
1. Klasifikasi Tanaman Kakao .....	10
2. Morfologi Tanaman Kakao .....	11
B. Fisiologis Tanaman Kakao .....	18
1. Perkecambahan Biji Kakao .....	18
2. Perkembangan Akar Kakao .....	19
3. Fotosintesis .....	20

C. Tingkat Kematangan Buah Kakao .....	21
D. Perendaman Pada Biji Kakao .....	23
E. Imbibisi Pada Biji Kakao .....	24
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan Tempat .....	26
B. Alat dan Bahan .....	26
C. Rancangan Penelitian .....	27
1. Proporsi Biji Kakao .....	27
2. Tata Letak Pertumbuhan Kecambah Biji Kakao .....	28
D. Pelaksanaan .....	29
1. Persiapan Biji Kakao .....	29
2. Kecambah Biji Kakao .....	30
3. Menumbuhkan Kecambah Kakao .....	31
E. Variabel Yang Diamati .....	31
F. Analisis Data .....	34
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	35
1. Persentasi Perkecambahan .....	35
2. Tinggi Tanaman .....	37
3. Berat Kering Tanaman .....	39
4. Rasio Tunas Akar .....	42
5. Klorofil a .....	44
6. Klorofil b .....	46
7. Klorofil Total .....	49
B. Pembahasan .....	51
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	51
B. Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Proporsi biji yang direndam dan tidak direndam .....	27
Tabel 2. Persentasi biji kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) yang berkecambah pada hari ke 14 setelah perendaman dengan Aquades selama 24 jam dan 0 jam untuk setiap tingkat kematangan buah .....	35
Tabel 3. Hasil uji BNT tinggi tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) pada umur 4 minggu setelah tanam .....	38
Tabel 4. Hasil uji BNT terhadap berat kering tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) pada umur 4 minggu setelah tanam .....	40
Tabel 5. Hasil uji BNT terhadap rasio tunas akar kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) pada umur 4 minggu setelah tanam .....	43
Tabel 6. Hasil uji BNT pengaruh perendaman terhadap Klorofil A pada pertumbuhan kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) pada umur 4 minggu setelah tanam dengan berbagai tingkat kematangan .....	45
Tabel 7. Hasil uji BNT pengaruh perendaman terhadap Klorofil B pada pertumbuhan kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) pada umur 4 minggu setelah tanam dengan berbagai tingkat kematangan .....	47
Tabel 8. Hasil uji BNT pengaruh perendaman terhadap Klorofil Total pada pertumbuhan kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) pada umur 4 minggu setelah tanam dengan berbagai tingkat kematangan .....	49



Tabel 9. Rata-rata standar deviasi, ragam, Standar eror dan koefisiensi keragaman tinggi tanaman kakao .....	67
Tabel 10. Uji homogenitas ragam dengan menggunakan uji levene absolute of residual tinggi tanaman kakao .....	67
Tabel 11. Analisis ragam tinggi tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) (Anova: Two-Factor Witc Replication) .....	68
Tabel 12. Analisis Main Effect Uji BNT =5% pada tingkat kematangan buah kakao .....	69
Tabel 13. Analisis Main Effect Uji BNT =5% pada perlakuan perendaman .....	69
Tabel 14. Uji BNT 0,05 dengan nilai rata-rata tinggi tanaman Kakao .....	70
Tabel 15. Rata-rata standar deviasi, ragam, Standar eror dan koefisiensi keragaman berat kering tanaman kakao .....	70
Tabel 16. Uji homogenitas ragam dengan menggunakan uji levene absolute of residual berat kering tanaman kakao .....	71
Tabel 17. Analisis ragam tinggi tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) (Anova: Two-Factor Witc Replication) .....	71
Tabel 18. Analisis Main Effect Uji BNT =5% pada tingkat kematangan buah kakao .....	72
Tabel 19. Analisis Main Effect Uji BNT =5% pada perlakuan perendaman .....	72
Tabel 20. Uji BNT 0,05 dengan nilai rata-rata berat kering tanaman kakao .....	73
Tabel 21. Rata-rata standar deviasi, ragam, Standar eror dan koefisiensi keragaman rasio tunas akar .....	73
Tabel 22. Uji homogenitas ragam dengan menggunakan uji levene absolute of residual rasio tunas akar .....	74
Tabel 23. Analisis ragam rasio tunas akar (Anova: Two-Factor Witc Replication) .....	75
Tabel 24. Analisis Main Effect Uji BNT =5% pada tingkat kematangan buah kakao .....	75

Tabel 25. Analisis Main Effect Uji BNT $\alpha=5\%$ pada perlakuan perendaman .....	76
Tabel 26. Uji BNT 0,05 dengan nilai rata-rata rasio tunas akar ....	76
Tabel 27. Rata-rata standar deviasi, ragam, Standar error dan koefisiensi keragaman klorofil a .....	77
Tabel 28. Uji homogenitas ragam dengan menggunakan uji levene absolute of residual kandungan klorofil a .....	77
Tabel 29. Analisis ragam kandungan klorofil a (Anova: Two-Factor Witc Replication) .....	78
Tabel 30. Uji BNT 0,05 dengan nilai rata-rata kandungan klorofil a .....	78
Tabel 31. Rata-rata standar deviasi, ragam, Standar error dan koefisiensi keragaman klorofil b .....	79
Tabel 32. Uji homogenitas ragam dengan menggunakan uji levene absolute of residual kandungan klorofil b .....	79
Tabel 33. Analisis ragam kandungan klorofil b (Anova: Two-Factor Witc Replication) .....	80
Tabel 34. Analisis Main Effect Uji BNT $\alpha=5\%$ pada kandungan klorofil b .....	80
Tabel 35. Analisis Main Effect Uji BNT $\alpha=5\%$ pada perlakuan perendaman .....	81
Tabel 36. Uji BNT 0,05 dengan nilai rata-rata klorofil b .....	81
Tabel 37. Rata-rata standar deviasi, ragam, Standar error dan koefisiensi keragaman klorofil total .....	82
Tabel 36. Uji homogenitas ragam dengan menggunakan uji levene absolute of residual kandungan klorofil total .....	82
Tabel 37. Analisis ragam kandungan klorofil total (Anova: Two-Factor Witc Replication) .....	83
Tabel 38. Uji BNT 0,05 dengan nilai rata-rata kandungan klorofil Total .....	83

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Batang Dan Cabang Tumbuhan Kakao .....	12
Gambar 2. Daun Tumbuhan Kakao .....	14
Gambar 3. Akar Tunggang Tumbuhan Kakao .....	15
Gambar 4. Bunga Kakao .....	16
Gambar 5. Buah dan Biji Tumbuhan Kakao .....	17
Gambar 6. Tingkat Kematangan Buah Kakao .....	22
Gambar 7. Indeks kematangan buah kakao (a) kuning pada alur buah (b) kuning pada alur dan punggung buah (c) kuning pada seluruh permukaan buah .....	27
Gambar 8. Tata letak rancangan polybag .....	29
Gambar 9. Gerafik persentase perkecambahan biji kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	35
Gambar 10. Grafik rata- rata tinggi tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	38
Gambar 11. Grafik rata- rata berat kering tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	41
Gambar 12. Grafik rata- rata rasio tunas akar tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	43
Gambar 13. Grafik rata- rata kandungan klorofil A tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	46
Gambar 14. Grafik rata- rata kandungan klorofil B tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	48

Gambar 15. Grafik rata- rata kandungan klorofil total tanaman kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	50
Gambar 16. pemanenan dan pemilihan buah kakao sesuai dengan tingkat kematangan .....	64
Gambar 17. Pemilihan bagian biji yang akan digunakan untuk peroses perkecambahan .....	64
Gambar 18. Proporsi biji yang direndam selama 24 jam dan tidak direndam (0 jam) .....	64
Gambar 19 . Peletakan biji dimedia perkecambahan kompos .....	65
Gambar 20. Menghitung persentase perkecambahan antara yang berkecambah dan tidak berkecambah .....	65
Gambar 21. penanaman kecambah untuk memasuki fase vegetativ tumbuhan .....	65
Gambar 22. Pengambilan semai kakao untuk pengukuran tinggi tanaman, berat kering tanaman, rasio dan klorofil .....	66
Gambar 23. Pengukuran tinggi tumbuhan dan berat kering tanaman .....	66
Gambar 24. Pengukuran kandungan klorofil a, b dan Total .....	66

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

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. Bahkan Indonesia merupakan penghasil biji kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana yang termasuk wilayah negara bagian Afrika Barat, dengan produksi biji kering mencapai 550.000 ton. Indonesia memiliki total luas area perkebunan kakao mencapai 1.651.539 ha, sekitar 1.555.596 ha atau 94% adalah perkebunan milik rakyat (Ditjenbun, 2010). Nilai ekspor kakao Indonesia pada 10 tahun terakhir mencapai laju 12% dan 10.84% per tahun. Hasil penelitian juga mendukung bahwa industri kakao harus dikembangkan karena memiliki dampak pada pembangunan berkelanjutan yang mampu menyediakan lapangan pekerjaan yang relatif besar untuk petani (Zainudin dan John, 2009).

Agar dapat menunjang keberhasilan produksi kakao di atas perlu adanya suatu upaya yang harus dilakukan. Pemerintah melalui kementerian pertanian melakukan program gerakan nasional kakao terkait dengan intensifikasi,

rehabilitasi dan peremajaan. Program ini nantinya dapat meningkatkan produksi dan perbaikan mutu hasil tanaman kakao di Indonesia. Peningkatan produksi dapat dilakukan melalui intensifikasi dan ekstensifikasi yaitu dengan menyediakan bibit unggul. Dalam meningkatkan kualitas bibit unggul dapat dilihat dari beberapa aspek antara lain kualitas tanaman induk terhadap penyakit, tingkat kematangan buah dan kandungan dalam biji itu sendiri (Didjenbun, 2010).

Penyediaan bibit unggul dan berkualitas dapat dilihat berdasarkan tingkat kematangan pada buah kakao itu sendiri. Menurut Sugiharti (2008), buah kakao yang tepat tingkat kematangannya ditandai dengan perubahan warna pada kulit buah yang semula berwarna hijau berubah menjadi warna kuning atau yang semula merah menjadi warna oranye. Berdasarkan 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 (Siregar dkk., 2003). Tingkat kematangan pada buah kakao mempengaruhi cadangan makanan untuk tumbuh. Buah kakao yang masak secara fisiologis akan memiliki kandungan makan lebih banyak dibandingkan dengan buah kakao yang belum masak secara fisiologis (Pian, 1989).

Agar mengetahui kualitas biji kakao yang baik perlu dilakukan pengujian perkecambahan benih kakao untuk mencari informasi tentang kemampuan tumbuh biji berdasarkan persentase kecambah dan kecepatan pertumbuhan kecambah. Menurut Khan (1992), dasar pemikiran perlakuan benih sebelum

ditanam adalah faktor utama pendorong biji dalam mempercepat sumber internal benih untuk memperbesar potensi genetik. Selain itu, jumlah kandungan yang dimiliki oleh biji kakao seperti karbohidrat, lemak, protein, asam organik dan hormon yang berperan dalam fase pertumbuhan akan memberikan bahan-bahan yang dibutuhkan embrio untuk biji tumbuh.

Kandungan endosperma mempengaruhi biji pada saat berkecambah karena endosperma merupakan faktor internal biji, faktor ini berkaitan langsung dengan proses imbibisi dan energi potensial kimiawi dalam biji. Fase awal perkecambahan biji sangat membutuhkan air, disini terjadi penyerapan air yang dilakukan biji terhadap lingkungan. Setelah air diserap oleh biji, kulit pada biji akan melunak dan terjadilah hidrasi pada protoplasma, kemudian enzim mulai aktif, terutama bagi enzim yang berfungsi untuk merubah lemak menjadi energi melalui proses respirasi (Sutopo, 2002).

Menurut Matsushima dan Sakagami (2013), benih yang direndam merupakan salah satu metode untuk mempercepat biji berkecambah dan dapat pula digunakan untuk pematihan dormansi. *Seed priming* melalui metode perendaman pada padi dapat meningkatkan kecepatan daya kecambah dan kecepatan pertumbuhan tunas (Faroog *et al.*, 2006). Pada dasarnya perkecambahan pada biji kakao tidak memerlukan perlakuan yang khusus untuk mempercepat proses perkecambahan karena secara alami benih tidak mengalami masa dormansi. Perlakuan yang diberikan biji kakao dengan cara perendaman diharapkan dapat mempercepat perkecambahan pada biji kakao

melalui imbibisi, proses perkecambahan ini dapat terjadi jika kulit biji menjadi lunak dan tersedia cukup air dengan tekanan osmotik tertentu. Dalam aktifitas metabolisme, giberelin yang dihasilkan oleh embrio ditraslokasikan ke lapisan aleuron sehingga menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase. Kemudian enzim tersebut masuk ke dalam cadangan makanan dan mengatalisis proses perubahan pati menjadi glukosa sehingga dapat menghasilkan energi yang berguna bagi aktivitas sel dan pertumbuhan (Bewley, 1997).

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. Hormon giberelin berperan sebagai katalisator perombakan pati menjadi glukosa yang selanjutnya digunakan sebagai pertumbuhan dan perkembangan embrio menjadi kecambah (Krisnamoorthy, 1981).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan tingkat kematangan buah yang berbeda yaitu, pada percobaan Ninik Setyowati dan Ahmat Fadli, bahwa tingkat kematangan pada buah salam (*Syzygium polyanthum* W.) dibagi menjadi tiga tingkat kematangan yaitu hijau kemerahan, merah, dan merah kehitaman. Untuk nilai persentase perkecambahan yang cepat terjadi pada buah salam pada tingkat kematangan hijau kemerahan dengan persentase kecambah mencapai 93,33% dan



kecepatan perkecambahan paling cepat terjadi pada hari ketiga. Dari hasil penelitian ini tingkat kematangan pra- matang sangat baik untuk keperluan benih. Pada percobaan Marwati dkk. (2012), bahwa tingkat kematangan buah kakao berpengaruh pada kadar air, kadar lemak, kadar asam lemak bebas, jumlah biji per 100 gram, jumlah biji terfermentasi dan jumlah biji berkecambah. Tingkat kematangan buah berpengaruh pada biji yang dihasilkan, semakin tinggi tingkat kematangan buah maka semakin cepat pertumbuhan kecambah pada biji (Sugiharti, 2008).

Beberapa penelitian juga telah dicoba dengan metode perendaman yaitu, pada percobaan Sulistyani dkk. (2014), bahwa perendaman menunjukkan nilai yang tinggi sejak dua jam setelah perendaman. Bahkan setelah empat jam, menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan perendaman yang menggunakan karung goni dilihat dari panjang radikula. Perendaman selama 24 jam menghasilkan panjang radikula mencapai 3,69 mm. Untuk pengamatan panjang pada hipokotil yang terjadi pada perendaman 36 jam mencapai panjang 9,15 cm dan berbeda nyata dengan perendaman menggunakan karung goni dengan panjang hipokotil mencapai 5,4 cm. Menurut Mugnisjah dan Setiawan (2001), pengamatan pada pertumbuhan kecambah merupakan tolak ukur viabilitas benih yang diperlukan untuk waktu pertumbuhan radikula dan plumula.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah kakao dengan metode

perendaman sehingga dapat dilihat efektifitas yang berpengaruh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah biji kakao.

## **B. Tujuan Penelitian**

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

## **C. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini nantinya dapat memberi informasi kepada petani tentang persiapan pembenihan kakao yang baik melalui metode perendaman dan menyiapkan mutu benih yang baik berdasarkan tingkat kematangan pada buahnya.

## **D. Kerangka Pikir**

Buah kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi, bahkan Indonesia merupakan penghasil kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Pemanfaatan tanaman ini umumnya terdapat pada bagian bijinya yang dikelola sebagai bahan makanan. Selain itu perkecambahan biji kakao tidak memerlukan perlakuan yang khusus, dikarenakan pada biji kakao tidak memiliki masa dormansi. Untuk

itu proses perendaman yang dilakukan bertujuan untuk mempercepat proses perkecambahan.

Proses perkecambahan yang cepat dapat dipengaruhi oleh kematangan buah. Tingkat kematangan pada buah kakao dapat ditandai dengan perubahan warna buah. Berdasarkan tingkatannya kematangan buah kakao dapat dilihat dari perubahan warnanya yaitu warna kuning pada alur buah, kuning pada alur dan punggung buah dan warna kuning pada keseluruhan bagian buah. Biasanya untuk kematangan morfologi dapat kita dengar apabila buah dikocok akan timbul suara dari dalam.

Buah kakao yang memiliki tiga tingkat kematangan yang berbeda nantinya akan mendapat perlakuan yang sama, Untuk masing-masing tingkat kematangan pada buah akan dibagi dua. Sebagian dari setengah biji yang sudah dibersihkan dari lendir akan direndam selama 24 jam, tujuan dilakukannya perendaman agar biji melakukan imbibisi yaitu penyerapan air yang dilakukan oleh biji dari lingkungan. Proses perkecambahan akan ditempatkan pada media yang sama, baik yang direndam maupun yang tidak direndam.

Menurut Rohsius, pada saat proses perkecambahan, waktu yang diperlukan untuk mencapai kematangan secara fisiologis memerlukan 150 hari, setelah itu biji kakao akan dikeluarkan dari bakal buah dan mengalami kondisi perkecambahan. Menurut Howard dan Robert, periode yang diperlukan untuk

peristiwa perkecambahan membutuhkan waktu 25 hari dan imbibisi terjadi secara optimum pada hari ke 3 dan mulai munculnya radikula pada hari ke 5. Perkecambahan terjadi pada hari ke 7 - 18 terlihat dari memanjangnya hipikotil yang keluar dari tanah yang sudah mencapai panjang 3-5 cm dan kotiledon mulai terangkat dari permukaan tanah. Menurut Sulistyani dkk, setelah proses perkecambahan biji kakao siap disemai dalam polybag, umur yang diperlukan untuk tanaman kakao dapat dipindahkan di kebun memerlukan umur 3-5 bulan dengan ketinggian mencapai 40-60 cm. dengan diameter batang mencapai 0,7-1 cm dan memiliki 12 lembar daun .

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan tingkat kematangan pada buah kakao yaitu pada percobaan Marwati dkk., bahwa tingkat kematangan pada buah kakao dapat mempengaruhi, kadar asam lemak bebas, kadar air, pH, kadar lemak, jumlah biji terfermentasi dan jumlah biji berkecambah. Beberapa penelitian juga yang sudah dilaksanakan dengan menggunakan metode perendaman yaitu pada percobaan Sulistyani, bahwa panjang radikula pada metode perendaman menunjukkan nilai yang tinggi pada waktu 2 jam setelah perendaman, pada waktu 4 jam setelah perendaman pertumbuhan radikula dengan metode perendaman memiliki pertumbuhan nilai yang berbeda nyata dibandingkan dengan metode perendaman menggunakan karung goni. Perendaman selama 24 jam menghasilkan panjang radikula mencapai 3,69 cm dan perendaman selama 36 jam radikula mencapai panjang 9,15 cm berbeda nyata dengan menggunakan karung goni yang hanya mencapai 5,4 cm.

Nantinya penelitian ini akan menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) dimana untuk masing masing perlakuan akan mendapat 6 kali ulangan. Peranan air saat perendaman yang dilakukan pada biji akan mempengaruhi hasil yang didapat pada penelitian ini.

#### **E. Hipotesis**

Adapun hipotesis dari percobaan ini adalah

1. Ada pengaruh intraksi antara perendaman dan tingkat kematangan pada buah kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap perkecambahan dan pertumbuhan biji kakao.
2. Ada perlakuan interaksi yang paling baik dalam menstimulasi pada proses perkecambahan dan proses pertumbuhan kecambah biji kakao.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Biologi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

#### 1. Klasifikasi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu jenis tanaman yang diusahakan secara komersial. Tanaman kakao menurut sistem klasifikasi Cronquist (1981), adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnilopsida  
Bangsa : Malvales  
Suku : Sterculiaceae  
Marga : *Theobroma*  
Jenis : *Theoberoma cacao* L.

Dalam sistem taksonomi, beberapa sifat (penciri) dari buah dan biji sering digunakan sebagai dasar dari sistem klasifikasi. Berdasarkan bentuk buahnya kakao dikelompokkan ke dalam tiga populasi besar yaitu *Frastero* atau yang sering kita kenal sebagai kakao lindak (bulk) yang

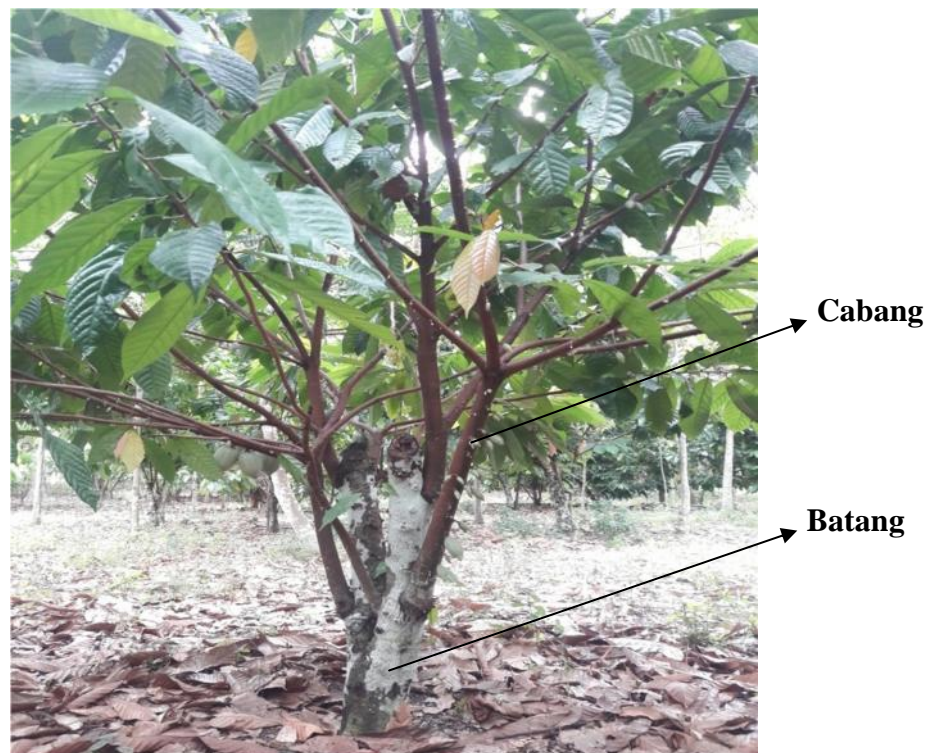
banyak tersebar luas di daerah tropika sub jenis *sphaerocarpus*. Memiliki ciri-ciri bentuk biji lonjong, pipih, dan keping biji berwarna ungu gelap. Memiliki mutu yang beragam tetapi lebih rendah dari sub jenis *cacao*, permukaan kulit buahnya halus dan memiliki alur buah yang dangkal, dan kulit buah tipis namun keras. *Criollo* merupakan jenis kakao yang memiliki pertumbuhan yang lambat, memiliki daya hasil yang relatif rendah, dan sangat mudah terserang hama dan penyakit karena memiliki permukaan buah yang kasar, memiliki banyak benjolan dan alur buah yang jelas dan dalam. Selain itu, *Criollo* memiliki kulit buah yang tebal namun lunak sehingga memiliki kadar lemak yang rendah dibandingkan dengan kerabatnya *forastero*. *Criollo* memiliki biji yang besar, berbentuk bulat dan memiliki cita rasa yang khas. *Trinitario* merupakan jenis kakao hibrida yaitu hasil persilangan antara kakao *criolla* dan *forastero*. Kakao ini memiliki morfologi dan fisiologis sangat beragam demikian juga dengan daya dan mutunya. Karena kelompok kakao ini dapat masuk ke dalam kelompok kakao jenis mulia dan kakao jenis linda, tergantung dari mutu biji yang dihasilkan (Wood, 1975).

## **2. Morfologi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

### **a. Batang dan Cabang Tanaman Kakao**

Habitat asli dari tanaman kakao yaitu hutan hujan tropis. Yang memiliki curah hujan tinggi, kelembaban yang relatif tetap, suhu relatif sama untuk setiap tahunnya dan intensitas cahaya yang rendah.

Hal inilah yang mengakibatkan pertumbuhan kakao dapat mencapai tinggi hingga 7 meter. Dalam budidaya tanaman, kakao dapat mencapai ketinggian 1,8-3.0 meter pada usia 3 tahun dan 4,50-7.0 meter pada usia 12 tahun. Karena tinggi atau perkembangan suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu, udara, kelembaban dan intensitas cahaya dan unsur yang terkandung dalam tanah (Widiastuti dkk., 2011).



Gambar 1. Batang dan cabang tumbuhan kakao  
Sumber: (Dokumen Pribadi, 2017)

Pertumbuhan tanaman kakao bersifat *dimorfisme* dimana memiliki dua arah pertumbuhan tunas. Tunas yang tumbuh ke arah atas disebut *ortotrof* atau tunas air (*wiwilan* atau *chupon*). Yang biasanya muncul langsung pada bagian biji yang akan membentuk batang utama dari tanaman kakao itu sendiri. Selain itu ada pertunasan yang arah

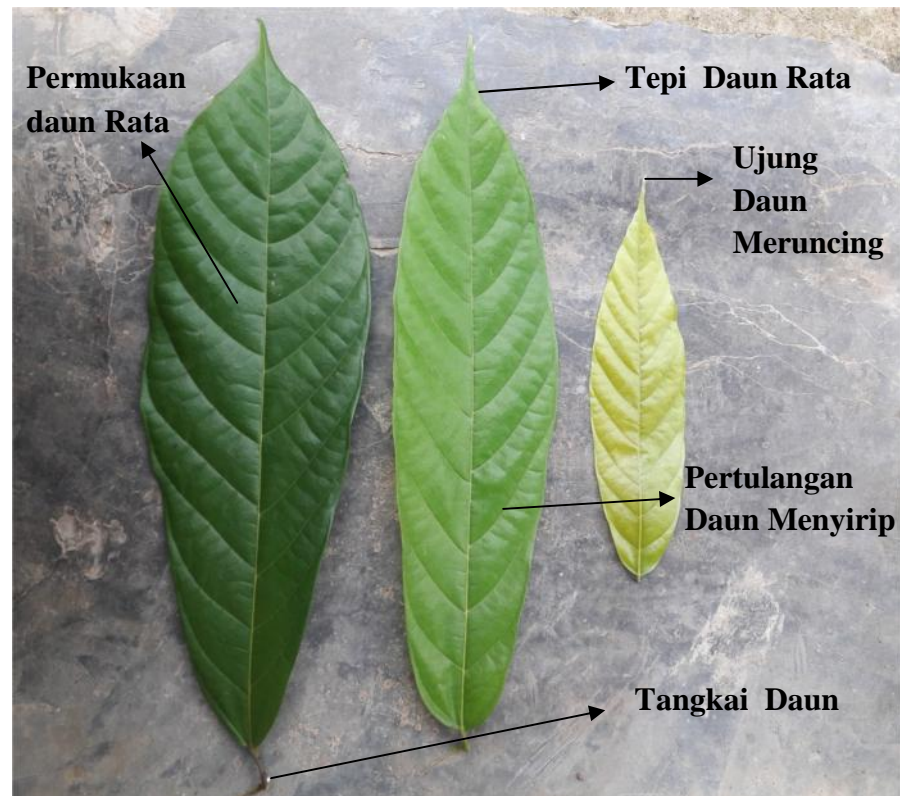


tumbuhnya ke arah samping yang disebut dengan *Plagiotrop* (cabang *kipar* atau *fun*). Tanaman yang berasal dari biji akan berhenti tumbuh pada ketinggian 1,0 -1,5 meter, dan mulai membentuk percabangan (*lorquatte*). Jorket merupakan pola percabangan yang berawal dari *ortotrop* ke *plagiotrop* yang khas terjadi pada tumbuhan kakao.

Pertumbuhan tunas samping terjadi karena pada tunas *ortotrop* sudah tidak lagi mengalami pertumbuhan ke arah atas, hal ini yang menyebabkan terjadinya pembentukan tunas ke arah samping. Tunas ke arah samping akan muncul 2-6 cabang yang arah pertumbuhannya condong membentuk sudut  $60^\circ$ . cabang awal muncul dari batang *autotrop* disebut dengan percabangan primer dan pada akan muncul cabang-cabang lateral (Puslitbang, 2010).

#### **b. Daun Tanaman Kakao**

Sifat yang dimiliki oleh daun kakao pada dasarnya sama dengan sifat percabangan batangnya. Menurut Nassarudin (2004), kakao memiliki warna daun yang bervariasi ketika daun masih muda, hal itu dipengaruhi oleh varietas dari kakao itu sendiri. Ketika tua warna daun pada kakao relatif sama yaitu berwarna hijau, dan dapat mencapai panjang daun hingga 30 cm dan lebar daun mencapai 7,5 cm dengan tepi daun kasar dan bergelombang. Selain itu daun kakao memiliki karakteristik pada bagian pangkal dan ujung daun yang memiliki dua persendian (*articulation*) (Hall, 1932).



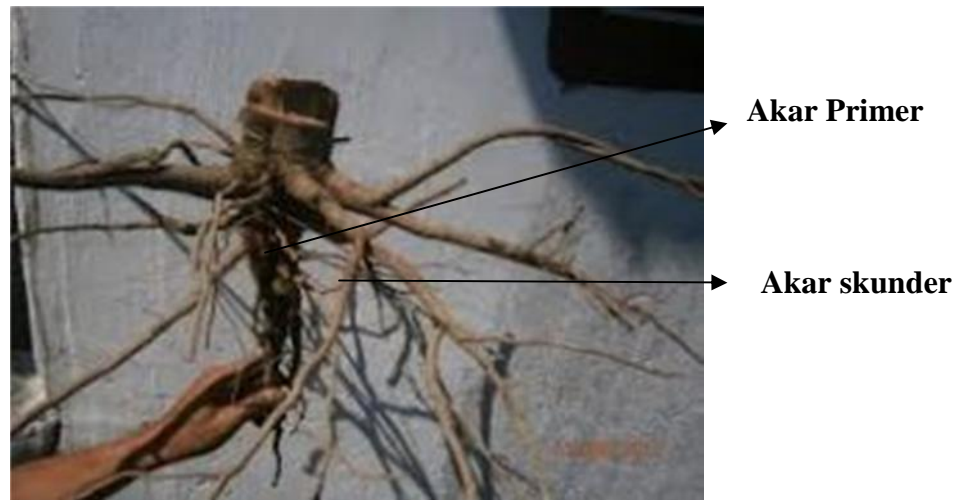
Gambar 2. Daun tumbuhan kakao  
 Sumber: (Dokumen Pribadi, 2017).

Tangkai daun tanaman kakao memiliki bentuk silindris disertai dengan sisik halus. Memiliki pertulangan daun yang menonjol ke permukaan bawah dan bentuk pertulangannya menyirip, memiliki tepi daun rata, daging daun tipis namun memiliki tekstur yang kuat (Puslitbang, 2010)

### c. Akar Tanaman Kakao

Kakao memiliki perakaran jenis tunggang (*radix primaria*) dengan pertumbuhan panjang dapat mencapai 8 meter ke arah samping dan 15

meter ke arah bawah. Perbanyak dengan cara vegetatif pada tanaman kakao akan diawali dengan munculnya akar serabut yang nantinya pada saat dewasa akar ini akan mengalami pembesaran yang akan menjadikan akar tunggang. Pada saat perkecambahan akar tanaman kakao yang masih berumur 1-2 minggu akan menumbuhkan akar-akar cabang (*radix lateralis*). Dari percabangan yang banyak itu akan tumbuh rambut akar, yang setiap ujung dari akar tersebut akan diselimuti oleh tudung akar yang melindungi bagian terpenting dari akar. Setiap cabang akar akan muncul rambut akar yang memiliki fungsi untuk proses penyerapan unsur hara dan mineral dalam tanah (Nassarudin, 2004).



Gambar 3. Akar Tanaman Kakao  
Sumber: (Siregar, 2000).

#### d. Bunga Kakao

Bunga pada tanaman kakao bersifat kaulifori dimana bunga akan muncul pada bekas ketiak daun pada batang dan cabang. Tempat yang

ditumbuhi oleh bunga semakin lama akan semakin membesar atau bisa disebut dengan istilah bantalan bunga (*cushiol*). Bunga kakao tersusun atas 5 daun kelopak yang bebas satu sama lain, 5 mahkota, 10 tangkai sari yang tersusun atas 2 lingkaran dan masing-masing terdiri dari 5 tangkai sari, tetapi hanya 1 lingkaran yang fertil dan daun buah yang bersatu. Sehingga bunga pada tanaman kakao memiliki rumus  $K5C5A5+5G(5)$ . Bunga kakao memiliki tangkai yang kecil namun memiliki panjang berkisar 1-1,5 cm. Daun mahkota memiliki panjang 6-8 mm, dan terdiri dari dua bagian. Bagian pangkal berbentuk seperti kuku binatang dan memiliki dua garis merah. Bagian ujungnya berupa lembaran tipis, fleksibel dan berwarna putih (Puslitbang, 2010).

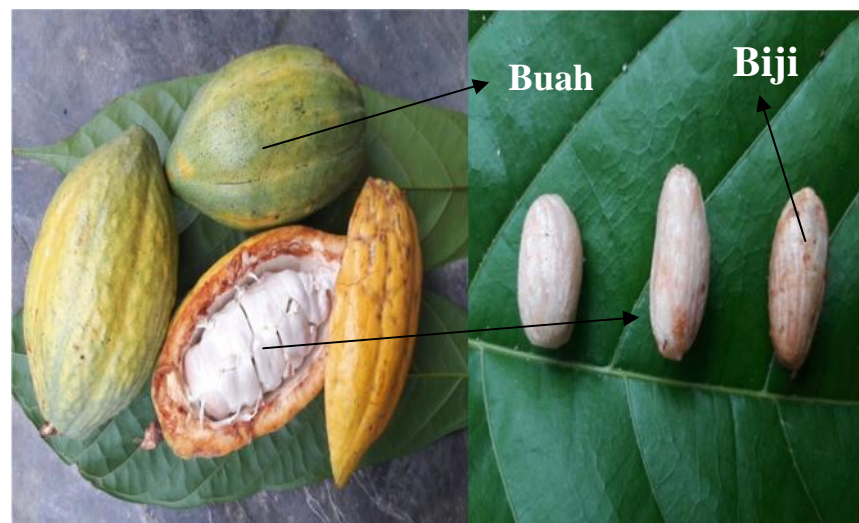


Gambar 4. Bunga Kakao (Dokumen Pribadi, 2017).

#### e. Buah dan Biji Kakao

Buah kakao termasuk ke dalam buah buni karena memiliki daging biji yang sangat lunak. Warna yang dimiliki buah kakao pada dasarnya

terbagi menjadi dua, buah kakao yang ketika masih muda berwarna hijau dan ketika masak akan berwarna kuning dan buah kakao yang ketika muda berwarna merah dan ketika masak berwarna jingga. Kulit buah kakao memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang seling (Puslitbang, 2010). Kulit buah kakao memiliki alur dengan ketebalan berkisar 1-2 cm dan memiliki ukuran buah 10-30 cm. Sehingga buah ini sering disebut dengan *foot pod* atau tongkol. Buah kakao yang masak umumnya berkisar umur 5-6 bulan dari proses penyerbukan. Kematangan pada kakao dapat dilihat pada perubahan warna dan pada bagian biji yang melekat pada alur buah sudah terlepas dan apabila dikocok akan menimbulkan suara (Sunanto, 1992).



Gambar 5. Buah dan Biji Kakao  
Sumber: (Dokumen Pribadi, 2017).

Biji kakao tersusun atas lima baris yang terbagi atas lima poros buah. Setiap buah kakao dapat berisi 20-50 butir biji. Jika dilakukan sayatan melintang pada buah akan tampak susunan dua kotiledon yang saling

melipat dengan bagian pangkal yang melekat pada poros lembaga (*embryo axis*). Untuk setiap warna pada kotiledon berbeda-beda tergantung dengan varietasnya, daging biji pada tanaman kakao memiliki rasa asam manis dan diduga mengandung zat penghambat perkecambahan (Puslitbang, 2010).

## **B. Fisiologis**

### **1. Perkecambahan Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

Perkecambahan merupakan proses terbentuknya kecambah (plantula). Proses perkecambahan sendiri didefinisikan sebagai proses awal terbentuknya tumbuhan yang baru muncul dari bagian biji dan proses hidupnya masih tergantung pada makanan yang terkandung di dalam biji (Tjitrosoepomo, 1988).

Perkecambahan ditandai dengan munculnya radikula yang menembus kulit biji yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air dalam media tumbuh. Air akan diabsorpsi oleh biji melalui imbibisi yang digunakan untuk memicu aktifitas enzim yang akan menghidrolisis cadangan makanan yang disimpan di dalam kotiledon. Enzim yang berperan dalam proses perombakan cadangan makanan dalam biji antara lain yaitu  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase dan protease (Bawly, 1997).

Menurut Schmidt (2000), beberapa faktor yang berpengaruh pada saat proses perkecambahan antara lain faktor lingkungan (eksternal) dan faktor

biji itu sendiri (internal). Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi perkecambahan biji antara lain suhu, cahaya, oksigen, kelembaban, serta komposisi udara di sekitar biji. Sedangkan untuk faktor internal atau biji itu sendiri dapat dipengaruhi oleh cadangan makan, genetik, dan kadar air dalam biji (Mahfudz *et.al.*, 2004).

Tipe perkecambahan pada biji kakao tergolong ke dalam epigeal yaitu ketika mengalami proses perkecambahan kotiledon akan terangkat dari permukaan tanah. Dalam proses perkecambahan setelah radikula menembus lapisan kotiledon, hipokotil akan memanjang dan membengkok ke bawah untuk menembus permukaan tanah. Setelah hipokotil menembus tanah, bertahap kotiledon akan terangkat dari tanah seiring panjangnya epikotil. Proses memanjangnya epikotil, kulit benih yang menempel akan tertinggal dan selanjutnya kotiledon akan membuka dan daun muda yang pertama (*Plumula*) akan muncul dan perlahan kotiledon yang masih menempel akan mengering dan terjatuh (Saleh, 2004).

## **2. Perkembangan Akar Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

Saat perkembangan benih, akar tunggang akan tumbuh cepat pada minggu pertama mencapai panjang 1 cm, pada umur satu bulan akar mencapai 16-18 cm dan ketika umur tiga bulan akan mencapai 25 cm. Setelah itu pertumbuhan akan menurun dan memerlukan waktu yang lama.

Kedalaman akar tunggang dipengaruhi oleh faktor air dalam tanah dan

struktur tanah. Secara fisik peran akar dalam proses kimia, biokimia dan biologi sangatlah penting (Yoshida, 2001).

Menurut Murata dan Matsushima (1978), perkembangan akar sangat dipengaruhi oleh perkembangan daun. karena apabila daun pada batang utama telah muncul maka akan muncul akar dari percabangan akar utama yang nantinya menjadi akar tunggang dengan pertumbuhan yang menyebar. Akar pada tanaman kakao memiliki kepekaan yang tinggi terhadap hambatan yang ada didepannya, baik berupa batu, lapisan keras, maupun air tanah. Apabila selama pertumbuhan akar menjumpai hambatan benda yang tidak bisa ditembus seperti batu, maka akar akan membelah menjadi dua atau mengubah arah pertumbuhannya, dan apabila ketika akar sudah menjumpai air ia akan melakukan pertumbuhan yang lambat (Puslitbang, 2010).

### **3. Fotosintesis**

Tanaman kakao merupakan jenis tanaman yang suka naungan (*shade loving tree*), karena laju fotosintesis optimum berlangsung pada intensitas cahaya berkisar 70%. Selain itu laju respirasi fotosintesis dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kandungan nitrogen, fosfor dan kalium dalam tanah yang memberikan dampak pada perluasan daun. Menurut Rendy dkk. (2015), unsur N,P,K, Mg dan Fe dibutuhkan oleh tumbuhan untuk memproduksi protein, lemak dan persenyawaan lainnya. Peran nitrogen



sangat penting dalam pembentukan hijau daun yang berguna dalam proses fotosintesis. Klorofil yang terdapat pada daun dalam jumlah banyak sangat bermanfaat dalam proses penyerapan sinar matahari. Sehingga fotosintesis yang terjadi akan dirombak melalui proses respirasi dan menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh sel – sel untuk pembelahan dan pembesaran yang nantinya dapat mengakibatkan daun memanjang dan melebar secara maksimal.

### **C. Tingkat Kematangan Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

Secara fisiologis buah kakao dapat digolongkan dari beberapa kelas tingkat kematangan. Untuk mengetahui perbedaan dari tingkat kematangan dapat dilihat melalui morfologi perubahan warna yang terjadi pada kulit buah. Tingkat kematangan pada buah kakao dibagi menjadi empat kelas yaitu kuning pada alur buah, kuning pada alur buah dan punggung buah, kuning pada seluruh permukaan buah dan kuning tua pada seluruh permukaan buah (Siregar dkk., 2003).



Gambar 6. Tingkat Kematangan Buah Kakao, a. Kuning pada alur buah, b. Kuning pada alur dan punggung buah dan c. Kuning pada seluruh bagian buah (Dokumen Pribadi, 2017).

Menurut Justice dan Bass (2002), viabilitas benih dapat dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah, benih yang berasal dari buah yang terlalu tua atau terlalu muda akan memiliki daya perkecambahan yang rendah. Menurut Sadjad (1994), benih yang masak secara fisiologis dapat ditandai dengan rontoknya buah dari tangkai, daging buahnya lunak dan bijinya ada yang sudah berkecambah.

Menurut Sutopo (2002), buah yang dipanen sebelum mencapai tingkat kematangan secara fisiologis belum memiliki cadangan makanan yang cukup dan keadaan embrio dalam kotiledon belum sempurna, sedangkan yang masak secara fisiologis sudah memiliki cadangan makanan yang cukup dan kondisi embrio dalam kotiledon sudah terbentuk sempurna. Buah yang belum masak secara fisiologis memiliki kandungan karbohidrat, protein dan lemak dalam biji yang masih sedikit, sehingga dapat mengganggu suatu proses

perkecambahan dikarenakan energi yang disuplai belum maksimal. Untuk itu perlunya rangsangan melalui suatu proses salah satunya melalui proses perendaman walaupun pada biji kakao tidak memiliki masa dormansi.

#### **D. Perendaman Pada Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

Perendaman pada dasarnya merupakan metode untuk mempercepat perkecambahan namun dapat digunakan untuk memutuskan masa dormansi pada biji. Buah kakao tidak memiliki masa dormansi sehingga perlakuan benih dengan metode perendaman dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kecepatan perkecambahan melalui imbibisi. Menurut Khan (1992), dasar pemikiran perlakuan sebelum ditanam adalah faktor penunjang sumber daya internal benih untuk memperbesar potensi genetik dalam biji.

Menurut Matsushima dan Sakagami (2013), perendaman benih merupakan metode untuk mempercepat tumbuhnya kecambah. Perlakuan perendaman secara langsung merupakan teknik mempercepat perkecambahan dengan imbibisi air secara terkontrol. Selain terjadinya imbibisi pada biji, proses perendaman mengakibatkan keserentakan perkecambahan serta mengurangi tekanan lingkungan (Heydecker, 1973).

Menurut Darmawan (2008), proses perendaman benih sebelum dikecambahkan dimaksudkan untuk mengaktifkan proses fisiologis yang berlangsung dalam benih. Menurut Angadi dan Entz (2002), interval dalam

perendaman biji ditunjukkan untuk melihat fisiologis benih. Pemberian air melalui proses perendaman merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk mempercepat munculnya radikula pada biji, namun perendaman yang berlebihan dapat berdampak kurang baik yaitu dapat mengakibatkan biji rusak dan busuk.

#### **E. Imbibisi Pada Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

Imbibisi merupakan suatu proses masuknya air ke dalam biji atau dengan kata lain biji akan menyerap air dari lingkungan. Menurut Bawley dan Black (2006), imbibisi dibagi menjadi 2 fase, fase pertama imbibisi yang mencapai waktu 24 jam yang merupakan fase penyerapan cepat, fase kedua ditandai dengan penyerapan air yang cenderung konstan hingga mencapai waktu 68 jam. Dengan laju imbibisi yang baik menyebabkan terpenuhinya kebutuhan air dalam biji sehingga berpengaruh pada proses metabolisme. Skarifikasi menyebabkan terjadinya peningkatan pada permeabilitas kulit benih sehingga laju imbibisi tinggi. Ketika laju imbibisi tinggi akan diikuti oleh pengurangan cadangan makanan yang tinggi, hal ini ditunjukkan oleh variabel perkecambahan yang diamati seperti daya kecambah, kecepatan perkecambahan dan keserempakan berkecambah.

Akibat dari terjadi imbibisi, kulit akan mengalami retak- retak dan menjadi lunak. Bersamaan dengan terjadinya imbibisi, maka akan terjadi peningkatan laju respirasi yang mengaktifkan enzim-enzim yang berperan dalam proses

metabolisme. Dalam aktifitas metabolisme, giberelin yang dihasilkan oleh embrio akan ditraslokasikan ke lapisan aleuron yang akan menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase. Selanjutnya enzim tersebut masuk ke dalam cadangan makanan dan mengatalisis proses perombakan makanan untuk dijadikan pati menjadi glukosa sehingga nantinya dapat menghasilkan ATP yang berguna untuk aktifitas pembelahan sel dan pertumbuhan (Bewley, 1997).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

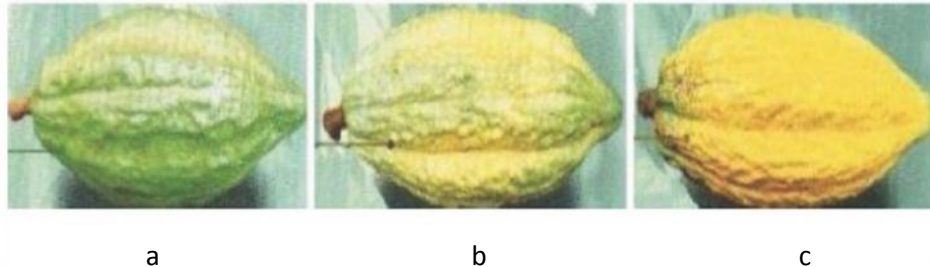
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 sampai Desember 2017 di Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah nampan sebagai media perkecambahan, polybag ukuran 5 kg sebagai wadah media pertumbuhan, spektrofotometer untuk mengukur kandungan klorofil. Oven untuk mengeringkan tanaman kakao, neraca digital untuk berat kering tanaman kakao. Alat tulis, kamera, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, mortar dan pestle. corong, rak tabung, labu erlenmeyer. beaker gelas, kertas saring, batang pengaduk, kertas label.

Bahan yang digunakan adalah tanah kompos sebagai media perkecambahan dan pertumbuhan kecambah, air sebagai indikator perendaman, alkohol sebagai media pengujian klorofil, benih kakao dengan 3 tingkat kematangan

yang berbeda (dapat di lihat pada gambar 7 di bawah ini) sebanyak 600 benih yang diperoleh dari petani.



Gambar 7. Indeks kematangan buah kakao (a) kuning pada alur buah (b) kuning pada alur buah dan punggung buah (c) kuning pada seluruh permukaan buah.

## C. Rancangan Penelitian

### 1. Proporsi Biji Kakao

Penelitian ini menggunakan teknik dengan cara membedakan biji yang direndam dan tidak direndam, dengan tingkat kematangan yang berbeda, sebagian dari biji akan direndam selama 24 jam dan sebagian lagi tidak direndam (0 jam).

Tabel 1 : Proporsi biji yang direndam dan tidak direndam.

No	Proporsi Biji	Notasi
1	100 benih kakao direndam, kuning pada alur buah	<b>A1 B1</b>
2	100 benih kakao direndam, kuning pada alur buah dan punggung alur buah	<b>A2 B1</b>
3	100 benih kakao direndam kuning pada seluruh permukaan buah.	<b>A3 B1</b>

<b>4</b>	100 benih kakao tidak direndam, kuning pada alur buah	<b>A1 B2</b>
<b>5</b>	100 benih kakao tidak direndam, kuning pada alur buah dan punggung alur buah	<b>A2 B2</b>
<b>6</b>	100 benih kakao tidak direndam kuning pada seluruh permukaan buah.	<b>A3 B2</b>

Keterangan:

**A1 – A3** = Tingkat Kematangan

**B1** = Untuk perlakuan direndam

**B2** = untuk perlakuan tidak direndam

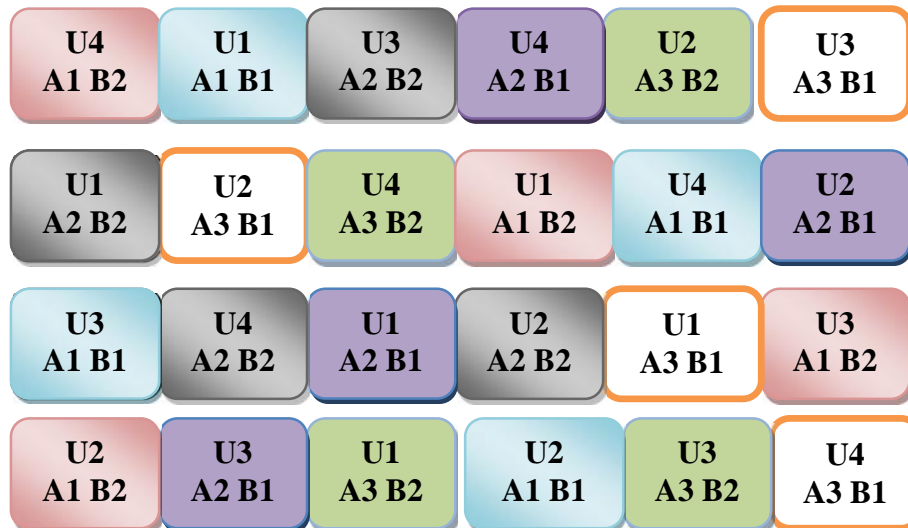
**U1-U4** = Ulangan

## 2. Tata Letak Pertumbuhan Kecambah Biji Kakao

Penelitian ini 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 5 kg yang berisi media tanam dengan proporsi media tanam sama, yang ditanami 4 bibit kakao (*Theobroma cacao* L.).



Tata letak satuan percobaan (Pertumbuhan) dengan metode RAL 6 perlakuan dengan 4 kali ulangan adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Tata letak rancangan polybag

#### D. Pelaksanaan

##### 1. Persiapan Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Buah kakao yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari perkebunan terpilih milik petani. Kemudian buah diambil berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan berdasarkan tingkat kematangan buah yang berbeda. Menurut Siregar dkk (2003), kematangan pada buah kakao dapat dilihat dari perubahan warna yang terjadi pada buahnya, dan kematangan ini dibagi menjadi empat kelas yaitu, kuning pada alur buah, kuning pada alur dan punggung buah, kuning pada seluruh bagian buah dan kuning tua pada seluruh bagian buah. Setelah didapatkan berdasarkan kriteria

tersebut, buah dibelah dan diambil bijinya yang paling baik dan tidak mengalami kecacatan. Selain itu, pastikan biji yang digunakan untuk perkecambahan dan pertumbuhan harus bernas (memiliki cadangan makanan yang penuh).

Sebelum melakukan perkecambahan pastikan biji kakao telah bersih dari lendir yang menyelimuti bagian luar. Cara terbaik untuk membersihkan lendir yang menempel pada biji dapat menggunakan kain atau menggunakan abu. Usahakan bersih sempurna agar lendir tidak mengganggu perkecambahan.

## **2. Kecambah Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

Seleksi dilakukan berdasarkan ukuran dan kondisi biji yang baik. Untuk masing- masing tingkat kematangan buah, biji akan mendapat 2 perlakuan yang berbeda. Masing- masing dari tingkat kematangan akan mendapat perlakuan dengan cara direndam selama 24 jam (B1) dan tidak direndam (0 jam) (B2). Untuk masing-masing tingkat kematangan yang sudah ditentukan akan direndam selama 24 jam untuk 100 biji. Begitu pula untuk masing- masing tingkat kematangan yang sama 100 biji kakao tidak direndam.

Biji yang mendapatkan perlakuan perendaman maupun yang tidak mendapat perlakuan sama sekali dikecambahkan di atas nampan yang sudah berisi media tanam. Media tanam dibuat berdasarkan komposisi

dan proporsi yang sama. Biji kakao sebanyak 600 diletakkan di atas media tanam berdasar perlakuan dan tingkat kematangan buah yang berbeda. Perhitungan persentase perkecambahan kakao dilakukan pada hari ke 14 setelah biji diletakkan. Beberapa sampel dari proses perkecambahan ini. Menurut ISTA (2006), persentase perkecambahan biji dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Persentase Perkecambahan} = \frac{\text{Jumlah biji yang berkecambah}}{\text{Jumlah biji yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

### **3. Menumbuhkan Kecambah Kakao**

Memilih pertumbuhan kecambah normal ( struktur morfologi lengkap) yang diperoleh dari proses perkecambahan biji kakao. Kemudian kecambah ditanam dalam wadah polybag yang berisi tanah pencampuran antara kompos dengan tanah kuning dan dilabel sesuai dengan perlakuan dan tingkat kematangan buah. Setiap polybag berisi 4 kecambah . kelembaban media dijaga setiap hari dengan cara disiram setiap hari menggunakan air baik pagi hari maupun sore hari. Pertumbuhan kecambah kakao dilakukan selama 4 minggu sejak kecambah ditanam ke dalam media pertumbuhan.

## E. Variabel Yang Diamati

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah air, sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah persentase daya perkecambahan biji sebagai variabel proses perkecambahan. Serta variabel pertumbuhan kecambah kakao adalah tinggi tanaman, berat kering tanaman dan kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total.

### 1. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari batas akar sampai ujung bagian titik tumbuh tunas menggunakan penggaris.

### 2. Berat Kering Tanaman (g)

Berat kering tanaman (gram) merupakan berat kering yang awalnya merupakan berat basah yang telah di oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam.

### 3. Rasio Tunas Akar

Pengukuran rasio tunas akar dilakukan dengan cara memisahkan antara bagian akar dengan bagian tunas, dengan masing masing di oven untuk nantinya dilakukan penimbangan berat kering akar sendiri dan berat kering tunas sendiri dan dapat dihitung dengan rumus.

$$\frac{\text{Berat Kering Tunas}}{\text{Berat Kering akar}} = \text{Hasil}$$

#### 4. Kandungan Klorofil

Pengukuran kandungan klorofil dihitung berdasarkan kajian dari Winterman dan De Most (1965). Langkah- langkah pengukuran kandungan klorofil yaitu 0,1 gr daun kakao kemudian dilakukan destruksi dengan 10 ml alkohol 95 % dalam erlenmeyer kemudian larutan dimasukan dalam tabung reaksi.

Ekstrat klorofil diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS Doublet pada masing- masing pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Kandungan klorofil dinyatakan dalam satuan mg klorofil per gram jaringan yang diekstraksi dan dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Chla} = 13,7.A_{665} - 5,76.A_{649} \text{ (v/1000.w)}$$

$$\text{Chlb} = 25,8.A_{649} - 7,60.A_{665} \text{ (v/1000.w)}$$

$$\text{Chl}_{\text{total}} = 20,0.A_{649} - 6,10.A_{665} \text{ (v/1000.w)}$$

Keterangan:

Chla = Klorofil a

Chlb = Klorofil b

Chl<sub>total</sub> = Klorofil total

A<sub>649</sub> = Absorbansi pada panjang gelombang 649 nm

A<sub>665</sub> = Absorbansi pada panjang gelombang 665 nm

v = Volume alkohol

w = Berat daun

## **E. Analisis Data**

Data perkecambahan biji ditentukan berdasarkan jumlah persentase biji yang berkecambah. Data hasil pengukuran (variabel) pertumbuhan kecambah biji kakao di uji homogenitasnya dengan uji lavene apabila data homogen dilanjutkan Analisis Ragam (Anara) dengan 5%. Jika terdapat perbedaan pada perlakuan. Maka dilanjutkan uji lanjut menggunakan BNT 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Perlakuan perendaman dan tingkat kematangan buah kakao (*Theobroma cacao* L.) yang berbeda memberikan pengaruh terhadap persentasi perkecambahan, tinggi tanaman, berat kering tanaman, rasio tunas akar dan kandungan klorofil a, b dan total.
2. 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.

### B. 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

- Aeni, N. Y., Sutikno dan Djumali. 2012. Pemodelan Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produksi dan Mutu Tembakau Temanggung Dengan Kombinasi Antara Generalized Least Square dan Regresi Ridge. *Jurnal Sains dan Seni*. 1 (1):1-6
- Anita Restu Puji Raharjeng. 2015. Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Hubungan Kekerabatan Tanaman *Sansevieria trifasciata* L. UIN Raden Fatah Palembang. Palembang. Vol. 1 No. 1
- Angadi, S.V. And M.H. Entz .2002. Water relations of standard height and dwarf sunflower cultivars. *Crop Science*, 42, 152-159.
- Bewley, J.D. 1997. Seed Germination And Dormancy. *The Plant Cell*. 9. 1055-1066.
- Bewley, J.D. & M. Black, .2006. *Seed Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York.
- Cronquist, A. 1981. *An Intergrated System of Clasificasion of Flowering Plants*. New York: Columbian University Press.
- Darmawan. (2008). Pertumbuhan dan laju fotosintesis bibit tanaman jarak pada tingkat perendaman air dan pemupukan nitrogen berbeda. *Jurnal Agrivigor*. 7. 293–299.
- 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



- Farooq, M; S.M.A. Basra; I. Afzal dan A. Khaliq. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science and Technology*, 34,507–512.
- Hall.1932. Cacao. MC. Millan. And Co Ltd. St. Martin's London.
- 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, 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
- Heydecker, W. 1973. *Germination of an Idea: The Priming of Seeds*. School of Agriculture Research. University of Nottingham. Nottingham.
- ISTA Internasional Rules For Seed Testing.2006. Switzerland: The Internasional Seed Testing Association. Bassersddaorf. CH
- Justice, O. Dan L. N. Bass. 2002. Prinsip dan Praktik Penyimpanan Benih (terjemahan Rennie Roesli). Rajawali. Jakarta
- Khan,A.A, J.D.Moigure, G.S. Abawi dan S. Ilias. 1992. Matrick Conditionering of Vegetale Seends To Improve Stand Estabilishment In Early Field Planting. *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(1):41-47
- Krishnamoorthy, H.N. ( 1981 ). *Pl ant 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.
- Marwati. H. Suprpto dan Yuliati. 2012. Pengaruh Tingkat Kematang Terhadap Mutu Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Yang Dihasilkan Petani Kakao Di Telu Kedondong Bayur Samarinda. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Mulawarman. Samarinda. No.(1). Hal.6-7.
- 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.

- Mugnisjah, W.Q dan A. Setiawan. 2001. *Produksi Benih*. Bumi Aksara. Jakarta
- Murata, Y. dan S. Matsushima. 1978. "Rice", In Evan. L.T. (Ed.). *Crop Physiology*. Combridge University Press. Combridge. P. 73-99
- Nassarudin. 2004. *Budidaya kakao dan Beberapa Aspek Fisiologisnya*. Fakultas Peranian Universitas Hasanudin. Jurusan Budidaya Pertanian. Makasar.
- Pian, Z. A. 1989. Penentuan Saat Panen serta Pengaruhnya Terhadap Mutu Fisiologis Benih. *Jurnal Ilmiah Mon Mata*. Lembaga Penelitian Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. Hlm. 76-81.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Bogor. Hal. 10-21.
- Rendy, R.M. dan Ainun, N.L. 2015. Kadar Total Pigmen Klorofil dan Seyawa Antosianin Ekstrak Katsuba (*Euphorbia pulcherrima*) Berdasarkan Umur Daun. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang. SP.005-037
- Sadjad, S. 1994. *Dari Benih Kepada Benih*. PT Gramedia Widia Sarana Indonesia, Jakarta. Hal, 194
- Saleh, S.M. 2004. Pematangan Dormansi Benih Aren Secara Fisik Pada Berbagai Lama Ekstraksi buah. *Agrosains*, 6, 78-82.
- Sarihan, E.O., A. Ipek, K.M. Khawar, M. Atak, dan B. Gurbuz. 2005. Role of GA and KNO<sub>3</sub> in improving the frequency of seed germination in *Plantago lanceolata* L. *Pak. J. Bot.* 37(4): 883-887
- Schmidt, L. 2000. *Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Sub Tropis 2000*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Siregar, T.H.S., S. Riyadi dan L. Nuriyeni, 2003. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Colat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- 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
- Sugiharti, E. 2008. *Petunjuk Praktik Menanam Kakao*. Bina Muda Cipta Kreasi Yogyakarta

- Sulistiyani, P., Teguh, I.S. dan Sudarsianto. 2014. Study Of Cacao Seed Germination By Soaking Method. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia . Jember.
- Sunanto, H. 1992. Coklat, Budidaya dan Pengolahan Hasil. Kanisius. Yogyakarta.
- 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.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1988. Taksonomi Tumbuhan (Spermathopyta). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Widiastuti, L. Tohari. dan Sulistianingsih, E. 2011. Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kadar Dominosida Terhadap Iklim Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Kerisan Dalam Pot. Ilmu Pertanian. Vol. 11 .No.2.2004:35-42.
- Wood. 1975. Cacao. London. Longmac
- Yadi, Slamet, L. Karimuna, dan L. Sabaruddin. 2012. Pengaruh pemangkasan dan pemberian pupuk organik terhadap produksi tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). Berkala Penelitian Agronomi University of Haluoleo, Kendari. Oktober 2012 Vol. 1 No. 2.
- Yoshida, K. 2001. An Economic Voluation Of The Multifunctionei Roles Of Agriculture and Rurak Areas In Japan. Tachnical Bulletin 154. August 2001. FFTC. Taiwan.
- Zainudin dan John Bako Baon. 2004. Prospek Kakao Nasional, Satu Dasa Warsa 2005-2014 Mendatang Antisipasi Pengembangan Kakao Nasional Menghadapi Regenerasi Pertama Kakao di Indonesia. Prosiding Simposium Kakao 2004. Pusat Penelitian kopi dan kakao Indonesia. Yogyakarta. 4-5 Oktober 2004. (hal:20-28).