



**PENGARUH KOMPOS KULIT BUAH KAKAO DAN KONSENTRASI
Trichoderma harzianum PADA MEDIA PEMBIBITAN TERHADAP
KUALITAS BIBIT KAKAO LINDAK KLON ICS 60**

SKRIPSI

Oleh

Lailatul Khomariyah

NIM. 121510501128

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2016



**PENGARUH KOMPOS KULIT BUAH KAKAO DAN KONSENTRASI
Trichoderma harzianum PADA MEDIA PEMBIBITAN TERHADAP
KUALITAS BIBIT KAKAO LINDAK KLON ICS 60**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

Lailatul Khomariyah

NIM. 121510501128

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2016

PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang tercinta dan penuh kasih sayang. Bapak saya Sudik dan Ibu saya Yuniwati. Saya ucapkan banyak terima kasih untuk setiap panjatan doa yang telah mereka berikan kepada saya. Begitu banyak pengorbanan dan perjuangan yang tulus ikhlas untuk mendukung saya dalam menyelesaikan studi S1 di Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Tidak lupa pula buat adik ku tercinta Ainul Kholifah, terima kasih atas doa dan dukungannya.
2. Keluarga Angkat saya. Ayah saya Yun Kendro dan Mama saya Sri Fatonah, Bibi saya Siti aminah dan kakak saya Amanda Rakhmi Karunia serta seluruh keluarga besar saya di Lumajang.
3. Keluarga di Kebun Kalikempit- Glenmore, utamanya di afdeling Bendokerep. Buat bapak Wasiat dan ibu Marsini yang selalu membimbingku dalam mempelajari pengelolaan kebun kakao.
4. Seluruh guru dan dosen saya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan yang menjadi bekal masa depanku.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember Yang Sangat saya cintai dan banggakan
6. Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang membantu memberikan beasiswa hingga akhir studi, melalui program Beasiswa Unggulan Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

MOTTO

“Orang boleh pandai setinggi langit, tapi selama ia tidak menulis, ia akan hilang di dalam masyarakat dan dari sejarah. Menulis adalah bekerja untuk keabadian”.

(Pramoedya Ananta Toer)

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya.” (Q.S. Al- Baqarah : 286)

“Barang siapa bertakwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya, dan memberinya rizki dari jalan yang tidak ia sangka, dan barang siapa yang bertawakkal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya, Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak – Nya, Dia telah menjadikan untuk setiap sesuatu kadarnya” (Q.S. Ath –Thalaq : 2-3)

“Kalau kita ingin menikmati kehidupan ini penuh dengan kesuksesan, bebaskan diri terlebih dahulu dari perasaan bimbang, khawatir dan takut mengalami kegagalan”. (Andrie Wongso)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lailatul Khomariyah

NIM : 121510501128

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Kompos Kulit Buah Kakao Dan Konsentrasi *Trichoderma harzianum* Pada Media Pembibitan Terhadap Kualitas Bibit Kakao Lindak Klon ICS 60 ”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Juni 2016

Yang Menyatakan,

Lailatul Khomariyah

NIM. 121510501128

SKRIPSI

**PENGARUH KOMPOS KULIT BUAH KAKAO DAN KONSENTRASI
Trichoderma harzianum PADA MEDIA PEMBIBITAN TERHADAP
KUALITAS BIBIT KAKAO KLON ICS 60**

Oleh

Lailatul Khomariyah

NIM. 121510501128

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

**: Ir. Abdul Majid, MP.
NIP. 196709061992031004**

Dosen Pembimbing Anggota

**: Ir. Raden Soedradjad, MT.
NIP. 195707181984031001**

PENGESAHAN

Karya ilmiah skripsi berjudul “**Pengaruh Kompos Kulit Buah Kakao Dan Konsentrasi *Trichoderma harzianum* Pada Media Pembibitan Terhadap Kualitas Bibit Kakao Lindak Klon ICS 60** ” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 27 Juni 2016

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Abdul Majid, MP.
NIP. 196709061992031004

Ir. Raden Soedradjad, MT.
NIP. 195707181984031001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Hardian Susilo Addy, SP., MP. Ph.D
NIP. 198011092005011001

Ir. Niken Sulistyaningsih, MS.
NIP. 195608221984032001

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Jani Januar, MT.
NIP. 195901021988031002

RINGKASAN

Pengaruh Kompos Kulit Buah Kakao Dan Konsentrasi *Trichoderma harzianum* Pada Media Pembibitan Terhadap Kualitas Bibit Kakao Lindak Klon ICS 60 ; Lailatul Khomariyah ; 121510501128; 2016; halaman viii; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Kakao (*Theobroma cacao* L) merupakan salah satu komoditas unggulan. Di Indonesia usaha untuk meningkatkan produksi kakao adalah dengan cara perluasan lahan. Peningkatan luasan lahan pertanaman kakao berbanding lurus dengan peningkatan permintaan bibit kakao. Terdapat dua jenis kakao yaitu kakao mulia dan lindak, kakao yang sering dibudidayakan yaitu kakao lindak. Kakao lindak klon ICS 60 sering diperbanyak dengan cara generatif, sebab kakao lindak klon ICS 60 sering digunakan sebagai batang bawah untuk memperbanyak vegetatif. Namun, dalam pembibitan kakao lindak sering ditemui kendala yaitu bibit yang dihasilkan kurang memenuhi standar pindah lapang sebab pertumbuhan kurang optimal, batangnya bengkok, diameter kecil dan perakarannya relatif pendek. Media tanam merupakan factor yang menentukan keberhasilan dalam fase pembibitan. Media tanam yang digunakan harus mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi yang baik untuk menunjang pertumbuhan bibit kakao. Media tanam yang sesuai bisa diciptakan dengan melakukan penambahan kompos. Kompos dapat dibuat dari kulit buah kakao dengan dekomposer *T. harzianum* agar siap digunakan. *Trichoderma harzianum* juga ditambahkan pada media pembibitan untuk menciptakan sifat biologi, selain itu *T.harzianum* juga bisa berperan sebagai biostimulan (mampu merangsang hormon auksin untuk membantu pemanjangan dan pembelahan sel yang berdampak pada peningkatan pertumbuhan bibit kakao) dan biofertilizer (mampu menciptakan kondisi media tanam yang subur karena unsur hara bisa tersedia untuk pertumbuhan bibit kakao). Penelitian dilakukan mulai 1 Desember 2015 sampai 30 April 2016. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Kompos Kulit Buah Kakao dan Konsentrasi *T. harzianum* Pada Media Pembibitan Terhadap Kualitas Bibit Kakao

Lindak Klon ICS 60. Rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan dan masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali. Faktor pertama adalah dosis Kompos kulit buah kakao dengan 4 taraf, yaitu : K0 : Tanah 2000 g , K1 : Tanah 1900 : Kompos 100 gram, K2 : Tanah 1800 gram : Kompos 200 gram, K3 : Tanah 1700 : Kompos 300 gram. Faktor kedua adalah penambahan larutan cair *T. harzianum* pada media ke polybag dengan konsentrasi yang terdiri dari 4 taraf menggunakan kerapatan spora $8,5 \times 10^8$ spora/ml, yaitu T0 : 0mL /polybag, T1: 200 mL /polybag, T2 : 250 mL/polybag, T3 : 300 mL/polybag. Data penelitian dianalisis dengan analisis ragam dan uji jarak berganda Duncan (α , 5%). Interaksi antara kompos (K) dan *T. harzianum* (T) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada tinggi bibit, panjang akar dan berat segar bibit, dan memberikan pengaruh nyata pada diameter bibit dan berat kering total. Sedangkan kombinasi perlakuan yang memberikan pertumbuhan bibit terbaik saat pindah lapang yaitu dengan menggunakan Kompos 300 gram dan konsentrasi *T.harzianum* 200 mL/polybag).

Kata Kunci : Bibit Kakao, Kompos, *T. harzianum*.

SUMMARY

Effect of Compost Fruit Leather Cocoa And Concentration *T. harzianum* On Media Nurseries Against Cocoa Seed Quality Lindak clone ICS 60; Lailatul Khomariyah; 121510501128; 2016; page ix; Agroteknologi Studies Program, Faculty, Agriculture, University of Jember.

Cocoa (*Theobroma cacao* L) is one of the leading commodity. In Indonesia efforts to increase cocoa production is by increasing areas. Enhancement Cocoa cropping land area is directly proportional to the increase in demand for cocoa seedlings. There are two types of cocoa is cocoa noble and lindak, cocoa is often cultivated namely cocoa lindak. Lindak cocoa clones ICS 60 often propagated by generative, For lindak cocoa clones ICS 60 is often used as a rootstock for propagation vegetatively. However, in the cocoa breeding lindak frequently encountered obstacles, such seedlings produced sub-standard move airy cause suboptimal growth, bent stem, small diameter and relatively short roots. Planting medium is factors that determine the success of the nursery phase. Planting medium used must have the physical, chemical and biological good to support growth cocoa seedlings. Appropriate planting medium can be created by adding compost. Compost can be made from the bark of *T. harzianum* cacao with decomposers order ready to use. *T. harzianum* also added to the media for the nursery creating a biological nature, but it can also act as *T.harzianum* biostimulan (capable of stimulating hormone auxin to help elongation and cell division impact on improving the growth of cocoa seedlings) and biofertilizer (capable creating fertile conditions growing media because nutrients can be provided for the growth of cocoa seedlings). The study was conducted from December 1, 2015 until 30 April 2016. This study aims to determine the effect of Cocoa and Fruit Leather Compost Concentration *T. harzianum* In Media Nurseries on the Quality Seed Cocoa Lindak ICS clone 60. The design used is Complete Random Design (CRD) with 2 treatment factors and each combination treatment was repeated 3 times. The first factor Compost is the dose pod husks with 4 levels, namely: K0: Land of 2000 g, K1: Land 1900: Compost 100 grams, K2: 1800 gram soil: compost 200

grams, K3: Land 1700: Compost 300 grams. The second factor is the addition of a liquid solution of *T. harzianum* on media into a polybag with a concentration consisting of 4 levels using spore density 8.5×10^8 spores / ml, T0: 0mL / polybag, T1: 200 mL / polybag, T2: 250 mL / polybag, T3 : 300 mL / polybag. Data were analyzed by analysis of variance and multiple range test Duncan (α , 5%). Interaction between compost (K) and *T. harzianum* (T) effect highly significant on seedling height, root length and fresh weight of seedlings, and give real influence on the diameter of the seed and the total dry weight. While the combination treatment which gives the best seedling growth when moving airy by using Compost *T.harzianum* concentration of 300 grams and 200 mL / polybag).

Keywords: Cocoa seeds, Compost, *T. harzianum*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas karunia serta rahmat dan hidayah Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Kompos Kulit Buah Kakao Dan Konsentrasi *Trichoderma harzianum* Pada Media Pembibitan Terhadap Kualitas Bibit Kakao Lindak Klon ICS 60** “ guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan sarjana pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Skripsi ini memberikan informasi mengenai pengaruh bibit kakao lindak klon ICS 60 dengan pemberian Kompos dan *T.harzianum* terhadap pertumbuhan tanaman bibit kakao. Sehingga diharapkan informasi tersebut dapat bermanfaat dalam menciptakan media tanam yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao bagi petani rakyat maupun PTPN 12.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya ilmiah tertulis ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ilmiah tertulis ini. Penulis berharap karya ilmiah tertulis ini semoga dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan pengembangan ilmu pertanian.

Jember, 27 Juni 2016

Penulis,

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis juga menyadari bahwa penyusunan karya tulis ilmiah ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, koreksi, dorongan, semangat, dan doa dari semua pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak atas terselesaikannya tulisan ini, terutama:

1. Kedua orang tua, ibu Yuniwati dan bapak Sudik tercinta yang selalu melimpahkan doa, kasih sayang, semangat dan motivasi sepanjang perjalanan hidupku sampai sekarang.
2. Keluarga besar di Lumajang, utamanya Bapak Yun Kendro dan Ibu Sri Fatonah yang sudah banyak memotivasi.
3. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis.
4. Pihak Perkebunan PTPN 12 Kebun Kalikempit- Glenmore, utamanya bapak Wasiat dan ibu Marsini yang sudah banyak membantu dalam menyediakan fasilitas dan ilmu baru dalam mengenal tanaman perkebunan.
5. Ir. Abdul Majid, MP., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. R. Soedradjad, MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang dengan penuh kesabaran memberikan arahan, nasehat dan bimbingan sampai terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.
6. Hardian Susilo Addy, MP., Ph.D dan Ir. Niken Sulistyaningsih MS., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
7. Ir. Gatot Subroto, MP., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, nasehat dan bimbingan akademis sampai terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.
8. Semua teman-teman Agrotek C angkatan 2012 khususnya Intan Prasasti, Lailatul Nur Faidah, Dainara Diajeng, Lutfi Ulfaningtias dan Cindy Priscilla.

9. Semua anggota dan pengurus LPMP Plantarum khususnya Yusnita Herawati, Nineng Puspito Ratih, Yeni Anggun, Nurmaida dan Eka Zahriah.
10. Assisten Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dari angkatan 2011-2014.
11. Teman-teman Fakultas Pertanian khususnya Program Studi Agroteknologi Angkatan 2012 yang selalu membantu dan memberikan dukungan semangat, serta canda tawa yang telah kalian berikan selama ini kepada penulis.
12. Dr. Ir. Jani Januar, MT., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
13. Ir. Hari Purnomo, M.Si, Ph.D. DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi.
14. Ir. R. Soedradjad, MT., selaku Ketua Jurusan Agronomi.
15. Ir. Irwan Sadiman, M.P. selaku Ketua Program Beasiswa Unggulan.
16. Keluarga besar Kost 107 (Bu Tika, Irin, Ayu, Pak Alif, Nita, Bilqis, Miftah dan Adelia) yang telah menjadi keluarga kedua di Jember.
17. Semua pihak yang telah membantu terselesainya karya ilmiah tertulis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

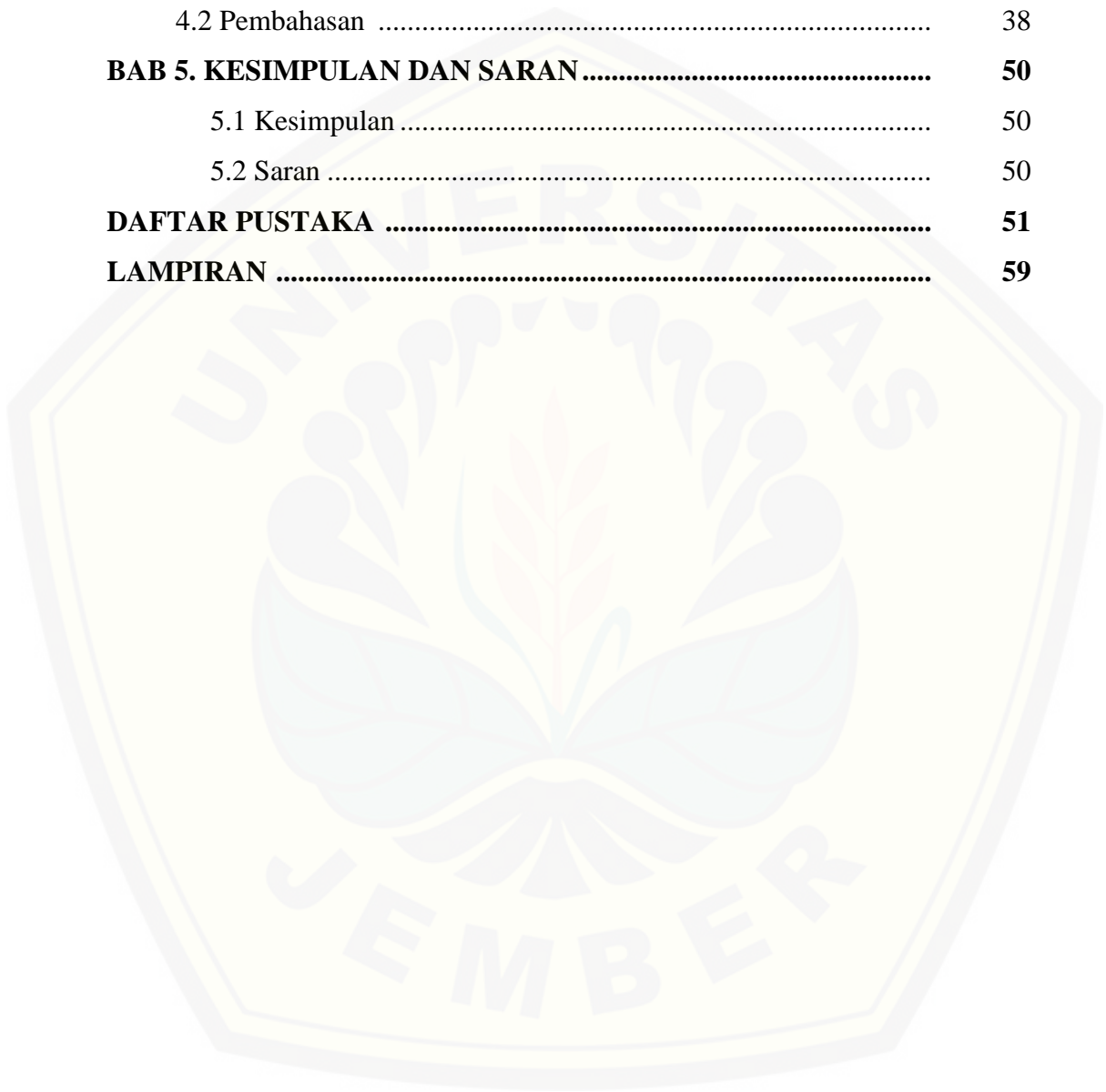
Jember, 27 Juni 2016

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	xi
UCAPAN TERIMA KASIH	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembibitan Kakao	5
2.2 Bahan Organik Tanah	9
2.3 <i>Trichoderma harzianum</i>	16
2.4 Hipotesis	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Tempat dan Waktu	22
3.2 Bahan dan Alat	22
3.3 Metode Percobaan	23

3.4 Pelaksanaan Percobaan	24
3.5 Variabel Percobaan	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil.....	33
4.2 Pembahasan	38
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	59



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kriteria Bibit Siap Pindah Lapang	7
Tabel 2.2. Persyaratan teknis minimal pupuk organik padat remah/curah	15
Tabel 4.1 Rangkuman nilai F-hitung Variabel Penelitian	33
Tabel 4.2 Pengaruh Interaksi Kompos dan <i>T.harzianum</i> terhadap tinggi bibit kakao	33
Tabel 4.3 Pengaruh Interaksi Kompos dan <i>T.harzianum</i> Terhadap Diameter Bibit Kakao	34
Tabel 4.4 Pengaruh Interaksi Kompos dan <i>T.harzianum</i> Terhadap Panjang Akar Bibit Kakao	35
Tabel 4.5 Pengaruh Kompos Terhadap Jumlah Daun Bibit	36
Tabel 4.6 Pengaruh Kompos Terhadap Kekokohan Bibit Kakao ...	37
Tabel 4.7 Pengaruh <i>T.harzianum</i> Terhadap Indeks Mutu Bibit Kakao	37

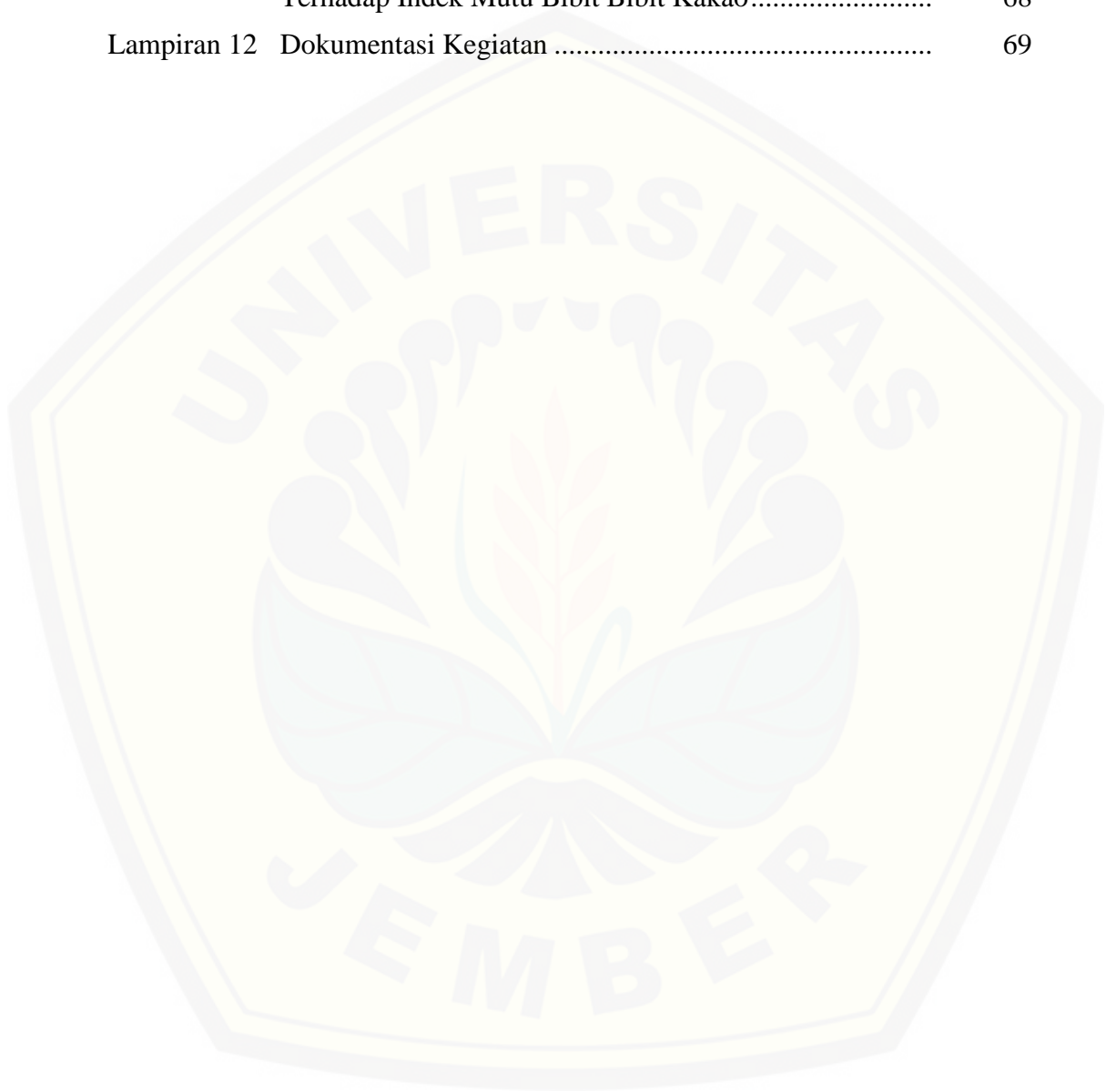
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Benih Kakao Lindak Klon ICS 60.....	22
Gambar 3.2. Isolat <i>T. harzianum</i>	22
Gambar 3.3. Denah Percobaan	23
Gambar 3.4. Fermentor Sangat Sederhana.....	25
Gambar 4.1. Pengaruh Interaksi Kompos Dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Panjang Akar Bibit Kakao Klon ICS 60.....	39
Gambar 4.2. Pengaruh Interaksi Kompos Dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Tinggi Bibit Kakao Klon ICS 60.....	41
Gambar 4.3. Pengaruh Interaksi Kompos Dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Rasio Pucuk Akar Bibit Kakao Klon ICS 60.....	42
Gambar 4.4. Pengaruh Kompos Dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Diameter Bibit Kakao Klon ICS 60	45
Gambar 4.5 Pengaruh Kompos Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao Klon ICS 60.....	46
Gambar 4.6 Pengaruh Kompos Dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Kekokohan Bibit Kakao Lindak Klon ICS 60.	47
Gambar 4.7 Pengaruh Dosis Kompos Terhadap Indek Mutu Bibit Kakao Klon ICS 60	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Padat Remah/ Curah.....	59
Lampiran 2a. Hasil Akhir Pengamatan Kematangan Kompos	59
Lampiran 2b. Pengamatan Perubahan Suhu Saat Pengomposan	60
Lampiran 2c. Pengamatan pH Media Tanam	60
Lampiran 3a. Analisis Bahan Organik dan Kompos Kulit Buah Kakao	60
Lampiran 3b. Pengamatan <i>T.harzianum</i>	61
Lampiran 4a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Tinggi Bibit Kakao	62
Lampiran 4b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Tinggi Bibit Kakao.....	62
Lampiran 5a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Diameter Bibit Kakao	63
Lampiran 5b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan <i>T.harzianum</i> Terhadap Diameter Bibit Kakao.....	63
Lampiran 6a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Kekokohan Bibit Kakao	64
Lampiran 6b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Kekokohan Bibit Kakao	64
Lampiran 7a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao	65
Lampiran 7b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan <i>T.harzianum</i> Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao	65
Lampiran 8a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Panjang Akar Bibit Kakao.....	66
Lampiran 8b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan <i>T.harzianum</i> Terhadap Panjang Akar Bibit Kakao.....	66
Lampiran 9a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Rasio Pucuk Akar Bibit Kakao	67
Lampiran 9b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan <i>T.harzianum</i> Terhadap Rasio Pucuk Akar Bibit Kakao	67

Lampiran 10a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi <i>T.harzianum</i> Terhadap Indek Mutu Bibit Bibit Kakao.....	68
Lampiran 10b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan <i>T.harzianum</i> Terhadap Indek Mutu Bibit Bibit Kakao.....	68
Lampiran 12 Dokumentasi Kegiatan	69



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kakao (*Theobroma cacao L*) merupakan salah satu komoditas unggulan pertanian yang sebagian besar di budidayakan oleh perkebunan rakyat dan sisanya oleh PTPN XII. Hasil dari tanaman kakao biasanya di ekspor, sehingga bisa menambah devisa negara. Di Indonesia usaha untuk meningkatkan produksi kakao adalah dengan cara perluasan lahan. Pada tahun 2013 terjadi peningkatan luasan areal penanaman kakao seluas 1.852.943 ha yang semula tahun 2012 seluas areal 1.774.464 ha (BPS, 2013). Peningkatan luasan lahan pertanaman kakao berbanding lurus dengan peningkatan permintaan bibit kakao. Menurut Dinas Perkebunan Jawa Timur (2013), untuk menunjang perluasan lahan kakao, dinas perkebunan dan gabungan kelompok tani di Jawa Timur akan melakukan perbanyak bibit kakao sebesar 5 juta bibit.

Perbanyak bibit kakao dapat dilakukan dengan secara vegetatif dan generatif. Kakao lindak klon ICS 60 sering diperbanyak dengan cara generatif, sebab kakao lindak klon ICS 60 sering digunakan sebagai batang bawah untuk perbanyak vegetatif. Kelebihan kakao lindak klon ICS 60 yaitu mempunyai perakaran yang kokoh, produktivitas cukup tinggi yaitu 1,50 ton/ha dan mempunyai ketahanan sedang pada penyakit VSD (*Vascular Streak Dieback*) saat pembibitan (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2014). Namun, dalam pembibitan kakao lindak sering ditemui kendala yaitu bibit yang dihasilkan kurang memenuhi standar pindah lapang sebab pertumbuhan kurang optimal, batangnya bengkok, diameter kecil dan perakarannya relatif pendek. Sehingga kualitas bibit kakao masih terbilang rendah, sebab kurang memenuhi standar bibit kakao yang siap pindah lapang (Sinaga, 2001).

Standar bibit kakao yang siap pindah lapang yaitu berumur 4-6 bulan, mempunyai tinggi ≥ 45 cm, diameter $\geq 0,6$ dan jumlah daun ≥ 12 helai. Bibit yang mempunyai kriteria tersebut akan mempunyai daya adaptasi yang baik ketika dipindah ke lapang (Pusat Penelitian Kakao Indonesia, 2014).

Kualitas bibit berhubungan erat dengan pertumbuhan bibit. Pada fase pembibitan yang perlu diperhatikan adalah bahan tanam dan media tanam yang digunakan. Menurut Tambunan (2009), media tanam dalam pembibitan merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan kakao. Usaha pembibitan tanaman kakao yang dilakukan secara masal seringkali ditemui kendala dalam ketersediaan jumlah air. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan cara menciptakan media tanam yang mampu menahan air.

Pemanfaatan kompos merupakan salah satu upaya untuk mempertahankan kadar air tanah. Penambahan kompos pada media tanam dapat menciptakan struktur tanah yang lebih mantap, meningkatkan kapasitas penyerapan air, dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah. Sehingga kompos mampu memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah (Nasution *et al.*, 2014). Selain itu, kompos juga mengandung hara mineral yang esensial bagi tanaman dan menjadi fasilitator dalam penyerapan unsur nitrogen yang sangat dibutuhkan oleh semua tanaman, sehingga kebutuhan unsur hara nitrogen oleh tanaman bisa tercukupi dengan pemberian kompos yang sesuai (Harahap *et al.*, 2013).

Kompos dapat dibuat dari limbah kulit buah kakao yang melimpah pada perkebunan kakao. Kandungan kulit buah kakao utamanya kalium dan nitrogen (1,81 % N ; 26,61 % C-organik, 0,31 % P₂O₅ : 6,08 %, K₂O : 1,22 %, CaO dan 1,37% MgO (Sudirja *et al.*, 2005). Kulit buah kakao mengandung selulose 36,23%, hemiselulose 1,14 % dan lignin 20–27,95 % (Amirroenas, 1990 dalam Aji *et al.*, 2013). Kulit kakao mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa yang perlu diurai agar bisa siap digunakan sebagai kompos. *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme fungsional yang mempunyai peran sebagai biodekomposer, stimulator bagi pertumbuhan tanaman dan sebagai agen hayati. *Trichoderma* sp sebagai biodekomposer mampu mendekomposisi limbah organik menjadi kompos sehingga dapat menyediakan unsur hara untuk membantu pertumbuhan tanaman (Chamzurni *et al.*, 2011).

Salah satu jenis dari *Trichoderma* sp adalah *Trichoderma harzianum*. *Trichoderma harzianum* merupakan cendawan yang mampu merangsang hormon auksin yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel, sebagai cendawan

antagonis pada pathogen dan sebagai biodekomposer yang medekomposisi bahan organik (Hermawan *et al.*, 2013). Penambahan *T. harzianum* pada media tanam perlu dilakukan untuk menciptakan sifat biologi, yang selama ini kurang diperhatikan. Padahal sifat biologi media tanam perlu diperhatikan, sebab berhubungan dengan aktivitas mikroba yang mampu meningkatkan kesuburan tanah. Selain itu, *T. harzianum* juga dapat berperan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian yang dilakukan akan melihat pengaruh kompos kulit buah kakao dan konsentrasi *Trichoderma harzianum* pada media pembibitan terhadap kualitas bibit kakao klon ICS 60.

1.2 Rumusan Masalah

Pertumbuhan bibit kakao dipengaruhi oleh media tanam. Namun, dalam pembibitan kakao, sifat biologi pada media tanam masih kurang diperhatikan. Sebagian besar petani maupun perkebunan hanya memperhatikan sifat kimia media tanam melalui penambahan pupuk. Padahal pertumbuhan bibit kakao juga dipengaruhi oleh sifat fisik dan biologi media tanam. Sifat fisik media tanam dapat diciptakan melalui penambahan bahan organik. Bahan organik yang melimpah di sekitar perkebunan yaitu kulit buah kakao. Namun, bahan organik kulit buah kakao mengandung selulose, hemiselulose dan lignin yang cukup tinggi. Sehingga diperlukan dekomposer yang mempunyai enzim selulolitik untuk menghidrolisis kandungan selulosa secara alami. Salah satu, mikroba yang mampu menghidrolisis selulosa secara alami yaitu golongan *Trichoderma* sp. Golongan *Trichoderma* sp yang mempunyai peran aktif sebagai biodekomposer yaitu *T. harzianum*. Selain itu, dengan penambahan konsentrasi *T. harzianum* pada media pembibitan kakao juga mampu menciptakan sifat biologi media tanam yang sesuai untuk pertumbuhan bibit kakao. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mencari kombinasi perlakuan terbaik untuk menunjang pertumbuhan bibit kakao.

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui interaksi antara dosis kompos dan konsentrasi *T. harzianum* terhadap kualitas bibit kakao klon ICS 60
2. Mengetahui pengaruh dosis kompos terhadap kualitas bibit kakao klon ICS 60
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi *T. harzianum* terhadap kualitas bibit kakao klon ICS 60

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber :

1. Informasi mengenai pembuatan media tanam yang mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi untuk menunjang pertumbuhan bibit kakao klon ICS 60.
2. Informasi mengenai pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai kompos yang menggunakan biodekomposer *T. harzianum*.
3. Memberikan informasi mengenai peran *T. harzianum* sebagai biostimulan pada pembibitan kakao klon ICS 60.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembibitan Tanaman Kakao

Kakao (*Theobroma cacao L*) adalah salah satu tanaman perkebunan yang tumbuh di daerah tropis. Tanaman kakao berasal di hutan hujan tropis yang gelap dan lembab. Usaha budidaya tanaman kakao yang menentukan keberhasilan produktivitas kakao adalah masa pembibitan. Pembibitan merupakan tahapan awal sebagai penentu pertumbuhan selanjutnya. Hal pertama yang berkaitan erat dengan pembibitan adalah penyediaan bahan tanam (Silaen *et al.*, 2013).

Bahan tanam dalam budidaya kakao ada 2 macam yaitu secara vegetatif dan generatif. Jenis kakao ada dua macam yaitu kakao lindak dan Mulia. Kakao mulia tergolong kakao yang sulit untuk dibudidayakan sebab memerlukan perlakuan yang khusus. Kakao mulia juga mempunyai kekurangan diantaranya mudah terserang oleh hama dan penyakit, mudah roboh karena perakaran yang kurang kuat. Sedangkan kakao lindak merupakan kakao yang cukup mudah dibudidayakan, produktivitas tinggi dan tidak mudah terserang oleh hama dan penyakit. Kakao lindak biasanya sering digunakan sebagai batang bawah untuk memperbanyak vegetatif. Oleh karena itu, kakao lindak sering diperbanyak dengan cara generatif dalam pembibitan (Karmawati *et al.*, 2010).

Pembibitan tanaman kakao dimulai dari penyediaan bahan tanam sampai pada pemindahan bibit di lapang. Biasanya pertumbuhan akar kecambah tanaman kakao yang sudah berumur satu sampai dua minggu menumbuhkan akar-akar cabang, selanjutnya tumbuh akar-akar rambut yang banyak. Fase pemindahan kecambah yang tepat ke pembibitan yaitu pada fase kedua yang dicirikan dengan benih telah berumur 10-12 hari, dengan ciri-ciri biji terangkat ke atas permukaan tanah dengan panjang akar rata-rata 7 cm. Sehingga kecambah siap dipindahkan pada polybag untuk menjadi bibit tanaman kakao (Prawoto dan Endri, 2014).

Pembibitan merupakan tahap awal dalam menentukan keberhasilan penanaman dan produksi. Pembibitan yang sempurna dan efektif perlu ditingkatkan untuk menyediakan bibit yang berkualitas dan mampu beradaptasi pada lingkungan di lapangan, bibit berkualitas dapat diperoleh sejak bibit berumur

21 hari setelah semai, bibit berumur 21 HSS sudah mampu beradaptasi dengan baik dan bibit sudah siap dipindahkan ke polybag. Proses pemindahan bibit kakao ke polybag ada 2 cara diantaranya adaptasi fisiologis, dimana tanaman secara perlahan-lahan kearah yang lebih baik dan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan seperti tahan terhadap serangan OPT, tahan kekeringan, ketahanan terhadap hara yang minim, efisiensi asimilasi dan aktivitas enzim. Sedangkan adaptasi morfologis berupa pertumbuhan dan perkembangan pada saat dipindahkan dari persemaian ke lapangan seperti kondisi akar, batang dan daun (Nurahmi *et al.*, 2011).

Bibit mempunyai peranan yang sangat penting dalam produksi tanaman kakao. Kendala yang sering terdapat pada pembibitan adalah bibit mempunyai perakaran yang relatif pendek, akar yang relatif pendek pasti akan mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao. Sehingga kualitas bibit kakao pada pembibitan masih dikategorikan rendah (Sinaga, 2001).

Pertumbuhan tanaman merupakan proses fisiologi yang bisa mengalami perubahan ukuran dalam periode waktu tertentu. Pertumbuhan optimal memerlukan bibit yang baik dari segi genetik dan lingkungan sesuai selama masa pertumbuhan tanaman tersebut, sehingga tanaman tidak mengalami pertumbuhan yang abnormal. Kualitas dari bibit tanaman bisa dilihat dari pertumbuhan bibit, misalnya tinggi bibit dan diameter bibit (Hermawan *et al.*, 2012).

Pertumbuhan diameter bibit dapat terjadi akibat pembesaran jaringan pengangkut dan pembesaran ukuran sel. Aktivitas kambium dapat membentuk Xilem dan Floem sekunder yang berdampak pada penambahan ukuran diameter tanaman. Hal ini tidak terlepas dari peran air yang tersedia, sebab kebutuhan air tanaman menjadi komponen utama yang membantu peningkatan produksi fotosintat yang dialokasikan ke organ tanaman lain (Maryani, 2012).

Komponen pertumbuhan bibit dapat dilihat dari 2 sisi yaitu dilihat dari komponen pertumbuhan organ bibit di atas permukaan tanah yang meliputi pengukuran pada pucuk atau tajuk. Sedangkan komponen ke dua dapat dilihat di bawah permukaan tanah yaitu bagian perakaran. Gabungan dari dua komponen

tersebut adalah pertumbuhan keseluruhan bagian tanaman yang salah satunya dapat diwakili dengan berat kering total bibit (BKT) (Junaedi dan Frianto, 2012).

Ada tiga Faktor yang bisa mempengaruhi mutu bibit yaitu faktor genetik, fisik dan faktor fisiologis bibit. Faktor luar terdiri dari suhu, kelembapan udara, cahaya, konsentrasi karbondioksida, air, media, pupuk, mikoriza, hama dan penyakit. Mutu morfologis bibit dan nisbah pucuk/ akar dengan mengukur biomassa bibit yang ditunjukkan dengan daya hidup dan pertumbuhan tanaman di lapangan. Nisbah pucuk/ akar yang rendah akan menghasilkan daya hidup dan adaptasi tumbuhan yang lebih tinggi (Komala *et al.*, 2012).

Bibit tanaman kakao yang baik dapat dilihat dari pertumbuhannya. Menurut Pusat Penelitian Kakao Indonesia (2014), Tentang pertumbuhan bibit kakao asal semai yang baik dan siap pindah lapang adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Kriteria Bibit Kakao Siap Pindah Lapang

No	Kriteria	Standar Mutu
1	Umur bibit (bulan)	4 – 6
2	Tinggi bibit (cm)	≥ 45 cm
3	Jumlah daun (helai)	≥ 12
4	Diameter batang (mm)	$\geq 0,6$

Sumber : Pusat Penelitian Kakao Indonesia (2014)

Selain kriteria tersebut, bibit yang mempunyai kualitas baik dapat dilihat dari indek mutu bibit. Indeks mutu bibit menggambarkan berat kering tanaman dengan kondisi nutrisi tanaman dan sebagai indikator yang erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara (Feryono *et al.*, 2014). Bibit yang mempunyai nilai indeks mutu bibit yang tinggi mampu beradaptasi pada lingkungan yang luas. Nilai standar IMB $> 0,09$, yang mempengaruhi indek mutu bibit ini salah satunya yaitu media tanam (Komala dan Kuwanto , 2008).

Media tanam yang mempunyai daya ikat air rendah akan memberikan dampak secara langsung terhadap penurunan laju pertumbuhan yang cukup signifikan. Akibat media tanam yang kurang mengikat air dapat menurunkan laju pertumbuhan tanaman sehingga berimplikasi pada rerata tinggi bibit kakao yaitu 10,75 cm yang jauh dari standar pembibitan kakao (Prihastanti, 2010).

Pada pembibitan kakao membutuhkan media tanam yang sesuai dan pemberian air yang cukup untuk menunjang pertumbuhan bibit kakao. Pemberian kascing sebanyak 100 gram dan 200 gram berpengaruh nyata terhadap tinggi dan diameter bibit kakao lindak. Sebab kascing mampu mengikat air dengan baik serta mengandung unsur hara mikro maupun makro yang mudah diserap oleh tanaman (Ratnasari, 2015).

Pertumbuhan bibit kakao dapat optimal apabila media dalam pembibitan yang digunakan mampu menahan air. Salah satu campuran media yang mampu mengikat air dengan baik yaitu kompos. Kompos mempunyai kemampuan dalam mengikat air dan unsur hara tanah lebih tinggi. Pemberian kompos kulit buah kakao pada bibit kakao berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi bibit, jumlah daun dan rasio tajuk akar (Yoserva *et al.*, 2013).

Media pembibitan kakao juga mampu menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan bibit kakao. Unsur hara yang dibutuhkan saat pembibitan diantaranya unsur nitrogen yang berperan dalam pembentukan hijau daun yang berguna dalam proses fotosintesis, unsur fosfor yang berperan dalam perkembangan jaringan meristem dalam memperpanjang jaringan yang ditunjukkan dengan panjang dan lebar daun. Selain itu, unsur kalium juga diperlukan untuk proses metabolisme dan proses fotosintesis. Unsur hara tersebut berpengaruh nyata terhadap peningkatan total luas daun pada bibit kakao (Sitorus *et al.*, 2014). Unsur N merupakan unsur hara yang esensial bagi tanaman yang dapat membantu dalam penyusunan asam-asam amino, protein dan enzim (Lakitan, 2008).

Daun merupakan organ tanaman yang berperan dalam proses fotosintesis. Hasil dari proses fotosintesis pada daun akan dihasilkan energi yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan daun. Banyaknya jumlah daun pada tanaman akan mempengaruhi jumlah asimilat yang dihasilkan dan berpengaruh pada pembentukan daun dan membantu pertumbuhan organ tanaman lain (Dwidjoseputro, 1981). Hal ini didukung pernyataan Sitompul dan Guritno (1995), yang menyatakan bahwa tanaman yang mempunyai jumlah daun banyak pada fase vegetatif, maka tanaman tersebut mampu lebih cepat tumbuh sebab

kemampuan menghasilkan fotosintat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah daun yang lebih rendah.

Nitrogen pada media tanam mampu mendorong pertumbuhan yang cepat, utamanya daun. Daun yang dihasilkan juga akan berwarna hijau tua yang menandakan kelimpahan jumlah klorofil daun (Intara *et al.*, 2011). Sitompul dan Guritno (1995), menambahkan bahwa Nitrogen merupakan unsur hara esensial yang menjadi penyusun utama klorofil daun dan berperan sebagai enzim dan protein membran yang membantu dalam meningkatnya laju fotosintesis.

Pemberian bokashi pada media tanam pembibitan kakao berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 8 minggu setelah tanam, perlakuan yang digunakan yaitu menggunakan 10 gram bokashi dan 50 % anorganik, hal ini sudah memenuhi kebutuhan unsur hara dalam peningkatan jumlah daun. Apabila kelebihan unsur hara maka dapat menurunkan kualitas dari bibit kakao mulai dari tinggi, diameter dan bobot kering bibit (Indriyani dan Asniah, 2013).

Ketersediaan unsur hara merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan bibit kakao. Pertumbuhan bibit kakao dipengaruhi oleh pemberian nitrogen, nitrogen berperan dalam mempercepat pertumbuhan bagian vegetatif tanaman. pemberian nitrogen juga perlu diperhatikan, pemberian pupuk dapat dilakukan dengan cara melingkar pada batang sekitar 5cm, kemudian disiram air. Unsur nitrogen dapat diperoleh dari pupuk urea. Pertumbuhan bibit kakao terbaik diperoleh dari kombinasi pemindahan kecambah 10 hari dan dosis pupuk urea 2g/polybag (Nurahmi *et al.*, 2013).

2.2 Bahan Organik Tanah

Bahan organik mempunyai peran dalam memperbaiki berat isi, pori aerasi, ketersediaan air dan stabilitas agregat tanah. Pelepasan hara dari bahan organik dimulai dengan proses demineralisasi. Proses demineralisasi berlangsung secara fisika-kimia atau aktivitas biologis. Proses ini membutuhkan peran organisme tanah untuk mineralisasi atau dekomposisi, dengan adanya aktivitas dekomposisi bahan organik, hara-hara yang terkandung di dalamnya dilepaskan dalam bentuk

tersedia bagi tanaman, baik hara makro maupun mikro. Unsur hara Na, Ca, Mg dan K terus dilepaskan sebagai kation-bebas (Subowo, 2010).

Penambahan bahan organik merupakan upaya untuk meningkatkan ketersediaan N, memperbaiki kualitas fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik juga merupakan sumber koloid organik yang mampu menyediakan unsur hara makro dan mikro, menghelat unsur logam yang bersifat racun, meningkatkan ketersediaan air, nilai KTK, dan merupakan sumber energi bagi mikroorganisme yang ramah lingkungan. Pemberian bahan organik dalam masa inkubasi 3 minggu dapat menyeimbangkan C/N rasio dengan tanah, perbandingan C dan N mempengaruhi proses mineralisasi dan imobilisasi, sehingga dengan masa inkubasi 3 minggu dapat mengikuti prinsip pengomposan dengan cara menurunkan nisbah C/N rasio sesuai dengan C/N rasio tanah (Nariratih *et al.*, 2013).

Penambahan bahan organik pada tanah mampu meningkatkan kemantapan agregat tanah. Bahan organik ditambahkan ke tanah akan mengalami proses dekomposisi dan akan menghasilkan substansi organik yang mempunyai peran sebagai perekat dalam proses agregasi tanah. Bahan organik tergolong bahan pengikat partikel-partikel tanah. Adanya substansi organik yang berfungsi sebagai perekat mampu meningkatkan ikatan antar partikel dalam agregasi tanah (Zulkarnain, 2013).

Bahan organik mempunyai pengaruh yang baik untuk perbaikan sifat-sifat tanah dan meningkatkan unsur hara di dalam tanah. Bahan organik mampu menyumbang unsur N dan unsur-unsur lain yang dibutuhkan oleh tanaman. Penggunaan bahan organik ke dalam tanah harus memperhatikan C/N rasio, sebab apabila perbandingannya sangat besar bisa menyebabkan imobilisasi. Imobilisasi merupakan proses pengurangan jumlah kadar unsur hara seperti N, P, K dan unsur lainnya di dalam tanah oleh aktivitas mikroba sehingga kadar unsur hara tersebut yang digunakan tanaman menjadi berkurang (Roidah, 2013)

Secara alami pengomposan dari bahan organik membutuhkan waktu 2-3 bulan atau bisa lebih tergantung bahan organik yang digunakan. Namun, proses pengomposan tersebut dapat berlangsung cepat dibantu dengan mikroorganisme

pengurai salah satunya *T. harzianum*. Proses pengomposan bisa dikatakan berhasil apabila C/N rasio turun. Apabila bahan organik yang digunakan mempunyai C/N rasio yang terlalu tinggi dapat menyebabkan proses pengomposan terlalu lama. Namun, apabila C/N rasio yang rendah menyebabkan proses pengomposan terlalu cepat yang dapat menurunkan unsur C sebagai sumber energi mikroba, akibatnya akan kelebihan N yang berubah menjadi NH_3 . Oleh karena itu diperlukan mikroba yang sesuai dalam pengomposan (Purnomowati, 2015).

Pada saat pengomposan ada peran mikroba, proses perombakan membutuhkan karbon untuk pemenuhan energi pertumbuhan dan nitrogen untuk pemenuhan protein sebagai zat pembangun sel metabolisme. Bahan organik yang mempunyai C/N rasio yang baik untuk pengomposan yaitu 20-40. Mikroorganisme akan memecah senyawa C sebagai sumber energi dan N untuk sintesis protein. C/N rasio terlalu tinggi mikroba akan kekurangan N untuk sintesa protein yang akan mengakibatkan proses dekomposisi menjadi lebih lama. Apabila C/N terlalu rendah akan banyak mengandung amoniak atau NH_3 . Senyawa ini dapat dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrit dan nitrat yang mudah diserap oleh tanaman. C/N rasio yang stabil yaitu berkisar 15-25 yang biasanya pada minggu ke empat pengomposan bahan organik (Ismayana, 2012).

Proses pengomposan dapat terbagi menjadi 2 yaitu pengomposan secara aerob dan anaerob. Pengomposan secara aerob tidak akan menimbulkan bau busuk, sebab terjadi pelepasan energi dalam jumlah besar yaitu 484-674 kcal/mole glukosa sehingga menimbulkan panas lebih dari 50°C , sedangkan untuk pengomposan anaerob langka oksigen, umumnya menimbulkan bau busuk dan energi yang dilepaskan cukup sedikit berkisar 26 kcal/mole glukosa. Indikator yang penting dalam penggunaan kompos yaitu nisbah C/N yang bisa memberikan ciri-ciri kematangan kompos (Firmansyah, 2011).

Saat pengomposan terjadi perubahan-perubahan bahan organik menjadi $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{nutrien} + \text{humus} + \text{energi}$. Selama pengomposan berlangsung CO_2 menguap yang menyebabkan terjadinya penurunan kadar karbon (C), selain itu C digunakan untuk pemenuhan energi pertumbuhan mikroba, sedangkan nitrogen (N) digunakan untuk sintesa protein dan sebagai zat pembangun sel metabolisme

bagi mikroba. Sehingga terjadi penurunan kadar karbon (C) dan nitrogen (N) pada bahan organik tersebut (Pandebesie dan Rayuanti, 2013).

Kompos yang baik dan siap digunakan menurut peraturan kementerian pertanian (2011), yaitu kompos yang mempunyai C/N rasio sebesar 15-25. Apabila C/N rasio terlalu rendah maka reaksi dekomposisi sudah berakhir dan kompos terlalu matang. C/N rasio dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara, jika C/N rasio tinggi maka kandungan unsur hara yang tersedia menjadi sedikit dan sebaliknya, sebab ada C/N rasio berbanding terbalik dengan ketersediaan unsur hara. Oleh karena itu, kematangan kompos bisa dilihat dari C/N rasio, tingkat kematangan kompos yang berbeda dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman yang berbeda. Kompos dengan tingkat kematangan yang lebih baik memberikan respon yang baik bagi tinggi tanaman, diameter batang, bobot tajuk basah dan bobot tajuk kering (Yunindanova *et al.*, 2013).

Selama berlangsungnya proses pengomposan akan terjadi peningkatan suhu. Semakin tinggi suhu akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan mempercepat proses dekomposisi, suhu yang mencapai 30 – 60 °C menandakan aktivitas pengomposan sedang berjalan dan akan mempercepat waktu kematangan kompos (Widarti *et al.*, 2015). Suhu yang mengalami kenaikan selama proses dekomposisi dapat membantu membunuh bibit penyakit, memecahkan telur serangga dan bakteri patogen akan mati sebab pada kondisi tersebut mikroorganisme mengalami perkembangbiakan dengan baik, sehingga populasinya stabil dan enzim yang dihasilkan untuk mengurai bahan organik paling efektif daya urainya. Suhu kompos yang sudah matang mendekati suhu awal pengomposan, apabila suhu masih diatas 50 °C menandakan bahwa proses pengomposan masih berlangsung (Fahrudin dan As'adi, 2010).

Selain perubahan suhu, proses pengomposan juga bisa membuat perubahan pH pada bahan kompos yang digunakan. Terjadi perubahan pH pada saat pengomposan yang berawal dari pH masam dari bahan organik tersebut akibat terbentuknya asam-asam sederhana, lalu pH akan meningkat pada masa inkubasi sebab terurainya protein dan terjadinya pelepasan ammonia pada bahan organik yang digunakan. Hal ini tidak terlepas dari aktivitas mikroorganisme pengurai.

Pada dasarnya proses pengomposan dapat menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri (Supadma, 2008). Pada saat proses pengomposan berlangsung terjadi perubahan pH. Bahan pengomposan yang digunakan yaitu kulit buah kakao yang mempunyai pH awal yaitu 5,09 pada hari ke 35 dengan menggunakan aktifator mikroba menunjukkan pH 6,60 (Yanqoritha, 2013). Ditambahkan oleh Sugiyanto dan J., Bako Baon (2008), Pemberian bahan organik pada tanah dapat meningkatkan pH tanah, kompos kulit buah kakao mampu meningkatkan pH sampai 8,1 dibandingkan dengan belotong dan kotoran sapi.

Media tanam dalam pembibitan sangat penting untuk diperhatikan, sebab hal ini akan mempengaruhi keberhasilan pembibitan. Pertumbuhan bibit yang baik akan menunjang fase vegetatif dan generatif tanaman kakao. Salah satu penambahan bahan organik pada media tanam adalah pemberian kompos dari limbah kulit kakao. Hal ini mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kakao melalui penambahan jumlah daun, volume akar, lingkaran batang, rasio tajuk akar dan berat kering tanaman. Pemberian kompos kulit buah kakao dengan dosis 100 gram mampu memberikan pertumbuhan bibit kakao yang terbaik (Yoseva *et al.*, 2013).

Limbah kulit kakao sangat melimpah, perlu dimanfaatkan secara optimal. Kandungan hara mineral pada kulit buah kakao cukup tinggi utamanya Kalium dan Nitrogen. Aplikasi kompos dengan menggunakan kulit buah kakao mampu meningkatkan kualitas bibit kakao yang dapat terlihat pada fase vegetatif kakao yang lebih baik mulai dari tinggi bibit, ukuran diameter dan berat kering akar tanaman (Damanik *et al.*, 2013).

Limbah kulit kakao mempunyai C-organik yang sangat tinggi. Oleh karena itu bisa dimanfaatkan dengan cara pengomposan yang hasilnya bisa dikembalikan lagi ke tanah, dekomposisi residu tanaman memberikan kontribusi terhadap kandungan bahan organik dalam tanah. Pada 120 HSI kandungan N-total berkisar dari tinggi sampai sangat tinggi. Proses ini berhubungan dengan mineralisasi, dimana bahan organik akan terjadi pelepasan mineral-mineral hara untuk tanaman

salah satunya nitrogen. Kandungan hara kompos dari kulit kakao mempunyai kandungan nitrogen dengan kriteria yang sangat tinggi (Muslim *et al.*, 2012).

Komposisi kimia tanah yang terdapat pada kulit buah kakao 25,79 % C , 1,42 % N, Nisbah C/N 18. Sedangkan untuk kandungan Fosfor 0,26 , Kalium 2,97 , Magnesium 0,85 dengan pH 8,1. Pemberian kompos kulit kakao dengan dosis 5 % dari berat tanah dapat juga meningkatkan kandungan Ca tertukar, Fe tersedia dan pH tanah. Unsur-unsur Ca dan Fe menjadi tersedia sebab adanya proses dekomposisi, sehingga unsur tersebut terlepas dari jerapan bahan organik dan tersedia bagi tanaman (Sugiyanto *et al.*, 2008).

Pemberian kompos organik memberikan pengaruh terhadap kandungan lemak dan protein dengan dosis 100 gram, 200 gram dan 300 gram yang dijadikan media tanam pada penanaman kacang panjang, sebab kompos organik merupakan sumber utama nitrogen (90-95%) pada tanah yang tidak dipupuk, bahan organik juga bisa menjadi sumber dari fosfor dan sulfur yang tersedia apabila humus tidak tersedia dalam tanah (Kuswinarni *et al.*, 2014).

Pemberian kompos memberikan pertumbuhan bibit sengon lebih baik yang dilihat dari tinggi bibit, diameter bibit, panjang akar, berat segar bibit dan berat kering bibit sengon. Hal ini disebabkan oleh kemampuan kompos dalam mengikat air dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan bibit sengon. Kompos dapat berperan sebagai pupuk dengan memperbaiki sifat fisik tanah sehingga tanah mempunyai struktur tanah yang remah dan mampu menciptakan lingkungan bagi mikroba tanah yang berdampak pada kesuburan tanah (Tefa *et al.*, 2015).

Penggunaan kompos kaya akan *T. harzianum* merupakan alternatif dalam memperbaiki sifat biologi media tanam sebab mempertahankan kesuburan tanah dan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman. Kompos yang diperkaya oleh *T. harzianum* dapat meningkatkan pertumbuhan cabai. Kompos tersebut berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, panjang buah, jumlah buah pertanaman dan berat buah per tanaman. Kompos tersebut dapat berperan sebagai pupuk organik. Pupuk organik yang baik dan siap aplikasi bisa dilihat dari standar mutu pupuk (Sepwanti *et al.*, 2016).

Berikut persyaratan teknis minimal pupuk organik padat :

Tabel 2.1. Persyaratan teknis minimal pupuk organik padat remah/curah

No	Parameter	Standar Mutu
		Diperkaya Mikroba
1	C-organik (%)	Min 15
2	C/N rasio	15-25
3	Bahan ikutan (%)	Maks 2
4	Kadar air (%)	15-25
5	Kadar logam berat	
	As (ppm)	Maks 10
	Hg (ppm)	Maks 1
	Pb (ppm)	Maks 50
	Cd (ppm)	Maks 2
6	Ph	4-9
7	Hara makro (N+P ₂ O+K ₂ O)	Min 4
8	Mikrob kontaminasi	
	<i>E. coli</i>	Maks 10 ²
	<i>Salmonella</i> sp	Maks 10 ²
9	Mikroba fungsional	
	Penambat N	-
	Pelarut P	-
10	Ukuran butiran 2-5 mm	-
11	Hara mikro	
	Fe total atau	Maks 9000
	Fe tersedia	Maks 500
	Mn	Maks 5000
	Zn	Maks 5000
12	Unsur lain	
	La	0
	Ce	0

Sumber : PERATURAN MENTERI PERTANIAN No. 70/ Permentan/ 2011

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa standar pemberian pupuk organik yang sesuai berdasarkan standar C/N rasio yaitu 15-25. Apabila kurang atau lebih maka sudah tidak sesuai dengan standar mutu.

Pupuk organik merupakan semua jenis bahan organik yang berasal dari sisa tanaman dan kotoran hewan yang dirombak menjadi hara yang tersedia bagi tanaman. Menurut Permentan (2011), pupuk organik mempunyai stndart mutu yang menjadi acuan untuk menentukan kelayakan dalam aplikasi. Pupuk organik merupakan hasil dari proses dekomposisi bahan organik baik dari tanaman maupun kotoran hewan. Bentuk dari pupuk organik ada 2 macam yaitu cair dan

padat yang diperkaya dengan bahan mineral yang alami atau mikroba yang bermanfaat untuk menjaga kesuburan tanah, membantu pertumbuhan tanaman dan mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pupuk organik padat dapat dibedakan menjadi pupuk kandang, humus, pupuk hijau dan kompos.

Bahan organik dapat menyerap air 2-4 kali lipat dan disimpan dalam jumlah yang cukup banyak untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada saat pertumbuhan vegetatif, air dan unsur hara sangat berguna untuk pembentukan organ tanaman. salah satunya pembentukan organ daun (Intara, 2011).

2.3 *Trichoderma harzianum*

Trichoderma sp adalah fungi multiselular berbentuk filament. Cendawan ini berada di tanah yang bersifat saprofit. Selain sebagai pengurai juga bisa digunakan sebagai agen hayati. Ada beberapa macam *Trichoderma* diantaranya *T. hamantum*, *koningii*, *harzianum*, *polysporum*, *aureoviride*. Secara makroskopis warna koloni dari semua spesies tersebut diawali dengan warna putih, lalu berkembang menjadi putih agak kehijauan, hijau muda, dan hijau tua, namun pada *T. hamantum* berwarna agak kekuningan pada 7 HSI. Karakteristik morfologis secara mikroskopis lima spesies. *T.harzianum* apabila dilihat secara mikroskopis mempunyai konidiofor yang tegak dan bercabang, filidnya pendek dan lebih tebal sedangkan untuk konidiana berbentuk oval. (Gusnawaty *et al.*, 2014).

Menurut Nur *et al.* (2013), cendawan *T. harzianum* apabila diisolasi dengan menggunakan media PDA yang dilihat secara makroskopis akan menunjukkan warna koloni hijau tua pada hari ke 7 setelah isolasi dan koloni berbentuk bulat melingkar yang terlihat jelas pada cawan petri.

Cendawan *T. harzianum* dapat berperan sebagai biodekomposer sebab mampu memanfaatkan bahan organik utamanya selulosa sebagai sumber karbon dan energi untuk kebutuhannya. *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu mikroba yang berperan dalam perombakan bahan organik dengan kandungan selulosa yang tinggi, sebab cendawan ini secara efektif menghasilkan enzim berupa selobiohidrolase, endoglukinase dan glukosidase yang mampu

menghidrolisis selulosa secara alami. Biasanya cendawan ini akan menggunkan kemampuan hifanya untuk membalut dan menyelimuti tumpukan bahan organik, lalu menghancurkannya. Bahan jerami dan thitonia mempunyai kandungan selulosa dan lignin cukup besar dan dekomposer yang sesuai adalah *T. harzianum* sebab kemampuannya mendekomposisi bahan organik tersebut cukup bagus (Yelianti *et al.*, 2008).

Trichoderma tergolong kelompok fungi yang mempunyai kemampuan sebagai biodekomposisi yang baik, mampu memproduksi asam organik seperti glicinic, citric atau asam fumaric. *Trichoderma* juga mampu untuk menurunkan C/N rasio dari kulit buah kakao yang tersusun dari selulosa, hemiselulosa dan lignin dengan cara melisis selulosa tersebut secara alami dengan enzim yang dimiliki oleh cendawan tersebut (Sriwati *et al.*, 2013).

Pemberian *Trichoderma* spp. Mampu meningkatkan pertumbuhan bawang merah menjadi lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol atau tanpa penambahan *Trichoderma* dalam media pembibitan. Penambahan *Trichoderma* berperan sebagai agensia hayati yang mengendalikan penyakit *Fusarium* pada tanaman bawang merah. Selain itu juga berperan untuk mengurai bahan organik dalam tanah menjadi nutrisi yang mudah diserap oleh tanaman sehingga berdampak pada pertambahan tinggi dan jumlah daun dengan dosis 40 gram/lubang tanam. Cendawan ini mampu untuk mendegradasi bahan-bahan organik yang mempunyai kandungan lignin cukup tinggi (Shofiyani dan Suyadi, 2014).

Trichoderma harzianum mampu mengkoloni rizosfer dengan sangat cepat dan mampu melindungi akar dari serangan cendawan pathogen atau cendawan yang merugikan tanaman. Selain itu, cendawan ini mampu mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produksi tanaman apabila diberikan penambahan *T. harzianum* ini. Penggunaan agen hayati *T. harzianum* ini relative aman sebab tidak menimbulkan efek samping bagi organisme bukan sasaran, tidak menyebabkan pencemaran lingkungan dan tidak menyebabkan resistensi pada sasaran, sehingga tergolong praktis, ekonomis dan aman untuk digunakan atau diaplikasikan pada media tanam, guna memberikan produksi yang maksimal.

Biasanya pengaplikasiannya dalam bentuk formulasi baik cair, tepung maupun kompos (Purwantisari dan Budi, 2009).

Trichoderma harzianum dapat digunakan sebagai pupuk mikrob. Pupuk mikrob dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Apabila pupuk mikrob dikombinasikan dengan pupuk anorganik maupun organik dapat meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. *Trichoderma spp* dapat memacu pertumbuhan tanaman akibat dapat mengontrol pathogen minor yang menghasilkan akar yang lebih kuat sehingga masuknya unsur hara lebih baik. Selain itu, *Trichoderma spp.* mampu berperan sebagai regulator pertumbuhan akibat peran hormon. Hal ini ditunjukkan melalui analisis yang menunjukkan bahwa *T. harzianum* dapat merangsang hormon IAA secara optimal pada inkubasi hari ketiga, sehingga cendawan ini dapat berperan dalam pertumbuhan tanaman seperti perbesaran sel dan pertumbuhan akar (Ramadhani, 2007).

Perlakuan dengan aplikasi *T. harzianum* sama dengan peran auksin yang dapat meningkatkan perpanjangan akar tanaman kakao. Pada dasarnya *T. harzianum* dapat merangsang indol-3-asetic acid (IAA) dan bahan lainnya yang berhubungan dengan hormon auksin. Peran hormon auksin ini cukup banyak, salah satunya sebagai hormon yang membantu pembentukan akar adventif (Nurahmi *et al.*, 2012).

Trichoderma harzianum dapat dijadikan sebagai pupuk hayati yang berperan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, sebab cendawan ini dapat menciptakan kondisi perakaran yang baik sehingga unsur hara yang diserap oleh tanaman menjadi optimal. *T. harzianum* juga mampu mengurangi konsentrasi zat yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. *Trichoderma harzianum* dapat meningkatkan kandungan Nitrogen, dapat melarutkan sejumlah unsur seperti Mn^{4+} , Fe^{3+} dan Cu^{2+} serta unsur lainnya yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Haque *et al.*, 2010).

Trichoderma harzianum dapat meningkatkan pertumbuhan dengan meningkatkan daya serap mineral dan nutrisi yang ada di dalam tanah. *T. harzianum* ini juga merangsang tanaman untuk merangsang hormone giberiline,

dan golongan auksin dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini akan berdampak pada pertumbuhan tanaman yang optimum, kokoh dan bisa membuat ketahanan tanaman. Apabila dalam fase vegetatif hormon auksin dan giberiline berperan dalam pemanjangan akar dan batang (Latifah *et al.*, 2011).

Pemberian kompos aktif *T. harzianum* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai. Pemberian kompos aktif tersebut mempunyai pengaruh yang sama pada pertumbuhan akar primer dibandingkan dengan kontrol. Pada kontrol pertumbuhan akar primer lebih panjang sebab tanah yang digunakan tidak mengandung bahan organik, sehingga pertumbuhan akar berusaha untuk memperoleh bahan organik pada bagian dalam. Sedangkan tanah yang mempunyai bahan organik mempunyai akar primer pendek, akan tetapi merangsang pertumbuhan akar lateral lebih banyak. Tanah yang mempunyai bahan organik dapat menyebabkan partikel tanah menjadi remah, meningkatkan stabilitas tanah, menyediakan makanan maupun tempat hidup organisme sesuai dengan lingkungannya (Herlina dan Pramesti, 2010).

Aplikasi kompos *Trichoderma* sp sebanyak 45 gram yang dikombinasikan dengan mikoriza 20 gram memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi pada tanaman kedelai. *Trichoderma* adalah salah satu cendawan yang mampu menguraikan unsur hara N,P dan S serta unsur hara lainnya yang bersenyawa dengan Al, Fe, Mn sehingga dapat dimanfaatkan oleh pertumbuhan tanaman. sedangkan mikoriza membantu dalam penyerapan unsur P (Charisma *et al.*, 2012).

Aplikasi *Trichoderma* sp. merupakan salah satu startegi untuk mencegah serangan patogen, utamanya serangan patogen tular tanah. Tindakan preventif dalam budidaya pertanian sangat diperlukan untuk menjaga kualitas dan hasil yang baik. *Trichoderma* sp. dapat mengontrol pertumbuhan tanaman dan membantu dalam memperoleh nutrisi. Cendawan ini hidup berkoloni di daerah perakaran. Aplikasi *Trichoderma* sp. pada media tanam mampu meningkatkan berat segar dan kering pucuk, sehingga *Trichoderma* sp. mempengaruhi penyerapan hara dan air yang dibutuhkan tanaman (Ozbay dan Newman, 2004).

Aplikasi jamur antagonis *Trichoderma* sp dapat memberikan pengaruh yang sangat nyata dalam menekan perkembangan penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* dan meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman serta meningkatkan hasil tanaman tomat. *Trichoderma* mempunyai tiga mekanisme antagonis cendawan terhadap patogen tular tanah dengan cara sebagai kompetitor terhadap ruang maupun nutrisi, antibiosis yang mengeluarkan ethanol yang bersifat racun bagi patogen dan sebagai mikoparasit. Selain itu *Trichoderma* juga dapat digunakan sebagai pupuk biologis (*Plant Growth Promoting Fungi*) (Antara *et al.*, 2015).

Dari berbagai formulasi *T.harzianum* yang terdapat pada media ekstrak kentang, air cucian beras, Molase dan air kelapa yang menunjukkan keefektifan dalam mengendalikan penyakit lanas tembakau (*Phytophthora nicotianae*) yaitu media air kelapa. Selain dapat mengendalikan penyakit lanas, formulasi *Tricoderma harzianum* pada media air kelapa juga dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan cara mensintesis dan mengatur zat pengatur tumbuh pada tanaman (Hidayat, 2013).

Waktu penyimpanan untuk formulasi cair *T.harzianum* dari media air kelapa yang paling efektif yaitu 2 bulan. Pada waktu simpan 2 bulan mempunyai viabilitas yang tinggi yaitu 92,33 dibandingkan dengan disimpan selama 1 bulan yang mempunyai viabilitas 90,33. Sedangkan, untuk penyimpanan 3 bulan hanya mempunyai viabilitas 84,94. Oleh karena itu, waktu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap keefektifan aplikasi formulasi cair *T. harzianum* (Arifin, 2015).

Konsentrasi bioformulasi *T.harzianum* sebanyak 200 mL dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tembakau. Selain itu, berfungsi juga sebagai zat pengatur tanaman dan biofertilizer untuk meningkatkan kesuburan media tanam. Aplikasi bioformulasi *T.harzianum* pada tanaman tembakau dapat dilakukan dengan cara dikocor disekitar perakaran tanaman tembakau (Alfiah, 2015). Sedangkan menurut Widayanti (2014), konsentrasi 250 mL formulasi *T. harzianum* dapat mengendalikan penyakit lanas tembakau yang

diaplikasikan dengan cara melarutkan dalam air dan disiram pada media tanam yang digunakan.

Media tanam sangat menentukan keberhasilan dalam pembibitan kakao. media tanam dari tanah, pasir dan kompos dari kulit buah kakao yang ditambahkan agensi hayati berupa *T.harzianum* mampu menggemburkan tanah , menyediakan nutrisi dan sebagai antifitopatogen pada bibit kakao. Dengan pemberian bahan organik berupa kompos dapat meningkatkan populasi dari mikroba yang diaplikasikan sehingga menciptakan kondisi biologi yang sesuai untuk pertumbuhan bibit kakao (Baharudin dan Rubiyo, 2013).

2.4 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian dan kajian pustaka, maka dapat diambil hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara dosis kompos dan konsentrasi *Trichoderma harzianum* terhadap kualitas bibit kakao klon ICS 60.
2. Terdapat pengaruh dosis kompos terhadap kualitas bibit kakao klon ICS 60.
3. Terdapat pengaruh konsentrasi *Trichoderma harzianum* terhadap kualitas bibit kakao klon ICS 60.

BAB 3. METODE PERCOBAAN

3.1 Waktu dan Tempat Percobaan

Penelitian tentang “Pengaruh Kompos Kulit Buah Kakao dan Konsentrasi *Trichoderma harzianum* Pada Media Pembibitan Terhadap Kualitas Bibit Kakao Klon ICS 60” dilakukan pada tanggal 1 Desember 2015 sampai dengan 30 April 2016 di Rumah Plastik Agronomi, Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Percobaan

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan penelitian ini meliputi benih kakao lindak klon ICS 60 (Berasal dari PTPN XII Kebun Kalikempit – Glenmore), tanah, pasir, kompos kulit buah kakao yang mengandung 9,19% C, 0,58%N dan C/N rasio yaitu 15,84 seperti yang terlihat pada lampiran 3 (kandungan tersebut sudah memenuhi standar sebagai pupuk organik menurut kementerian pertanian, 2011), isolat *T. harzianum* (Koleksi Puslit Koka Jember), media PDA, alcohol, aquadest, selen, asam sulfat, asam borat, NaOH, penunjuk Conway (warna merah), dan pupuk NPK.



Gambar 3.1 Benih kakao lindak klon ICS 60



Gambar 3.2 Isolat *T. harzianum*

3.2.2 Alat

Alat –alat yang digunakan meliputi polybag ukuran 5cm x 10 cm dan 20 cm x 30 cm, cawan petri, LAF (*Laminar Air Flow*), Autoclave, gelas ukur 1000 ml, botol-botol plastic dengan ukuran 1000 ml, hand counter, jarum ose, deglass, micropipete, mikroskop, *haemocytometer*, aerator, selang aquarium, alat semprot,

stopwatch, cangkul, sekop, gembor, *hand sprayer*, timbangan analitik, oven, alat destruksi, destilasi, alat titrasi, jangka sorong, thermometer, pH meter, penggaris, alat tulis, buku, kamera dan alat pendukung lainnya.

3.3 Metode Percobaan

Percobaan ini merupakan percobaan faktorial yang dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan dan masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali. Faktor yang diperlakukan adalah :

1. Faktor pertama adalah dosis Kompos kulit kakao dengan 4 taraf, yaitu :

K0 : Tanah 100 % (2000 gram)

K1 : Tanah 95 % (1900 gram) : Kompos 5% (100 gram)

K2 : Tanah 90 % (1800 gram): Kompos 10% (200 gram)

K3 : Tanah 85 % (1700 gram) : Kompos 15% (300 gram)

Media tanam yang digunakan yaitu 2 kg (2000 gram) per polybag.

2. Faktor kedua adalah konsentrasi *Trichoderma harzianum* cair pada media ke polybag dengan konsentrasi yang terdiri dari 4 taraf menggunakan kerapatan spora $8,5 \times 10^8$ spora/ml, yaitu :

T0 : 0 ml/polybag

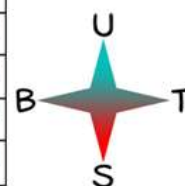
T1 : 200 ml /polybag

T2 : 250 ml/polybag

T3 : 300 ml/polybag

Denah Kombinasi perlakuan :

K3T1U2	K2T2U2	K1T1U2	K2T1U1	K0T0U1	K1T1U1
K0T3U3	K0T0U2	K1T3U2	K3T0U3	K1T1U3	K2T0U1
K3T0U2	K3T1U3	K2T3U2	K0T1U3	K1T2U2	K1T2U3
K0T3U2	K0T3U1	K2T0U3	K2T3U3	K2T2U1	K3T3U3
K3T2U3	K3T1U1	K0T2U3	K3T2U1	K0T1U2	K2T1U3
K1T2U1	K0T0U3	K2T3U1	K1T0U2	K1T0U1	K1T3U3
K3T0U1	K3T3U2	K1T3U1	K0T2U1	K0T1U1	K2T1U2
K0T2U2	K3T2U2	K2T0U2	K3T3U1	K2T2U3	K1T0U3



Gambar 3.3 Denah Percobaan

Keterangan :

K = Faktor Pertama (Kompos)

T = Faktor Kedua (*Trichoderma harzianum*)

U = Ulangan

Rancangan percobaan ini sebanyak $4 \times 4 = 16$ satuan kombinasi perlakuan dalam 3 ulangan, sehingga didapatkan 48 unit percobaan. Model Linier aditif untuk rancangan dua faktor dengan RAL adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + P_j + VP_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = nilai pengamatan pada ulangan ke k, yang memperoleh taraf ke I faktor V, taraf ke j faktor P

μ = nilai tengah umum

V_i = pengaruh taraf ke I faktor V

P_j = pengaruh taraf j faktor P

VP_{ij} = pengaruh interaksi taraf ke I faktor V dan taraf ke j faktor P

ε_{ijk} = pengaruh galat percobaan dari satuan percobaan ke k yang memperoleh taraf I faktor V, taraf ke j faktor P.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis statistik dengan menggunakan analisis ragam. Apabila terdapat perbedaan diantara kedua perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda (Uji Duncan) pada taraf 5%.

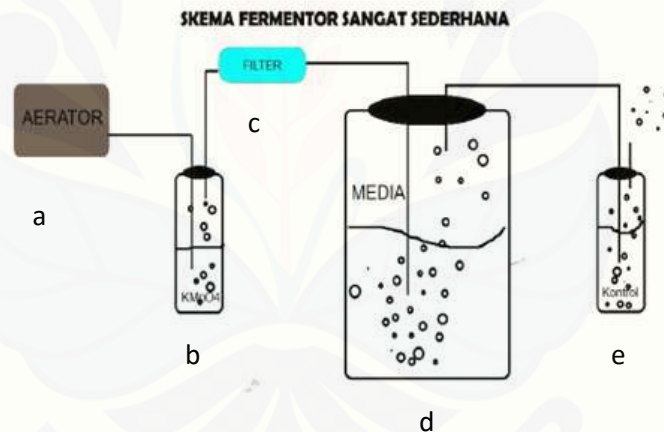
3.4 Pelaksanaan Percobaan

Percobaan yang akan dilakukan yaitu perbanyakkan *Trichoderma harzianum* pada media cair, penghitungan kerapatan spora, pembuatan kompos, penyiapan dan perkecambahan benih, pemindahan bibit, perlakuan bibit dan pemeliharaan bibit. Secara rinci akan dijelaskan sebagai berikut :

3.4.1 Perbanyak *T. harzianum* pada Media Cair

Perbanyak *T. harzianum* pada media cair:

1. Menyiapkan air kelapa sebanyak 2000 ml yang di autoclave terlebih dahulu, agar media ini bisa steril dan terbebas dari mikroorganismenya.
2. Lalu, membuat rangkaian FSS (Fermentator sangat sederhana).
3. Air kelapa 2000 ml ditambahkan dengan dextrose 40 gram dimasukkan ke dalam jurigen dan diberi isolat dari *T. harzianum* yang diambil dengan jarum ose.
4. Rangkaian alat ini terdiri dari aerator, larutan KMnO_4 , glass wol, media air kelapa, dan aquadest.
5. Proses ini berlangsung selama 1 minggu. Hasil akhir bisa digunakan setelah disimpan selama 2 bulan. Sebelum digunakan diperlukan perhitungan kerapatan spora.



Gambar 3.2 Fermentor Sangat Sederhana

Keterangan :

- a . Aerator
- b. KmnO_4
- c. Glass Wol
- d. Media cair
- e. Aquadest

3.4.2 Penghitungan Kerapatan spora

Penghitungan ini menggunakan penghitungan standar agensia hayati yaitu 10^8 spora/ml. Penghitungan kerapatan spora cendawan yang dilakukan menggunakan alat *Haemocytometer*. Hasil yang diperoleh dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{x \times 10^3}{L \times t \times d}$$

Keterangan :

S = Kerapatan spora

x = Jumlah spora yang dihitung

L = Luas kotak hitung ($0,04 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$)

t = Kedalaman bidang hitung (0,1 mm)

d = Faktor pengenceran

10^3 = volume suspensi yang diambil ($1 \text{ ml} = 10^3 \text{ mm}^3$). (BBPPPT, 2011)

Perhitungan kerapatan spora dilakukan sebelum aplikasi pada media tanam.

3.4.3 Pembuatan Kompos

Tahapan pembuatan kompos :

1. Kulit kakao yang digunakan sebagai sumber bahan kompos berasal dari PTPN 12 Kebun Kalikempit – Glenmore, Banyuwangi. Kulit kakao yang digunakan mempunyai C/N rasio 22,25 (Lihat lampiran 3).
2. Memotong kulit kakao dengan ukuran 5 cm yang dimasukkan ke dalam gundungan yang berukuran 60 cm x 60 cm x 60 cm,
3. Kemudian diinokulasikan starter dari *T harzianum* ke bahan kompos dengan 15 gram (kerapatan spora $9,5 \times 10^8$ starter *T.harzianum* dengan 15 kg kulit buah kakao,
4. Memberi air secukupnya sampai lembab, kemudian gundungan ditutup menggunakan plastik.
5. Proses pengomposan berlangsung secara aerobik selama 5 minggu.

6. Kemudian dilakukan pengamatan perubahan suhunya dan dilakukan pembalikan.
7. Kematangan kompos dapat dilihat dari perubahan suhu yang sama dengan suhu bahan organik awal dilakukan dengan menggunakan thermometer yang diukur setiap seminggu sekali, mengamati perubahan warna dari kompos, kompos yang matang biasanya berwarna hitam kecoklatan atau hitam, selanjutnya pengamatan pH dengan menggunakan pH meter. Apabila pH sudah mendekati netral yaitu 7 maka, kompos sudah siap digunakan. Selanjutnya, melakukan analisis C/N rasio. Analisis ini dilakukan untuk melihat penurunan C/N rasio pada kulit kakao yang sebelum diaplikasikan starter *T. harzianum* dan setelah diaplikasikan. Selain itu, juga disesuaikan dengan standar kompos yang digunakan sebagai media tanam.

3.4.4 Perkecambahan Benih

Benih yang digunakan adalah jenis lindak klon ICS 60.

1. Benih diambil dari pohon induk klonal yang sudah bersertifikat, sumber benih yang digunakan berasal dari buah yang sehat, normal dan masak fisiologis.
2. Benih diambil 1/3 dari pucuk. Biji pada pangkal buah dibuang.
3. Memilih benih yang bernas/ penuh, normal, bentuknya bulat dan seragam.
4. Lalu, membersihkan pulp dengan menggunakan abu dapur yang telah diayak.
5. Selanjutnya benih dicampur pada abu dan diremas-remas dengan hati-hati agar tidak merusak benih yang akan digunakan.
6. Selanjutnya benih dicuci dengan air bersih dan ditiriskan.
7. Benih yang sudah dibersihkan kemudian ditanam pada polybag kecil berukuran 5 x 10 cm, per polybag diisi 1-2 benih kakao, media yang digunakan yaitu pasir dan tanah.
8. Setelah 21 hari setelah tanam bibit kakao siap untuk di pindah pada polybag yang berukuran sedang yaitu 20 x 30 cm dengan media perlakuan.

3.4.5 Pemindahan Bibit Kakao

1. Pemindahan bibit kakao dari media tanam sebelumnya yaitu pada polybag ukuran 5x10 cm dengan cara merobek polybag dan memasukkan pada media tanam perlakuan.
2. Penanaman bibit kakao dilakukan menggunakan polybag berukuran 20 x 30 cm. Media tanam yang digunakan berupa tanah steril dan kompos. Tanah yang digunakan diayak dengan menggunakan ayakan 2 mm. Mencampur media berupa tanah dan kompos sesuai perlakuan.
3. Ciri – ciri kecambah yang siap dipindahkan pada media tanam perlakuan yaitu memiliki tinggi 19 – 21 cm dengan jumlah daun 4-5 helai.
4. Meletakkan bibit kakao pada rumah plastik di Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

3.4.6 Aplikasi *T. harzianum*

Setelah pembuatan media tanam yang dimasukkan pada polybag selanjutnya dilakukan penambahan larutan *T. harzianum* sesuai dengan rancangan percobaan pada factor kedua. Penambahan ini dilakukan pada umur bibit 1 bulan dengan konsentrasi sesuai ketentuan perlakuan (200 ml, 250ml dan 300 ml) penambahan ini dilakukan hanya 1 kali saja selama periode pembibitan.

3.4.7 Pemeliharaan Bibit

a. Penyiraman

Penyiraman bibit dilakukan 1 hari sekali pada masing-masing polybag. Penyiraman dilakukan tiap pagi hari.

b. Pemupukan

Menurut Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (2014), Salah satu komponen penting dalam pembibitan yaitu pemupukan. Pemupukan merupakan kegiatan untuk menambah zat hara ke dalam tanah, saat memupuk harus memperhatikan umur, waktu, dosis, jenis pupuk dan cara aplikasi. Pemupukan saat pembibitan merupakan langkah untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, pemupukan harus disesuaikan dengan umur bibit. Menurut Baharudin dan Rubiyo

(2013), pemupukan dilakukan setiap bulan sesuai dengan dosis. Berikut dosis pupuk yang diberikan pada bibit kakao :

1. Urea sebanyak 2 g/ tanaman diaplikasikan pada seluruh kombinasi K0, aplikasi pada umur tanaman 1,2,3,4 bulan.
2. SP 36 sebanyak 1 g/ tanaman diaplikasikan pada seluruh kombinasi perlakuan aplikasi pada umur tanaman 1,2,3,4 bulan.
3. KCL sebanyak 2 g/ tanaman diaplikasikan pada seluruh kombinasi perlakuan aplikasi pada umur tanaman 1,2,3,4 bulan.

c. Pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman)

Pengendalian OPT lebih diutamakan secara preventif dengan melakukan pembersihan gulma secara manual pada masing-masing media tanam, untuk hama ulat dan belalang diambil secara manual dan monitoring secara berkala agar terhindar dari serangan OPT.

3.5 Variabel Percobaan

Variabel percobaan dilakukan saat bibit kakao berumur 4 bulan. Kriteria standar bibit kakao siap pindah lapang yaitu mempunyai tinggi ≥ 45 cm, diameter $\geq 0,6$ dan jumlah daun ≥ 12 helai (Pusat Penelitian Kakao Indonesia, 2014). Adapun yang akan diamati pada bibit kakao diantaranya :

1. Tinggi bibit (cm)
Tinggi bibit diukur bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan bibit kakao. Caranya mengukur dengan penggaris dari pangkal batang sampai titik tumbuh, diukur secara berkala tiap 1 minggu sekali.
2. Diameter bibit (mm)
Pengukuran diameter batang bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan bibit kakao. Diameter batang diukur pada 1 cm diatas pangkal batang dengan menggunakan jangka sorong (mm), dengan jangka waktu seminggu sekali.
3. Jumlah Daun (helai)
Jumlah daun dihitung bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif pada bibit kakao. Jumlah daun dihitung per helai pada keseluruhan daun yang

terbentuk pada setiap tanaman (daun yang membuka sempurna) dengan panjang minimum 7 cm. Jumlah daun yang dihitung setiap seminggu sekali.

4. Kekokohan bibit

Kekokohan bibit dihitung dari perbandingan tinggi bibit (cm) dibagi dengan diameter (cm), apabila nilai kekokohan lebih tinggi maka bibit layak ditanam. Secara umum nilai kekokohan yang ideal pada bibit yaitu mendekati nilai 6,3 - 10,8 (Adman, 2011).

$$\text{Kekokohan Bibit} = \frac{\text{Tinggi (cm)}}{\text{Diameter(cm)}} \quad (\text{Adman, 2011}).$$

5. Panjang akar

Panjang akar diukur bertujuan untuk mengetahui respon perlakuan yang diberikan terhadap akar primer, pengukuran dilakukan pada akhir penelitian dengan menggunakan penggaris.

6. Rasio pucuk akar (RPA)

Rasio pucuk akar dihitung diakhir penelitian yang bertujuan untuk menilai kualitas bibit dari keseimbangan serapan hara akar dan laju transpirasi yang diterima oleh pucuk, sehingga diperoleh perbandingan antara berat kering pucuk (BKP) dibagi dengan berat kering akar (BKA). Metode penimbangan menggunakan metode dari Gunawan (2015), cara perhitungan rasio pucuk akar yaitu dengan perbandingan antara berat kering pucuk dan berat kering akar. Bibit kakao dipotong pada leher akarnya sehingga diperoleh dua bagian yaitu bagian tajuk dan bagian perakaran. Lalu dimasukkan kedalam amplop dan dioven selama 2 x 24 jam pada suhu 80°C. Berikut rumusnya :

$$\text{Rasio Pucuk Akar} = \frac{\text{BKP (gram)}}{\text{BKA(gram)}} \quad (\text{May, 1980}).$$

7. Indeks Mutu Bibit (IMB)

Indek mutu bibit dihitung untuk mengetahui kelayakan bibit saat pindah lapang yang diperoleh dari berat kering total (BKT) dibagi dengan rasio pucuk

akar (RPA) ditambahkan dengan kekokohan bibit. Bibit yang layak ditransplanting apabila mempunyai nilai $IMB > 0,09$. Berikut rumusnya :

$$IMB = \frac{BKT}{RPA + Kekokohan} \text{ (Komala dan Kuwato, 2008).}$$

Sedangkan untuk variabel pendukung dalam percobaan diantaranya :

1. Kematangan Kompos

Kematangan kompos dilihat dari perubahan suhu, warna, pH dan C/N rasio. C/N rasio perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl. Perhitungan C/N rasio pada kulit buah kakao sebelum diaplikasi *Trichoderma harzianum* dan 5 minggu setelah aplikasi (menjadi kompos).

2. pH media tanam

Pengukuran pH ini dilakukan saat tanaman ditransplanting (21 HST) pada media tanam yang digunakan, pada tanah sebelum aplikasi formulai *T. harzianum* Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tingkat perubahan pH media tanam yang digunakan, sebelum aplikasi kompos dan sesudah aplikasi, serta kecocokan media tanam dengan cendawan *Trichoderma harzianum* untuk tumbuh.

3. Kerapatan Spora

Perhitungan kerapatan spora menggunakan standar agensia hayati 10^8 spora/ml. Perhitungan ini dilakukan sebelum diaplikasikan pada perlakuan. Perhitungan kerapatan spora menggunakan alat *Haemocytometer*. Perhitungan spora dalam 5 kotak besar yang masing-masing dilakukan dibawah mikroskop. Berikut rumusnya :

$$S = \frac{x \times 10^3}{L \times t \times d}$$

Keterangan :

S = Kerapatan spora

x = Jumlah spora yang dihitung

L = Luas kotak hitung ($0,04 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$)

t = Kedalaman bidang hitung (0,1 mm)

d = Faktor pengenceran

10^3 = volume suspensi yang diambil ($1 \text{ ml} = 10^3 \text{ mm}^3$). (BBPPPT, 2011)

4. Identifikasi cendawan dari media tanam

Identifikasi isolat cendawan *T. harzianum* dilakukan melalui 2 tahap. Tahap pertama yaitu pengamatan cendawan secara makroskopis dengan melakukan isolasi. Tahap kedua dengan pengamatan secara mikroskopis yang dilakukan dengan membuat *slide kultur* yang mengamati bentuk hifa, bentuk dan ukuran konidia. Sebagai langkah awal yaitu melakukan isolasi cendawan pada media tanam. Isolasi cendawan pada media tanam dilakukan dengan metode *soil dillution plate*, yaitu 1 gram tanah diambil dan dilarutkan dengan menggunakan 10 ml aquadest steril yang dimasukkan pada tabung reaksi, kemudian di vortex sampai larutan menjadi homogen selama 30 menit. Pengenceran dilakukan sampai 10^2 . Kemudian, larutan tersebut diambil 1 ml dan dituangkan pada cawan petri yang berisi media PDA yang sudah padat. Lalu, diinkubasi selama 48 jam dan amati mikroorganisme yang tumbuh sampai 7 hari setelah isolasi (Wirawan, A.E. *et al.*, 2014). Sedangkan untuk *slide kultur* yaitu dengan mengambil potongan yang berada pada cawan petri (hasil isolasi), kemudian dimasukkan pada gelas ukur dan beri 10 ml aquadest dan divortex. Kemudian menyediakan kertas saring steril yang dipotong bundar dan telah dilembabkan dengan aquadest, lalu hasil vortex diambil 1 ml dan letakkan pada objek glass yang sudah dibentuk, lalu inkubasi selama 24 jam dan amati di mikroskop.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dapat diambil kesimpulan bahwa :

Variabel percobaan yang berpengaruh nyata terhadap kualitas bibit kakao yaitu kombinasi perlakuan dengan pemberian kompos 300 gram dan aplikasi *T.harzianum* sebanyak 200 mL/polybag. Bibit kakao yang dihasilkan juga memenuhi standar bibit untuk siap pindah lapang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan perbaikan media tanam dalam pembibitan kakao bisa dilakukan dengan menggunakan perlakuan K3 (kompos 300 gram) dan untuk menciptakan sifat biologi yang baik pada media perlu penambahan cendawan *Trichoderma harzianum* secukupnya T1 (200 mL/ polybag), cendawan ini bisa berperan ganda yaitu sebagai biodegradator dan biostimulan, selain itu cendawan ini juga akan melindungi perakaran dari patogen tular tanah. Namun, pemberiannya jangan terlalu berlebihan. Kombinasi perlakuan K3T1 dinilai efisien untuk menciptakan kondisi media yang baik secara fisika, kimia dan biologi. Perlakuan ini dianjurkan untuk perkebunan atau petani rakyat yang ingin menciptakan kondisi media yang sesuai untuk pembibitan kakao, sehingga bisa meningkatkan kualitas bibit kakao. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan bibit kakao jenis edel yang sekarang lagi banyak dibutuhkan untuk keberlanjutan perkebunan kakao dan memerlukan pengamatan mengenai pengaruh fisiologi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S. 1996. Bahan Organik Peranannya Bagi Pertumbuhan Kopi Dan Kakao. *Warta Puslit Kopi dan Kakao*, 12 (2) : 70-78.
- Adman, B. 2011. Pertumbuhan Tiga Kelas Mutu Bibit Meranti Merah Pada Tiga IUPHHK Di Kalimantan. *Dipterokarpa*, 5(2) : 47-60.
- Afrida, Y., T. Sabrina dan Fauzi. 2015. Pengaruh Kompos Tea Terhadap Produksi dan Kualitas Sawi (*Brassica juncea L.*). *Agroteknologi*, 3(2) : 748-754.
- Aji, D.P., S.Utami dan Suparwi. 2013. Fermentasi Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) Menggunakan *Aspergillus niger* Pengaruhnya Terhadap Kadar VFA Dan N-NH₃ Secara In- Vitro. *Ilmiah Peternakan*, 1(3) : 774 – 780.
- Alfiah. 2015. *Efektivitas Produk Formulasi Biofungisida Berbahan Aktif Trichoderma harzianum Terhadap Serangan Patogen Tular Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau Di Lapang*. Skripsi, Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Antara, I.M., Rosmini dan J. Panggeso. 2015. Pengaruh Berbagai Dosis Cendawan Antagonis *Trichoderma* spp. Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium oxysporum Pada Tanaman Tomat. *Agrotekbis*, 3(5) : 622-629.
- Arifin, S. 2015. *Efektivitas dan Viabilitas Formulasi Cair Biofungisida Trichoderma harzianum Pada Berbagai Waktu Penyimpanan Untuk Mengendalikan Penyakit Rhizoctonia Pada Tanaman Kedelai*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Ariyanta, I.P. Sudiarta, D. Widaningsih, I.K. Sumiartha , G. Alit dan M. Supartha. 2015. Penggunaan *Trichoderma* sp. dan Penyambungan untuk Mengendalikan Penyakit Utama Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) di Desa Bangli, Kecamatan Baturiti, Tabanan. *Agroekoteknologi*, 4(1) : 1-15.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Luas Tanaman Perkebunan Besar Menurut Jenis Tanaman dan Produksi Perkebunan Besar menurut jenis Tanaman* [Serial online]. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 13 Agustus 2015.
- BBPPTP. 2011. *Intruksi Kerja Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya*. Jombang.

- Baharudin dan Rubiyo. 2013. Pengaruh Perlakuan Benih dan Media Tanam Terhadap Peningkatan Vigor Bibit kakao Hibrida. *RISTR*, 4 (1) : 27-38.
- Chamzurni, T., S. Rina dan S.Rahel Diana. 2011. Efektivitas Dosis dan Waktu Aplikasi *Trichoderma virens* terhadap serangan *Scelerotium rolfsii* Pada Kedelai. *Florateg*, 1 (6) : 62-73.
- Charisma, A.M., Y. Sri dan Inawati.2012. Pengaruh Kombinasi Kompos *Trichoderma* dan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merrill*) Pada Media Tanam Kapur. *Lentera Bio*, 1(3) : 111-116.
- Collin, P.H. (2004). *Dictionary of Environment and Ecology*. Fifth Edition. Bloomsbury. London.
- Damanik, M. M. B., Bachtiar E. H., Fauzi., Sarifuddin., dan Hamidah H., 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Universitas Sumatra Utara Press. Medan.
- Damanik, H.F., J. Ginting dan Irsal. 2012. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Terhadap Beberapa Komposisi Kompos Kulit Buah Kakao dengan Subsoil Ultisol dan Pupuk Daun. *Agroekoteknologi*, 2(1) : 162-171.
- Deselina. 2011. Respon Pertumbuhan Semai Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.) Terhadap Perbedaan Komposisi Media Tanam (Serbuk Gergaji, Humanure, Sekam Padi, Subsoil Ultisol). *Rafflesia*, 17 (1) : 330-335.
- Dewi, I. 2008. *Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman*. Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran. Bandung.
- Dinas Perkebunan Jawa Timur. 2013. *Dinamika Perkebunan*. Majalah Dinas Perkebunan Jawa Timur.
- Dwijoseputro, D. 1981. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Fahrudin dan A. As'adi. 2010. Pendayagunaan Sampah Daun Di Kampus UNHAS Sebagai Bahan Pembuatan Kompos. *Alam dan Lingkungan*, 1(1) : 17.
- Firdaus, S. Wulandari dan G.D. Mulyeni. 2013. Pertumbuhan Akar Tanaman Karet Pada Tanah Bekas Tambang Bauksit Dengan Aplikasi Bahan Organik. *Biogenesis*, 10 (1) : 53-64.
- Firmansyah. M.A. 2011. Peraturan Tentang Pupuk, Klasifikasi Pupuk Alternatif Dan Peranan Pupuk Organik Dalam Peningkatan Produksi Pertanian.

Prosiding Pengembangan Pupuk Organik Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Kalimantan Tengah 2-4 Oktober 2011. Palangka Raya.

Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerjemah: Susilo, H. Universitas Indonesia Press : Jakarta.

Gunawan, A. 2015. *Efektivitas Fermentasi Urin Manusia Sebagai Pengganti Pupuk Nitrogen Pada Pembibitan Tanaman Kakao (Theobroma Cacao L)*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Riau Pekanbaru.

Gusnawaty, H.S., M. Taufik, L. Triana dan Asniah. 2014. Karakteristik Morfologis *Trichoderma* sp. Indegenus Sulawesi Tenggara. *Agroteknos*, 4(2) : 87-93.

Harahap, M.M., Abdul, M. Madjid dan B. Damanik. 2013. Pengujian Media Tanam Kompos Sampah Domestik dan Residu Lubang Sampah Terhadap Kandungan Hara N,P,K serta Produksi Sawi (*Brassica Oleraceae L.*) Pada Tanah Inceptisol. *Agroteknologi*, 1(3) : 543 – 553.

Harimurti, E. 2015. *Pertumbuhan dan Mutu Bibit Kopi Klon BP 308 Sebagai Respon Dosis Pupuk Organik dan Cekaman Kekeringan*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Haque, M.M., G.N.M. Ilias dan A. H. Molla. 2010. *Trichoderma*-Enriched Biofertilizer: A Prospective Substitute of Inorganic Fertilizer for Mustard (*Brassica campestris*) Production. *The agriculturist*, 8 (2) : 66-73.

Hendrata, R. dan Sutardi. 2010. Evaluasi Media dan Frekuensi Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Agrovigor*, 3 (1) : 10-18.

Herlina, L. dan P. Dewi. 2010. *Penggunaan Kompos Aktif Trichoderma harzianum dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai*. UNS. Semarang.

Hermawan, R., M. Dawam dan T. Wardiyati. 2013. Aplikasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Hasil Tiga Varietas Kentang Di Dataran Medium. *Produksi Tanaman*, 1(5) : 464 -470.

Hidayat, R.W. 2013. *Produksi Biofungisida Trichoderma harzianum Pada Berbagai Media Cair Untuk Mengendalikan Penyakit Lanas Tembakau (Phytophthora nicotianae)*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Hilda Chalimatus, S.C. (2013). *Efektifitas Jamur Trichoderma harzianum dan Mikroba Kotoran Sapi Pada Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

- Intara, Y.I., A. Sapei., Erizal., N. Sembiring dan B. Djoefri. 2011. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Pada Tanah Liat Dan Lempung Berliat Terhadap Kemampuan Mengikat Air. *Ilmu Pertanian Indonesia*, 16 (2) : 130-135.
- Ismayana, A., N.S. Indrasti, Suprihatin, A. Maddu dan A. Fredy. 2012. Faktor C/N rasio Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses *Co-Composting Bagasse* Dan Blotong. *Teknologi Industri Pertanian*, 22 (3) : 173-179.
- Junaedi, A., dan D. Frianto. 2012. Kualitas Bibit Merawan (*Hopea odorata* Roxb.) Asal Koffco system Pada Berbagai Umur. *Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(3) : 265 – 274.
- Karmawati, E., Z. Mahmud, M. Syakir, J. Munarso, I.K. Ardana dan Rubiyo. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Kakao*. Puslitbang Perkebunan. Bogor.
- Katriani. 2013. *Analisis Morfologi dan Hasil Jagung yang Diaplikasikan Trichoderma spp dan NPK pada Lahan Kering*. Proposal Disertasi, Universitas Hasanudin, Makasar.
- Komala, A. Cica dan E. Kuwato. 2008. Evaluasi Bibit Kemenyan Durame (*Styrax benzoin Dryland*) Umur 3 Bulan. *Info Hutan*, 5(4) : 337-345.
- Kuswinarni, F., S. Ben, W. Wahyu Hendro, dan O.A Winarta. 2014. Berbagai Fenomena Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) Terhadap Penambahan Kompos Organik Pada Pemupukan Batuan Fosfat. *Bioma*, 3(1) : 16-26.
- Lakitan B. 2008. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Latifah, A., Kustantinah dan L. Soesanto. 2011. Pemanfaatan Beberapa Isolat *Trichoderma Harzianum* Sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit Layu Fusarium Pada Bawang Merah *In Planta*. *Eugenia*, 17 (2) : 86 -96.
- Maryani, A. T. 2012. Pengaruh Volume Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pembibitan Utama. *Agroekoteknologi*, 1(2): 64-75.
- May, T.J. 1980. *Seedling Quality, Grading, Culling and Counting*. University of Georgia, Georgia.
- Muslim, Muyassir dan T. Alvisyahrin. 2012. Kelembaban Limbah Kakao Dan Takarannya Terhadap Kualitas Kompos Dengan Sistem Pembenaman. *Manajemen Sumber Daya Lahan*, 1(1) : 86 – 93.

- Nasution, A.S., Awalludin dan Said, S. 2014. Pemberian Pupuk ABG (Amazing Bio Growth) dan Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi hijau (*Brassica juncea L. Coss*). *Agrium*, 18 (3) : 260-267.
- Nariratih, I., MMB. Damanik dan G. Sitanggang. 2013. Ketersediaan Nitrogen Pada Tiga Jenis Tanah Akibat Pemberian Tiga Bahan Organik Dan Serapannya Pada Tanaman Jagung. *Agroteknologi*, 1(3) : 479 – 488.
- Nur, F., S. Sukamto, D. Wahyuni dan R.G. Subesti. 2013. Penghambatan Pertumbuhan *Colletotrichum gloesporioides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Pelita Perkebunan*, 29 (1) : 44-52.
- Nurahmi, E., F. Harun dan Ikhwaluin. 2011. Pengaruh Umur Pindah Bibit dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair NASA Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Agrista*, 15(1) : 25-31.
- Nurahmi, E., Susanna dan R. Sriwati. 2012. Pengaruh *Trichoderma* Terhadap Perkecambah dan Pertumbuhan Bibit Kakao, Tomat, dan kedelai. *Florateg*, 7 (1) : 57-65.
- Nurahmi, E., Y. Yunus dan Yennita. 2013. Pengaruh Umur Kecambah dan Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Florateg*, 8(1) : 10-17.
- Oputu, A. 2013. *Metabolisme Sel*. Fakultas Ilmu Kesehatan Farmasi. Universitas Negeri Gorontalo.
- Ozbay, N., dan S.E. Newman. 2004. The Effect of the *Trichoderma harzianum* Strains on Growth of Tomato Seedlings. *Acta Hort*, 635: 131-135.
- Pandebesie, E.S., dan Rayuanti. 2013. Pengaruh Penambahan Sekam Pada Proses Pengomposan Sampah Domestik. *Lingkungan Tropis*, 6 (1) : 31-40.
- Permentan, 2011. *Peraturan Menteri Pertanian Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah*. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR. 140/10/2011. Jakarta.
- Pratama,E.R., M. Mardiansyah dan Y. Oktorini. 2015. Waktu Potensial Aplikasi Mikoriza dan *Trichoderma* spp. Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai *Acacia mangium*. *Jom Faperta*, 2(1) : 1-9.
- Prawoto, A.A. dan E. Martini. 2014. *Pedoman Budidaya Kakao pada Kebun Campur*. Bogor : Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

- Prihastanti, E. 2010. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Semai Kakao (*Theobroma cacao* L.) Pada Perlakuan Cekaman Kekeringan yang Berbeda. *Bioma*, 12 (2) : 35-39.
- Purnomowati, S.U. 2015. *Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Media Tanam Jamur Tiram*. Unsoed. Purwanegara
- Purwantisari, S. dan R. B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Bioma*, 2(1): 24-32.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2013. *Pedoman Teknis Tanaman Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2014. *Pedoman Teknis Budidaya Kakao Pada Kebun Campur*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Agfor Sulawesi.
- Ramadhani, D. 2007. *Formulasi Pupuk Bioorganik Campuran Trichoderma harzianum dengan Kascing*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Ratnasari, Y. 2015. *Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (Theobroma cacao L.) Terhadap Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk Kascing dengan Pemberian Air yang Berbeda*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Roidah, I. S. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah. *Bonorowo*, 1(1) : 30-42.
- Sembiring, Y.R., P. Adi Nugroho dan Istianto. 2013. Penggunaan Mikroorganisme Tanah untuk Meningkatkan Efisiensi pemupukan Pada Tanaman Karet. *Warta Per karetan*, 32(1) : 7-15.
- Sepwanti, C., M.Rahmawati dan E. Kesunawati. 2016. Pengaruh Varietas Dan Dosis Kompos Yang Diperkaya Trichoderma Harzianum Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Karwista*, 1(1) : 68-74.
- Shofiyani, A., dan A. Suyadi. 2014. Kajian Efektifitas Agensia Hayati Trichoderma Sp Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fussarium Pada Tanaman Bawang Merah Diluar Musim. *LPPM UMP*, 1(1) : 1-7.
- Siahaya, L. 2007. Pengaruh Media Tumbuh Dan Frekuensi Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Awal Semai Salimuli (*Cordia subcordata* Lamk). *Agroforestri*, 2(1): 19-26.

- Silaen, O. S., F.E. Sitepu dan Siagian, B. 2013. Respons Pertumbuhan Bibit Kakao Terhadap Vermikompos dan Pupuk P. *Agroekoteknologi*, 1(4) : 1255 – 1263.
- Sinaga, E. 2001. Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Kompos dan Konsentrasi Biostimulan Dharmasri 5 EC Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Pendidikan Science*, 25(3) :20-27.
- Sitompul, S.M dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Sitorus, U.K.P., B. Siagian dan N. Rahmawati. 2014. Respons Pertumbuhan Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Terhadap Pemberian Abu Boiler Pupuk Urea Pada Media Pembibitan. *Agroekoteknologi*, 2(3) : 1021—1029.
- Sriwati, R., T. Chamzurni, Bukhari dan A. Sanjani. 2013. *Trichoderma virens* Isolated From Cocoa Plantation In Aceh As Biodekomposer Cocoa Pod Husk. *Natural*, 13 (1) : 6 – 14.
- Subowo, G. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik Untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Sumber Daya Lahan*, 4 (1) : 13-25.
- Sudirja, R., M. Amir Solihin dan S. Rosniawaty. 2005. *Pengaruh Kulit Buah Kakao dan Kascing terhadap perbaikan sifat Fluventic Eutrudepts*. Penelitian. Universitas Padjajaran.
- Sugiyanto dan J., Bako Baon.2008. Ketersediaan Fosfor asal Tanah Fosfat Alam Akibat Sumber Bahan Organik yang Berbeda. *Pelita Perkebunan*, 24(2) : 114-127.
- Sugiyanto, J., Bako Baon dan K. Anom Wijaya. 2008. Sifat Kimia Tanah dan Serapan Hara Tanaman Kakao Akibat Bahan Organik dan Pupuk Fosfat Yang Berbeda. *Pelita Perkebunan*, 24 (3) : 183 – 284.
- Supadma, A.A., Arthagama dan M. Dewa. 2008. Uji Formulasi Kualitas Pupuk Kompos yang Bersumber dari Sampah Organik dengan Penambahan Limbah Ternak Ayam Sapi, Babi dan Tanaman Pahitan. *Bumi Lestari*, 8(2) : 113-121.
- Tambunan, E.R. 2009. *Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (Theobroma cacao L.) Pada Media Tumbuh Sub Soil Dengan Aplikasi Kompos Limbah Pertanian Dan Pupuk Anorganik*. Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Tefa, P., M.Roberto dan M. Afrita Lelang. 2015. Pengaruh Dosis Kompos dan Frekuensi Penyiraman pada Pertumbuhan Bibit Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*, L.). *Savana Cendana*, 1(1) : 13-16.
- Wahyudi, T, T.R. Panggabean, dan Pujiyanto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Widarti, B.N., W.Wardah Kusuma dan S. Edhi. 2015. Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos Dari Kubis Dan Kulit Pisang. *Integrasi Proses*, 5(2) : 75-80.
- Wirawan, A.E., S. Djauhari dan L.Sulistyowati. 2014. Analisis Perbedaan Pengaruh Penerapan Sistem PHT dan Konvensional terhadap Keanaekaragaman *Trichoderma sp* pada Lahan Padi. *HPT*, 2(3) : 66-73.
- Yanqoritha,N. 2013. Optimasi Aktivator dalam Pembuatan Kompos Organik dari Limbah Kakao. *Mektek*, 15 (2) : 102-108.
- Yelianti, U., Kasli, M. kasim dan E.F. Husin. 2009. Kualitas Pupuk Organik hasil Dekomposisi Beberapa Bahan Organik dengan Dekomposer. *Akta Agrosia*, 12 (1) : 1- 7.
- Yosefa, S., Ardian dan Mariana, C. 2013. Pemanfaatan Kompos Pada Pertumbuhan Bibit Kakao Hibrida (*Theobroma Cacao L.*). *Agrotek. Trop*, 2(1) : 23-27.
- Yudohartono, T.P., dan P.R. Herdiyanti. 2012. Variasi Pertumbuhan Bibit Jabon Berbagai Pohon Induk Dari Provenan Lombok Barat Dan Ogan Ilir. *Wana Benih*, 13(2): 77-88.
- Yuninindanova, M.B., H. Agusta dan D. Asmono. 2012. Pengaruh Tingkat Kematangan Kompos Tandan Kosong Sawit dan Mulsa Limbah Padat Kelapa Sawit Terhadap Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersion esculentum Mill.*) Pada Tanah Ultisol. *Tanah dan Agroklimatologi*, 10(2) : 91-100.
- Zulkarnain, M., B. Prasetya dan Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah , Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum officinarum L.*) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri). *Indonesian Green Technology*, 2 (1) : 45 – 52.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Persyaratan teknis minimal pupuk organik padat remah/curah

No	Parameter	Standar Mutu
		Diperkaya Mikroba
1	C-organik (%)	Min 15
2	C/N rasio	15-25
3	Bahan ikutan (%)	Maks 2
4	Kadar air (%)	15-25
5	Kadar logam berat	
	As (ppm)	Maks 10
	Hg (ppm)	Maks 1
	Pb (ppm)	Maks 50
	Cd (ppm)	Maks 2
6	pH	4-9
7	Hara makro (N+P ₂ O+K ₂ O)	Min 4
8	Mikrob kontaminasi	
	<i>E. coli</i>	Maks 10 ²
	<i>Salmonella</i> sp	Maks 10 ²
9	Mikroba fungsional	
	Penambat N	-
	Pelarut P	-
10	Ukuran butiran 2-5 mm	-
11	Hara mikro	
	Fe total atau	Maks 9000
	Fe tersedia	Maks 500
	Mn	Maks 5000
	Zn	Maks 5000
12	Unsur lain	
	La	0
	Ce	0

Sumber : PERATURAN MENTERI PERTANIAN No 70/Permentan/ 2011.

Lampiran 2a Hasil Akhir Pengamatan Kematangan Kompos

No	Bahan	Kematangan Kompos				
		Suhu	pH	Warna	C/N rasio	Bobot
1	Kompos Kulit Buah Kakao	28 °C	7,3	Hitam	15,84	Menurun 30 %

Lampiran 2 b Pengamatan Perubahan Suhu Saat Pengomposan

Minggu	Suhu
0	30
1	40
2	47
3	50
4	45
5	28

Lampiran 2c pH media tanam

Perlakuan	pH
K0	5,5
K1	6,5
K2	6,7
K3	6,9

Lampiran 3a Hasil Analisis Bahan Organik Dan Kompos Kulit Buah Kakao

No	Bahan	Jenis Analisa		
		C Organik (%)	N Total (%)	C/N rasio (%)
1.	Kulit Buah Kakao	19,80	0,89	22,25
2.	Kompos Kulit Buah Kakao	9,19	0,58	15,84
Persyaratan Kompos				15-25

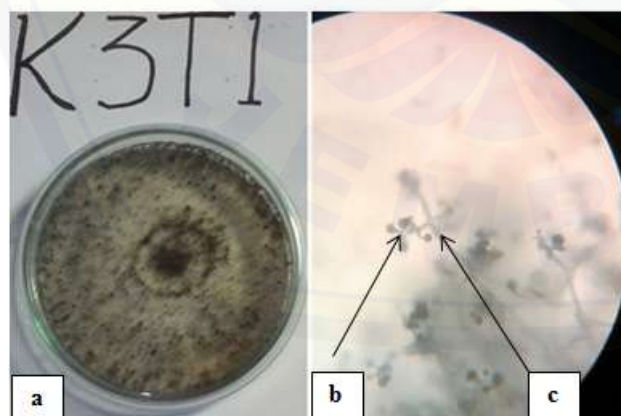
Sumber : Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Lampiran 3b

Pengamatan *T.harzianum* pada cawan petri dan menggunakan slide culture



Dari gambar diatas terlihat bahwa kontrol (K0T0) tidak terlihat jelas menunjukkan adanya *Tricoderma harzianum*, sedangkan untuk kombinasi perlakuan lainnya menunjukkan adanya peran *T. harzianum* yang ditandai dengan adanya warna koloni yang rata-rata berwarna hijau tua dan memiliki bentuk koloni yang bulat yang terlihat secara makroskopis pada cawan petri. Rata-rata warna koloni diamati dari hari 1 yang menunjukkan warna putih, hari ke 2 putih agak kehijauan, hari ke 3 putih kehijauan, hari ke 4 hijau muda, hari ke 5 dan 6 hijau dan pada hari ke 7 menunjukkan warna hijau tua.



Hasil Isolasi (a) koloni pada media PDA, (b) fialid, (c) konidiofor

Pertumbuhan cendawan *T.harzianum* pada kombinasi K3T1. terlihat koloni cendawan berwarna hijau tua, fialidnya mempunyai bentuk yang tebal dan pendek, sedangkan konidiofornya berbentuk tegak dan bercabang secara vertikal.

Lampiran 4. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Tinggi Bibit Kakao

4a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Tinggi Bibit Kakao

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0T0	45,80	45,00	45,50	136,3	45,43
K0T1	45,90	45,70	46,20	137,8	45,93
K0T2	46,80	46,90	45,90	139,6	46,53
K0T3	45,80	46,00	47,20	139	46,33
K1T0	47,10	47,20	47,50	141,8	47,27
K1T1	46,80	47,40	46,60	140,8	46,93
K1T2	47,10	47,70	46,70	141,5	47,17
K1T3	46,70	47,80	46,60	141,1	47,03
K2T0	46,70	47,20	48,10	142	47,33
K2T1	47,90	47,60	47,20	142,7	47,57
K2T2	47,50	47,40	47,90	142,8	47,60
K2T3	48,20	47,90	48,00	144,1	48,03
K3T0	49,20	48,60	48,90	146,7	48,90
K3T1	51,40	52,10	53,20	156,7	52,23
K3T2	52,10	51,20	51,50	154,8	51,60
K3T3	48,90	46,20	46,90	142	47,33
Total	763,90	761,90	763,90	2289,70	

4b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Tinggi Bibit Kakao

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F- hitung	F-tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	15	151,80	10,12	27,81	1,99	2,65	**
K	3	101,12	33,71	92,61	2,90	4,46	**
T	3	11,74	3,91	10,75	2,90	4,46	**
KxT	9	38,95	4,33	11,89	2,19	3,02	**
Galat	32	11,65	0,36				
Total	47	163,45	3,48				

Keterangan: ns : berbeda tidak nyata, ** : berbeda sangat nyata, * : berbeda nyata

Lampiran 5. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Diameter Bibit Kakao

5a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Diameter Bibit Kakao

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0T0	0,67	0,68	0,68	2,03	0,68
K0T1	0,67	0,69	0,67	2,03	0,68
K0T2	0,68	0,68	0,67	2,03	0,68
K0T3	0,69	0,68	0,69	2,06	0,69
K1T0	0,70	0,71	0,69	2,1	0,70
K1T1	0,71	0,70	0,70	2,11	0,70
K1T2	0,70	0,70	0,71	2,11	0,70
K1T3	0,71	0,71	0,70	2,12	0,71
K2T0	0,71	0,71	0,70	2,12	0,71
K2T1	0,72	0,71	0,71	2,14	0,71
K2T2	0,70	0,71	0,72	2,13	0,71
K2T3	0,72	0,70	0,72	2,14	0,71
K3T0	0,71	0,72	0,74	2,17	0,72
K3T1	0,74	0,75	0,76	2,25	0,75
K3T2	0,71	0,72	0,73	2,16	0,72
K3T3	0,70	0,69	0,70	2,09	0,70
Total	11,24	11,26	11,29	33,79	

5b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Diameter Bibit Kakao

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F- hitung	F-tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	15	0,0167	0,0011	14,89	1,99	2,65	**
K	3	0,0121	0,0040	53,66	2,90	4,46	**
T	3	0,0008	0,0003	3,44	2,90	4,46	*
KxT	9	0,0039	0,0004	5,78	2,19	3,02	**
Galat	32	0,0024	0,0001				
Total	47	0,0191	0,0004				

Keterangan: ns : berbeda tidak nyata , ** : berbeda sangat nyata, * : berbeda nyata

Lampiran 6. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Kekokohan Bibit Kakao

6a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Kekokohan Bibit Kakao

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0T0	6,75	6,63	6,69	20,07	6,69
K0T1	6,79	6,61	6,79	20,19	6,73
K0T2	6,74	6,71	6,78	20,22	6,74
K0T3	6,64	6,75	6,67	20,05	6,68
K1T0	6,59	6,51	6,70	19,79	6,60
K1T1	6,51	6,61	6,60	19,72	6,57
K1T2	6,61	6,63	6,52	19,76	6,59
K1T3	6,54	6,55	6,61	19,70	6,57
K2T0	6,58	6,65	6,77	20,00	6,67
K2T1	6,65	6,70	6,65	20,00	6,67
K2T2	6,79	6,68	6,65	20,11	6,70
K2T3	6,69	6,84	6,67	20,20	6,73
K3T0	6,93	6,75	6,61	20,29	6,76
K3T1	6,95	6,95	7,00	20,89	6,96
K3T2	6,90	6,76	6,70	20,36	6,79
K3T3	6,86	6,70	6,70	20,25	6,75
Total	107,50	107,02	107,10	321,62	

6b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Kekokohan Bibit Kakao

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	15	0,44	0,03	4,39	1,99	2,65	**
K	3	0,33	0,11	16,57	2,90	4,46	**
T	3	0,02	0,01	1,13	2,90	4,46	ns
KxT	9	0,09	0,01	1,41	2,19	3,02	ns
Galat	32	0,21	0,01				
Total	47	0,66	0,01				

Keterangan: ns : berbeda tidak nyata, ** : berbeda sangat nyata, * : berbeda nyata

Lampiran 7. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao

7a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0T0	12,00	13,00	13,00	38,00	12,67
K0T1	12,00	12,00	14,00	38,00	12,67
K0T2	13,00	14,00	13,00	40,00	13,33
K0T3	14,00	13,00	13,00	40,00	13,33
K1T0	14,00	15,00	15,00	44,00	14,67
K1T1	14,00	15,00	14,00	43,00	14,33
K1T2	15,00	16,00	16,00	47,00	15,67
K1T3	15,00	16,00	13,00	44,00	14,67
K2T0	15,00	14,00	16,00	45,00	15,00
K2T1	14,00	16,00	15,00	45,00	15,00
K2T2	15,00	16,00	16,00	47,00	15,67
K2T3	17,00	15,00	13,00	45,00	15,00
K3T0	16,00	14,00	13,00	43,00	14,33
K3T1	16,00	17,00	18,00	51,00	17,00
K3T2	15,00	13,00	17,00	45,00	15,00
K3T3	14,00	16,00	16,00	46,00	15,33
Total	231,00	235,00	235,00	701,00	

7b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	15	60,15	4,01	3,10	1,99	2,65	**
K	3	43,23	14,41	11,16	2,90	4,46	**
T	3	3,73	1,24	0,96	2,90	4,46	Ns
KxT	9	13,19	1,47	1,13	2,19	3,02	Ns
Galat	32	41,33	1,29				
Total	47	101,48	2,16				

Keterangan: ns : berbeda tidak nyata, ** : berbeda sangat nyata, * : berbeda nyata

Lampiran 8. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Panjang Akar Bibit Kakao

8a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Panjang Akar Bibit Kakao

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0T0	14,30	14,50	14,40	43,20	14,40
K0T1	14,50	14,60	14,70	43,80	14,60
K0T2	15,00	15,00	15,10	45,10	15,03
K0T3	15,20	15,30	15,50	46,00	15,33
K1T0	15,00	15,20	15,30	45,50	15,17
K1T1	16,60	16,50	16,30	49,40	16,47
K1T2	16,80	16,20	16,30	49,30	16,43
K1T3	16,90	16,80	16,60	50,30	16,77
K2T0	16,50	16,60	16,70	49,80	16,60
K2T1	16,70	16,80	17,00	50,50	16,83
K2T2	17,20	17,30	17,00	51,50	17,17
K2T3	17,20	17,10	17,30	51,60	17,20
K3T0	18,30	18,20	18,00	54,50	18,17
K3T1	28,80	26,80	25,60	81,20	27,07
K3T2	20,20	20,10	20,20	60,50	20,17
K3T3	19,00	19,40	19,30	57,70	19,23
Total	278,20	276,40	275,30	829,90	

8b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Panjang Akar Bibit Kakao

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	15	419,44	27,96	150,64	1,99	2,65	**
K	3	266,93	88,98	479,33	2,90	4,46	**
T	3	43,15	14,38	77,49	2,90	4,46	**
KxT	9	109,37	12,15	65,46	2,19	3,02	**
Galat	32	5,94	0,19				
Total	47	425,38	9,05				

Keterangan: ns : berbeda tidak nyata, ** : berbeda sangat nyata, * : berbeda nyata

Lampiran 9. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Rasio Pucuk Akar Bibit Kakao

9a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Rasio Pucuk Akar Bibit Kakao

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0T0	1,90	1,67	1,65	5,22	1,74
K0T1	1,29	1,23	1,29	3,81	1,27
K0T2	1,28	2,33	1,74	5,35	1,78
K0T3	1,14	2,36	1,86	5,35	1,78
K1T0	1,33	1,56	1,67	4,57	1,52
K1T1	1,43	1,27	1,42	4,13	1,38
K1T2	1,48	1,40	2,22	5,10	1,70
K1T3	1,90	1,80	1,77	5,47	1,82
K2T0	1,84	2,50	1,48	5,83	1,94
K2T1	2,38	2,12	1,87	6,37	2,12
K2T2	1,41	1,29	2,04	4,74	1,58
K2T3	1,81	1,86	1,81	5,47	1,82
K3T0	1,88	1,93	2,32	6,13	2,04
K3T1	1,50	1,62	1,76	4,88	1,63
K3T2	1,50	1,77	1,82	5,09	1,70
K3T3	1,69	1,98	1,96	5,63	1,88
Total	25,75	28,69	28,70	83,14	

9b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Rasio Pucuk Akar Bibit Kakao

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	15	2,28	0,15	1,57	1,99	2,65	Ns
K	3	0,58	0,19	1,99	2,90	4,46	Ns
T	3	0,42	0,14	1,46	2,90	4,46	Ns
KxT	9	1,28	0,14	1,47	2,19	3,02	Ns
Galat	32	3,08	0,10				
Total	47	5,36	0,11				

Keterangan: ns : berbeda tidak nyata, ** : berbeda sangat nyata, * : berbeda nyata

Lampiran 10. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Indeks Mutu Bibit Kakao

10a. Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Indeks Mutu Bibit Kakao

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0T0	0,83	0,87	0,87	2,56	0,85
K0T1	0,99	1,02	0,96	2,97	0,99
K0T2	1,02	0,89	0,89	2,80	0,93
K0T3	1,04	0,89	0,97	2,91	0,97
K1T0	0,93	0,93	0,88	2,74	0,91
K1T1	1,12	0,97	0,96	3,05	1,02
K1T2	1,01	1,11	0,93	3,06	1,02
K1T3	1,05	1,04	1,01	3,10	1,03
K2T0	0,86	0,80	0,87	2,54	0,85
K2T1	0,90	0,94	0,85	2,68	0,89
K2T2	1,00	1,12	0,98	3,10	1,03
K2T3	1,02	1,03	0,88	2,94	0,98
K3T0	0,82	0,94	0,93	2,69	0,90
K3T1	1,07	1,04	1,04	3,14	1,05
K3T2	1,01	0,97	0,96	2,95	0,98
K3T3	1,00	1,02	1,01	3,04	1,01
Total	15,69	15,60	14,98	46,27	

10b. Analisis Ragam Pengaruh Kompos dan Konsentrasi Formulasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Indeks Mutu Bibit Kakao

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	15	0,20	0,01	3,86	1,99	2,65	**
K	3	0,03	0,01	3,41	2,90	4,46	*
T	3	0,12	0,04	11,82	2,90	4,46	**
KxT	9	0,04	0,005	1,35	2,19	3,02	ns
Galat	32	0,11	0,003				
Total	47	0,30	0,006				

Keterangan: ns : berbeda tidak nyata, ** : berbeda sangat nyata, * : berbeda nyata

Lampiran 12 Dokumentasi Kegiatan

Lampiran 12 a Pelaksanaan Percobaan



Persiapan Media Tanam



Mempersiapkan Kompos yang berhasil.



Transplanting bibit yang berumur 21 HST pada Media Perlakuan



Seminggu setelah Transplanting, Melakukan Aplikasi *T.harzianum*.



Melakukan Pengamatan pH pada Media Tanam.



Melakukan Pemupukan Pada Tanaman



Mengambil Sampel Tanah Pada Media, Setelah Perlakuan.



Melakukan Identifikasi Mikroba yang Terdapat Pada Media Tanam.



Panen Tanaman Berumur 4 Bulan



Mengoven Tanaman 2 x 24 Jam.

Lampiran 12 b Hasil Percobaan



Bibit Kakao Berumur 21 HST.



Bibit Berumur 4 Bulan



Bibit Kakao yang sudah Panen



Perbandingan Bibit Kakao



Pengukuran Panjang Akar Bibit



Akar Pada Perlakuan K3T1

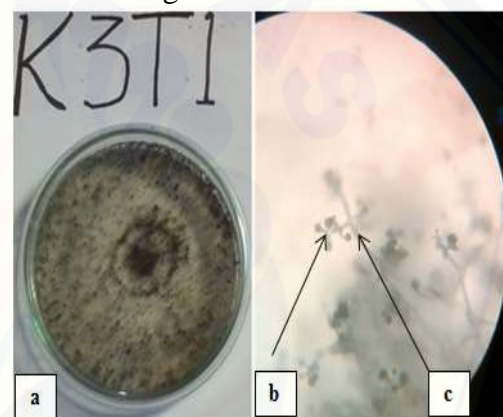


Berat Kering Bibit Perlakuan Kontrol



Pertumbuhan *T.harzianum* Pada media PDA dalam Cawan Petri

Berat Kering Bibit Perlakuan K3T1



Pengamatan Pertumbuhan Pada Perlakuan K3T1 menggunakan *Slide Culture*