

**POPULASI CACING TANAH *Epigeic* YANG DIPENGARUHI OLEH KELIMPAHAN  
DAN JENIS LIMBAH KEBUN KAKAO (*Theobroma cacao L.*)**

Oleh :

**LINA DWI AGUSTINA**

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG  
2015**



**POPULASI CACING TANAH *Epigeic* YANG DIPENGARUHI OLEH KELIMPAHAN  
DAN JENIS LIMBAH KEBUN KAKAO (*Theobroma cacao L.*)**

Oleh :  
**LINA DWI AGUSTINA**  
115040213111013

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN TANAH**

**MALANG**

**2015**

**PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri bekerja sama dengan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan tidak terdapat atau karya yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Malang, November 2015

Lina Dwi Agustina

115040213111013



### LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Populasi Cacing Tanah *Epigeic* yang Dipengaruhi oleh Kelimpahan dan Jenis Limbah Kebun Kakao (*Theobroma cacao L.*)**

Nama Mahasiswa : Lina Dwi Agustina

NIM : 115040213111013

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Biologi Tanah

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui  
Pembimbing Utama, Pembimbing Kedua,

Cahyo Prayogo, SP. MP., Ph.D

NIP. 19730103 199802 1 002

Dr. Ir. John Bako Baon, M.Sc

Nik. 111000210

a. n. Dekan  
Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan: .....



**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

Cahyo Prayogo, SP. MP., Ph.D

NIP. 19730103 199802 1 002

Dr. Ir. John Bako Baon, M.Sc

Nik. 111000210

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU

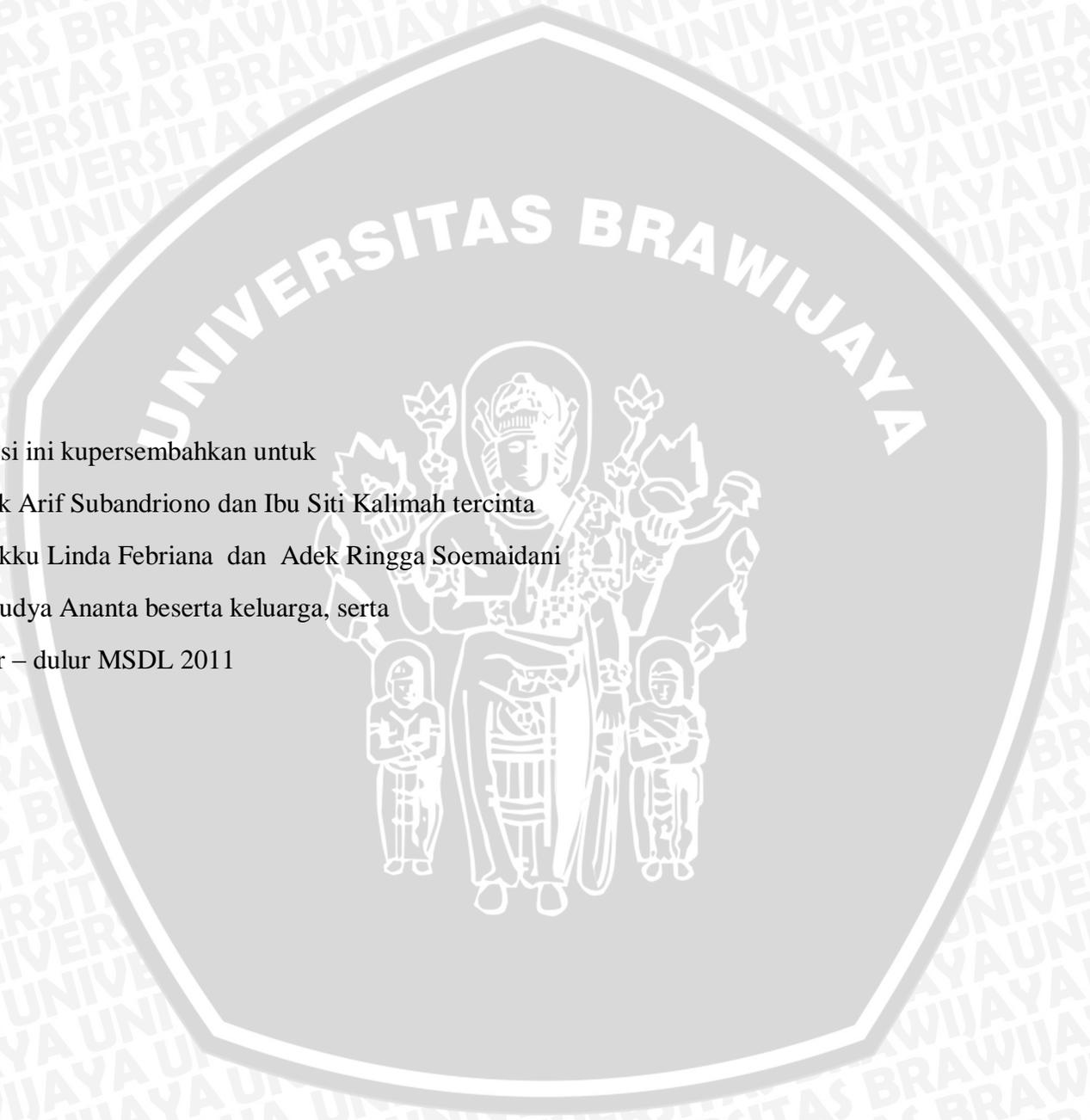
NIP. 19580214 198503 1 003

Dr. Ir. Retno Suntari, MS

NIP. 19580503 198303 2 002

Tanggal Lulus: .....





Skripsi ini kupersembahkan untuk  
Bapak Arif Subandriono dan Ibu Siti Kalimah tercinta  
Kakakku Linda Febriana dan Adek Ringga Soemaidani  
Pramudya Ananta beserta keluarga, serta  
Dulur – dulur MSDL 2011

## RINGKASAN

**LINA DWI AGUSTINA. 115040213111013. Populasi Cacing Tanah *Epigeic* yang Dipengaruhi oleh Kelimpahan dan Jenis Limbah Kebun Kakao (*Theobroma cacao* L.). Di bawah bimbingan Cahyo Prayogo sebagai Pembimbing Utama dan John Bako Baon sebagai Pembimbing Pendamping.**

Potensi produksi sekitar 94% merupakan kakao rakyat dengan menghasilkan 750 sampai 1100 Kg/ha. Dengan produksi kakao yang meningkat maka limbah kulit buah kakao yang dihasilkan dalam jumlah banyak akan menjadi masalah jika tidak ditangani. Namun perkebunan kopi dan kakao di Jawa Timur pada umumnya rendah atau sangat rendah, dan sebagian kecil yang kadar bahan organiknya tinggi. Disisi lain, diperlukan penambahan bahan organik setiap tahun apabila kesuburan tanah ingin dipertahankan.

Limbah kakao dan pupuk kandang merupakan salah satu pupuk organik yang dapat diaplikasikan langsung ke tanaman. Sebagai bahan organik, limbah kakao mempunyai komposisi hara dan senyawa yang sangat potensial sebagai medium tumbuh tanaman. Selain itu pengaruh pupuk organik, seperti pupuk kandang pada dinamika populasi cacing tanah diagro-ekosistem dalam dampak jangka panjang organik dan anorganik aplikasi pupuk bermanfaat pada populasi cacing tanah. Cacing tanah merupakan komponen penting dari fauna tanah sebagai pembentuk ekosistem tanah secara fisik, kimia dan efek biologis yang bermanfaat bagi tanaman dan lingkungan.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2015 sampai Mei 2015 di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Penelitian dilaksanakan dengan pengambilan cacing tanah dan sampel tanah pada berbagai perlakuan aplikasi limbah buah kakao, daun kakao, dan kotoran domba. Metode penelitian ini menggunakan 8 perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan pengambilan sampel 5–10cm.

Hasil dari penelitian antara lain faktor lingkungan yang meliputi sifat fisik dan kimia tanah yang mempengaruhi populasi cacing tanah. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis tanah bahwa kandungan C-organik menunjukkan pengaruh terhadap besarnya populasi cacing tanah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai C-organik maka populasi cacing semakin meningkat. Kandungan pH berbanding terbalik terhadap besarnya populasi cacing tanah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai pH maka populasi cacing semakin rendah. Produksi buah kakao sedang menunjukkan hubungan yang sangat erat terhadap jumlah kakao sedang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi populasi cacing maka produksi buah kakao sedang semakin meningkat. Produksi buah kakao kecil menunjukkan hubungan yang sangat erat terhadap jumlah buah kakao kecil. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi populasi cacing maka produksi buah kakao kecil semakin meningkat.

Hasil analisis tanah menunjukkan keadaan suhu pada daerah penelitian berkisar antara 24<sup>0</sup>C sampai 24,8<sup>0</sup>C. Dengan keadaan suhu tersebut populasi cacing tetap beraktifitas dengan baik. Populasi cacing tanah yang banyak ditemukan banyak adalah pada perlakuan K<sub>4</sub> dengan pemberian limbah busuk buah kakao sebanyak 20 Mg/ha memiliki populasi cacing lebih banyak dibanding tanpa menggunakan perlakuan.

## SUMMARY

**LINA DWI AGUSTINA. 115040213111013. *Epigeic* Earthworm Population Influenced By the Abundance and Farm Cocoa Waste Type (*Theobroma cacao L.*). Under Supervision of Cahyo Prayogo and John Bako Baon As Co Supervisor.**

---

At present 94% of total cocoa production at the level of 750 to 1100 Kg/Ha produced by local plantation. In the live with cocoa production, the production of cocoa fruit peel residue is generated in large quality, this will cocoa a massive problem to enviromentat if this material are left untreated. However, coffe and cocoa production in East Java is remain under while organic matter content mostly in low concentration Thus, the necessary addition of organic every year if soil fertility to be maintained.

Compost and manure is one of the organic fertilizer that can be applied directly to the plant. As the organic mater, cocoa compost pattentialy had nutrient composition and compound as a medium to plant growth. Effect of organic fertilizer, such as manure on earthworm population dynamics diagro-ecosystem in the long-term effects of organic and inorganic fertilizer application useful in a population of earthworms. Earthworms are an important component of soil fauna as piomerr for the soil ecosystem by physical, chemical, and biological manner that are beneficial to plants and the environment.

The research was conducted from April 2015 until May 2015 in Coffee and Cocoa Research Center. The research was carried out by taking earthworms and soil samples at various waste applications treatment of cocoa pods, cocoa leaves, and sheep dung. This research method used 8 treatments, each treatment was repeated 3 times with a sampling 5–10cm.

Results of the study, showed that environmental factors include the physical and chemical properties of the soil affect to population of earthworms. It could be seen from the results of the soil analysis that the content of C-organic showed the influence of the earthworm population size. It showed that the higher the value of C-Organic worm population is increased. The content of the pH is inversely proportional to the size of the population of earthworms. It showed that the higher the pH value, the lower the worm population. Cocoa fruit production is showing a very close relationship to the amount of medium cocoa. This showed that the higher the worm population then the cocoa fruit production increased. Small cocoa fruit production showed a very close relationship to the number of small cocoa pods. It showed that the higher the worm population then small cacao fruit production is increasing.

Results of soil analysis showed that the temperature was almost in same degree, with this temperature in the study area ranged from 24<sup>0</sup>C to 24,8<sup>0</sup>C. In this temperature state of the worm population activity remained well. The most population of earthworm was found in K<sub>4</sub> treatment by adding rot waste of cacao as much as 20 Mg/ha. In this treatment the population of earthworm was higher than without treatment.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Penelitian yang berjudul **“Populasi Cacing Tanah *Epigeic* yang Dipengaruhi oleh Kelimpahan dan Jenis Limbah Kebun Kakao (*Theobroma cacao L.*)”** sebagai tugas akademik yang wajib dilaksanakan oleh Mahasiswa Minat Manajemen Sumberdaya Lahan Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dalam menyelesaikan studi Program Strata Satu (S-1).

Pada kesempatan ini maka perkenankan penulis mempersembahkan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orangtua yang senantiasa memberikan motivasi serta do'a restunya selama menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU. Selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Bapak Cahyo Prayogo, SP. MP., Ph. D. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan masukkan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. John Bako Baon, M. Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan masukkan dalam penyusunan skripsi.
6. Kebun percobaan Kaliwining di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao sebagai tempat penelitian serta semua pihak dan teman-teman Minat Manajemen Sumberdaya Lahan yang telah mendukung terselesaikannya skripsi ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun sangatlah diharapkan guna penyempurnaan penelitian selanjutnya. Terimakasih.

Malang, Oktober 2015

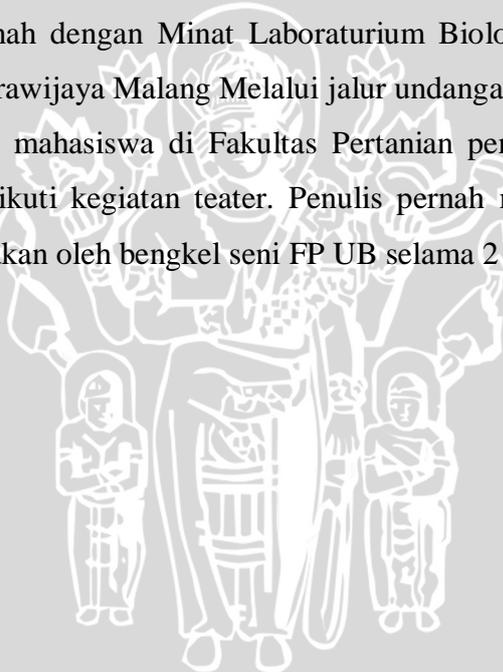
Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tulungagung pada tanggal 4 Agustus 1992 sebagai putri kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Arif Subandriyono dan Ibu Siti Kalimah.

Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK PGRI Bendosari 01 Ngantru selama 1 tahun dari 1998 sampai 1999, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SDN Bendosari 01 Ngantru pada tahun 1999 sampai 2005. Pada tahun 2005 sampai 2008 penulis melanjutkan studi di SLTP 01 Ngantru, kemudian penulis melanjutkan studi di SMAN 01 Karangrejo pada tahun 2008 sampai 2011. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi dan pada tahun 2013 penulis tercatat sebagai mahasiswa Jurusan Tanah dengan Minat Laboraturium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang Melalui jalur undangan.

Selama menjadi mahasiswa di Fakultas Pertanian penulis pernah terjun didunia seni dan mengikuti kegiatan teater. Penulis pernah mengikuti kegiatan fotografi yang dilaksanakan oleh bengkel seni FP UB selama 2 tahun.

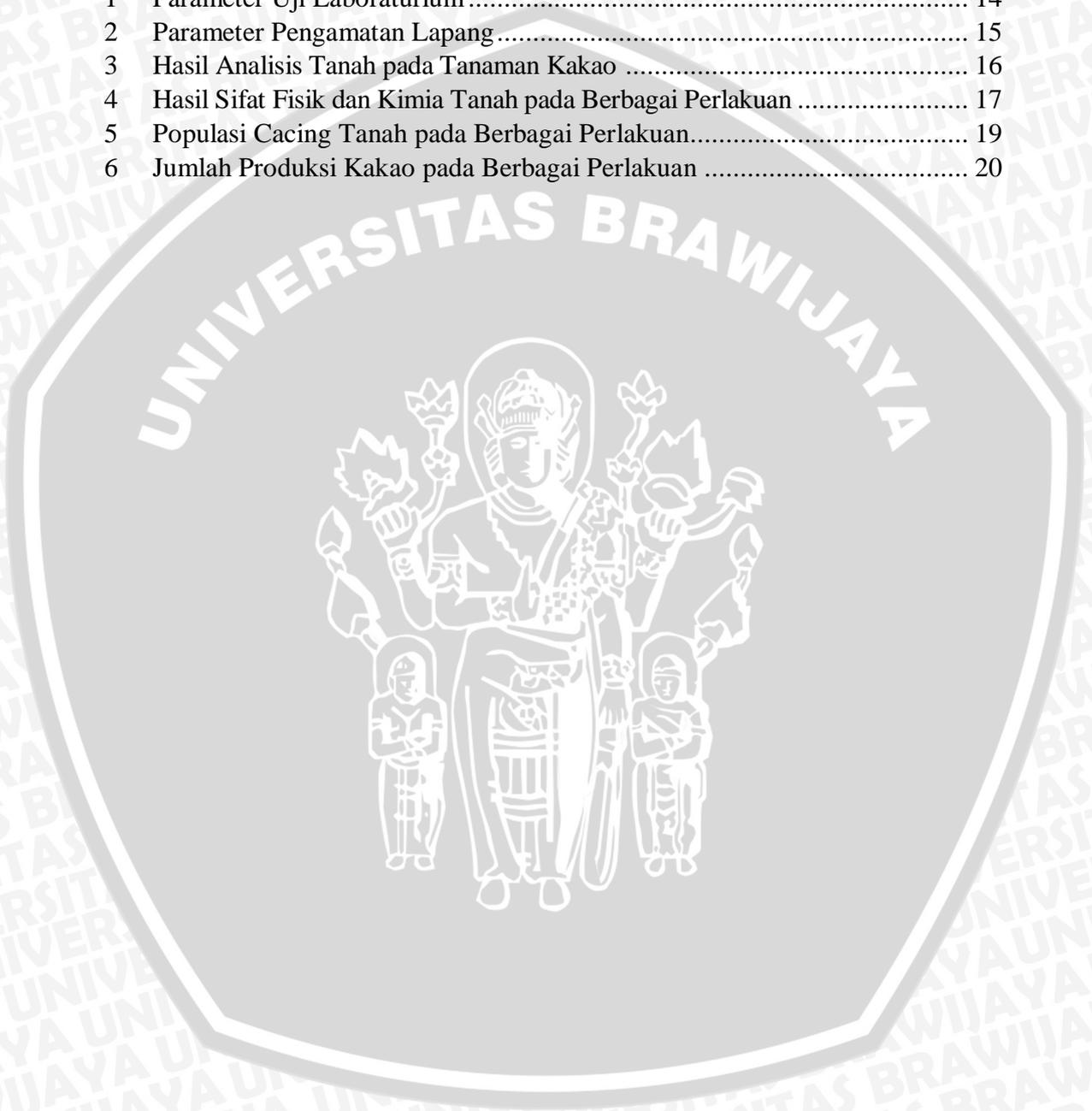


## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	4
1.3. Hipotesis .....	4
1.4. Manfaat .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Karakteristik Tanaman Kakao .....	6
2.2. Syarat Tumbuh .....	7
2.3. Tanah .....	7
2.4. Cacing Tanah .....	9
2.5. Peranan Pupuk Organik dan Bahan Organik .....	10
III. METODE PENELITIAN .....	13
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	13
3.3. Rancangan Percobaan .....	13
3.4. Pelaksanaan Percobaan .....	13
3.5. Parameter Pengamatan .....	15
3.6. Analisis Statistik .....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16
4.1. Hasil .....	16
4.2. Pembahasan Umum .....	26
V. PENUTUP .....	26
5.1. Kesimpulan .....	26
5.2. Saran .....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	30
LAMPIRAN .....	33

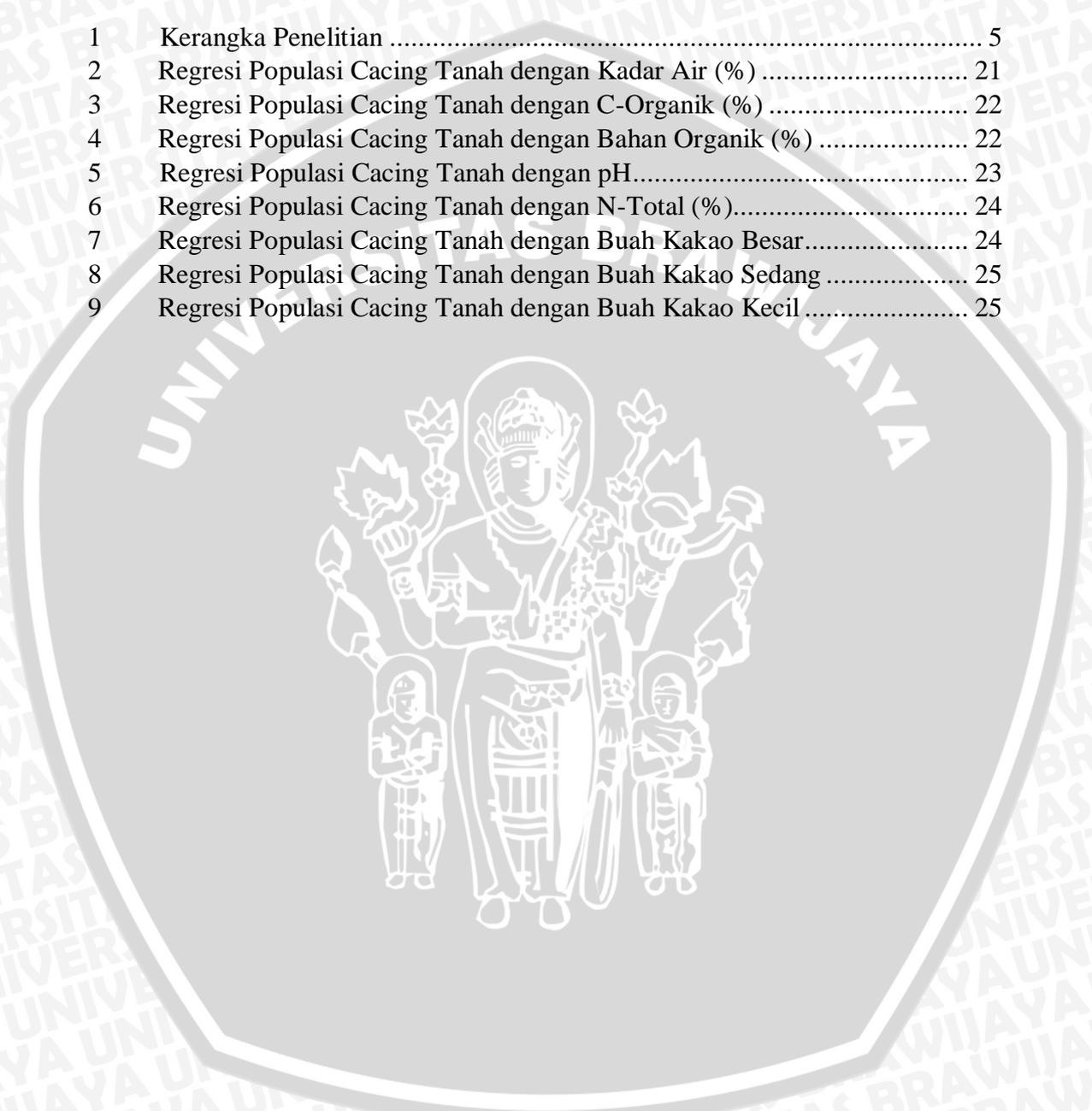
**DAFTAR TABEL**

<b>Nomor</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
1	Parameter Uji Laboraturium .....	14
2	Parameter Pengamatan Lapang .....	15
3	Hasil Analisis Tanah pada Tanaman Kakao .....	16
4	Hasil Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Berbagai Perlakuan .....	17
5	Populasi Cacing Tanah pada Berbagai Perlakuan.....	19
6	Jumlah Produksi Kakao pada Berbagai Perlakuan .....	20



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Kerangka Penelitian .....	5
2	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Kadar Air (%) .....	21
3	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan C-Organik (%) .....	22
4	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Bahan Organik (%) .....	22
5	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan pH.....	23
6	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan N-Total (%).....	24
7	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Buah Kakao Besar.....	24
8	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Buah Kakao Sedang .....	25
9	Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Buah Kakao Kecil .....	25



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Desain Plot di Lapang .....	33
2	Tabel Analisis Ragam Populasi Cacing dengan Berbagai perlakuan.....	34
3	Tabel Analisis Ragam Suhu dengan Berbagai Perlakuan .....	34
4	Tabel Analisis Ragam Kadar Air (%) dengan Berbagai Perlakuan.....	34
5	Tabel Analisis Ragam C-organik (%) dengan Berbagai Perlakuan.....	35
6	Tabel Analisis Ragam Bahan organik (%) dengan Berbagai Perlakuan.....	35
7	Tabel Analisis pH dengan Berbagai Perlakuan .....	35
8	Tabel Analisis Ragam N-Total (%) dengan Berbagai Perlakuan .....	36
9	Tabel Analisis Ragam Buah Kakao Besar dengan Berbagai Perlakuan .....	36
10	Tabel Analisis Ragam Buah Kakao Sedang dengan Berbagai Perlakuan .....	36
11	Tabel Analisis Ragam Buah Kakao Kecil dengan Berbagai Perlakuan .....	37
12	Korelasi Antar Variabel.....	38
13	Nilai Koefisien Korelasi Metode Pearson .....	39
14	Nilai Koefisien Regresi .....	39
15	Ukuran Produksi Buah .....	39
16	Lahan yang Digunakan Sebagai Tempat Penelitian di Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.....	40
17	Pelaksanaan Pengambilan Cacing Tanah.....	42



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia menjadi produksi biji kakao terbesar ketiga dunia dengan produksi biji kering 550.000 Mg setelah Negara Pantai Gading (1.242.00 Mg) dan Ghana (662.000 Mg). Pada tahun 2014, dari 1.7352.641 Mg/ha areal kakao Indonesia, sekitar 94% merupakan kakao rakyat. Hal ini mengindikasikan peran penting kakao baik sebagai sumber lapangan kerja maupun pendapatan bagi petani. Di samping itu, kebun-kebun petani yang dipelihara sesuai budidaya, pada tahun 2015 akan memiliki potensi untuk menghasilkan 750 sampai 1100 Kg/ha/tahun (Ditjenbun, 2014). Dengan produksi kakao yang meningkat maka limbah kulit buah kakao yang dihasilkan dalam jumlah banyak akan menjadi masalah jika tidak ditangani dengan baik (Yuono, 2012). Produksi limbah padat ini mencapai sekitar 60% dari total produksi buah. Kulit buah kakao dapat dimanfaatkan sebagai sumber unsur hara tanaman dalam bentuk kompos. Sebagai bahan organik, kulit buah kakao mempunyai komposisi hara dan senyawa yang sangat potensial sebagai medium tumbuh tanaman. Kadar air untuk kulit kakao lindak sekitar 86%, dan kadar bahan organiknya sekitar 55,7% (Oktavia, 2012).

Menurut Erwiyono *et al.* (2000), kadar bahan organik tanah di perkebunan kopi dan kakao di Jawa Timur pada umumnya rendah atau sangat rendah, dan sebagian kecil yang kadar bahan organiknya tinggi. Hal ini merupakan konsekuensi wajar dari lahan yang diusahakan secara intensif dan tingkat perombakan bahan organik yang relatif cepat di daerah tropika disebabkan suhu dan kelembaban tinggi yang memacu aktifitas jasad pengurai bahan organik. Kandungan rata-rata bahan organik tanah di daerah iklim sedang berkisar antar 5–10% sedangkan kandungan bahan organik tanah di daerah tropika hanya sekitar 1%. Penambahan bahan organik diperlukan setiap tahun apabila kesuburan tanah ingin dipertahankan. Pengembalian sisa-sisa tanaman, limbah hewan ternak, limbah pertanian maupaun limbah industri pertanian perlu dipertimbangkan guna mengurangi dampak penyusutan kandungan bahan organik tanah terhadap produksi tanaman.

Kompos dan pupuk kandang merupakan salah satu pupuk organik yang dapat diaplikasikan langsung ke tanaman. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari

sisa-sisa organisme hidup. Sudirja (2005) mengemukakan bahwa secara garis besar keuntungan yang diperoleh dengan memanfaatkan pupuk organik adalah mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologis tanah. Kompos adalah bahan organik mentah yang telah mengalami proses dekomposisi secara alami. Proses pengomposan memerlukan waktu yang panjang tergantung pada jenis biomasnya. Percepatan waktu pengomposan dapat ditempuh melalui kombinasi pencacahan bahan baku dan pemberian aktivator dekomposisi.

Sebagai bahan organik, limbah kakao mempunyai komposisi hara dan senyawa yang sangat potensial sebagai medium tumbuh tanaman. Kadar air dan bahan organik pada kakao lindak sekitar 86%; pH 5,4; N total 1,30%; C-organik 33,71%;  $P_2O_5$  0,186%;  $K_2O$  5,5%; CaO 0,23%, dan MgO 0,59% (Didiek & Away, 2004). Limbah kulit buah kakao mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman kakao karena selama pertumbuhannya menyerap unsur hara dari dalam tanah, tetapi kandungan unsur haranya masih sedikit dan memiliki pH yang rendah, sedangkan efektifitas cacing selain mengandung unsur hara makro dan mikro, dapat meningkatkan pH, juga menghasilkan zat pengatur tumbuh untuk merangsang pertumbuhan bibit kakao. Interaksi keduanya diharapkan dapat memberikan hasil terbaik untuk pertumbuhan bibit tanaman kakao (Rosniawaty, 2005).

Kompos dapat digunakan sebagai pupuk organik seperti hasil penelitian Sutanto dan Utami (1995) bahwa tanaman kacang tanah yang ditanam di tanah kritis dengan menggunakan beberapa jenis kompos dapat menghasilkan kacang yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan pupuk kimiawi sesuai dengan dosis anjuran. Hermawan *et al.* (1999) mengemukakan bahwa kompos bioaktif tandan kosong kelapa sawit yang telah matang diberikan ke tanaman kelapa sawit dengan cara dibenam dalam parit mampu secara langsung menghemat 50% dosis pupuk konvensional tanpa berpengaruh negatif terhadap produksi. Selain itu dapat mempercepat lama produksi tanaman kelapa sawit dari 30–32 bulan menjadi 22 bulan jika kompos tandan kelapa sawit diaplikasikan ke lubang tanam pada saat penanaman.

Sejumlah penelitian mengemukakan bahwa pengaruh pupuk organik, seperti pupuk kandang pada populasi cacing tanah diagro-ekosistem yang

didokumentasikan dengan baik dalam dampak jangka panjang organik dan anorganik aplikasi pupuk pada populasi cacing tanah (Kherbouche, 2011). Fertilisasi dengan pupuk kandang pupuk anorganik, dianggap bermanfaat bagi cacing tanah. Tetapi tidak dengan mudah dimanipulasi sebagai pupuk. Curry (2004) mengemukakan pupuk kandang meningkatkan pH dan kandungan bahan organik tanah, yang mungkin menjelaskan efek positif pada kelimpahan cacing tanah. Efek negatif dari lumpur kotoran terkait dengan konsentrasi garam yang tinggi dan terjadinya zat yang mungkin menjadi racun bagi cacing tanah (Timmerman, 2006).

Fertilisasi pupuk organik diupayakan dapat bermanfaat bagi cacing tanah. Cacing tanah merupakan komponen penting dari fauna tanah sebagai pembentuk ekosistem tanah secara fisik, kimia dan efek biologis yang bermanfaat bagi tanaman dan lingkungan. Cacing tanah memasukkan sisa tanaman ke dalam tanah yang akan membusuk bahan organik, sehingga mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanah bagi tanaman dan pertumbuhan mikroba. Selain itu cacing tanah dapat mempertahankan tanah yang menguntungkan sifat struktural dan menciptakan habitat bagi sejumlah besar organisme yang lebih kecil, yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman dan dapat meningkatkan ketahanan terhadap hama tanaman dan patogen (Kherbouche, 2011). Selain itu cacing tanah sebagai peran utama dalam fungsi ekosistem tanah, terutama dengan mempengaruhi proses siklus hara dalam ekosistem darat (Lerroy & Schmith, 2008). Penggunaan pupuk organik dari pada pupuk anorganik untuk memasok nutrisi produksi tanaman, maka pengelolaan populasi cacing tanah menjadi lebih penting untuk mempertahankan produktivitas dan kesuburan tanah di agro-ekosistem. Hal ini secara luas diyakini bahwa semua pupuk organik mendukung populasi cacing tanah yang lebih besar dengan menyediakan sumber makananyang kaya nutrisi (Lerroy & Schmith, 2008). Dengan berbagai permasalahan pada tanaman kakao maka diupayakan pemberian pupuk organik dan aktifitas cacing dapat meingkatkan produktivitas. Penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan dari pupuk organik dan cacing pada tanaman kakao dan mekanisme yang mendasarinya.

### 1.2. Tujuan

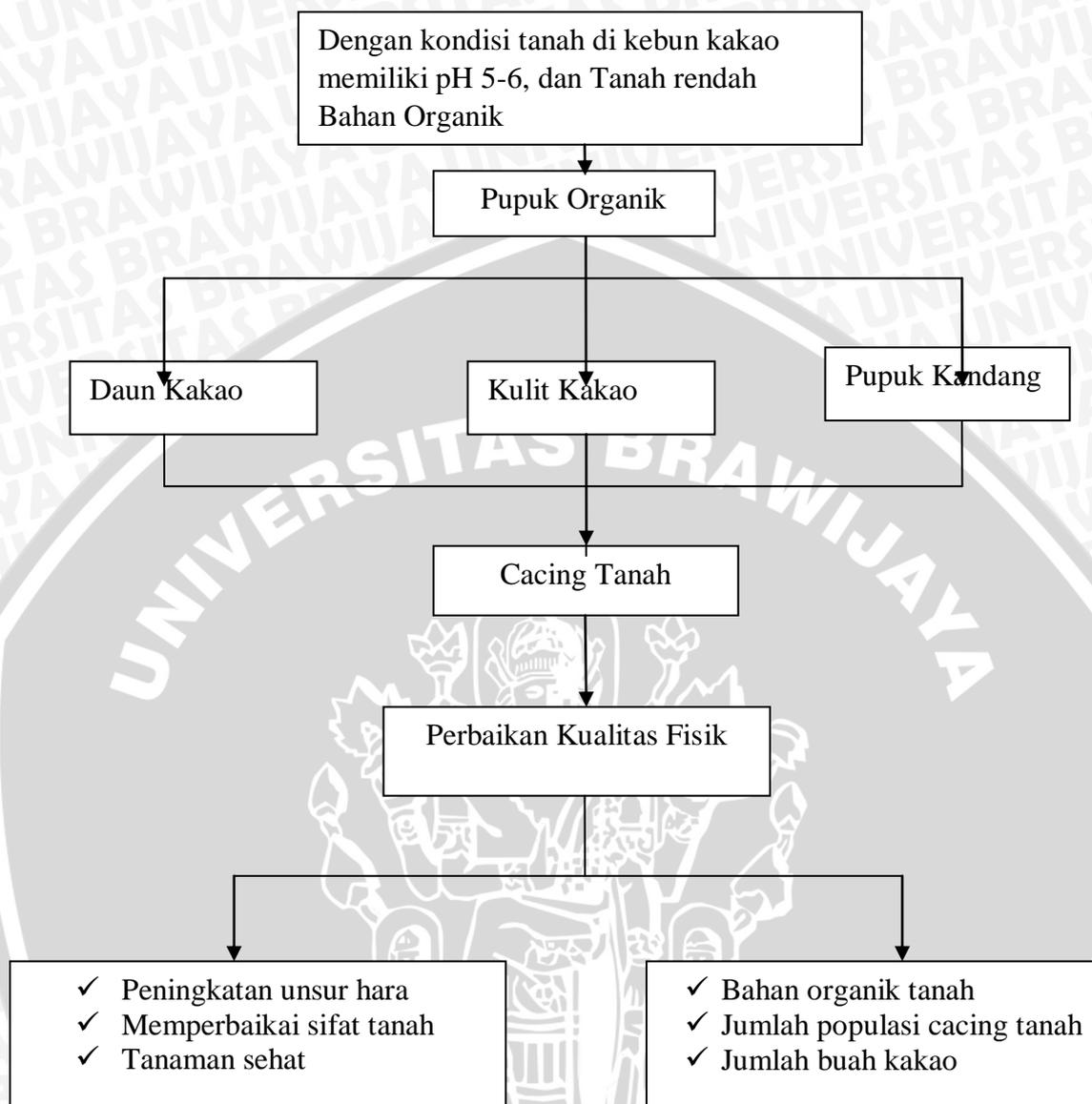
1. Mengetahui hubungan populasi cacing terhadap beberapa sifat fisik dan kimia tanah.
2. Mengetahui populasi cacing tanah pada berbagai limbah kakao dan kotoran domba.
3. Mengetahui hubungan populasi cacing tanah terhadap produksi buah kakao.

### 1.3. Hipotesis

1. Terdapat hubungan populasi cacing terhadap beberapa sifat fisik dan kimia tanah.
2. Semakin besar pemberian limbah kakao sebagai pupuk organik dan kotoran domba maka populasi cacing semakin meningkat.
3. Terdapat hubungan populasi cacing tanah terhadap produksi buah kakao.

### 1.4. Manfaat

Pemberian limbah kakao dan kotoran domba sebagai pupuk organik maka dapat diketahui pengaruh terhadap produktivitas tanaman kakao, dan mengetahui perkembangan populasi cacing didalam tanah. Selain itu dapat pula memanfaatkan pupuk organik dalam pemberian dosis lapangan.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Karakteristik Tanaman Kakao

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan penting di Indonesia yang sebagian besar (94%) diusahakan oleh rakyat. Produktivitas rata-rata kakao di kebun-kebun petani yang dipelihara sesuai budidaya, pada tahun 2015 akan memiliki potensi untuk menghasilkan 750 sampai 1100 Kg/ha (Ditjenbun, 2014). Peningkatan kuantitas dan kualitas hasil kakao Indonesia, dapat dilakukan melalui program intensifikasi dan ekstensifikasi penanaman kakao (Rubiyo & Amaria, 2013). Keberhasilan kedua program tersebut memerlukan ketersediaan bibit dan benih kakao unggul yang berupa bibit hasil perbanyakan secara vegetatif untuk kakao mulia (*edel cocoa*) atau dari benih hibrida untuk kakao lindak (*bulk cocoa*).

Akar tanaman kakao adalah *surface root feeder*, artinya sebagian besar akar lateralnya (mendatar) berkembang dekat permukaan tanah, yaitu pada kedalaman tanah 0–30cm. Menurut Clark (2001), 56 % akar lateral tumbuh pada 0–10cm, 26% pada kedalaman 11–20 cm, 14% pada kedalaman 21–30cm dan hanya 4% tumbuh pada kedalaman di atas 30 cm dari permukaan tanah. Jangkauan jelajah akar lateralnya dinyatakan jauh di luar proyeksi tajuk. Ujung akar membentuk cabang-cabang kecil (Nahampun, 2009). Sistematika tanaman kakao adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Malvales
Family	: Sterculiaceae
Genus	: <i>Theobroma</i>
Spesies	: <i>Theobroma cacao</i> L.

(Tjitrosoepomo, 1988)

## 2.2. Syarat Tumbuh

Pada umumnya kakao diusahakan pada ketinggian kurang dari 300 mdpl. Suhu maksimal untuk kakao sekitar 30<sup>0</sup>C–32<sup>0</sup>C, sedangkan suhu minimum sekitar 18<sup>0</sup>C–21<sup>0</sup>C. Bila suhu terlalu tinggi menyebabkan hilangnya dominansi apikal, dan tunas ketiak daun tumbuh menjadi daun kecil-kecil. Sedangkan suhu yang terlalu rendah menyebabkan daun seperti terbakar dan bunga mengering. Daerah penghasil kakao memiliki kelembaban relatif maksimum 100%, pada malam hari dan 70–80 % pada siang hari. Kelembaban yang rendah akan mempengaruhi evapotranspirasi menjadi lebih cepat, sedangkan kelembaban yang tinggi mengundang perkembangan senyawa patogen (Tumpal, 1989). Daerah produsen kakao umumnya memiliki curah hujan berkisar antara 1250–3000 mm/thn. Curah hujan yang kurang dari 1250–3000 mm akan terjadi evapotranspirasi melebihi presipitasi. Di daerah yang keadaan iklimnya demikian dianjurkan tidak menanam kakao kecuali ada irigasi seperti di Colombia dan Peru. Curah hujan yang melebihi dari 2500 mm/thn akan meningkatkan serangan penyakit busuk buah *Phytophthora* dan VSD (*Vascular Streak Dieback*). Di samping itu, akan terjadi pencucian atau *leaching* yang berat terhadap tanah, sehingga akan menurunkan kesuburan tanah, pH turun dan petukaran kation rendah (Susanto, 1994).

## 2.3. Tanah

Tanaman kakao dapat tumbuh pada tanah yang memiliki kisaran pH 4,0–8,5. Namun pH yang ideal adalah 6,0–7,5 dimana unsur-unsur hara dalam tanah dapat tersedia bagi tanaman. Pada pH lebih dari 8,0 kemungkinan tanaman akan keracunan unsur hara dan akan kekurangan Al, Mn, dan Fe pada pH kurang dari 4,0 (Susanto, 1994).

Tanaman kakao menghendaki tanah yang memiliki kapasitas pertukaran kation minimum sebesar 12 me/100g tanah. Di samping itu kejenuhan basa atau persentase kation Ca, Mg, K dan Na yang terdapat pada permukaan partikel tanah minimal 35%. Untuk dapat mencukupi kebutuhan unsur hara yang diserap tanaman, maka unsur hara dalam tanah harus mencapai kadar tertentu (Tumpal, 1989). Tanah yang baik untuk

tanaman kakao adalah tanah yang bila musim hujan drainase baik dan pada musim kemarau dapat menyimpan air. Hal ini dapat terpenuhi bila tanah dapat memiliki tekstur yaitu fraksi pasir sekitar 50%, fraksi debu sekitar 10–20%, dan fraksi lempung 30–40%. Jadi tekstur yang cocok bagi tanaman kakao adalah tanah liat berpasir dan lempung liat berpasir (Anonymous, 2004).

#### a) Sifat Fisik Tanah

Pertumbuhan tanaman tidak hanya tergantung pada tersedianya unsur hara yang seimbang, tetapi juga harus ditunjang oleh keadaan fisik dan kimia tanah yang baik. Menurut Wood & Lass (1990), dalam penelitian Baon (2006) system perakaran suatu tanaman kakao terdiri atas akar tunjang yang tebal, akar lateral yang terdapat pada kedalaman 20 cm pertama tanah. Perakaran lateral inilah yang merupakan jalan masuk utama hara dan air ke tanaman. De Oliveira-Leite & Valle (1990), dalam penelitian Baon (2006), mengemukakan bahwa 85% dari akar tersebut terkonsentrasi pada kedalaman 30 cm pertama solum tanah. Solum tebal akan merupakan media yang baik bagi perkembangan akar sehingga efisiensi penyerapan hara tanaman akan lebih baik. Tekstur tanah yang baik untuk tanaman kakao adalah lempung liat berpasir. Hal ini akan mempengaruhi ketersediaan air dan hara serta aerasi tanah. Semakin baik sifat fisik tanah semakin baik pula pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Akar akan mudah menembus tanah biasanya pertumbuhan tanaman secara keseluruhan akan semakin cepat dan akan memberikan hasil yang tinggi (Susanto, 1994).

#### b) Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah yang baik untuk kakao yaitu pH secara umum adalah 4,0–6,0 dengan kandungan unsur hara tinggi, C/N mendekati 10 dengan C >2% dan N 0,2% (Sutanto & Utami, 2005). Kemasaman (pH) tanah merupakan faktor paling penting dan merupakan indikator ketersediaan unsur hara dalam tanah. Tanaman kakao dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki pH 6,5 tidak lebih tinggi dari 8

serta tidak lebih rendah dari 4 pada kedalaman 1 m. Kemasaman (pH) tanah yang baik untuk kakao adalah netral atau berkisar 6–7,5. Sifat ini khusus berlaku untuk tanah atas (*topsoil*), sedangkan pada tanah bawah (*subsoil*) kemasaman tanah sebaiknya netral, agak asam, atau agak basa. Pada pH >8 (*alkalis*) menyebabkan klorosis karena Fe, Mn, Zn, Cu tidak dapat diserap oleh akar tanaman kakao, sebaliknya pada pH <4 (*masam*) terjadi keracunan karena Fe, Mn, Zn, Cu tersedia dalam jumlah yang berlebihan (Lakitan, 2007).

Faktor keasaman, sifat kimia tanah yang juga turut berperan adalah kadar bahan organik. Tanaman kakao membutuhkan tanah berkadar bahan organik tinggi, yaitu di atas 3% pada lapisan tanah setebal 0–15 cm. Kadar tersebut setara dengan 1,75% unsur karbon yang dapat menyediakan hara dan air serta struktur tanah yang gembur. Kadar bahan organik yang tinggi akan memperbaiki struktur tanah, biologi tanah, kemampuan penyerapan (*absorpsi*) hara, dan daya simpan lengas tanah. Tingginya kemampuan absorpsi menandakan bahwa daya pegang tanah terhadap unsur-unsur hara cukup tinggi dan selanjutnya melepaskannya untuk diserap akar tanaman. Usaha meningkatkan kadar organik dapat dilakukan dengan memanfaatkan serasah sisa pemangkasan maupun pembenaman kulit buah kakao (Lakitan, 2007).

#### 2.4. Cacing Tanah

Cacing tanah dapat memperbaiki aerasi tanah dengan cara pembuatan liang-liang dan juga dapat memperbaiki agregat tanah dengan kascing dan aktifitas di dalam tanah. Menurut penelitian Maftu'ah (2001) cacing tanah merupakan pembentuk bio-agregat. Kemantapan agregat, tekstur dan enzim yang dihasilkan oleh kascing cacing tanah dipengaruhi oleh faktor sumber makanan dan spesies cacing.

Cacing tanah mempengaruhi siklus dan perubahan dari hara di dalam tanah melalui peranannya pada sifat biologi, kimia dan fisik tanah. Besar pengaruh dari cacing dipengaruhi oleh kelompok secara ekologi dan ukuran cacing, tumbuhan, bahan induk tanah, iklim, waktu, dan sejarah penggunaan (Nahampun, 2009). Pada ekosistem padang penggembalaan,

kehadiran sejumlah cacing tanah menjadi indikator dari kesuburan tanah. Menurut Lavelle & Spain (2001) jenis cacing tanah dapat dibedakan berdasarkan ekologi menjadi.

1. *Epigeic*

*Epigeic* adalah cacing yang hidup di permukaan dan dapat bertahan pada lingkungan yang bersifat keras, mereka dapat berkembang pada musim kering, mereka juga dapat berkembang pada suhu lingkungan yang ekstrim dan pada lingkungan yang tingkat kepadatan predator-nya tinggi.

2. *Endogeic*

*Endogeic* adalah jenis cacing yang tidak berpigmen, yang hidup dan makan didalam tanah. Bahan makanan cacing ini berupa seresah daun dan hasil dekomposisi dari akar, cacing jenis ini terkonsentrasi pada kedalaman lebih dari 10 cm dari permukaan tanah dan tempat hidup mereka juga dapat ditemukan diantara akar-akaran tanaman.

3. *Anesic*

*Anesic* memakan seresah dipermukaan dan mereka mencampurnya dengan tanah, daur hidup mereka dengan membuat lorong vertikal dari dalam tanah ke permukaan. Mereka adalah jenis cacing yang besar dengan bagian anter-dorsal berwarna gelap, dan memiliki otot penggali yang kuat. Siklus hidup cacing ini panjang, pertumbuhan relatif lambat, tetapi angka kematian rendah.

### **2.5. Peranan Pupuk Organik dan Bahan Organik**

Pupuk organik mempunyai fungsi untuk mengemburkan tanah, meningkatkan populasi jasad renik, mempertinggi daya serap dan daya simpan air, yang keseluruhannya dapat meningkatkan kesuburan tanah (Pujiyanto *et al.* 1992). Kompos merupakan semua bahan organik yang telah mengalami degradasi atau penguraian atau pengomposan sehingga berubah bentuk dan sudah tidak dikenali bentuk aslinya, berwarna kehitam-hitaman, dan tidak berbau. Kompos akan meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang perakaran yang sehat. Kompos memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan

organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah (Pujiyanto, 1994).

Bahan organik ditemukan dipermukaan tanah. Jumlahnya tidak besar hanya sekitar 3–5%, tetapi pengaruhnya terhadap sifat-sifat tanah besar sekali. Syarat tanah sebagai media tumbuh dibutuhkan kondisi fisik dan kimia yang baik. Keadaan fisik tanah yang baik apabila dapat menjamin pertumbuhan akar tanaman dan mampu sebagai tempat aerasi dan lengas tanah, yang semuanya berkaitan dengan peran bahan organik. (Hardjowigeno, 2003) menjelaskan pengaruh bahan organik terhadap tanah dan pertumbuhan tanaman adalah granulator yaitu memperbaiki struktur tanah, sumber unsur hara bagi tanaman, menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur hara (kapasitas tukar kation menjadi tinggi), sumber energi bagi mikroorganisme dan menambah kemampuan tanah untuk menahan air. Seperti tanaman lainnya, tanah tempat tumbuh tanaman kakao juga memerlukan bahan organik, agar dapat tumbuh dengan baik memerlukan bahan organik sebesar 3,5% pada kedalaman 0–15 cm (Maftuah, 2001).

Bahan organik yang tinggi akan meningkatkan laju pertumbuhan pada masa sebelum panen. Untuk itu bahan organik pada lapisan tanah setebal 0 - 15 cm sebaiknya lebih dari 3%. Bahan organik tersebut setara dengan 1,75% unsur karbon yang dapat menyediakan hara dan air serta struktur tanah yang gembur. Usaha meningkatkan bahan organik dapat dilakukan dengan memanfaatkan seresah sisa pemangkasan maupun pembenaman kulit buah kakao. Kulit tanaman kakao sangat potensial dijadikan sumber hara karena mengandung sejumlah unsur hara, setiap 900 kg kulit buah kakao dapat menghasilkan unsur hara setara dengan 29 kg urea; 9 kg Roek Phosphat; 56,6 kg KCl; 8 kg Kieserit (Pujiyanto, 1994).

### **2.5.1. Potensi Kotoran Kambing Domba**

Hasil analisis laboratorium terhadap bahan kering dan kandungan nitrogen feses kambing domba dari pengamatan pencernaan beberapa bahan pakan yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa feses kambing domba mengandung bahan kering 40–50% dan nitrogen sebesar 1,2-2,1 %, fosfor

0,88% dan kalium 2,1 %. Produksi urine kambing-domba dari beberapa pengamatan pencernaan bahan pakan memberikan kisaran antara 600-2500 ml/hari dengan kandungan nitrogen yang bervariasi (0,51–0,71%) (Didiek & Away, 2004).

### 2.5.2. Limbah Kakao

Kulit buah kakao merupakan salah satu limbah dari perkebunan kakao. Apabila tidak dimanfaatkan dapat merupakan masalah lingkungan di sekitar perkebunan. Salah satu cara untuk memanfaatkan kulit buah kakao adalah dijadikan kompos yang dapat digunakan sebagai pupuk organik (Rosniawaty, 2005).

Kompos adalah bahan organik mentah yang telah mengalami proses dekomposisi secara alami. Proses pengomposan memerlukan waktu yang panjang tergantung pada jenis biomasnya. Menurut Goenadi (1997), percepatan waktu pengomposan dapat ditempuh melalui kombinasi pencacahan bahan baku dan pemberian aktivator dekomposisi. Salah satu limbah pertanian yang baru sedikit dimanfaatkan adalah limbah dari perkebunan kakao yaitu kulit buah kakao. Opeke (1984), mengemukakan bahwa kulit buah kakao mengandung protein 9,69%; glukosa 1,16%; sukrosa 0,18%; pektin 5,30%; theobromin 0,20%. Menurut Didiek & Away (2004) kompos kulit buah kakao mempunyai pH 5,4; N-total 1,30%; C-organik 33,71%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,186%; K<sub>2</sub>O 5,5%; CaO 0,23%; dan MgO 0,59%.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2015–Mei 2015 dengan memiliki ketinggian 45 mdpl.

#### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain: label untuk tanaman, plastik sebagai wadah sampel tanah, spidol permanen untuk memberi label, tali rafia untuk mengikat label ke tanaman. Ring blok ukuran 30x30 cm untuk pengamatan cacing di kebun percobaan.

##### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit kakao, limbah daun kakao, dan kotoran domba. Bahan lain yang digunakan adalah tanaman kakao yang ada di kebun Percobaan Kaliwining.

#### 3.3. Rancangan Percobaan

Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 8 perlakuan yang diulang 3 kali. Masing-masing perlakuan memiliki Jarak Tanam 3x3 meter dengan dosis yang berbeda yaitu 0,5, 10 dan 20 Mg/ha.

Adapun perlakuan penelitian adalah :

1.  $K_1$  = Kontrol
2.  $K_2$  = Limbah kulit kakao 5 Mg/ha
3.  $K_3$  = Limbah kulit kakao 10 Mg/ha
4.  $K_4$  = Limbah kulit kakao 20 Mg/ha
5.  $K_5$  = Limbah daun kakao 5 Mg/ha
6.  $K_6$  = Limbah daun kakao 10 Mg/ha
7.  $K_7$  = Limbah daun kakao 20 Mg/ha
8.  $K_8$  = Kotoran domba 20 Mg/ha.

### 3.4. Pelaksanaan Percobaan

#### 3.4.1. Analisis Kompos dan Tanah

Analisis dasar untuk sampel tanah dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember, Jawa Timur. Analisis meliputi C-organik, pH, N-total, kadar air, tekstur, dan porositas.

Tabel 1. Parameter Uji Laboratorium

Sampel	Parameter	Metode analisis	Waktu anaalisis
Tanah	C-organik	Walkey and black	Sebelum perlakuan dan setelah perlakuan
	pH	pH meter	
	N-total	Kjedhal	
	Kadar air	Gravimetric	
	Tekstur	Pipet	Sebelum perlakuan
Porositas	(1-BI/BJ)	Setelah Perlakuan	

#### 3.4.2. Penentuan Plot dan Titik Pengamatan

Penelitian dilakukan dengan penentuan plot pengamatan terlebih dahulu, plot pengamatan ini ditentukan dari lokasi pada kebun Percobaan Kaliwining. Lokasi penelitian dengan jarak tanam 3x3 m, panjang 180 m<sup>2</sup> dan lebar 48 m<sup>2</sup>

#### 3.4.3. Persiapan Aplikasi

Pohon kakao diberi label berdasarkan perlakuan dengan jumlah 72 tanaman. Masing-masing aplikasi yang diberikan yaitu limbah kulit kakao, limbah daun kakao, kotoran domba serta satu bagian tanpa dosis sebagai indikator perlakuan kontrol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, kemudian dilakukan pengamatan.

### 3.5. Parameter Pengamatan

Tabel 2. Parameter Pengamatan Lapangan

No	Parameter	Waktu analisis	Keterangan	Dokumentasi
1.	Suhu tanah.	Seminggu 1 kali.	Pengamatan dilakukan dengan menancapkan termometer disebelah tanaman.	
2.	Populasi cacing tanah.	Setelah aplikasi limbah yaitu 2 minggu sekali	Proses pengamatan populasi cacing dengan menggunakan petakan 30x30 cm dengan kedalaman 5–10 cm. Metode pengambilan cacing adalah <i>Hand Sorting</i> yaitu pengambilan cacing secara langsung kemudian dihitung populasinya.	
3.	Hasil produksi buah kakao.	Sesudah aplikasi limbah yaitu 2 minggu sekali	Pengamatan hasil produksi berdasarkan jumlah buah kecil dengan diameter 5–10 cm, sedang dengan diameter 11–15 cm, besar dengan diameter >15 cm pada setiap tanaman.	

### 3.6. Analisis Statistik

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan anova pada aplikasi Genstat. Dari hasil analisis sidik ragam dilanjutkan Duncan pada taraf 5%. Untuk hubungan antara perlakuan dengan parameter pengamatan yang lain dilakukan uji korelasi, parameter yang mempunyai korelasi sangat kuat akan dilanjutkan dengan uji regresi menggunakan Microsoft Office Excel.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

#### 4.1.1. Hasil Analisis Tanah Awal

Hasil pengamatan, menunjukkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah populasi cacing tanah yaitu kadar air, tekstur, C-organik, pH, dan N-Total. Hasil analisis tanah pada tanaman kakao yang dilakukan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, berikut disajikan pada (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Analisis Tanah pada Tanaman Kakao

Perlakuan	Parameter							
	Sebelum Perlakuan						N-Total (%)	
	Kadar Air (%)	Tekstur (%)			C-Organik (%)	Bahan Organik (%)		pH
	Pasir	Debu	Liat					
K <sub>1</sub>	40,45	92,34	6,77	0,89	3,65	6,29	5,44	0,46
K <sub>2</sub>	49,70	93,76	5,64	0,60	2,06	3,55	4,94	0,35
K <sub>3</sub>	45,77	96,17	3,42	0,45	2,31	3,98	5,09	0,43
K <sub>4</sub>	49,25	92,35	6,74	0,91	2,98	5,14	4,87	0,38
K <sub>5</sub>	51,98	94,60	6,93	0,47	3,81	6,58	4,84	0,53
K <sub>6</sub>	53,37	93,92	4,80	1,28	3,15	5,43	5,03	0,51
K <sub>7</sub>	46,63	93,12	5,72	1,16	5,28	9,10	5,05	0,46
K <sub>8</sub>	46,20	84,09	6,18	9,73	5,09	8,77	5,01	0,50

Keterangan: K<sub>1</sub> (Kontrol); K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha); K<sub>3</sub> (Limbah kulit kakao 10 Mg/ha); K<sub>4</sub> (Limbah kulit kakao 20 Mg/ha); K<sub>5</sub> (Limbah daun kakao 5 Mg/ha); K<sub>6</sub> (Limbah daun kakao 10 Mg/ha); K<sub>7</sub> (Limbah daun kakao 20 Mg/ha); K<sub>8</sub> (Kotoran domba 20 Mg/ha).

Kandungan kadar air tanah paling tinggi ada pada perlakuan K<sub>6</sub> (Limbah daun kakao 10 Mg/ha) yaitu 53,37% dan yang paling rendah pada K<sub>1</sub> (Kontrol) yaitu 40,45% dengan kandungan tekstur tanah yaitu pasir halus. Untuk hasil C-organik tertinggi terjadi pada perlakuan K<sub>7</sub> (Limbah daun kakao 20 Mg/ha) yaitu 5,28%, dan yang paling rendah yaitu pada perlakuan K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha) yaitu 2,06%. Hal ini dapat dikaitkan dengan kandungan bahan organik yang paling tinggi terjadi pada perlakuan K<sub>7</sub> (Limbah daun kakao 20 Mg/ha) yaitu 9,10%, dan yang paling rendah yaitu pada perlakuan K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha) yaitu 3,55%.

Kandungan pH yang termasuk masam dibawah 7 dengan nilai pH tertinggi terjadi pada perlakuan K<sub>1</sub> (Kontrol) yaitu 5,44 dan pH terendah terjadi pada perlakuan K<sub>5</sub>(Limbah daun kakao 5 Mg/ha) yaitu 4,84. Nilai N-Total tertinggi terjadi pada perlakuan K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha) yaitu 0,35% dan nilai N-Total Terendah terjadi pada perlakuan K<sub>6</sub> (Limbah daun kakao 10 Mg/ha) yaitu 0,51%.

#### 4.1.2. Sifat Fisik dan Kimia pada Berbagai Perlakuan

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah populasi cacing tanah secara signifikan yaitu suhu, kadar air, porositas C-organik, bahan organik, pH serta N-total. Hasil analisis tanah pada tanaman kakao yang dilakukan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, berikut ini disajikan pada (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Parameter						
	Sesudah Perlakuan						
	Suhu (°C)	Kadar Air (%)	Porositas (%)	C-Organik (%)	Bahan Organik (%)	pH	N-Total (%)
K <sub>1</sub>	24,4 b	25,86 a	46,10	2,10 a	3,62 a	4,71 bc	0,40 a
K <sub>2</sub>	24 a	45,51 bc	50,55	3,26 c	5,61 c	4,45 ab	0,48 cd
K <sub>3</sub>	24,4 b	48,53 c	48,79	2,59 abc	4,46 abc	4 a	0,46 a
K <sub>4</sub>	24,7 cd	39,67 bc	49,53	2,77 abc	4,77 abc	4,11 a	0,50 e
K <sub>5</sub>	25,1 e	38,39 b	55,64	2,46 ab	4,25 ab	4,27 ab	0,49 de
K <sub>6</sub>	24,5 bc	29,56 a	51,54	2,08 a	3,59 a	4,22 a	0,41 a
K <sub>7</sub>	24,8 de	31,81 a	48,95	2,40 ab	4,13 a	5,07 c	0,49 de
K <sub>8</sub>	24,4 b	40,70 bc	56,40	2,97 bc	5,11 bc	4,45 ab	0,47 bcd

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

K<sub>1</sub> (Kontrol); K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha); K<sub>3</sub> (Limbah kulit kakao 10 Mg/ha); K<sub>4</sub> (Limbah kulit kakao 20 Mg/ha); K<sub>5</sub> (Limbah daun kakao 5 Mg/ha); K<sub>6</sub> (Limbah daun kakao 10 Mg/ha); K<sub>7</sub> (Limbah daun kakao 20 Mg/ha); K<sub>8</sub> (Kotoran domba 20 Mg/ha).

Hasil rata-rata suhu yang terjadi pada perlakuan, suhu paling terendah pada perlakuan K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha) yaitu 24<sup>o</sup>C dan suhu tertinggi pada perlakuan K<sub>5</sub> (Limbah daun kakao 5 Mg/ha) yaitu 25,1<sup>o</sup>C. Menurut penelitian Brata (2003) suhu sangat mempengaruhi aktivitas, metabolisme, pertumbuhan, reproduksi cacing tanah. Suhu media sebaiknya berkisar 18–27 <sup>o</sup>C,

namun suhu optimum media cacing tanah bervariasi antara spesies dan daya adaptasi masing-masing spesies.

Kadar air yang ada pada hasil analisis terendah pada perlakuan K<sub>1</sub> (Kontrol) yaitu 25,86% sedangkan hasil kadar air tertinggi pada K<sub>3</sub> (Limbah kulit kakao 10 Mg/ha) yaitu 48,53%. Menurut penelitian Catalan (1981) dalam Dwiastuti & Suntoro (2011) menyatakan bahwa kadar air optimum untuk cacing tanah adalah 50% (Tabel 4) tergantung dari jenis cacing tanahnya.

Nilai porositas menunjukkan hasil yang berbeda antara kontrol dengan perlakuan. Hasil perlakuan menunjukkan porositas terbanyak yaitu 56,40% pada perlakuan K<sub>8</sub> (Kotoran domba 20 Mg/ha) dan hasil porositas terendah terjadi pada K<sub>1</sub> (Kontrol) yaitu 46,10%.

Hasil C-organik tertinggi pada perlakuan K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha) sebesar 3,26 % dan hasil C-organik terendah terdapat pada perlakuan K<sub>1</sub> (Kontrol) yaitu 2,10%, hal ini sesuai dengan kadar air yang rendah dari perlakuan lainnya yaitu 25,86% dan N-total yang rendah yaitu 0,40% (Tabel 4). Pada perlakuan K<sub>1</sub> (Kontrol) jumlah populasi cacing lebih sedikit dari pada perlakuan lainnya (Tabel 5). Tanah dengan populasi cacing yang tinggi akan menjadi subur karena cacing tanah mencampur dan menghancurkan partikel-partikel mineral menjadi unit-unit yang lebih kecil dan membantu percampuran antara lapisan tanah atas dan bawah. Sehingga mengakibatkan distribusi dan siklus C-organik lebih lama berada di dalam tanah (Subowo, 2002). Hal ini berkaitan dengan kandungan bahan organik tertinggi terjadi pada perlakuan K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha) sebesar 5,61% dan bahan organik terendah pada perlakuan K<sub>6</sub> (Limbah daun kakao 10 Mg/ha) yaitu 3,59%. Menurut Hieronymous (2010) Cacing tanah menghasilkan (kascing) yang memiliki kandungan hara dan C yang tinggi dibanding tanah karena mengandung suatu campuran mineral tanah dan bahan-bahan organik yang terdekomposisi.

Kondisi pH tanah setiap perlakuan juga memiliki perbedaan pada hasil terendah terjadi pada K<sub>3</sub> (Limbah kulit kakao 10 Mg/ha), sedangkan hasil tertinggi terjadi pada perlakuan K<sub>7</sub> (Limbah daun kakao 20 Mg/ha), yaitu 5,07. Berdasarkan hasil pengamatan pH, populasi cacing bertambah pada berbagai perlakuan (Tabel 5). Penelitian Brata (2009), mengemukakan bahwa pH tanah merupakan faktor

jumlah dan spesies cacing tanah dan cacing tanah jarang dijumpai pada tanah dengan pH di bawah 4, umumnya tidak dijumpai lagi pada pH lebih kecil 3,5.

Hasil analisis N-total terendah terjadi pada K<sub>1</sub> (Kontrol) yaitu 0,40%, sedangkan hasil tertinggi pada K<sub>4</sub> (Limbah kulit kakao 20 Mg/ha) sebesar 0,51%. Menurut penelitian Edwards dan Lofty (1977) dalam penelitian Subowo (2010), menyatakan bahwa bahan tanah mineral, maupun bahan organik yang dicerna cacing tanah dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk kotoran dan hara yang lebih tersedia bagi tanaman. Diperkirakan setiap ekor cacing tanah mempunyai andil pengkayaan N tanah sebesar 3,41 sampai 4,1 g/tahun melalui sekresi, lendir, dan kotorannya/kascing sehingga meningkatkan kesuburan (Curry *et al.*, 1995) dalam penelitian Subowo (2010).

#### 4.1.3. Hasil Populasi Cacing *Epigeic* Pada Berbagai Perlakuan

Populasi cacing tanah pada tanaman kakao menunjukkan perbedaan setiap perlakuan. Hasil populasi cacing di Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, berikut ini disajikan pada (Tabel 5).

Tabel 5. Populasi Cacing Tanah *Epigeic* pada Tanaman Kakao dengan Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Populasi Cacing <i>Epigeic</i>
K <sub>1</sub>	2 a
K <sub>2</sub>	7 abc
K <sub>3</sub>	9 bc
K <sub>4</sub>	12 c
K <sub>5</sub>	5ab
K <sub>6</sub>	10 bc
K <sub>7</sub>	5 ab
K <sub>8</sub>	9 bc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

K<sub>1</sub> (Kontrol); K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha); K<sub>3</sub> (Limbah kulit kakao 10 Mg/ha); K<sub>4</sub> (Limbah kulit kakao 20 Mg/ha); K<sub>5</sub> (Limbah daun kakao 5 Mg/ha); K<sub>6</sub> (Limbah daun kakao 10 Mg/ha); K<sub>7</sub> (Limbah daun kakao 20 Mg/ha); K<sub>8</sub> (Kotoran domba 20 Mg/ha).

Dengan menggunakan perbedaan perlakuan terlihat populasi cacing tertinggi terjadi pada perlakuan K<sub>4</sub> (Limbah kulit kakao 20 Mg/ha) yaitu sebesar 12 ekor dan hasil populasi terendah terjadi pada perlakuan K<sub>1</sub> (Kontrol) yaitu 2 ekor. Maka dengan adanya tambahan bahan organik pada setiap perlakuan dapat meningkatkan aktifitas populasi cacing dengan faktor-faktor lain dapat dilihat pada (Tabel 5) yang dapat mendukung aktifitas populasi cacing.

#### 4.1.4. Hasil Produksi pada Berbagai Perlakuan

Populasi cacing tanah pada setiap pohon kakao memiliki perbedaan dengan menunjukkan hasil yang berbeda. Begitupula untuk hasil jumlah buah kakao yang berbeda pada setiap tanaman, berikut ini disajikan pada (Tabel 6). Pengamatan jumlah buah kakao dibedakan berdasarkan jumlah besar, sedang dan kecil.

Tabel 6. Jumlah Produksi Kakao pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Parameter		
	Jumlah Buah (per plot)		
	Besar	Sedang	Kecil
K <sub>1</sub>	20 ab	5 a	7 a
K <sub>2</sub>	33 de	11 abc	11 ab
K <sub>3</sub>	30 cde	9 abc	14 b
K <sub>4</sub>	36 e	16 bc	21 b
K <sub>5</sub>	22 ab	16 c	18 b
K <sub>6</sub>	18 a	16 bc	41 c
K <sub>7</sub>	27 bcd	8 ab	11 ab
K <sub>8</sub>	23 abc	8 ab	14 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbedanya pada uji Duncan taraf 5%.

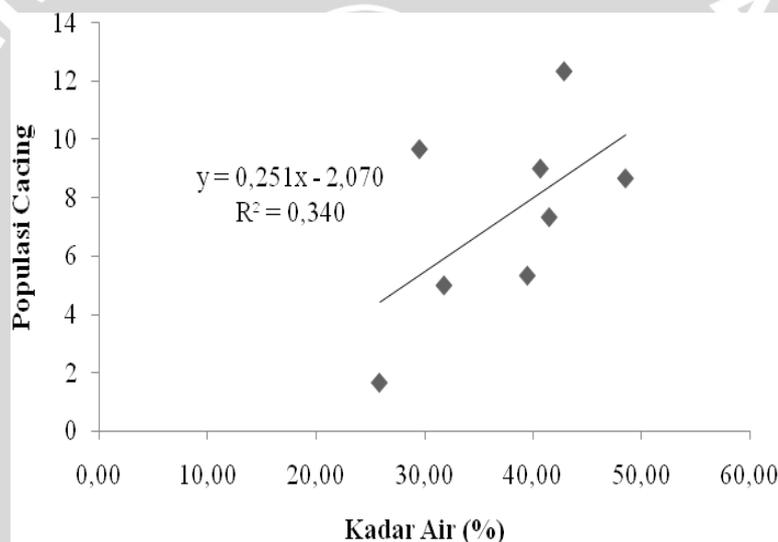
K<sub>1</sub> (Kontrol); K<sub>2</sub> (Limbah kulit kakao 5 Mg/ha); K<sub>3</sub> (Limbah kulit kakao 10 Mg/ha); K<sub>4</sub> (Limbah kulit kakao 20 Mg/ha); K<sub>5</sub> (Limbah daun kakao 5 Mg/ha); K<sub>6</sub> (Limbah daun kakao 10 Mg/ha); K<sub>7</sub> (Limbah daun kakao 20 Mg/ha); K<sub>8</sub> (Kotoran domba 20 Mg/ha).

Berdasarkan hasil dari semua jumlah buah kakao pada berbagai perlakuan, maka jumlah buah kakao yang paling dominan pada perlakuan K<sub>4</sub> (Limbah kulit

kakao 20 Mg/ha). Pada perlakuan ini menunjukkan nilai hasil tertinggi baik pada buah besar 30, sedang 16 buah dan kecil 21 buah, hal ini disebabkan pada perlakuan K<sub>4</sub> memiliki suhu 24,7<sup>0</sup>C, kadar air yang cukup 39,67 %, C-organik 2,77 %, Bahan organik 4,77 %, pH 4,11 dan N-Total 0,50% (Tabel 4) yang dapat meningkatkan produktifitas kakao.

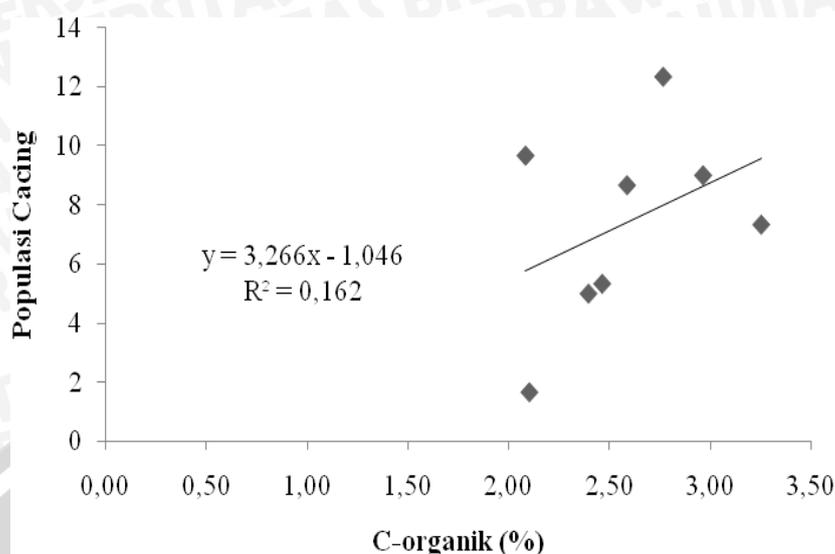
#### 4.1.5. Hubungan Populasi Cacing Tanah dengan Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Populasi cacing tanah pada suatu lahan dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang ada disekitarnya antara lain C-organik, pH, serta produksi buah sedang dan buah kecil. Berikut ini ditampilkan hasil regresi antar parameter yang berpengaruh terhadap populasi cacing tanah.



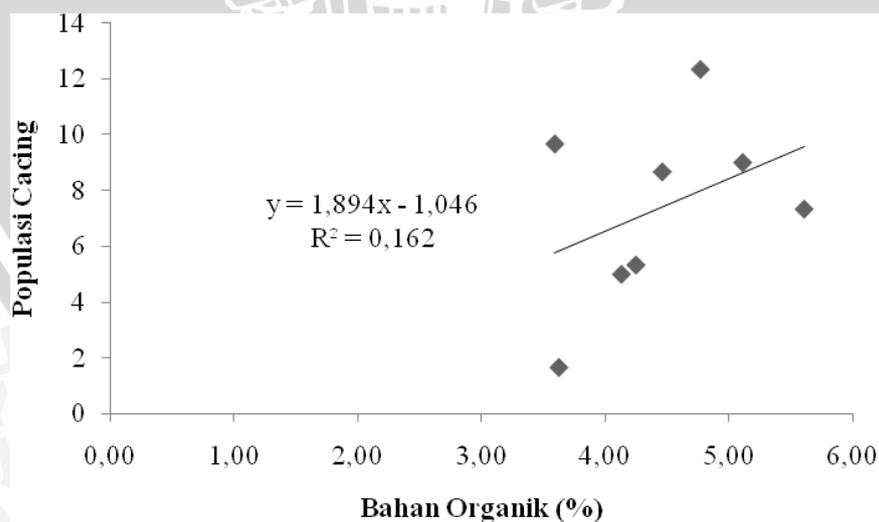
Gambar 2. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Kadar Air (%)

Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan kandungan Kadar Air (%) menunjukkan pengaruh terhadap besarnya populasi cacing tanah sebesar  $R^2$  34%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai Kadar Air (%) maka populasi cacing semakin meningkat. Setiap peningkatan kadar air 1 % dapat meningkatkan populasi cacing tanah 4–9 ekor. Menurut penelitian Catalan (1981) dalam Dwiastuti &Suntoro (2011) menyatakan bahwa kadar air optimum untuk cacing tanah adalah 50% (Tabel 4) tergantung dari jenis cacing tanahnya.



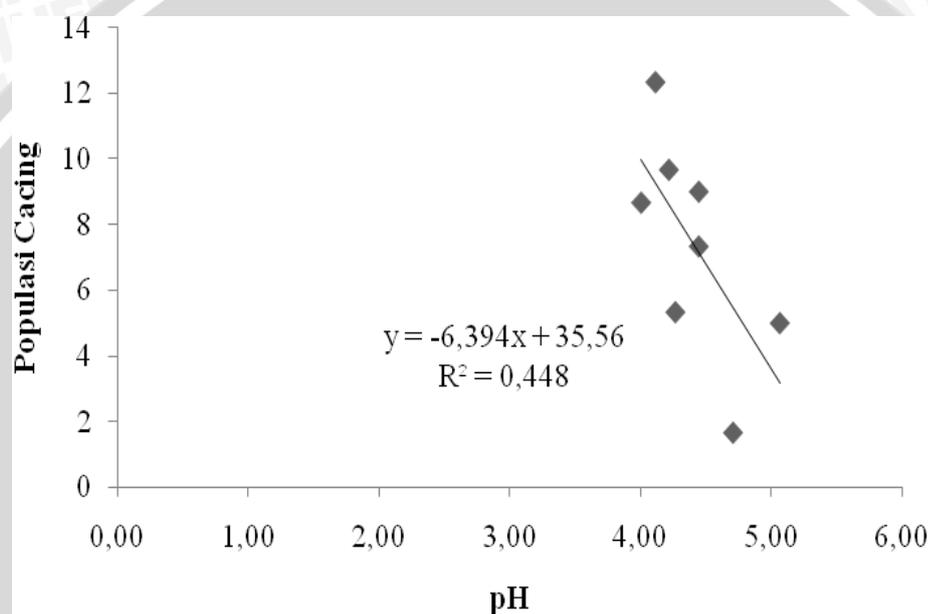
Gambar 3. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan C-organik (%)

Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan kandungan C-organik menunjukkan pengaruh terhadap besarnya populasi cacing tanah sebesar  $R^2$  16%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai C-organik maka populasi cacing semakin meningkat. Setiap peningkatan C-organik 1% dapat meningkatkan populasi cacing tanah sampai 8 ekor. Menurut Hardjowigeno (2003) C-Organik dikatakan rendah jika berkisar antara 1% sampai 2%. Menurut Hanafiah (2005) tanah yang mengandung karbon organik total yang rendah menyebabkan jumlah cacing tanah yang dijumpai sedikit.



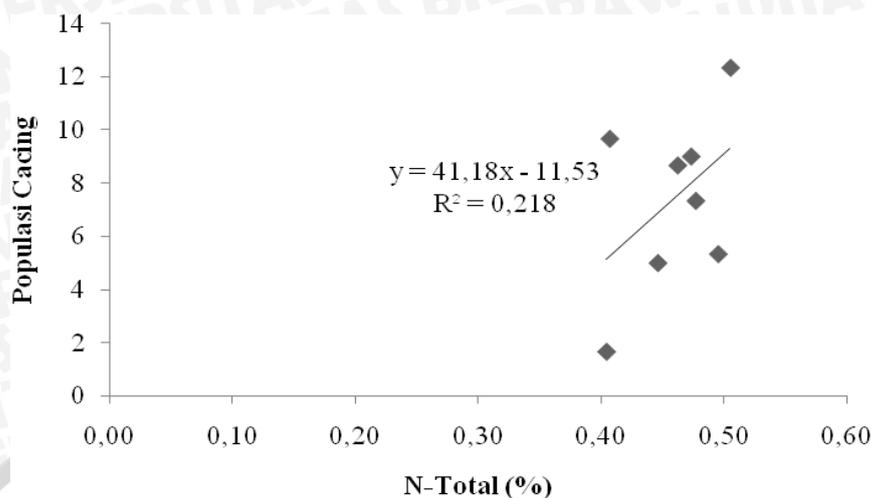
Gambar 4. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Bahan Organik (%)

Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan kandungan bahan organik menunjukkan pengaruh terhadap besarnya populasi cacing tanah sebesar  $R^2$  16%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai bahan organik maka populasi cacing semakin meningkat. Setiap peningkatan bahan organik 1% dapat meningkatkan populasi cacing tanah sampai 8 ekor. Menurut Fauziah (2007) bahan organik itu merupakan sumber pakan untuk menghasilkan energi dan senyawa pembentukan tubuh cacing tanah.



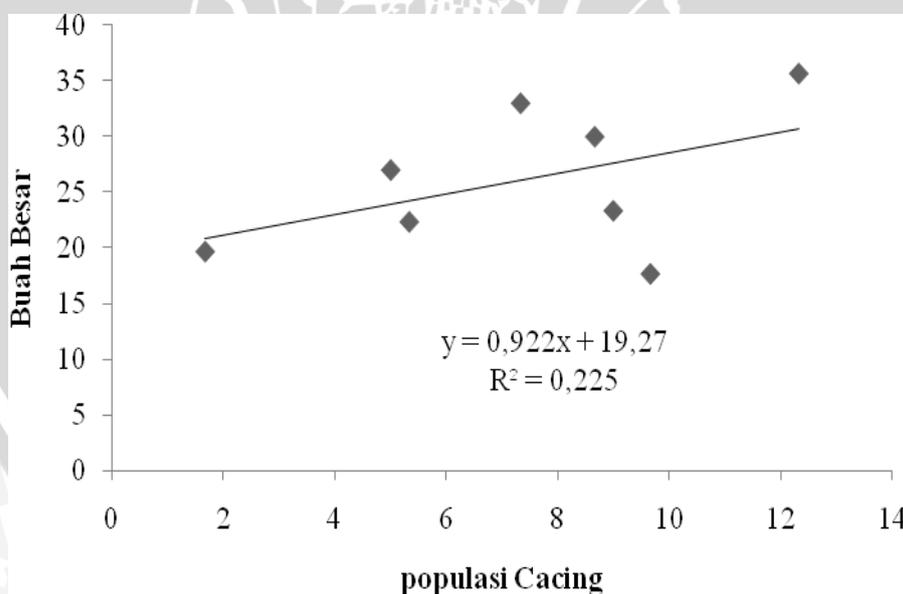
Gambar 5. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan pH

Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan kandungan pH berbanding terbalik terhadap besarnya populasi cacing tanah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai pH maka populasi cacing semakin rendah. Menurut Handayanto & Hairiyah (2009), mengemukakan bahwa tingkat keasaman tanah (pH) menentukan besarnya populasi cacing. Cacing tanah dapat berkembang dengan baik dengan pH netral, atau agak sedikit basah.



Gambar 6. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan N-Total (%)

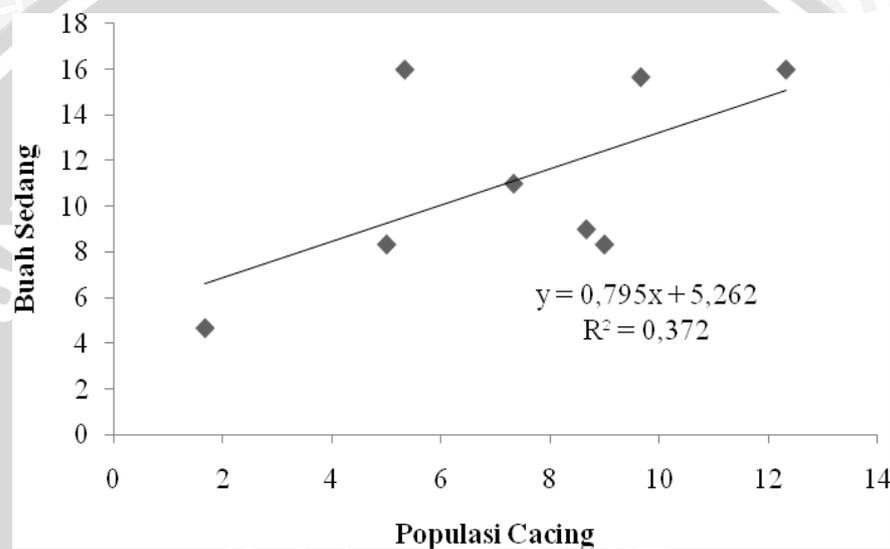
Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan kandungan N-Total menunjukkan pengaruh terhadap besarnya populasi cacing tanah sebesar  $R^2$  21%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai N-Total maka populasi cacing semakin meningkat. Kenaikan 1% N-Total dapat meningkatkan populasi cacing sebanyak 9 ekor.



Gambar 7. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Buah Kakao Besar

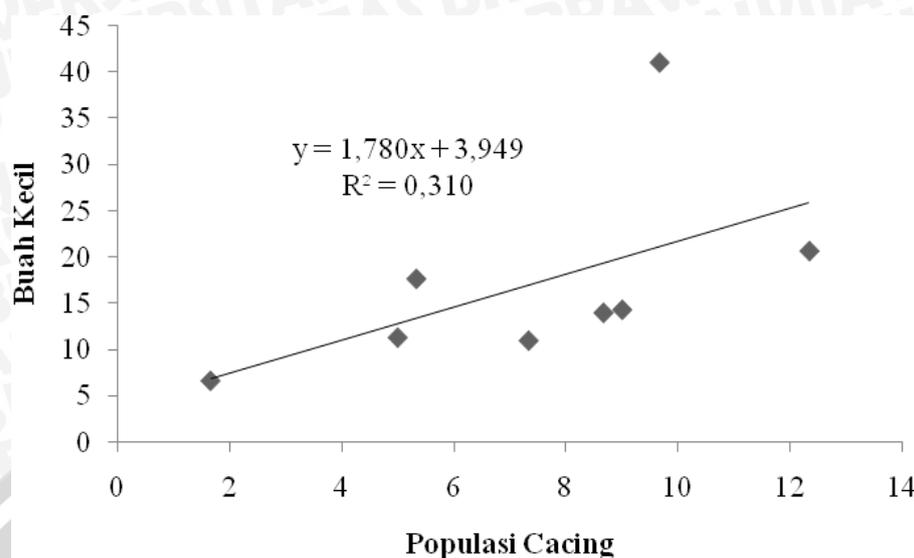
Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan produksi buah kakao besar menunjukkan hubungan pada jumlah kakao besar. Hal ini menunjukkan

bahwa semakin tinggi populasi cacing maka produksi buah kakao besar semakin meningkat. Setiap kenaikan 1 ekor cacing dapat meningkatkan buah kakao besar sebanyak 28 buah. Menurut penelitian Sudirja (2005), kompos kulit buah kakao mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman kakao, tetapi kandungan unsur haranya masih sedikit dan memiliki pH yang rendah, sedangkan kascing selain mengandung unsur hara makro dan mikro dapat meningkatkan pH juga menghasilkan zat pengatur tumbuh untuk merangsang pertumbuhan kakao.



Gambar 8. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Buah Kakao Sedang

Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan produksi buah kakao sedang menunjukkan hubungan cukup erat terhadap jumlah kakao sedang sebesar  $R^2$  37%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi populasi cacing maka produksi buah kakao sedang semakin meningkat. Kenaikan 1 ekor cacing dapat meningkatkan buah kakao sedang sebanyak 14 buah. Menurut penelitian Sudirja (2005) kompos kulit buah kakao mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman kakao, tetapi kandungan unsur haranya masih sedikit dan memiliki pH yang rendah, sedangkan kascing selain mengandung unsur hara makro dan mikro dapat meningkatkan pH juga menghasilkan zat pengatur tumbuh untuk merangsang pertumbuhan kakao.



Gambar 9. Regresi Populasi Cacing Tanah dengan Buah Kakao Kecil

Hasil regresi antara populasi cacing tanah dengan produksi buah kakao kecil menunjukkan hubungan yang cukup erat terhadap jumlah buah kakao kecil sebesar  $R^2$  31% . Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi populasi cacing maka produksi buah kakao kecil semakin meningkat. Kenaikan 1 ekor cacing tanah dapat meningkatkan 5–20 buah kakao kecil. Menurut penelitian Sudirja *et al.* (2005) kompos kulit buah kakao mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman kakao, tetapi kandungan unsur haranya masih sedikit dan memiliki pH yang rendah, sedangkan kascing selain mengandung unsur hara makro dan mikro dapat meningkatkan pH juga menghasilkan zat pengatur tumbuh untuk merangsang pertumbuhan kakao.

#### 4.2. Pembahasan Umum

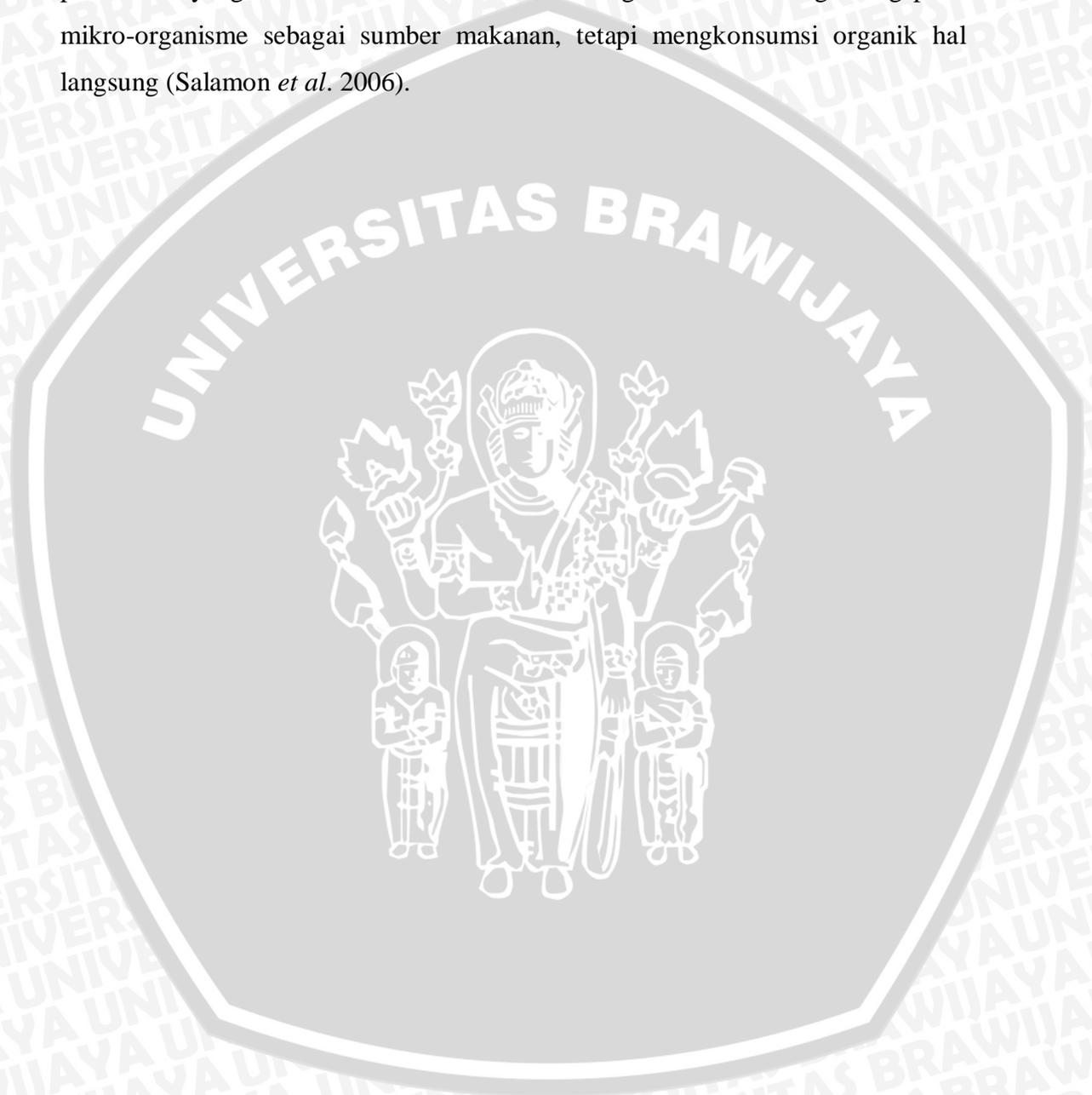
Hasil analisis tanah maka dapat dilihat hubungan populasi cacing tanah dengan beberapa faktor lingkungan yang dapat berpengaruh terhadap populasi cacing tanah (Tabel 5) baik dengan penggunaan dosis limbah kakao maupun kotoran domba. Hubungan yang erat antara populasi cacing tanah dengan faktor lingkungan yaitu kadar air, C-organik, bahan organik, pH dan N-total yang dapat mempengaruhi aktifitas cacing dalam tanah dengan penambahan dosis limbah kakao dan kotoran domba dapat dijadikan sebagai acuan terhadap kualitas tanah yang ramah terhadap lingkungan. Populasi cacing tanah yang saling berhubungan

dengan tingkat kesuburan tanah maka dapat mengantisipasi dalam pemberian dosis pupuk organik maupun anorganik agar populasi cacing tanah tetap terjaga dan terus meningkat.

Hasil suhu pada daerah penelitian berkisar antara 24<sup>0</sup>C sampai 24,8<sup>0</sup>C. Dengan keadaan suhu tersebut populasi cacing dapat meningkat (Tabel 5). Menurut penelitian Catalan (1981) *dalam* Dwiastuti dan Suntoro (2011) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor penting terhadap produktivitas cacing tanah; proses biologis seperti pernapasan, perkembangbiakan dan metabolisme sangat dipengaruhi oleh suhu media. Suhu terbaik untuk cacing tanah adalah kisaran 20<sup>0</sup>C sampai 25<sup>0</sup>C (Tabel 5), suhu yang terlalu tinggi cacing tanah akan berhenti makan untuk mengurangi pengeluaran air tubuh. Namun menurut Lee (1985), menyatakan bahwa temperatur optimum media cacing tanah bervariasi di antara spesies dan daya adaptasi masing-masing spesies.

Populasi cacing menunjukkan bahwa perbandingan dalam pemberian dosis limbah kakao dan kotoran domba memberikan pengaruh terhadap sifat fisik dan kimia tanah memberikan hubungan yang erat terhadap produksi buah kakao besar dan buah kakao kecil. Dengan pemberian limbah kulit buah kakao sebanyak 20 Mg/ha memiliki populasi cacing lebih banyak dibanding tanpa menggunakan perlakuan (Tabel 5). Hal ini juga berhubungan dengan kadar air yaitu 39,67%, jumlah C-organik dilahan yaitu 2,77%, bahan organik sebesar 4,77%, hasil pH yang cukup yaitu 4,11 serta didukung dengan jumlah N-total yang lebih tinggi dari perlakuan lain yaitu 0,50%. Dengan keadaan faktor lingkungan yang sangat penting maka populasi cacing tanah dapat berkembang sesuai kebutuhan. Menurut Lee (1985) kebutuhan lingkungan tanah atau media tempat hidup cacing adalah kecukupan dan kesesuaian pakan, temperatur, pH, kelembaban, aerasi media, konsentrasi elektrolit serta perlindungan cahaya. Wallwork (1970) *dalam* penelitian Fender (1990) mengemukakan bahwa keberadaan dan kepadatan fauna tanah, khususnya cacing tanah sangat ditentukan oleh faktor abiotik dan biotik. Faktor lingkungan lain dan sumber bahan makanan, cara pengelolaan tanah, seperti, di daerah perkebunan dan pertanian turut mempengaruhi keberadaan dan distribusi cacing tanah. Subawa (1996) *dalam* Penelitian Sugiyanto, Sugiyono & Wibawa S. (2005) mengatakan bahwa usaha peningkatan kandungan bahan organik tanah

dapat dilakukan dengan pemberian pupuk kandang, kompos, belotong atau dengan memanfaatkan limbah pangkasan. Untuk meningkatkan kandungan bahan organik sebesar 1% diperlukan tambahan bahan organik sebesar 20 kg/pohon. Bukti eksperimental menunjukkan bahwa kelimpahan cacing dapat meningkat pada tanah yang diberi limbah kulit kakao. Cacing tanah tidak bergantung pada mikro-organisme sebagai sumber makanan, tetapi mengkonsumsi organik hal langsung (Salamon *et al.* 2006).



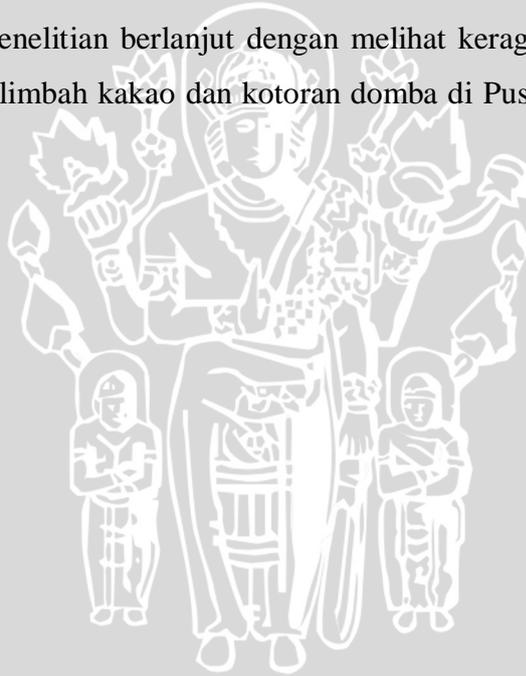
## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Faktor lingkungan (Suhu) berhubungan negatif terhadap populasi cacing, fisik (Kadar Air), kimia tanah (C-organik, bahan organik), biologi tanah (N-Total) berhubungan positif terhadap populasi cacing tanah.
2. Sistem penggunaan dosis limbah kakao dan kotoran domba berpengaruh terhadap populasi cacing. Semakin besar dosis limbah kakao maka populasi cacing semakin meningkat.
3. Populasi cacing tanah yang semakin besar maka produksi buah kakao besar, buah kakao sedang dan buah kakao kecil semakin meningkat.

### 5.2. Saran

Perlu adanya penelitian berlanjut dengan melihat keragaman jenis cacing terhadap pemanfaatan limbah kakao dan kotoran domba di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.



## DAFTAR PUSTAKA

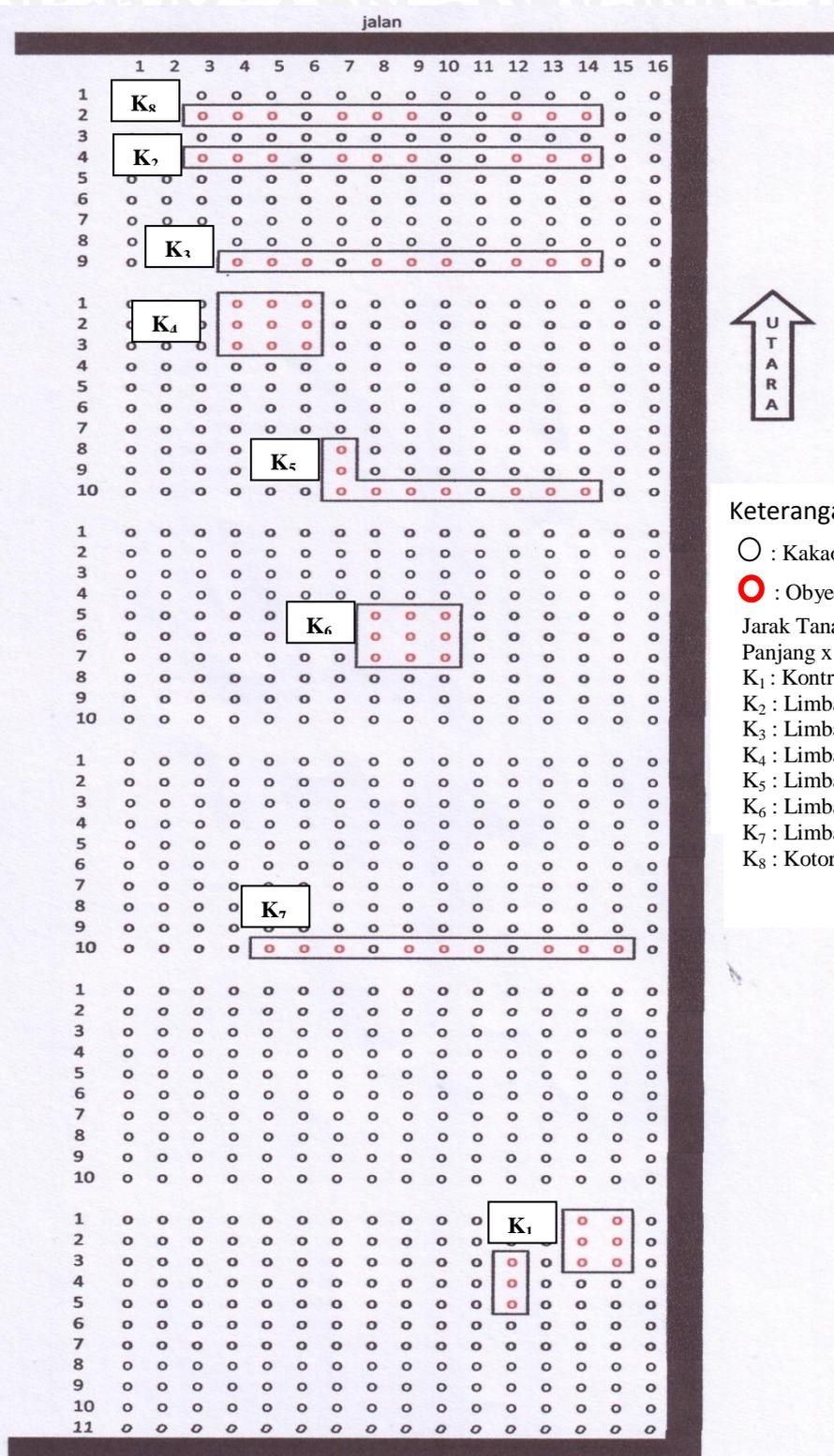
- Anonymus, 2004. Kumpulan Bahan Pelajaran Budidaya dan Pengolahan Tanaman Kakao. Pusat Penelitian Perkebunan Jember.
- Baon, J. B., 2006. Berapa Besarkah Cadangan Hara Dalam Agroekosistem Perkebunan Kakao?. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 22 (2): 59–64.
- Brata, B., 2003. Pertumbuhan, Perkembangbiakan, dan Kualitas Eksmecat dari Beberapa Spesies Cacing Tanah pada Kondisi Lingkungan Berbeda. Disertasi. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Brata, B., 2009. Cacing Tanah. Faktor Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangbiakan. IPB Press. Bogor.
- Clark, T., 2001. Cacao (*Theobroma cacao L.*). <http://www.eolorg/pages/484592..> Kamis, 03 Juli 2014.
- Curry, J. P., 2004. Factors affecting Of animal Manures On Earthworms In Soils. In: Edwars, C.A. (Ed.), *Erathworm Ecology*. CRC press LLC. Boca Raton, FL, pp. 91–114.
- Ditjenbun, 2014. Produksi Biji Kakao Nasional Diprediksi Meningkatkan Tahun Ini. *Majalah Media Perkebunan Edisi 125*. Sabtu, 19 September 2015.
- Didiek H.G & Y. Away, 2004. Aktivator Pengomposan. Pengembangan Hasil Penelitian Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor.
- Dwiastuti, S. & Suntoro, 2011. Eksistensi Cacing Tanah Pada Lingkungan Berbagai Sistem Budidaya Tanam Di Lahan Berkapur. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Erwiyono, R.; A. Wibawa; Pujiyanto; J. B. Baon & S. Abdoellah, 2000. Pengaruh Sumber Bahan Organik Terhadap Keefektifan Kompos Pada Kakao dan Kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 16 (1): 45–49.
- Fauziah, R. I., 2007. Respon *Pantoscolex corethrurus* Terhadap Berbagai Kualitas Bahan Organik pada Andisol dan Inceptisol. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Fender WM, McKey-Fender D., 1990. Oligochaeta: Megascolecidae and Other Earthworm From Western North America. Di dalam *Soil biologi guide*. D. L, Dindal. Wiley-Interscience Publication. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Goenadi. S., 1997. Kompos Bioaktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. Kumpulan Makalah Pertemuan Teknis Biotek. Perkebunan Untuk Praktek. Bogor. 18–27.
- Hanafiah, 2005. Biologi Tanah dan Makrobiologi Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

- Handayanto & Hairiyah, 2009. Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat. Yogyakarta: Pustaka Adipura
- Hardjowigeno, S., 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Hermawan, D. Cikman. L. Rochmalia, D.H. Goenadi, 1999. Produksi Kompos Bioaktif TKKS dan Efektifitasnya Dalam Mengurangi Dosis Pupuk Kelapa Sawit di PT Perkebunan Nusantara VIII. Proseding Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan Untuk Praktek. Asosiasi Penelitian Perkebunan Indonesia Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan.
- Hieronymus, Y., 2010. Biologi tanah dan strategi pengolahannya. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Kherbouce, D., 2011. The Effect Of Crops And Farming Practices On Earthworm Communities In Soummam Valley. Laboratoire d'ecologie et Environment, Universite A. Mira, rue Targa ouzemour Bejaia. Algeria.
- Lakitan, B., 2007. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lavelle, P. & A.V. Spain, 2001. Soil Ecology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Netherlands.
- Lee, K. E., 1985. Earthworm: Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Academy Press. Sydney (1985).
- Lerroy, Ben L.M. & Schmith, 2008. Eartrworm Populasion Dynamics As Influence By The Quality Of Exogeneous Organic Matter. Departement Of Soil Management and Soil Care. Ghent University. Belgium.
- Nahampun, R. D., 2009. Pengaruh Pemberian Pupuk Kascing Dan pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) Di Pre-Nursery. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Maftu'ah, E., 2001. Studi Potensi Diversitas Makrofauna Tanah sebagai Bio-Indikator Kualitas Tanah Berkapur pada Beberapa Penggunaan lahan. Tesis. Pasca Sarjana Program Studi Pengelolaan Tanah dan Air. Universitas Brawijaya Malang.
- Oktavia, Y., 2012. <http://yunistin91.blogspot.com>.Limbah Kulit Buah Kakao Dimanfaatkan Sebagai Pupuk Organik Semua Tanaman. Html. Rabu, 25 Maret 2015.
- Opeke. L.K., 1984. Optimising Economic Returns (Profit) from Cacao Cultivation Through Efficient Use of Cocoa By Products. Proseding. 9th International Cocoa Research Conference.
- Pujiyanto; S. Abdoellah & A. Wibawa, 1992. Dasar-dasar penetapan mutu pupuk kandang. Warta Puslitbun Jember, 12: 7–11.
- Pujiyanto, 1994. Nilai hara beberapa tanaman penabung pada perkebunan kopi dan kakao. Warta Puslit Kopi Dan Kakao, 19: 28–31.

- Rosniawaty, S., 2005. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Kultivar Upper Amazone Hybrid Akibat Pemberian limbah Kulit Kakao Sebagai Kompos. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Rubiyo & W. Amaria, 2013. Ketahanan Tanaman Kakao terhadap Penyakit Busuk Buah (*Phytoptora palmivora* Butl.) Jurnal Perspektif. 12 (1): 1412-8004.
- Salamon, J.A. Salamon, J. Alpei, A. Ruf, M. Schaerfer, S. Scheu. K. Schneider, A. Suhring, & M. Maraun, 2006. Transitory Dynamic Effects in the Soil Invertebrate Community in a Temperate Deciduous Forest: Effect Of Resource Quality. *Soil Biol. Biochem.* 38: 209–221
- Subowo, 2002. Pemanfaatan Cacing Tanah (*Pheretima hupiensis*) untuk meningkatkan produktivitas ultisol lahan kering. Disertai. Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Subowo, G., 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik Untuk Kesuburan Dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Sudirja, R., 2005. Pengaruh Kompos Kulit Kakao dan Kascing Terhadap Perbaikan Beberapa Sifat Kimia Fluventic Eutrudepts. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Sugiyanto, Sugiyono & A. Wibawa, 2005. Status Hara Tanah Di Perkebunan Kopi Dan Kakao Di Jawa Timur (Periode 2000-2005). *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.* 21 (3): 120–124.
- Susanto, F.X., 1994. Tanaman Kakao Budidaya Pengolahan Hasilnya. Kanisius, Yogyakarta.
- Sutanto & Utami, 1995. Potensi Bahan Organik Sebagai Komponen Teknologi Masukan Rendah dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Kritis di DIY. *Prosiding Lokakarya dan Ekspose Teknologi Sistem Usaha Tani dan Alsintan.*
- Timmerman, A., 2006. Long-term Effects Of Fertilisation Regime On Earthworm Abundance in a Semi-Natural Grassland area.. *Staatsbosbeheer Regio Noord.* Postbus 333, 9700 AH Grinigen. Netherlands.
- Tjitrosoepomo, S., 1988. Budidaya Cacao, Penerbit Kansius. Yogyakarta.
- Tumpal, H. S., 1989, Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Cokelat, Jakarta.
- Yuono, T., 2012. <http://teguh-yuono.blogspot.com>. pengolahan-limbah-kakao-menjadi-pupuk.html. Rabu, 25 Maret 2015.
- Yuliasmara, F & F. Zakariyya, 2015. Uji Akurasi Beberapa Metode Taksasi Produksi Kakao di Kebun Benih Kakao KP Kaliwining. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Desain Plot Di Lapangan



### Keterangan:

○ : Kakao

● : Obyek Penelitian

Jarak Tanam : 3x3 m

Panjang x Lebar : 180x48 m<sup>2</sup>

K<sub>1</sub> : Kontrol

K<sub>2</sub> : Limbah kulit kakao 5 Mg/ha

K<sub>3</sub> : Limbah kulit kakao 10 Mg/ha

K<sub>4</sub> : Limbah kulit kakao 20 Mg/ha

K<sub>5</sub> : Limbah daun kakao 5 Mg/ha

K<sub>6</sub> : Limbah daun kakao 10 Mg/ha

K<sub>7</sub> : Limbah daun kakao 20 Mg/ha

K<sub>8</sub> : Kotoran domba 20 Mg/ha

Lampiran 2. Tabel Analisis Ragam Populasi Cacing dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	230,13	32,88	2,88*	0,04
2	Ulangan	2	33,81	16,91	1,48	
3	Galat	14	159,69	11,41		
4	Total	23	423,62			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 3. Tabel Analisis Ragam Suhu dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	2,18	0,31	13,63*	<0,01
2	Ulangan	2	0,04	0,02	0,85	
3	Galat	14	0,32	0,02		
4	Total	23	2,53			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 4. Tabel Analisis Ragam Kadar Air (%) dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	1235,47	176,50	4,74*	<0,01
2	Ulangan	2	95,62	47,81	2,64	
3	Galat	14	253,64	18,12		
4	Total	23	1584,73			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 5. Tabel Analisis Ragam C-Organik (%) dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	3,49	0,50	3,47*	0,02
2	Ulangan	2	0,78	0,39	2,72	
3	Galat	14	2,02	0,14		
4	Total	23	6,29			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 6. Tabel Analisis Ragam Bahan Organik (%) dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	10,38	1,48	3,47*	0,02
2	Ulangan	2	2,33	1,16	2,72	
3	Galat	14	5,99	0,43		
4	Total	23	18,70			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 7. Tabel Analisis pH dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	2,52	0,36	5,49*	0,00
2	Ulangan	2	0,09	0,04	0,66	
3	Galat	14	0,92	0,07		
4	Total	23	3,52			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 8. Tabel Analisis Ragam N-Total (%) dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	0,03	0,00	0,73*	0,65
2	Ulangan	2	0,02	0,01	2,14	
3	Galat	14	0,08	0,01		
4	Total	23	0,14			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 9. Tabel Analisis Ragam Buah Kakao Besar dengan Berbagai Perlakuan

No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	887,76	126,82	1,31*	0,32
2	Ulangan	2	108,34	54,17	0,56	
3	Galat	14	1354,55	96,75		
4	Total	23	2350,65			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 10. Tabel Analisis Ragam Buah Kakao Sedang dengan Berbagai Perlakuan

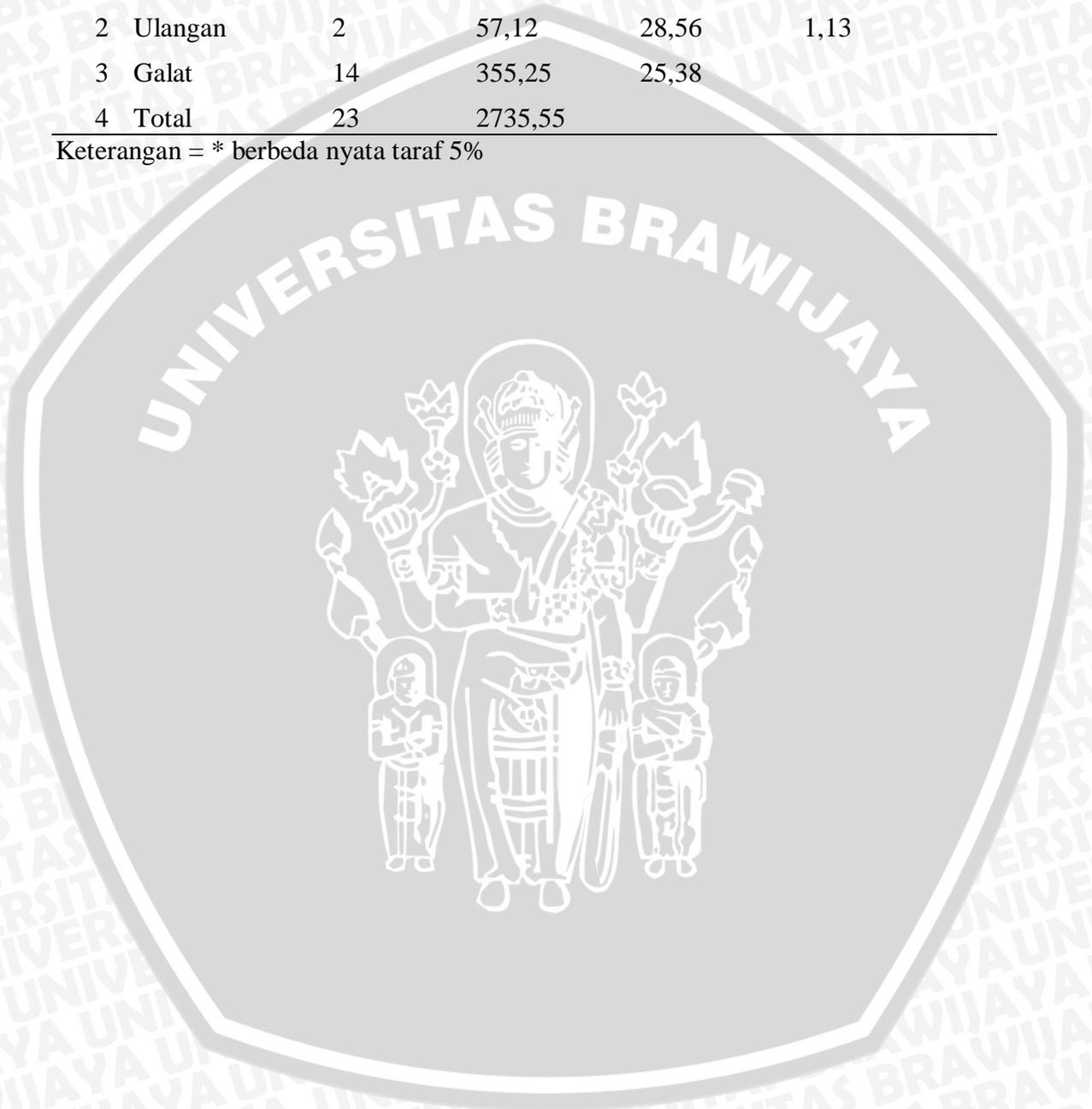
No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	388,43	55,49	3,52*	0,02
2	Ulangan	2	57,81	28,91	1,83	
3	Galat	14	220,63	15,76		
4	Total	23	666,87			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%

Lampiran 11. Tabel Analisis Ragam Buah Kakao Kecil dengan Berbagai Perlakuan

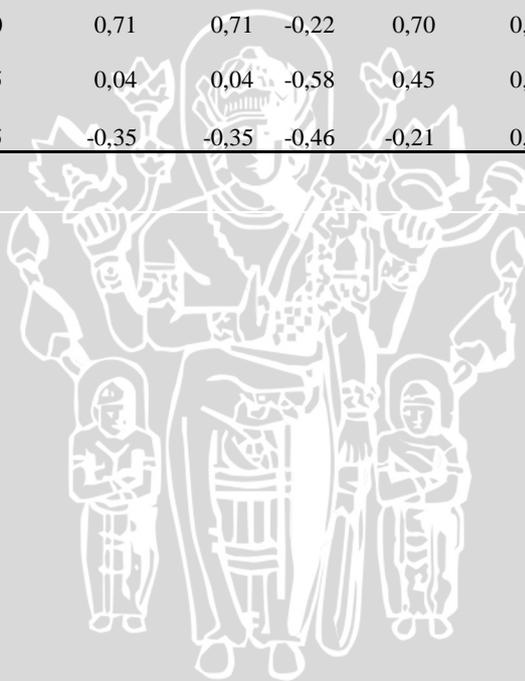
No	Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
1	Perlakuan	7	2323,18	331,88	13,08*	<0,01
2	Ulangan	2	57,12	28,56	1,13	
3	Galat	14	355,25	25,38		
4	Total	23	2735,55			

Keterangan = \* berbeda nyata taraf 5%



Lampiran 12. Korelasi Antar Variabel

	Suhu (°C)	Kadar Air (%)	C- organik (%)	Bahan Organik (%)	pH	N- Total (%)	Populasi Cacing	Buah Besar	Buah Sedang	Buah Kecil
<b>Suhu (°C)</b>	1									
<b>Kadar Air (%)</b>	-0,16	1								
<b>C-organik (%)</b>	-0,46	0,70	1							
<b>Bahan Organik (%)</b>	-0,46	0,70	1	1						
<b>pH</b>	0,11	-0,64	-0,17	-0,17	1					
<b>N-Total (%)</b>	0,22	0,79	0,71	0,71	-0,37	1				
<b>Populasi Cacing</b>	-0,10	0,58	0,40	0,40	-0,67	0,47	1			
<b>Buah Besar</b>	-0,22	0,70	0,71	0,71	-0,22	0,70	0,47	1		
<b>Buah Sedang</b>	0,40	0,25	0,04	0,04	-0,58	0,45	0,61	0,14	1	
<b>Buah Kecil</b>	0,15	-0,15	-0,35	-0,35	-0,46	-0,21	0,56	-0,32	0,71	1



## Lampiran 13. Nilai Koefisien Korelasi Metode Pearson

Nilai	Kriteria
0,00 – 0,25	Lemah (tidak ada hubungan)
0,26 – 0,55	Sedang
0,56 – 0,75	Kuat
0,76 – 1,00	Sangat Kuat

(Sugiono,2007)

## Lampiran 14. Nilai Koefisien Regresi

Nilai	Kriteria
< 0,1	Buruk
0,11 – 0,30	Rendah
0,31 – 0,50	Cukup
> 0,50	Tinggi

(Sugiono,2007)

## Lampiran 15. Ukuran Produksi Buah

Diameter	Keterangan
5 – 10 cm	Buah Kecil
11 – 15 cm	Buah Sedang
> 15 cm	Buah Besar

(Yuliasmara &amp; Zakariyya. 2015)

Lampiran 16. Lahan Yang digunakan Sebagai Tempat Penelitian di Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao



Kebun Kakao



Aplikasi Limbah Buah Kakao



Aplikasi Daun Kakao



Aplikasi Kotoran Domba

Lampiran 17. Pelaksanaan Pengambilan Cacing Tanah



Alat Pengambilan Sampel Cacing 30x30 cm



Pengukuran suhu



Cacing Tanah di Lokasi Penelitian



Cacing Tanah di Lokasi Penelitian