

**KAJIAN POROSITAS TANAH PADA PEMBERIAN BEBERAPA JENIS  
BAHAN ORGANIK DI PERKEBUNAN KOPI ROBUSTA**  
(*Coffea canephora* Pierre)

Oleh

**JOHANDRE ARPINDRA SURYA**

**105040200111131**

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG  
2014**

**KAJIAN POROSITAS TANAH PADA PEMBERIAN BEBERAPA JENIS  
BAHAN ORGANIK DI PERKEBUNAN KOPI ROBUSTA**  
(*Coffea canephora* Pierre)

Oleh

**JOHANDRE ARPINDRA SURYA**  
**10504020011131**  
**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**  
**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**JURUSAN TANAH**  
**MALANG**  
**2014**

**LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Johandre Arpindra Surya

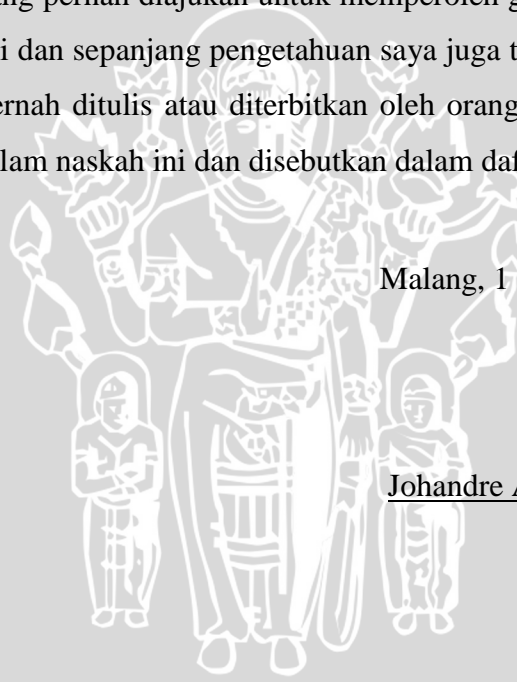
NIM : 105040200111131

Jurusan/Minat/PS : Tanah/ Manajemen Sumberdaya Lahan/Agroekoteknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul **“KAJIAN POROSITAS TANAH PADA PEMBERIAN BEBERAPA JENIS BAHAN ORGANIK DI PERKEBUNAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre)”** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Malang, 1 Juni 2014

Johandre Arpindra Surya





## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **KAJIAN POROSITAS TANAH PADA PEMBERIAN  
BEBERAPA JENIS BAHAN ORGANIK di  
PERKEBUNAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*  
Pierre)**

Nama : **JOHANDRE ARPINDRA SURYA**

NIM : 105040200111131

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Widiyanto, M.Sc  
NIP. 19530212 197903 1 004

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS.  
NIP. 19611109 198503 2 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Tanah  
Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.  
NIP. 19540501 198103 1006

Tanggal Persetujuan :

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU  
NIP. 19580214 198503 1 003

Ir. Widianto, MSc  
NIP. 19530212 197903 1 004

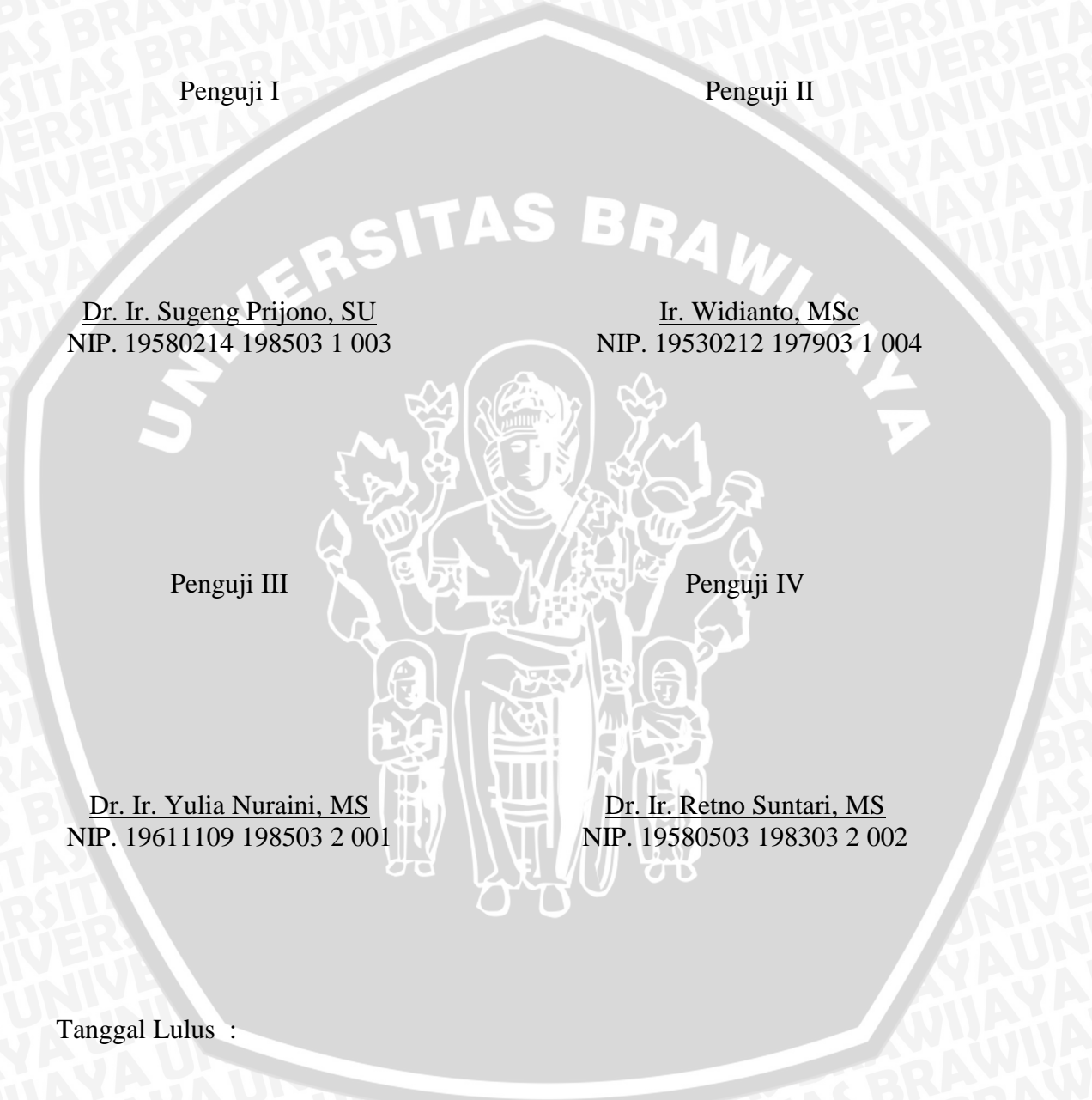
Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS  
NIP. 19611109 198503 2 001

Dr. Ir. Retno Suntari, MS  
NIP. 19580503 198303 2 002

Tanggal Lulus :





Skripsi ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta,  
Ibu Pangestutik dan Bapak Sukarman Dwianto

Kakakku Sulistiya dan Anisa Dwi Hariani, Adikku Bayu Wicaksono

Keponakanku Yolanda Felsania Rukhaya, Kevin Fadhlika Putra  
Ananta, dan Firda Silvi Nuraini





## RINGKASAN

Johandre Arpindra Surya. 105040200111131. **Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik di Perkebunan Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre)**. Dibimbing oleh: Widiyanto dan Yulia Nuraini.

Alih guna hutan menjadi perkebunan menunjukkan dampak yang sangat besar terutama terhadap kerusakan lingkungan dan terjadinya kerusakan tanah. Salah satu kerusakan tanah adalah pemadatan tanah. Pemadatan tanah juga disebabkan oleh penggunaan secara terus menerus pupuk anorganik (pupuk kimia). Upaya penting dan langkah untuk mempertahankan kualitas tanah adalah dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah. Bahan organik (pupuk kandang, pupuk kulit buah kopi dan vermikompos) dapat memperbaiki beberapa sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah di perkebunan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre). Tujuan dari penelitian ini (1) untuk mempelajari dan mengkaji pemberian beberapa jenis pupuk organik (pupuk kandang sapi, vermikompos dan pupuk kulit buah kopi) terhadap porositas total tanah di perkebunan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre), (2) mengetahui kadar C-organik tanah yang tinggi sehingga mampu meningkatkan kualitas tanah dan perbaikan terhadap sifat fisik dan kimia tanah.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2013 - April 2014, pada kebun kopi robusta tahun tanam 1954 milik PT Perkebunan Nusantara XII (Persero), Kecamatan Wonosari, Desa Bangelan, Kabupaten Malang. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada kebun kopi robusta blok X (sepuluh) luas lahan 10 ha. Pada blok X terdapat 4 plot penggunaan jenis pupuk yaitu (P1) plot dengan aplikasi vermikompos, (P2) aplikasi pupuk kulit buah kopi, (P3) aplikasi pupuk kandang sapi, dan (P4) aplikasi pupuk NPK (kontrol). Masing-masing plot pengambilan contoh tanah dilakukan dengan ukuran 20m x 20m. Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan memilih 7 pohon kopi yang memiliki kerapatan kanopi, tinggi pohon yang kurang lebih sama, kemiringan lahan sekitar 3-6 %. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada tiga kedalaman tanah yaitu 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Variabel penelitian yang diukur adalah tekstur tanah, berat isi tanah (BI), berat jenis tanah (BJ), porositas tanah, kadar C-organik tanah, pH tanah.

Hasil dari penelitian menunjukkan kategori tekstur tanah pada lokasi pengamatan adalah kelompok sedang hingga halus yang termasuk kedalam kelas klei dan klei lom. Porositas tanah tertinggi (64,95 %) dengan pemberian bahan organik pupuk kandang sapi dan porositas terendah (59,2 %) dengan pemberian pupuk NPK. Pemberian pupuk kulit buah kopi (P2) memiliki porositas tanah (61,2%) dan pemberian vermikompos (63,64%). Rata-rata total kadar C-organik tanah tertinggi (2,12 %) dengan pemberian bahan organik vermikompos (P1), sedangkan terendah (1,89 %) dengan pemberian pupuk NPK (P4), pada perlakuan lainnya diperoleh total kadar C-organik tanah yang hampir sama (2,05 % dan 2,10 %) masing-masing pemberian bahan organik kompos kulit buah kopi (P2) dan pupuk kandang sapi (P3). Berat isi tanah terendah ( $0,84 \text{ g/cm}^3$ ) dengan pemberian bahan organik pupuk kandang sapi (P3) dan tertinggi ( $0,96 \text{ g/cm}^3$ ) dengan pemberian NPK (P4). Berat isi tanah menunjukkan dengan bertambahnya kedalaman tanah (0-30 cm) berat isi tanah semakin meningkat  $0,85 \text{ g/cm}^3$  (0-10 cm) hingga  $0,91 \text{ g/cm}^3$  (20-30 cm). Kemasaman tanah (pH tanah) pada lokasi penelitian termasuk ke dalam kelas masam dengan rata-rata 4,86. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pemberian bahan organik dapat memperbaiki kondisi porositas tanah tanah.

## SUMMARY

Johandre Arpindra Surya. 105040200111131. **Study of Soil Porosity on Several Organic Material's Giving in Robusta Coffee (*Coffea canephora* Pierre) Plantations.** Supervised by: Widiyanto dan Yulia Nuraini.

---

Land use change from forestry to plantation showed a huge impact, especially about environmental damage and land damage. First is soil compaction damage that caused by the use of inorganic fertilizers continuously (chemical fertilizers). One important way to maintain the soil quality, especially soil porosity, soil organic matter content and also provide food for soil organisms on robusta coffee plantation is by provide organic matter (cow manure and vermicompost) and also return organic matter to the soil crop residues such coffee fruit peel. Giving organic matter will affect the porosity of the soil. The purpose of this research is (1) to study and assess the application of some kind of organic material (cow manure, vermicompost and coffee fruit peel) to the total porosity of the soil on robusta coffee plantations, (2) Knowing the highest C-organic content in the application of some kind of organic material in the robusta coffee based plantation (*Coffea canephora* Pierre).

This study was conducted in December 2013 - April 2014, in the robusta coffee plantation planted on 1954 belonging to PT Nusantara XII (Persero), district Wonosari, Bangelan village, Malang. Soil sampling conducted on robusta coffee plantation on the 10<sup>th</sup> block with the land area of 10 ha. On the 10<sup>th</sup> block there are 4 plots that use different fertilizer, which is (P1) application of vermicompost, (P2) application of coffee peel fertilizer, (P3) application of cow manure, and (P4) NPK fertilizer application (control). Each plot soil sampling conducted in the sampling area by the size of 20 m x 20 m. Soil sampling is done by selecting 7 coffee tree has a canopy density, tree height is approximately the same, about 3-6 % slope . Soil sampling conducted on three soil depth which are is 0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm. Research variables measure is soil texture, soil bulk density (BI), soil particle density (BJ), soil porosity, soil C-organic content, and soil acidity (soil pH).

The results of the study indicate the category ground texture on the location of the observation are included to the class of clay and clay loam. The highest soil porosity (64.95 %) with the application of organic manures of cow manure and the lowest porosity (59.2 %) with NPK fertilizer. Fertilizer coffee fruit peel (P2) has a porosity of soil (61.2 %) and the application of vermicompost (63.64 %). Average levels of the highest C-Organic (2.12 %) with vermicompost application of organic manures (P1), while the lowest (1.89 %) with NPK fertilizer (P4), on the other treatments derived total C-Organic levels land which is almost the same (2.05% and 2.10 %) respectively giving organic matter compost coffee fruit peel (P2) and cow manure (P3). The lowest soil bulk density (0.84 g/cm<sup>3</sup>) with the application of organic manures of cow manure (P3) and the highest (0.96 g/cm<sup>3</sup>) with the application of NPK (P4). By increasing of soil depth (0-30 cm) showed that soil bulk density increase 0.85 g/cm<sup>3</sup> (0-10 cm) to 0.91 g/cm<sup>3</sup> (20-30 cm). Soil acidity (soil pH) of the soil at the study site belongs to the class of acid with an average of 4.86. The results of this study prove that the application of organic manures can improve the condition of the soil total porosity.



## KATA PENGANTAR

Pengelolaan perkebunan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre) secara terpadu sangat penting dalam produksi kopi robusta untuk tetap optimal dan memiliki kualitas kopi yang tinggi. Upaya yang dilakukan di Perkebunan Kopi Robusta di PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) Kecamatan Wonosari, Desa Bangelan Kabupaten Malang, namun produksi kopi yang diharapkan masih kurang optimal yang disebabkan oleh gangguan pada kesehatan tanah yaitu kepadatan tanah. Salah satu upayanya adalah dengan memberikan beberapa jenis bahan organik ke kebun kopi.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik di Perkebunan Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre)**".

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ir. Widiyanto, M.Sc selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS selaku dosen pembimbing kedua atas segala arahan, bimbingan dan nasihat yang telah diberikan. Terima kasih juga kepada PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) yang telah menyediakan lokasi penelitian di Kebun Kopi Bangelan, Kabupaten Malang. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr.Ir.Sugeng Prijono,SU dan ibu Dr.Ir.Retno Suntari,MS yang telah memberikan evaluasi dan bimbingan skripsi saya.
2. Bapak Ngadirin serta Bapak dan Ibu karyawan Jurusan Tanah terimakasih atas bantuan dan fasilitas yang telah diberikan.
3. Kepada Kedua orang tua Bapak Sukarman Dwianto dan Ibu Pangestutik, dan juga kakak-kakakku tersayang, adikku, dan keponakanku yang sudah memberikan semangat selama ini.
4. Terimakasih penulis ucapkan kepada bapak Siswanto yang telah banyak membantu penulis dalam keperluan di lapang dan pemenuhan data-data sekunder.
5. Teman-teman SOILER 2010 yang sudah banyak membantu dalam proses penulisan skripsi dan semangat yang diberikan kepada saya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Malang, Mei 2014

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Blitar pada tanggal 05 Agustus 1990 sebagai putra ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Sukarman Dwianto dan Ibu Pangestutik.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Kalipang 03 Blitar pada tahun (1997-2003), dan melanjutkan ke pendidikan menengah di SMP Negeri 01 Sutojayan Blitar pada tahun (2003-2006), kemudian menempuh pendidikan di SMA Negeri 01 Sutojayan Blitar pada tahun (2006-2009). Tahun 2010, penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri di Universitas Brawijaya Malang Fakultas Pertanian Program Studi Agroekoteknologi melalui jalur SNMPTN (Jalur Reguler).

Selama menjadi mahasiswa dan menjalani pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar Ilmu Tanah pada tahun 2011, asisten praktikum Irigasi dan Draenase pada tahun 2012 dan asisten praktikum Teknologi Konservasi Sumberdaya Lahan pada tahun 2013.

Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan di lingkup Fakultas dan ekstern Kampus, antara lain : Sebagai anggota dalam warung Prancis Politeknik Negeri Malang (Pelatihan berbahasa Perancis dan perencanaan study ke Perancis) pada tahun 2013-2014, sebagai anggota dalam music of malang pada tahun 2013, sebagai anggota dalam Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah pada tahun 2013.



## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN .....</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	4
1.3. Hipotesis.....	4
1.4. Manfaat .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Bahan Organik .....	5
2.2. Sifat Fisik Tanah .....	14
2.3. Peran Bahan Organik Terhadap Porositas Tanah.....	18
2.4. Hubungan Karakteristik Tanah dengan Porositas Tanah .....	19
<b>3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1. Tempat dan Waktu .....	21
3.2. Kondisi Umum Blok Pengamatan.....	21
3.3. Alat dan Bahan.....	24
3.4. Rancangan Percobaan dan Variabel Pengukuran.....	25
3.5. Pelaksanaan Penelitian .....	26
3.6. Analisis Data dan Interpretasi Data Hasil Pengukuran .....	29
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1. Tekstur Tanah.....	30
4.2. Kadar C-organik Tanah.....	31
4.3. pH Tanah.....	33
4.4. Berat Isi Tanah .....	33
4.5. Berat Jenis Tanah .....	35
4.6. Porositas Tanah .....	36
4.7. Pembahasan Umum.....	38



<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1. Kesimpulan .....	42
5.2. Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>48</b>



## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Tabel 1.	Kandungan Hara Beberapa Jenis Kotoran Hewan.....	8
Tabel 2.	Komposisi Fisik, Kandungan Nutrisi dan Kecernaan Protein Kulit Biji dan Kulit Buah Kopi.....	13
Tabel 3.	Kadar Hara Pupuk Kandang, Sekam, dan Limbah Kopi .....	13
Tabel 4.	Kriteria Berat Isi Tanah .....	16
Tabel 5.	Nilai Berat Jenis Tanah.....	17
Tabel 6.	Kriteria Porositas Tanah .....	18
Tabel 7.	Rata-rata Produksi dan Produktivitas Kopi 10 Tahun pertama Tanam 2003-2013.....	22
Tabel 8.	Alat dan Bahan.....	24
Tabel 9.	Variabel Pengamatan .....	25
Tabel 10.	Jenis Pupuk yang Dipergunakan Dalam Penelitian .....	25
Tabel 11.	Tingkat Kedalaman Tanah .....	25
Tabel 12.	Kombinasi Perlakuan Penelitian.....	26
Tabel 13.	Lokasi Pengambilan Contoh Tanah di Lokasi Penelitian .....	27
Tabel 14.	Cara Pemberian dan Dosis Pupuk yang Dipergunakan .....	27
Tabel 15.	pH Tanah Pada Lokasi Pengamatan .....	33
Tabel 16.	Nilai Rerata Berat Jenis Tanah. ....	36

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.	Alur Pikir dan Tahapan Penelitian .....	3
Gambar 2.	Proses Dekomposisi Bahan Organik Tanah .....	7
Gambar 3.	Tahapan Pengolahan Kopi .....	11
Gambar 4.	Rata-rata Curah Hujan dan Kelembaban.....	23
Gambar 5.	Histogram Persentase Tekstur Tanah.....	30
Gambar 6.	Sebaran Rata-rata Kadar C-organik Tanah .....	31
Gambar 7.	Sebaran Rata-rata Nilai Berat Isi Tanah.....	34
Gambar 8.	Sebaran Rata-rata Berat Isi Tanah Pada Kedalaman Tanah 0-30 cm .....	35
Gambar 9.	Sebaran Rata-rata Nilai Porositas Tanah.....	37
Gambar 10.	Hubungan Kadar C-organik Tanah Terhadap Berat Isi .....	38
Gambar 11.	Hubungan Kadar C-organik Tanah Terhadap Porositas Tanah ...	39
Gambar 12.	Hubungan Berat Isi Tanah Terhadap Porositas Tanah.....	40





## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
Lampiran 1.	Denah Lokasi Pengamatan .....	48
Lampiran 2.	Pengambilan Contoh Tanah dan Titik Pengukuran di Lokasi Pengamatan.....	49
Lampiran 3.	Pengambilan Contoh Tanah Untuk Variabel Pengamatan di Lokasi Pengamatan.....	50
Lampiran 4.	Tekstur Tanah.....	51
Lampiran 5.	Analisis Ragam C-organik Tanah .....	51
Lampiran 6.	Analisis Ragam pH Tanah.....	51
Lampiran 7.	Analisis Ragam Berat Isi Tanah .....	52
Lampiran 8.	Analisis Ragam Berat Jenis Tanah .....	52
Lampiran 9.	Analisis Ragam Porositas Tanah .....	52
Lampiran 10.	Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan.....	53
Lampiran 11.	Regresi C-organik Tanah dengan Berat Isi Tanah .....	53
Lampiran 12.	Regresi C-organik Tanah dengan Porositas Tanah .....	53
Lampiran 13.	BNT 5% Berat Isi Tanah (Perlakuan) .....	53
Lampiran 14.	BNT 5% Berat Isi Tanah (Kedalaman Tanah) .....	54
Lampiran 15.	BNT 5% Porositas Tanah .....	54
Lampiran 16.	BNT 5% Kadar C-Organik Tanah .....	54
Lampiran 17.	Dokumentasi Tahapan Analisis Laboratorium Berat Isi Tanah	55
Lampiran 18.	Dokumentasi Tahapan Analisis Laboratorium Berat Jenis Tanah .....	56
Lampiran 19.	Dokumentasi Contoh Pohon Kopi Robusta ( <i>Coffea canephora</i> Pierre) di Lokasi Pengamatan pada masing-masing Plot Pengamatan.....	57
Lampiran 20.	Dokumentasi Tahapan Pembuatan Pupuk Kulit Buah Kopi .....	58
Lampiran 21.	Dokumentasi Tahapan Pembuatan Pupuk Kandang Sapi .....	59
Lampiran 22.	Dokumentasi Tahapan Pembuatan Vermikompos .....	60

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) Desa Bangelan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Malang, merupakan perusahaan yang bergerak dibidang perkebunan kopi. Pada awalnya PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) Desa Bangelan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Malang merupakan kawasan hutan belantara yang terdiri dari berbagai jenis pohon dan tanaman. Akibat dari adanya ekstensifikasi, sehingga dilakukan pembukaan lahan pada tahun 1935 untuk dipergunakan sebagai perkebunan kopi robusta namun pada saat itu kepemilikan perkebunan merupakan milik perusahaan Belanda, baru pada tahun 1957-1958 mengalami nasionalisasi dan sekarang menjadi bagian dari PT Perkebunan Nusantara XII (Persero).

Alih guna hutan menjadi perkebunan menunjukkan dampak yang sangat besar terutama terhadap kerusakan lingkungan dan terjadinya kerusakan tanah. Kerusakan tanah adalah menurunnya fungsi tanah, baik sebagai sumber unsur hara bagi tumbuhan maupun sebagai tempat akar untuk menjalar dan sebagai tempat air tersimpan (Arsyad, 2006). Dampak lainnya adalah berkurangnya kerapatan tanaman dan keragaman jenis tanaman yang berakibat pada lingkungan pertanaman yang bersifat *fragile* (rapuh) dan menyebabkan kerentanan terhadap kerusakan jika tidak dilakukan pengelolaan dengan baik (Suryani, 2011). Perubahan kondisi tanah ini, disebabkan karena terdapatnya berbagai perubahan karakteristik jenis perakaran pada tanah di hutan yang memiliki variasi daripada lahan non hutan (Nurkin, 2011). Menurut Suprayogo *et al.* (2004) akibat alih fungsi lahan berpengaruh terhadap perubahan kandungan fraksi/partikel tanah. Akibat alih fungsi lahan menjadi lahan perkebunan berakibat pada kepadatan tanah yang tinggi dan tingkat porositas atau distribusi pori tanah akan semakin menurun, draenase rendah dan permeabilitas menurun.

Pengelolaan di Perkebunan berbasis kopi meliputi pemupukan, pengairan, perlindungan tanaman, perawatan tanaman dan lahan serta produksi kopi dari panen sampai pasca panen sehingga akan memperoleh target produksi yang



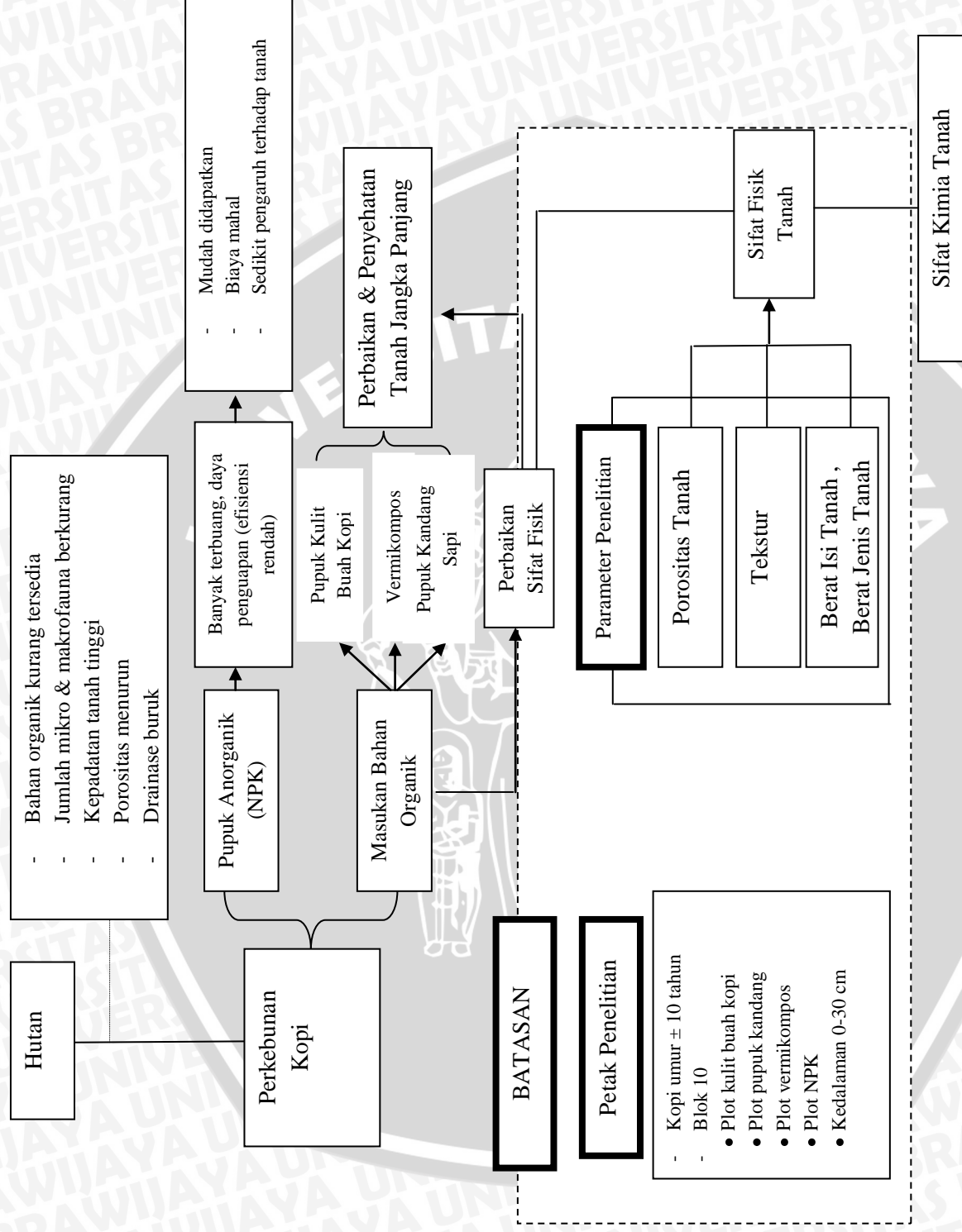
optimal. Guna memperoleh produksi yang maksimal dan berkelanjutan maka dilakukan beberapa pengelolaan yang terpadu.

Pengembalian atau pemberian bahan organik sebagai tambahannya ke tanah merupakan pengelolaan yang dilakukan di Perkebunan berbasis kopi robusta ini. Pemberian vermikompos pada tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah memperbaiki struktur tanah, porositas, permeabilitas, meningkatkan kemampuan untuk menahan air. Pengembalian residu atau sisa panen yang dikombinasikan dengan pupuk kandang, dapat memperbaiki kondisi fisik tanah seperti tingkat agregasi tanah menjadi baik, permeabilitas tanah menjadi meningkat, mengurangi tingkat kepadatan tanah, porositas tanah menjadi baik yang berakibat pada peningkatan perkembangan akar (Hati *et al.*, 2006).

Bahan organik merupakan komponen tanah yang penting dalam perbaikan dan peningkatan sifat-sifat tanah. Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah, memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah. Menurut Goenadi (2006) terhadap sifat fisik tanah dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah, sehingga menciptakan struktur tanah yang mantap dan ideal bagi pertumbuhan tanaman yang berakibat pada tingkat porositas yang baik dan mengurangi tingkat kepadatan tanah. Perbaikan pula fungsi bahan organik terhadap sifat kimia tanah adalah meningkatkan kapasitas tukar kation yang merupakan lokasi dan pusat hara sebelum dimanfaatkan oleh tanaman. Selanjutnya terhadap sifat biologi tanah adalah dapat mendukung terciptanya kondisi yang menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme tanah.

Bahan organik penting bagi tanah, sehingga pemberiannya perlu dilakukan secara intensif karena memiliki pengaruh terhadap sifat fisik tanah terutama porositas tanah. Pengukuran tingkat kepadatan tanah (BI) yang akan berpengaruh terhadap porositas tanah masih belum dilakukan pengukuran di lokasi pengamatan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dan alur cerita langkah-langkah penelitian disajikan pada Gambar 1.





Gambar 1. Alur Pikir Dan Tahapan Penelitian

### 1.2. Tujuan

1. Membandingkan pemberian beberapa jenis bahan organik (a) vermikompos, (b) pupuk kulit buah kopi, (c) pupuk kandang sapi, dan (d) pupuk NPK (kontrol) terhadap porositas total tanah di perkebunan berbasis kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre).
2. Mengetahui kadar C-organik tanah tertinggi pada pemberian beberapa jenis bahan organik di perkebunan berbasis kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre).

### 1.3. Hipotesis

1. Pori total tanah (porositas) yang diberi pupuk organik pupuk kandang sapi dan vermikompos lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk kulit buah kopi.
2. Pemberian pupuk kandang sapi memiliki kadar C-organik tanah lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pupuk NPK.

### 1.4. Manfaat

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi tentang pentingnya bahan organik yang diberikan ke tanah baik di lahan perkebunan maupun non perkebunan untuk memperbaiki sifat fisik tanah, kimia tanah, dan biologi tanah. Namun demikian ketersediaan data kuantitatif tersebut sangat dibutuhkan sebagai masukan dalam manajemen di perkebunan kopi, agar diperoleh keuntungan dan produktivitas yang optimal dan berkelanjutan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bahan Organik

#### 2.1.1 Bahan Organik dan Peranannya Terhadap Sifat Fisik Tanah

Bahan organik merupakan bahan-bahan yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dirombak oleh bakteri-bakteri tanah menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari tanah dan air. Bahan organik tanah merupakan penimbunan dari sisa-sisa tanaman dan binatang yang sebagian telah mengalami pelapukan dan pembentukan kembali. Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun dan buah.

Tingginya kandungan bahan organik dapat mempertahankan kualitas sifat fisik tanah sehingga membantu perkembangan akar tanaman dan kelancaran siklus air tanah antara lain melalui pembentukan pori tanah dan kemandapan agregat tanah. Menurut Brady dan Weil (2000) penurunan masukan bahan organik akan berdampak terhadap penurunan kualitas tanah. Lingkungan fisik tanah berpengaruh terhadap sifat kimia dan biologi tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman secara optimum (Sharma dan Bhusman, 2001).

Bahan organik berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung melalui modifikasi sifat-sifat fisik tanah seperti stabilitas agregat dan porositas yang dapat memperbaiki ruang perakaran dan merangsang pertumbuhan tanaman (Darwish, Persaud dan Martens, 1995). Bahan organik merupakan komponen tanah yang penting dalam memperbaiki sifat-sifat fisik tanah (Barzegar, Yousefi, dan Daryashenas, 2002). Menurut Erfandi, Kurnia dan Juarsah, (2004) menyatakan bahwa pemberian bahan organik pada Ultisols dapat memperbaiki berat isi, pori aerasi, air tersedia, dan stabilitas agregat tanah lapisan 0-20 cm. Bahan organik tanah juga memberikan manfaat secara biologi melalui penyediaan energi bagi berlangsungnya aktifitas organisme sehingga akan meningkatkan kegiatan mikro maupun makroorganisme di dalam tanah (Hairiah *et al.*, 2000).



### 2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Bahan Organik Tanah

Faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik tanah antara lain adalah kedalaman tanah, iklim, tekstur tanah dan drainase (Darmawijaya, 1990).

Kedalaman lapisan menentukan kandungan bahan organik. Kandungan bahan organik banyak ditemukan pada lapisan atas setebal 20 cm (15-20%). Semakin ke bawah kandungan bahan organik semakin berkurang. Hal itu disebabkan akumulasi bahan organik memang terkonsentrasi di lapisan atas (Darmawijaya, 1990).

Faktor iklim yang berpengaruh adalah suhu dan curah hujan. Semakin ke daerah dingin, kadar bahan organik semakin tinggi. Pada kondisi yang sama kandungan bahan organik bertambah 2 hingga 3 kali tiap suhu tahunan rata-rata turun 100<sup>0</sup>C. Apabila kelembaban efektif meningkat, kandungan bahan organik juga akan bertambah. Hal itu berakibat terhadap kegiatan mikroorganisme tanah (Darmawijaya, 1990).

Tekstur tanah juga berperan dalam mempengaruhi kandungan bahan organik tanah, semakin tinggi jumlah klei (*clay*) maka semakin tinggi kandungan bahan organik tanah, bila kondisi lainnya sama. Tanah berpasir memungkinkan oksidasi yang baik sehingga bahan organik cepat mengalami dekomposisi (Darmawijaya, 1990).

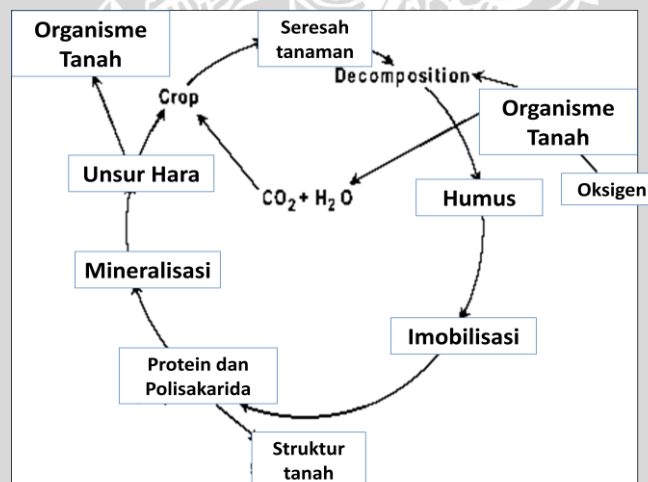
Draenase pada tanah buruk, dimana air berlebih, oksidasi terhambat karena kondisi aerasi yang buruk, proses dekomposisi berjalan sangat lambat, sehingga kandungan bahan organik tanah tinggi. Disamping itu vegetasi penutup tanah juga mempengaruhi kandungan bahan organik tanah.

Cacing tanah berpengaruh terhadap kandungan bahan organik tanah. Dengan memberikan bahan organik yang cukup dan menempatkannya secara tepat, cacing tanah dapat membuat liang di dalam tanah dan melakukan pengolahan tanah dengan mencampur bahan organik dan tanah hingga lapisan bawah serta menghasilkan kasing yang dipusatkan pada rhizosfir. Adanya lubang-lubang cacing tanah ataupun dari fauna tanah lainnya dapat meningkatkan laju infiltrasi dan perkolasi air, sehingga dapat mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah (Subowo, 2011). Aktivitas cacing tanah dalam mencari makan dan

membuat saluran-saluran dalam tanah berperan penting dalam mendekomposisi bahan organik, penyebaran bahan organik, siklus nutrisi dan pergerakan air dalam tanah (Lavelle dan Spain, 2001).

### 2.1.3 Dekomposisi Bahan Organik

Dekomposisi bahan organik merupakan proses biologis yang terjadi secara alamiah. Kecepatan proses dekomposisi ini ditentukan oleh tiga faktor: organisme tanah, lingkungan fisik, dan kualitas bahan organik. Dalam proses dekomposisi bahan organik (Gambar 2) ini dilepaskan berbagai hasil, seperti CO<sub>2</sub>, energi, air, hara tanaman dan senyawa-senyawa organik hasil re-sintesis. Pada akhirnya proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan bahan organik yang lebih kompleks, disebut humus; proses ini disebut “humifikasi”. Humus mempengaruhi berbagai sifat dan ciri tanah. Humus yang berwarna gelap, mampu memperbaiki agregasi tanah yang berpengaruh terhadap stabilitas agregat tanah, meningkatkan KTK tanah (kemampuan menahan unsur hara), dan menyumbang unsur hara N, P dan lainnya (Soemarno, 2011).



**Gambar 2.** Proses Dekomposisi Bahan Organik Tanah (Soemarno, 2011)

Kecepatan dekomposisi bahan organik tergantung pada susunan dan ukuran partikel, reaksi tanah, suhu, kadar air, organisme tanah, aerasi, C/N rasio, ketersediaan hara dan kandungan klei (*clay*).

Bahan organik tanah yang mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme mengandung persenyawaan sederhana seperti karbohidrat, asam amino, protein, lipid, asam nukleat, dan lignin. Hasil akhir dekomposisi bahan organik di dalam



tanah dikenal sebagai humus atau senyawa humat. Humus ini merupakan komponen tanah sangat penting (Tan, 1991).

## 2.1.4 Jenis-jenis Pupuk Organik dan Anorganik

### 2.1.4.1 Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kandang ternak, baik berupa kotoran padat (*faeces*) yang bercampur sisa makanan maupun air kencing (*urine*) seperti sapi, kambing, ayam dan jangkrik. Pupuk kandang mengandung unsur hara makro (nitrogen, fosfat, dan kalium) dan mikro (kalsium, magnesium, dan mangan) yang dibutuhkan tanaman dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanah, karena pupuk kandang berpengaruh untuk jangka waktu yang lama dan merupakan sumber makanan bagi tanaman (Andayani, 2013). Menurut Widowati (2004) bahwa semakin lama waktu dekomposisi pupuk kandang semakin baik sehingga pupuk kandang menjadi halus dan dapat menyuburkan tanah sehingga tanah tersebut mampu untuk membantu pertumbuhan tanaman dan memberikan hasil produksi buah yang baik.

Pupuk kandang memiliki kandungan unsur hara yang berbeda-beda karena masing-masing ternak mempunyai sifat khas tersendiri yang ditentukan oleh jenis makanan dan usia ternak tersebut. Seperti unsur hara yang terdapat pada pupuk kandang sapi yaitu N 2,33%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,61%, K<sub>2</sub>O 1,58%, Ca 1,04%, Mg 0,33%, Mn 179 ppm dan Zn 70,5 ppm (Wiryanta dan Bernardinus, 2002). Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan jauh lebih rendah dari pada pupuk kimia (Tabel. 1) sehingga takaran penggunaannya juga akan lebih tinggi.

**Tabel 1.** Kandungan Hara Beberapa Jenis Kotoran Hewan

Sumber	N	P	K %	Ca	Mg	S	Fe
Sapi perah	0,53	0,35	0,41	0,28	0,11	0,05	0,004
Sapi daging	0,65	0,15	0,30	0,12	0,10	0,09	0,004
Kuda	0,70	0,10	0,58	0,79	0,14	0,07	0,010
Unggas	1,50	0,77	0,89	0,30	0,88	0,00	0,100
Domba	1,28	0,19	0,93	0,59	0,19	0,09	0,020

Sumber: Tan (1991)

Penambahan pupuk kandang sapi pada tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti kemampuan mengikat air, porositas dan berat isi tanah. Interaksi



antara pupuk kandang sapi dan mikroorganisme tanah dapat memperbaiki agregat dan struktur tanah. Hal ini dapat terjadi karena hasil dekomposisi oleh mikroorganisme tanah seperti polisakarida dapat berfungsi sebagai lem atau perekat antar partikel tanah. Keadaan ini berpengaruh langsung terhadap porositas tanah. Pada tanah berpasir, pupuk kandang sapi dapat berperan sebagai pemantap agregat yang lebih besar dari pada klei (*clay*) (Hartatik, Suriadikarta dan Prihati, 2002). Menurut Adimiharja *et al.* (2000) melaporkan pemberian pupuk kandang sapi, kambing, dan ayam dengan takaran  $5 \text{ t h}^{-1}$  pada Ultisols Jambi nyata meningkatkan kadar C-organik tanah, dan hasil jagung dan kedelai.

Pupuk kandang sapi sebagai sumber bahan organik memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan pupuk anorganik seperti (1) pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah, (2) meningkatkan nilai tukar kation, (3) memperbaiki struktur tanah, (4) meningkatkan aerasi dan kemampuan tanah dalam memegang air dan (5) menyediakan lebih banyak macam unsur hara seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur mikro lainnya (Tisdale dan Nelson, 1991) serta (6) penggunaannya tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Donahue, Miller dan Shickluna, 1997).

Banyak sedikitnya pupuk kandang sapi yang diberikan ke dalam tanah bergantung pada jenis tanah dan jenis tanaman yang akan diusahakan. Adapun cara pemberian pupuk kandang sapi tersebut dapat dilakukan dengan cara disebar di atas permukaan tanah kemudian dicampur hingga merata ataupun dimasukkan ke dalam lubang tanam.

#### 2.1.4.2 Vermikompos

Vermikompos merupakan pupuk organik yang dihasilkan dari proses perombakan bahan organik dengan memanfaatkan aktivitas cacing tanah (Madjid, 2011). Menurut Manshur (2001) vermikompos merupakan pupuk organik yang bersifat ramah lingkungan dan memiliki keunggulan dibanding dengan pupuk organik yang lain. Mikroorganisme yang berperan dalam vermikompos antara lain bakteri, fungi, dan actinomycetes. Hasil biodegradasi bahan organik yang dilakukan oleh cacing tanah dinamakan kascing/vermikompos (Untung, 1999). Vermikompos tampak seperti tanah kering yang telah digiling dan secara nyata meningkatkan kesuburan tanah (Praswati dan Hidayat, 1992).

Vermikompos mengandung unsur hara lengkap, baik makro maupun mikro, yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. Komposisi kimia vermikompos antara lain: nitrogen 0,63%, fosfor 0,35%, kalium 0,20%, kalsium 0,23%, magnesium 0,26%, natrium 0,07%, tembaga 17,58%, seng 0,007%, manganium 0,003%, besi 0,790%, boron 0,210%, molibdenum 14,48%, kapasitas tukar kation 35,80 me/100 gram, kapasitas menyimpan air 41,23% dan asam humus 13,88%. Unsur hara tersebut siap diserap tanaman dan sangat berguna bagi pertumbuhan dan produksinya (Mulato *et al.*, 2003).

Syarat-syarat cacing tanah yang digunakan dalam proses *vermikompos* antara lain: tingkat produksi kokon yang tinggi, waktu perkembangan kokon yang pendek, keberhasilan penetasan kokon yang tinggi, dan memiliki laju reproduksi yang tinggi (Bhattacharjee dan Chaudhuri, 2002). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses vermikompos adalah proses vermikompos dalam kaitannya dengan pertumbuhan dan kelangsungan hidup cacing tanah. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, misalnya suhu, kelembaban, rasio C/N, pH, aerasi, dan makanan. Pengaruh faktor-faktor tersebut bervariasi pada setiap spesies cacing tanah (Manshur, 2001).

Vermikompos merupakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah, dengan nutrisi tersebut mikroorganisme pengurai bahan organik akan terus berkembang dan menguraikan bahan organik dengan lebih cepat. Sehingga, dapat meningkatkan kesuburan tanah. Beberapa keunggulan lain vermikompos adalah menyediakan hara N, P, K, Ca, Mg dalam jumlah yang seimbang dan tersedia, meningkatkan kandungan bahan organik, meningkatkan kemampuan tanah mengikat agregat tanah, menyediakan hormon pertumbuhan tanaman, menekan risiko akibat infeksi patogen, sinergis dengan organisme lain yang menguntungkan tanaman serta sebagai penyangga pengaruh negatif tanah (Sutanto, 2002).

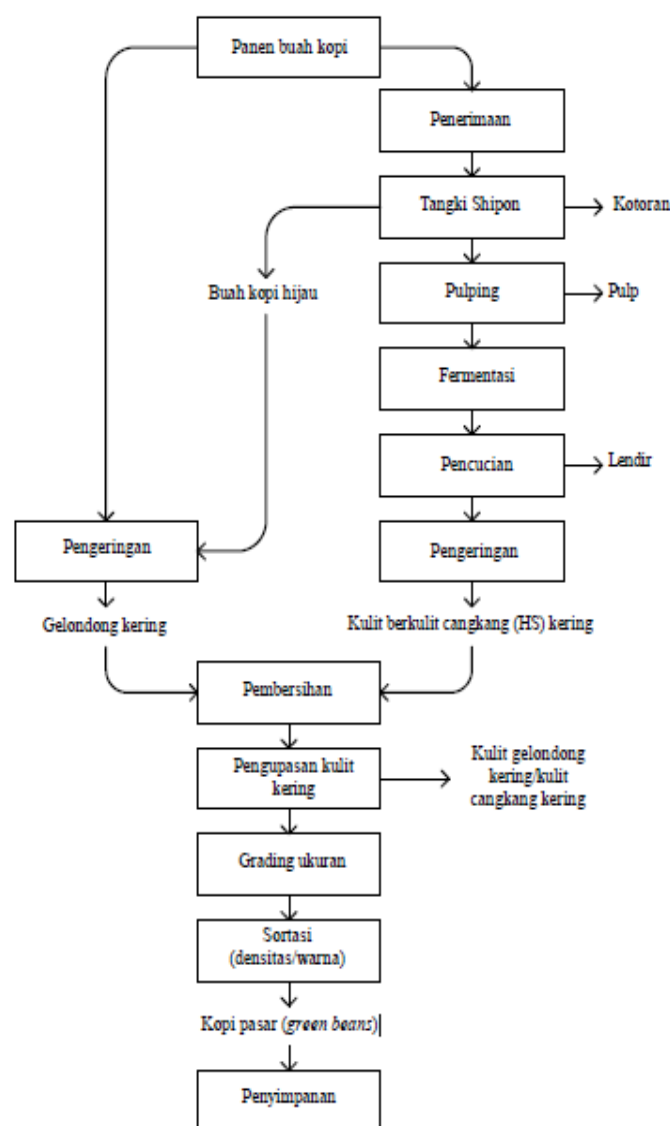
Pemberian vermikompos dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Cacing tanah mampu menggali lubang di sekitar permukaan tanah sampai kedalaman 2 meter dan aktivitasnya meningkatkan kadar oksigen tanah sampai 30%, memperbaiki pori-pori tanah, memudahkan pergerakan akar tanaman serta meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menyimpan air (Kartini, 2008). Dengan



demikian, pemberian vermikompos dapat menambah hara kedalam tanah sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Mulato *et al.*, 2003).

### 2.1.4.3 Pupuk Kulit Buah Kopi

Kulit buah kopi merupakan limbah pengolahan buah kopi (Gambar 3) yang memiliki banyak kegunaan dan manfaat. Bahan baku untuk pembuatan kompos banyak tersedia di perkebunan kopi, salah satunya adalah kulit buah kopi. Sampai saat ini, limbah organik dari perkebunan kopi ini belum dimanfaatkan secara optimal.



**Gambar 3.** Tahapan pengolahan kopi cara kering dan basah serta produk limbah yang dihasilkan



Pengomposan produk samping kopi padat selalu dilakukan untuk menghindari pengaruh negatif terhadap tanaman akibat C/N rasio yang tinggi, disamping itu untuk mengurangi volume bahan agar memudahkan dalam aplikasi serta menghindarkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan diversifikasi limbah kulit buah kopi menjadi kompos organik telah dilakukan. Menurut Erwiyono, Nurkholis dan Baon. (2001), kompos organik yang diproduksi dari limbah kulit buah kopi memiliki kandungan karbon (C) dan nitrogen (N) yang terus mengalami penyusutan dari waktu minggu pertama hingga minggu keenam dengan nilai C/N rasio yang didapatkan relatif stabil pada periode yang sama.

Menurut Melawati (2002), limbah pabrik kopi dapat diolah menjadi pupuk organik dengan aktivator atau bantuan makroorganisme (cacing tanah) dengan lama proses pengomposan 9 minggu termasuk proses fermentasi. Campuran yang mengandung 25-50% limbah kopi dengan kotoran sapi akan mendapatkan struktur yang baik pada hasil kompos organiknya.

Menurut Mulato, Atmawinata dan Yusianto. (2003) secara kimiawi kulit buah kopi mengandung bahan organik seperti karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) yang terikat dalam senyawa selulosa (45 %), hemi-selulosa (25 %), lignin (25 %), resin (4,5 %), abu (0,5 %). Reaksi pembakaran senyawa organik yang terkandung dalam 1 kg kulit kopi kering dengan oksigen akan melepaskan energi panas antara 3.100-3.300 kkal. Sehingga, limbah kulit buah kopi dapat dijadikan sebagai kompos.

Kandungan hara kompos dari kulit buah kopi adalah 2,98% N, 45,3% C-organik, 0,18%  $P_2O_5$ , 2,28%  $K_2O$ , 1,22%  $CaO$  dan 0,21%  $MgO$  (Baon, Sukasih dan Nurkholis, 2005). Selain itu, kulit buah kopi juga mengandung unsur Mn, Fe, Cu dan Zn. Pemanfaatan limbah tersebut diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan porositas tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan produksi, mengurangi pencemaran, meningkatkan nilai tambah, mengurangi masukan (*input*) pupuk anorganik dan menjamin keberlanjutan usaha perkebunan kopi. Hal ini didukung hasil analisis dapat disajikan pada Tabel 2 dan 3.

**Tabel 2.** Komposisi Fisik, Kandungan Nutrisi Kulit Buah

Komposisi/Zat Nutrisi	Kulit Biji Kopi	Kulit Buah Kopi
Bahan kering (%)	95,45	94,30
Energi Bruto ( Mj/ kg )	19,90	18,76
Protein kasar (%)	10,40	4,61
Lemak (%)	2,13	0,46
Serat kasar (%)	16,42	65,20
Abu (%)	7,35	2,20
Kalsium (%)	0,48	0,34
Fosfor (%)	0,04	0,01
Protein (%)	65,04	51,43

*Sumber:* Hasil penelitian oleh Desmayanti dan Muladi (1995).

Limbah kulit kopi yang telah hancur menjadi bubuk mengandung 1,88 % N; 2,04 % K; 0,5 % Ca dan 0,39 % Mg (Trisilawati dan Gusmaini, 1999). Pemanfaatan kulit kopi menjadi kompos dapat dicampur dengan bahan organik lain seperti sekam padi, dan sisa tanaman lainnya. Dapat juga ditambahkan pupuk kandang dan mikroba pengurai sebagai pemacu, serta bahan lain seperti mikoriza arbuskula, kapur, urea dan abu dapur untuk memperkaya kandungan hara kompos (Trisilawati dan Gusmaini, 1999).

**Tabel 3.** Kadar Hara Pupuk Kandang, Sekam dan Limbah Kopi.

Jenis Bahan Organik	C-organik	N	P	K	Ca	Mg	C/N
Kotoran ternak	15,06	1,52	0,95	0,86	1,29	0,56	12
Sekam Padi	27,12	0,86	0,04	0,18	0,23	0,06	10
Limbah Kopi	24,86	1,88	0,12	2,04	0,53	0,39	13

*Sumber:* Hasil penelitian oleh Trisilawati dan Gusmaini (1999)

#### 2.1.4.4 Pupuk Anorganik

Pupuk NPK merupakan pupuk anorganik atau pupuk buatan yang dihasilkan dari pabrik-pabrik pembuat pupuk, dimana pupuk tersebut mengandung unsur-unsur hara atau zat-zat makanan yang diperlukan tanaman (Sutejo, 2002). Kandungan unsur hara dalam pupuk ini dinyatakan dalam tiga angka yang



berturut-turut menunjukkan kadar N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O (Hardjowigeno, 2003). Pupuk NPK memiliki bentuk yang berbeda-beda, dapat berbentuk bubuk, butiran (granul) maupun tablet. Bentuk dari pupuk ini biasanya dibuat sesuai dengan kebutuhan tanaman, misalnya pupuk dengan bentuk bubuk cepat larut dalam air, pupuk ini sesuai untuk tanaman yang berumur pendek. Pupuk dengan bentuk tablet pada umumnya mempunyai daya larut unsur hara dalam air yang lambat, pupuk tablet biasanya digunakan untuk pemupukan tanaman keras (tanaman tahunan). Produksi tanaman dapat lebih tinggi lagi bila pemupukan dilakukan secara berimbang antara pupuk N, P, K dan Mg yang bisa mencapai 4.9 ton/ha. (Hakim, 2005).

Pemberian pupuk NPK sampai saat ini masih mempunyai efisiensi yang rendah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa dari sejumlah pupuk yang diberikan tidak semuanya dapat diserap oleh tanaman, yaitu hanya berkisar dari 10-20 %, selebihnya hilang melalui berbagai proses atau tertinggal di dalam tanah sebagai residu. Ketersediaan Fosfor (P) dalam tanah terdiri dari fosfor organik (Fitin, asam nukleat dan fosfolipida) dan fosfor anorganik (dalam bentuk senyawa Ca atau Fe dan Al). Fosfor organik di dalam tanah terdapat sekitar 50% dari P total tanah. Faktor terpenting yang mempengaruhi tersedianya P bagi tanaman adalah pH tanah. Fosfor paling mudah diserap oleh tanaman pada pH sekitar 6-7 (Tan, 1991).

Pengaruh pupuk NPK terhadap perubahan sifat tanah menurut Dahlan, Mulyati dan Wayan. (2008), perubahan sifat-sifat tanah pada lama inkubasi 7 dan 14 hari berpengaruh nyata terhadap kadar lengas tanah dan kadar C-organik tanah pada lama inkubasi baik 7 maupun 14 hari. Ketersediaan P sangat dipengaruhi oleh kadar lengas tanah, bahan organik dan pH tanah. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK hanya memberikan perbedaan yang nyata pada lama inkubasi 7 hari dan pada lama inkubasi 14 hari peningkatan NPK dari 200 menjadi 300 kg ha<sup>-1</sup> tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

## 2.2. Sifat Fisik Tanah

### 2.2.1. Tekstur Tanah (*Soil texture*)

Menurut Sutanto (2002), tekstur tanah adalah perbandingan antar partikel tanah yang terdiri dari fraksi pasir, debu dan klei (*clay*). Tekstur tanah bersifat



permanen atau tekstur tanah tidak bisa berubah, bisa berubah namun membutuhkan waktu yang sangat lama. Menurut Kartasapoetra dan Sutedjo. (2005), partikel pasir dan debu disebut juga dengan fraksi non aktif yang biasanya dengan bahan-bahan lain membentuk kerangka tanah.

Tekstur tanah berperan terhadap laju infiltrasi, tata udara, tata air, struktur tanah, berat isi tanah dan porositas tanah. Dari segi pengolahan tanah, tanah berpasir, ringan untuk dikerjakan karena sifat tanahnya yang lepas, sedangkan tanah lom sifatnya lekat, tidak lepas dan juga tidak keras. Menurut Dariah *et al.* (2003), pada tanah yang didominasi oleh fraksi pasir dapat mengalirkan air lebih cepat (kapasitas infiltrasi dan permeabilitas tinggi) dibandingkan dengan tanah yang berfraksi debu dan klei (*clay*). Hal ini disebabkan karena ukuran fraksi pasir yang lebih kasar.

### 2.2.2 Berat Isi Tanah (*Bulk density*)

Berat isi tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang paling sering ditentukan, karena keterkaitannya yang erat dengan kemudahan penetrasi akar di dalam tanah, drainase dan aerasi tanah, serta sifat fisik tanah lainnya. Seperti sifat fisik tanah lainnya, berat isi tanah memiliki variabilitas spasial (ruang) dan temporal (waktu). Nilai berat isi tanah bervariasi antara satu titik dengan titik yang lain. Hal ini disebabkan oleh variasi bahan organik, tekstur tanah, kedalaman perakaran, struktur tanah, jenis fauna, dan lain-lain. Komposisi mineral tanah, seperti dominannya mineral dengan berat jenis partikel tinggi di dalam tanah, menyebabkan berat isi tanah menjadi lebih tinggi pula (Grossman dan Reinsch, 2002).

Berat isi tanah juga menunjukkan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume pori-pori tanah, sekaligus merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin tinggi berat isi tanah maka semakin sulit ditembus oleh air dan akar tanaman dan akan memiliki porositas tanah yang rendah. Nilai berat isi tanah terendah biasanya didapatkan di permukaan tanah sesudah pengolahan tanah.

Tanah dengan bahan organik yang tinggi mempunyai berat isi tanah yang relatif rendah. Tanah dengan ruang pori total tinggi, seperti klei (*clay*), cenderung mempunyai berat isi tanah yang lebih rendah. Sebaliknya, tanah dengan tekstur kasar walaupun ukuran porinya lebih besar, namun total ruang porinya lebih kecil,

mempunyai berat isi tanah yang lebih tinggi. Komposisi mineral tanah seperti dominannya mineral dengan berat jenis partikel tinggi di dalam tanah, menyebabkan berat isi tanah menjadi lebih tinggi pula (Gossman dan Reinsch, 2002). Kriteria Berat Isi Tanah dapat disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kriteria Berat Isi Tanah

Nilai Berat Isi ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Kriteria Berat Isi	Kategori
< 0.90	Rendah	Ringan
0.90-1.2	Sedang	Sedang
1.2-1.4	Tinggi	Berat
> 1.4	Sangat Tinggi	Sangat Berat

*Sumber* : Hardyanto dan Christiady, (1992).

Berat isi tanah  $\text{g cm}^{-3}$  pada tanah mineral berkisar antara 0,6-1,4  $\text{g cm}^{-3}$ , sedangkan Andisols mempunyai berat isi tanah rendah antara 0,6-0,9  $\text{g cm}^{-3}$ , sedangkan tanah mineral lainnya mempunyai berat isi tanah antara 0,8-1,4  $\text{g cm}^{-3}$ . Tanah gambut mempunyai berat isi tanah yang rendah antara 0,4-0,6  $\text{g cm}^{-3}$ . Pada umumnya berat isi tanah yang semakin sulit ditembus oleh akar tanaman, yang memiliki nilai berkisar antara 1,1-1,6  $\text{g cm}^{-3}$  (Fahmudin, Dewi dan Haryati, 2002).

### 2.2.3 Berat Jenis Tanah (*Particle density*)

Berat jenis tanah adalah berat tanah kering persatuan volume partikel-partikel tanah (jadi tidak termasuk pori-pori tanah). Tanah mineral mempunyai berat jenis tanah 2,65  $\text{g cm}^{-3}$ . Berat jenis tanah merupakan salah satu faktor untuk menghitung tingkat porositas tanah. Kandungan bahan organik memberikan pengaruh pada berat jenis tanah (Hardjowigeno, 2003).

Nilai berat jenis tidak mudah berubah dalam jangka waktu yang relatif lama, hal ini terkait dengan komposisi padatan yang relatif stabil. Berat jenis tanah dipengaruhi oleh bahan induk tanah. Berat jenis tanah akan mempunyai perbedaan yang nyata jika pada tanah tersebut terdapat variasi komposisi mineral tanah yang sangat besar. Tabel 5 menyajikan nilai berat jenis tanah pada macam-macam bahan mineral tanah.



**Tabel 5.** Nilai Berat Jenis Tanah

Macam Tanah	Berat Jenis ( $\text{g cm}^{-3}$ )
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lempung berpasir tak Organik	2,62-2,68
Lempung Organik	2,58-2,65
Lempung Tak Organik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

Sumber : Hardyanto dan Christiady, (1992).

#### 2.2.4 Porositas Tanah (*Soil porosity*)

Porositas tanah menunjukkan proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara, sehingga merupakan indikator kondisi drainase dan aerasi tanah (Hanafiah, 2007). Porositas tanah berperan terhadap tata udara, tata air, berat isi tanah, struktur tanah, tekstur tanah dan laju infiltrasi tanah. Menurut Ali (2009), pori total tanah akan terisi dengan air dan udara, apabila memiliki kandungan ainya yang tinggi sehingga kandungan udaranya menjadi rendah, dan sebaliknya. Sifat-sifat air yang mengisi pori-pori tanah sangat berbeda menurut jumlah kandungannya. Pada kondisi jenuh, seluruh pori tanah terisi air, gerakannya cepat, sebagian didrainasekan dan sebagian tersedia bagi tumbuhan. Sedangkan pada kondisi kering, air berupa lapisan tipis yang menyelimuti partikel tanah, gerakannya sangat lambat, dan sama sekali tidak tersedia bagi tumbuhan.

Menurut Assa'ad, Juanda dan Warsana. (2003), porositas tanah tinggi jika bahan organik tanah tinggi. Tanah dengan struktur ganuler atau remah, mempunyai porositas yang lebih tinggi dari pada tanah-tanah dengan struktur *massive* (pejal). Tanah dengan tekstur pasir banyak mempunyai pori-pori makro sehingga sulit menahan air. Sebaliknya, pada tanah lapisan atas atau *top soil* bertekstur halus seperti klei (*clay*), memiliki lebih banyak ruang pori total yang sebagian besar terdiri pori-pori kecil. Hasilnya adalah tanah dengan kapasitas memegang air yang besar. (Hardjowigeno, 2003). Tabel 6 menyajikan kriteria porositas tanah.



**Tabel 6.** Kriteria Porositas Tanah

Porositas (%)	Kriteria Porositas Tanah
100	Sangat Porous
60-80	Porous
50-60	Baik
40-50	Kurang Baik
30-40	Jelek
<30	Sangat Jelek

*Sumber* : Hardyanto dan Christiady, (1992)

Kerapatan porositas tanah dapat menentukan kemudahan air dalam bersirkulasi dengan udara (drainase dan aerasi). Fungsi porositas tanah adalah tempat penyimpanan dan aliran larutan dan udara tanah. Tersedianya larutan dan udara tanah yang cukup, terutama oksigen bagi akar tanaman sangat perlu bagi pertumbuhan tanaman dan produksi tanaman yang akan dihasilkan (Manfarizah, Syamaun dan Nurhaliza, 2011). Akar tanaman dapat tumbuh dan berkembang pada pori-pori tanah, semakin besar tingkat porositas tanah maka semakin baik untuk pertumbuhan tanaman (Hanafiah, 2007).

### 2.3. Peran Bahan Organik terhadap Porositas Tanah

Pengolahan tanah dapat menyebabkan ruang pori tanah secara langsung akan mempengaruhi berat jenis tanah (kerapatan partikel tanah) yaitu semakin meningkat. Pengelolaan tanah dapat mempengaruhi struktur tanah, keadaan tanah dan bentuk permukaan tanah serta keadaan tanaman. Bahan organik berfungsi sebagai bahan perekat atau lem sehingga dapat mengubah partikel tanah kasar menjadi partikel tanah yang halus. Penutupan tanah dengan vegetasi akan memperbesar granulasi dan porositas tanah. Aktifitas organisme juga dapat mempengaruhi porositas tanah (Harsono, 1995).

Menurut Sutanto (2002), sifat tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah. Kandungan bahan organik tanah yang tinggi dapat meningkatkan kualitas sifat fisik tanah, melalui perangsangan aktivitas biologi tanah hingga pembentukan struktur tanah yang mantap. Bahan organik tanah

dapat membantu proses granulasi tanah sehingga menurunkan nilai berat isi tanah dan mengurangi tingkat pemadatan tanah. Semakin banyak granulasi tanah yang terbentuk, maka ruang pori yang tersedia juga akan bertambah banyak.

Hasil penelitian menunjukkan, penambahan bahan humat 1 persen pada Latosols mampu meningkatkan 35,75 % pori air tersedia dari 6,07 % menjadi 8,24 % volume (Herudjito, 1999). Pemberian bahan organik pada tanah dengan tekstur halus, akan meningkatkan pori meso dan menurunkan pori mikro. Dengan demikian akan meningkatkan pori yang dapat terisi udara dan menurunkan pori yang terisi air. Artinya akan terjadi perbaikan aerasi untuk tanah lom berat. Terbukti penambahan bahan organik (pupuk kandang) akan meningkatkan pori total tanah dan akan menurunkan berat isi tanah (Wiskandar, 2002).

Bahan organik tanah merupakan bagian penting dalam pembentukan dan menjaga stabilitas dari struktur tanah. Polimer-polimer dari fraksi *fulvic acid* (FA) dan *humic acid* (HA) dijerap oleh permukaan mineral sehingga dapat mendukung proses granulasi tanah (White, 2006). Pembentukan porositas tanah selain disebabkan oleh adanya celah atau ruang yang terbentuk dari pemantapan matrik tanah juga adanya aktivitas perakaran, hewan tanah, dan perekahan tanah.

Pengaruh bahan organik terhadap peningkatan porositas tanah di samping berkaitan dengan aerasi tanah, juga berkaitan dengan status kadar air dalam tanah. Penambahan bahan organik akan meningkatkan kemampuan menahan air sehingga kemampuan menyediakan air tanah untuk pertumbuhan tanaman meningkat. Penambahan bahan organik di tanah berpasir akan meningkatkan kadar air pada kapasitas lapang, akibat dari meningkatnya pori yang berukuran menengah (meso) dan menurunnya pori makro, sehingga daya menahan air meningkat, dan berdampak pada peningkatan ketersediaan air untuk pertumbuhan tanaman (Scholes *et al.*, 1994).

#### **2.4. Hubungan Karakteristik Tanah dengan Porositas Tanah**

Tanah bertekstur kasar mempunyai persentase ruang pori total lebih rendah daripada tanah bertekstur halus, meskipun rataan ukuran pori bertekstur kasar lebih besar dari pada ukuran pori tanah bertekstur halus (Arsyad *et al.*, 2006). Tanah bertekstur halus akan mempunyai persentase pori total lebih tinggi dari pada bertekstur kasar, walaupun ukuran pori dari tanah bertekstur halus



kebanyakan sangat kecil dan porositas sama sekali tidak menunjukkan distribusi ukuran pori dalam tanah yang merupakan suatu sifat yang penting (Sarief, 1986).

Pemberian bahan organik pada tanah dapat menurunkan berat isi tanah, hal ini disebabkan oleh bahan organik yang ditambahkan mempunyai kerapatan jenis yang lebih rendah. Kemantapan agregat yang semakin tinggi dapat menurunkan berat isi tanah maka persentase ruang pori-pori semakin kasar dan kapasitas mengikat air semakin tinggi (Kartasapoetra dan Sutedjo, 2005).

Tanah pasir mempunyai kadar lom dan bahan organik rendah, sehingga daya menahan airnya rendah, struktur remah, sampai berbutir dan sangat sarang (Komar, 1984). Jumlah pori tanahnya pun banyak, sehingga menyebabkan banyak ruang kosong didalam tanah. hal ini menyebabkan tanah tersebut mudah dalam melewati air dan air mudah hilang karena adanya proses perkolasi. Menurut Foth *et al.* (1994) bahwa porositas tergantung dan berhubungan dengan tekstur tanah. Adapun hubungan antara berat isi tanah dan porositas adalah berbanding terbalik, dimana semakin tinggi nilai berat isi tanah maka semakin rendah nilai porositasnya. Menurut Meyer dan Harmon (1984) bahwa tanah-tanah bertekstur halus (dominan klei) umumnya bersifat kohesif dan sulit untuk dihancurkan. Berbeda dengan tanah tanah berpasir, tanah berklei memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi, tekstur halus dan keadaan pori yang kecil namun banyak jumlahnya.





### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Kebun Kopi Robusta PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) Afdelling 1 Pusat (Besaran), Desa Bangelan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Malang. Pengukuran dilakukan pada kebun kopi robusta umur tanaman 60 tahun yang memiliki topografi dan zona ekologi kurang lebih sama. Secara topografis daerah ini memiliki ketinggian 400-650 M dpl.

Seluruh kegiatan lapangan dan analisis laboratorium dilakukan pada bulan Desember 2013 hingga Februari 2014. Analisis fisika tanah dilakukan di Laboratorium Fisika tanah, sedangkan analisis kimia tanah dilakukan di Laboratorium kimia tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.2. Kondisi Umum Blok Pengamatan

##### 3.2.1 Kondisi dan Sejarah Blok Pengamatan

Blok 10 Afdelling Besaran merupakan 1 dari 12 blok yang ada di Afdelling Besaran. Blok 10 dipilih karena memiliki kriteria yang sesuai untuk dilakukan penelitian. Selain itu, keadaan topografinya yang relatif datar dan tidak bergelombang, sehingga membuat blok ini terpilih sebagai plot untuk pengamatan. Karakteristik yang berbeda pada blok ini adalah dari aspek penggunaan jenis pupuk yang digunakan. Pada blok 10 ini terdapat 3 jenis plot yang menggunakan bahan organik yaitu yang menggunakan pupuk kulit buah kopi, pupuk kandang sapi dan menggunakan vermikompos. Selain itu 1 plot yang menggunakan pupuk anorganik yaitu pupuk NPK.

Blok 10 merupakan lahan perkebunan kopi robusta dengan tahun tanam 1954 (Lampiran 1). Pada mulanya wilayah ini merupakan kawasan hutan belantara yang terdiri dari berbagai jenis pohon dan tanaman akibat dari adanya ekstensifikasi, sehingga dilakukan pembukaan lahan untuk dipergunakan sebagai wilayah atau tempat untuk perkebunan kopi robusta. Setelah dilakukan pembukaan lahan pada tahun 1935, dilakukan penanaman tanaman naungan yaitu mogania (*Flemingia congesta*) dan tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Dengan berjalannya waktu dilakukan pembuatan jalan untuk akses pengangkutan hasil produksi kopi robusta dari kebun menuju pabrik untuk dilakukan pengolahan

kopi robusta. Pola tanam yang dilakukan pada kebun kopi robusta adalah pola tanam jalur jajar.

Blok 10 memiliki sekitar 11.000 tanaman kopi robusta. Plot yang menggunakan pupuk organik seluas 9 ha dan plot yang menggunakan pupuk anorganik seluas 1 ha. Masing-masing penggunaan pupuk organik luasnya adalah 3 ha, jadi terdapat 9.900 tanaman kopi robusta pada plot pupuk organik, kemudian pada plot yang menggunakan pupuk anorganik terdapat 1.100 tanaman. Rata-rata produksi dan produktivitas kopi 10 tahun per tahun tanam 2003-2013 dapat disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Rata –rata produksi dan produktivitas kopi 10 tahun per tahun tanam 2003 - 2013

Tahun	Luas Lahan/ (ha)	Produksi/ (ton)	Kg/ (ha)
2003	419,35	278,458	664
2004	412,05	292,392	710
2005	352,32	360,323	1.023
2006	301,47	213,252	707
2007	272,44	117,150	429
2008	292,72	311,790	1.065
2009	292,72	250,429	856
2010	292,72	396,510	1.355
2011	335,72	174,103	519
2012	335,72	399,496	1.190

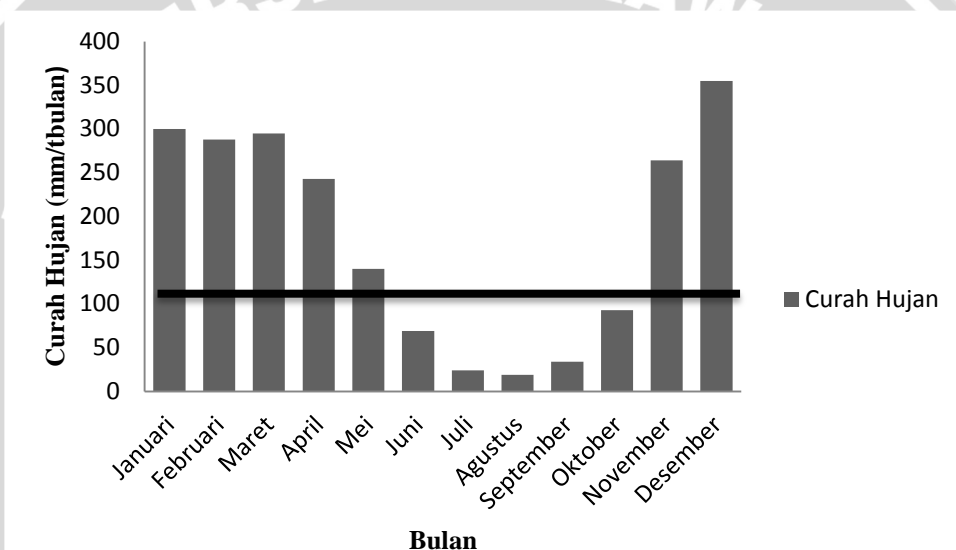
*Sumber:* Pusat dan Penelitian PT Perkebunan Nusantara XII Malang, (2013)

Produksi tanaman kopi memiliki *trend* atau pola musiman, dimana dari tahun ke tahun produksi cenderung naik turun. Jika produksi tahun ini tinggi, maka untuk produksi tahun akan datang cenderung naik. Fluktuasi produksi ini dipengaruhi oleh serangan hama dan penyakit, manajemen pemangakasan yang kurang tepat, banyaknya penyulaman pada tanaman kopi dan sifat *biannul bearing* kopi yaitu pada tahun ganjil produksi kopi akan meningkat karena dipengaruhi oleh perkembangan sistem generatif yang memuncak dan sedangkan pada tahun genap produksi kopi akan menurun karena kopi melakukan perbaikan sistem vegetatif tanaman kopi, maka mengakibatkan produksi tahun berikutnya dapat meningkat melebihi dari tahun sebelumnya



### 3.2.2 Kondisi Curah Hujan dan Kelembaban

Berdasarkan data rerata curah hujan dan kelembaban bulanan dari tahun 2003-2013 diketahui bahwa curah hujan rerata sebesar 2.142 mm per tahun dengan jumlah hari hujan rerata 129 hari per tahun. Penentuan kriteria bulan kering dan bulan basah ini dari Schmidth-Ferguson (Slamet dan Berliana, 2008), adalah bulan basah memiliki curah hujan  $> 100$  mm per bulan. Dari data rata-rata curah hujan dan kelembaban bulanan PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Kebun Kopi Robusta dapat diketahui bahwa bulan basah ( $> 100$  mm per bulan) terjadi pada bulan November hingga Mei. Data curah hujan dan kelembaban mulai tahun 2003-2013 (10 tahun terakhir) disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Rata-rata Curah Hujan dan Kelembaban 10 tahun terakhir (2003-2013) (PT Perkebunan Nusantara XII, 2013)

Berdasarkan data curah hujan dan kelembaban dari Gambar 4, menurut klasifikasi iklim Schmidth-Fergusson, iklim pada blok pengamatan termasuk pada iklim basah. Kondisi curah hujan dan kelembaban dalam pengamatan dan penelitian sangatlah penting, karena tinggi rendahnya terjadinya hujan akan mempengaruhi kadar air awal pada tanah. Penelitian dan saat pengambilan contoh tanah dilakukan pada bulan basah ( $> 100$  mm) yaitu pada bulan Desember hingga pada bulan Januari.

### 3.2.3 Karakteristik Tanah

Jenis tanah pada kebun kopi robusta ini adalah Inceptisol. Karakteristik tanah mempunyai lapisan solum yang tebal sampai sangat tebal, yaitu dari 130 cm sampai 5 meter, sedangkan batas antara horizon tidak begitu jelas. Kandungan



bahan organiknya berkisar antara 3-5 %. Kemasaman tanah berkisar antara pH 4,0-6,5 yaitu dari asam sampai agak masam. Tekstur tanah pada umumnya adalah fraksi klei (*clay*), sedangkan struktur tanahnya adalah remah dengan konsistensi adalah gembur. Kandungan unsur hara dari rendah sampai sedang. Mudah sampai agak sukar merembes air, oleh sebab itu infiltrasi dan perkolasinya dari agak cepat sampai agak lambat, daya menahan air cukup baik dan agak tahan terhadap erosi.

### 3.2.4 Topografi dan Kelerengan

Topografi lokasi penelitian terdapat di lereng Gunung Kawi. Area perkebunan PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Kopi Robusta pada blok pengamatan memiliki dataran dengan kelas lereng datar hingga landai yaitu 3-6%. Ketinggian tempat pada lokasi pengamatan adalah berada pada ketinggian 400-650 M dpl. Dengan demikian pengamatan dilakukan pada lokasi yang datar hingga landai.

## 3.3. Alat dan Bahan

**Tabel 8.** Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian.

Jenis Kegiatan	Tempat	Alat dan Bahan
<b>Pengambilan Contoh Tanah</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contoh tanah utuh (BI, BJ)</li> <li>• Tanah komposit (Tekstur)</li> </ul>	Blok 10, plot yang menggunakan pupuk kulit buah kopi, pupuk kandang sapi, vermikompos, pupuk NPK.	cetok, penggaris, alat tulis, ring contoh, kamera, palu, papan kayu, karet gelang, air, plastik, kertas label.
<b>Analisa Laboratorium</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BI, BJ, Porositas</li> <li>• Tektur Tanah</li> <li>• pH tanah dan C-organik</li> </ul>	Laboratorium Fisika, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya  Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya	labu ukur, oven, mortar, kertas label, alat tulis, timbangan analitik, botol air mineral, kamera, laptop, kalkulator, pipet, cawan.  Erlenmeyer 500 ml, gelas ukur, pipet tetes, buret untuk FeSO <sub>4</sub> , pengaduk magnetis, larutan K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 1N 10 ml, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat, H <sub>2</sub> O, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 85 %, difenilamina, FeSO <sub>4</sub> , CaCO <sub>3</sub> , Larutan penyangga/ buffer, dan pHmeter

*Sumber:* Laboratorium Fisika tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

### 3.4. Rancangan Percobaan dan Variabel Pengukuran

Percobaan ini dilakukan dengan teknik survei yang dilakukan dengan mengamati perbandingan plot tanah pemberian beberapa jenis pupuk terhadap sifat fisik tanah terutama porositas total tanah pada plot yang sebelumnya telah diaplikasikan beberapa jenis pupuk. Rancangan percobaan penelitian menggunakan rancangan acak kelompok pola *Nested Design* (Pola Tersarang).

Untuk memenuhi tujuan percobaan ini, dibutuhkan data pengukuran lapangan dan data pendukung berupa data sekunder dengan merujuk kepada penelitian mahasiswa lainnya dalam satu tim. Variabel utama yang diukur disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Variabel Pengamatan

No	Variabel Pengamatan	Metode
1.	Tekstur Tanah	Metode Pipet
2.	Berat Isi Tanah ( <i>Bulk density</i> )	Metode Ring
3.	Berat Jenis Tanah ( <i>Particle density</i> )	Volumetrik
4.	Porositas Tanah ( <i>Soil porosity</i> )	$1 - \frac{b_i}{b_j} \times 100\%$
5.	Kadar C-organik Tanah	Walkey and Black
6.	pH Tanah	Electrode Glass

Terdapat 2 Faktor yang digunakan dalam penelitian, faktor yang pertama adalah Perlakuan Jenis Pupuk (*Type of fertilizer*) (Tabel 10) dan faktor yang kedua adalah Kedalaman Tanah (*Soil depth*) (Tabel 11).

**Tabel 10.** Jenis Pupuk yang dipergunakan dalam penelitian

No	Perlakuan	Simbol
1.	Vermikompos	P1
2.	Pupuk Kulit Buah Kopi	P2
3.	Pupuk Kandang Sapi	P3
4.	Pupuk NPK (Kontrol)	P0

**Tabel 11.** Tingkat Kedalaman Tanah

No	Kedalaman Tanah	Simbol
1.	0–10 cm	K1
2.	11–20 cm	K2
3.	21-30 cm	K3



Dilakukan pengulangan sebanyak 7 kali, 4 perlakuan, 3 kedalaman sehingga terdapat 84 contoh tanah dari percobaan ini. Kombinasi antara perlakuan dengan tingkat kedalaman tanah disajikan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Kombinasi Perlakuan Penelitian

Perlakuan Jenis Pupuk	Kedalaman Tanah	Kombinasi Perlakuan
P1	K1	P1K1
	K2	P1K2
	K3	P1K3
P2	K1	P2K1
	K2	P2K2
	K3	P2K3
P3	K1	P3K1
	K2	P3K2
	K3	P3K3
P4	K1	P4K1
	K2	P4K2
	K3	P4K3

Keterangan: P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK. K1: kedalaman tanah 0-10 cm, K2: kedalaman tanah 10-20 cm, dan K3: kedalaman tanah 20-30 cm.

### 3.5. Pelaksanaan Penelitian

Tahap awal pelaksanaan penelitian adalah menentukan lokasi yang akan diukur, kemudian diambil titik perwakilan untuk dilakukan pengukuran demoplot. Untuk pengamatan ini dilakukan pemilihan kondisi pohon yang kurang lebih seragam, yang dimaksudkan disini adalah pemilihan pohon kopi robusta dengan tingkat kanopi kurang lebih sama, tinggi pohon yang kurang lebih sama yang akan digunakan sebagai acuan memilih titik-titik dalam demoplot dan pengambilan contoh tanah.

Pada plot-plot yang telah ditentukan, dibuat plot contoh dengan ukuran 20 m x 20 m yang ditentukan secara acak berdasarkan kriteria penentuan titik-titik pohon kopi robusta. Tujuan pembuatan plot contoh adalah untuk menyederhanakan dan membatasi daerah pengamatan. Pengambilan contoh tanah dan titik pengukuran di lapangan disajikan pada (Lampiran 2).



Untuk lokasi pengambilan contoh tanah disajikan pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Lokasi Pengambilan Contoh (tanah) yang digunakan Penelitian.

Simbol	Jenis Plot Penggunaan Pupuk	Lokasi	Umur Tanaman (Tahun)	Luas petak/plot (ha)	Luas Blok (ha)
P1	Vermikompos	Blok 10	60	3	10
P2	Pupuk Kulit Buah Kopi	Blok 10	60	3	10
P3	Pupuk Kandang	Blok 10	60	3	10
P4	Pupuk NPK	Blok 10	60	1	10

*Sumber:* Pusat dan Penelitian PT Perkebunan Nusantara, (2013)

**Tabel 14.** Cara Pemberian dan Dosis Pupuk yang dipergunakan.

Simbol	Plot Penggunaan Pupuk	Dosis Pupuk/Pohon	Cara Pemberian Pupuk	Waktu
P1	Vermikompos	20 kg $\square \square \square$ 22 t ha <sup>-1</sup>	Disebar dipermukaan	1 x / tahun
P2	Pupuk Kulit Buah Kopi	20 kg $\square \square \square$ 22 t ha <sup>-1</sup>	Disebar dipermukaan	1 x / tahun
P3	Pupuk Kandang	20 kg $\square \square \square$ 22 t ha <sup>-1</sup>	Disebar dipermukaan	1 x / tahun
P4	Pupuk NPK	0,205 kg $\square \square \square$ 0,225 t ha <sup>-1</sup>	Disebar dipermukaan	1x /6 bulan

*Sumber:* Pusat dan Penelitian PT Perkebunan Nusantara XII, (2013)

Pemupukan untuk jenis pupuk bahan organik seperti pupuk kulit buah kopi, pupuk kandang dan vermikompos, dosis yang diberikan ke kebun untuk tiap pohonnya adalah sebesar 20 kg. Kemudian cara pemberiannya adalah dengan cara di sebar dipermukaan tanah. Di setiap satu pohon bagian permukaan tanahnya dibuat persegi sebagai tempat peletakan pupuk dan kemudian pupuk diberikan ke permukaan tanah. Untuk waktu pemberian adalah setiap 1 tahun sekali.

Sedangkan untuk pupuk anorganik yaitu pupuk kimia (pupuk NPK) dengan mutu pupuk 1 : 2 : 2. Dosis yang digunakan tiap pohonnya adalah 0,205 kg atau 205 gram. Untuk persentase dosis NPK adalah N: 50%, P: 20%, K: 30% (semester satu), kemudian N: 50%, P: 30%, K: 20% (semester dua). Namun dosis yang diberikan ini setiap tahunnya selalu berubah-ubah, dosis pemupukan sudah ditentukan atau turun dari rekomendasi pusat dan penelitian (PUSLIT) PT

Perkebunan Nusantara XII (Persero). Kemudian untuk waktu pemberiannya adalah dengan cara persemester, atau setiap satu tahun dilakukan dua kali pemupukan. Tujuan dilakukannya pemupukan tiap semester adalah (1) Untuk semester satu tujuannya untuk merangsang pertumbuhan vegetatif pohon kopi lebih banyak, (2) Untuk semester dua tujuannya adalah untuk merangsang mutu dari buah kopi bisa berat jenis buah kopi atau ukuran buah kopinya, dilakukan pada bulan 3 atau 4.

### 3.5.1. Pengukuran Berat Isi dan Berat Jenis Tanah

Berat volume tanah diamati setelah diaplikasikan pupuk organik dan anorganik (Lampiran 3). Contoh tanah dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan. Berat volume tanah dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat volume tanah (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Berat tanah kering oven (g)}}{\text{Volume tanah (cm}^3\text{)}}$$

### 3.5.2. Pengukuran Porositas Tanah

Pengukuran dihitung berdasarkan hasil penetapan berat volume tanah (*bulk density*) dan kerapatan partikel tanah (*berat jenis tanah*). Pengukuran total ruang pori tanah dihitung dengan persamaan:

$$P = 1 - \frac{BI}{BJ} \times 100\%$$

Dimana: P = Total ruang pori tanah (%)

BI = Berat isi tanah (g cm<sup>-3</sup>)

BJ = Kerapatan partikel tanah (g cm<sup>-3</sup>)

### 3.5.3. Pengukuran Kadar C-organik Tanah

Kadar C-organik diukur melalui analisis terhadap contoh tanah dengan mengambil contoh tanah pada setiap petak percobaan dipilih 3 titik tiap pohon kopi untuk diambil contoh tanah yaitu pada titik 1, 4 dan 7. Artinya setiap plot penggunaan pupuk dipilih 3 pohon untuk diambil contoh tanah secara acak. Pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm, diayak sampai halus untuk analisis di laboratorium menggunakan metode Walkley dan Black.

### 3.5.4. Pengukuran pH Tanah



pH tanah diukur melalui analisis laboratorium terhadap contoh tanah dengan mengambil contoh tanah pada setiap petak percobaan dipilih 3 titik tiap pohon kopi untuk diambil contoh 3 titik tiap pohon kopi untuk diambil contoh tanah yaitu titik 1, 4 dan 7. Artinya setiap plot penggunaan pupuk dipilih 3 pohon untuk diambil contoh tanah secara acak. Pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm, kemudian diayak sampai halus dengan ukuran ayakan 3 mm untuk analisis di laboratorium menggunakan metode *electrode glass*.

### 3.6. Analisis Data dan Interpretasi Data Hasil Penelitian

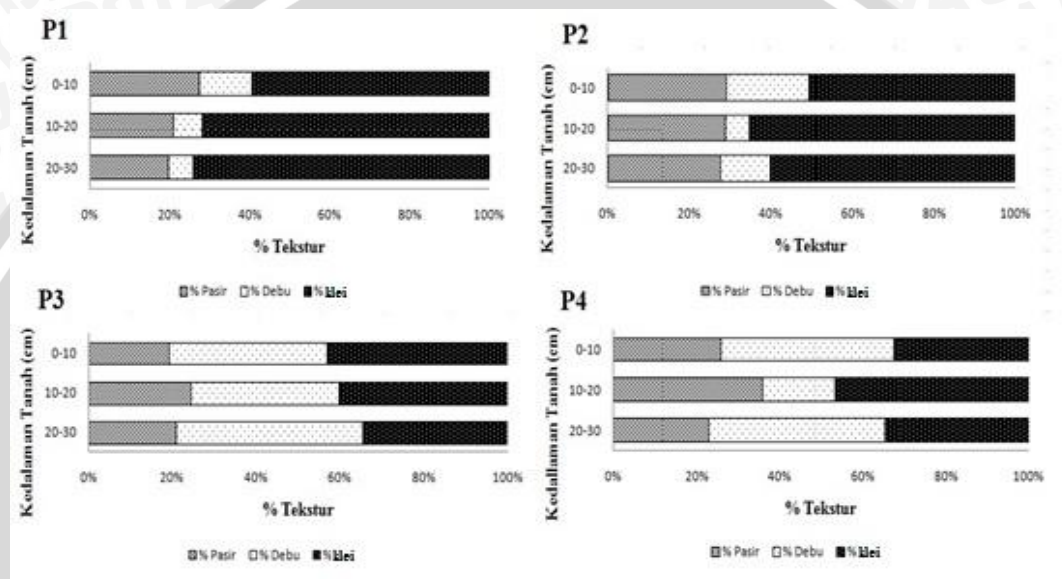
Data yang dikumpulkan, dianalisis dengan analisis varian (sidik ragam) ANOVA. Apabila dari hasil tersebut terdapat perbedaan secara nyata terhadap parameter yang diamati maka dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5% menggunakan Microsoft Office Excel 2007 untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter pengamatan dilakukan uji korelasi dan regresi dengan menggunakan program Microsoft Office Excel 2007 dan Minitab 14.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Tekstur Tanah

Kategori tekstur tanah pada lokasi percobaan termasuk dalam kelompok sedang hingga halus yang termasuk ke dalam kelas klei (*clay*) dan klei lom (Lampiran 4). Sebaran rata-rata persentase tekstur tanah antar kedalaman tanah menunjukkan adanya variasi yang dijumpai pada ke empat plot penggunaan pupuk Gambar 5.



(Keterangan: (P1) plot vermikompos, (P2) plot pupuk kulit buah kopi, (P3) plot pupuk kandang, dan (P4) plot pupuk NPK)

**Gambar 5.** Histogram persentase tekstur tanah (% pasir, % debu dan % klei) pada kedalaman tanah 0-30 cm

Sebaran persentase partikel pasir pada plot P1 menunjukkan penurunan dengan bertambahnya kedalaman tanah, begitu juga terjadi pada plot P2, namun menunjukkan penurunan yang tidak terlalu tinggi dengan semakin bertambahnya kedalaman. Pada plot P3 dan P4 menunjukkan peningkatan partikel pasir dengan bertambahnya kedalaman tanah kecuali mengalami penurunan pada kedalaman 20-30 cm.

Sebaran persentase partikel debu pada plot P1 menunjukkan penurunan dengan bertambahnya kedalaman pada plot P2, P3, dan P4 menunjukkan penurunan dengan bertambahnya kedalaman kecuali pada kedalaman 20-30 cm mengalami peningkatan.

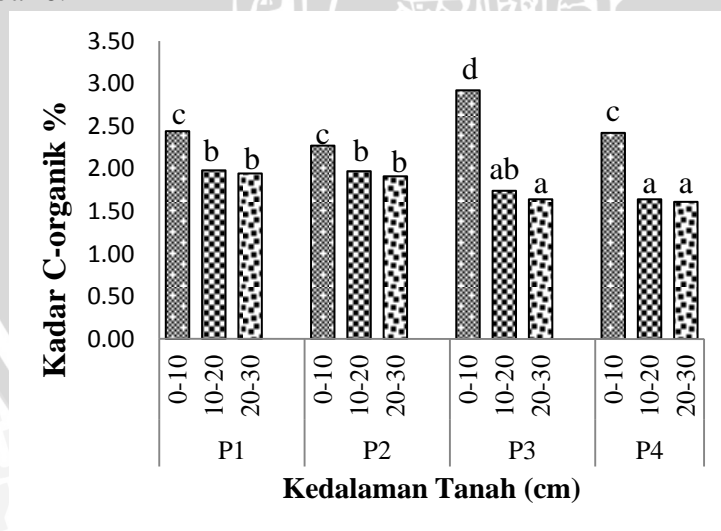


Sebaran persentase partikel klei pada plot P1 dan P2 menunjukkan peningkatan dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah. Pada plot P2 dan P4 menunjukkan peningkatan dengan bertambahnya kedalaman tanah kecuali mengalami penurunan pada kedalaman 20-30 cm.

Pada plot P1 dan P3 memiliki rata-rata % pasir yang tidak jauh berbeda yaitu 21,64% dan 22,76%, sedangkan pada plot P2 dan P4 juga menunjukkan rata-rata % pasir yang hampir sama yaitu 28,29% dan 28,51%. Sedangkan plot P1 dan P2 memiliki kadar klei di atas 50% sedangkan pada plot P3 dan P4 memiliki kadar klei dibawah 50%. Tekstur tanah di lokasi pengamatan yang lebih dominan adalah klei (tekstur halus) Dengan demikian kondisi di lokasi percobaan tekstur tanahnya adalah demikian, bukan karena dengan pemberian bahan organik tekstur tanahnya menjadi berubah. Sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan pengaruh terhadap parameter percobaan ini.

#### 4.2. Kadar C-organik Tanah

Interaksi pemberian pupuk organik dan kedalaman tanah berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar C-organik tanah (Lampiran 5). Pada lokasi pengamatan ditemukan kelas kadar C-organik tanah rendah hingga tinggi. Sebaran distribusi rata-rata kadar C-organik tanah pada kedalaman tanah 0-30 cm dapat disajikan pada Gambar 6.



(Keterangan: Histogram yang diiringi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5% antar perlakuan. P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK).

**Gambar 6.** Sebaran rata-rata kadar C-organik tanah pada masing-masing plot penggunaan pupuk di perkebunan berbasis kopi.

Rata-rata kadar C-organik tanah tertinggi dijumpai pada plot P1 (2,12%) dan terendah dijumpai pada plot P4 (1,89%) (Gambar 10). Kedalaman tanah 0-10 cm menunjukkan nilai C-organik tanah yang tinggi daripada kedalaman tanah dibawahnya (11-30 cm) pada semua plot (P1, P2, P3 dan P4). Hal itu disebabkan oleh vermikompos (P1) dihasilkan dari proses perombakan bahan organik dengan memanfaatkan aktivitas cacing tanah (Madjid, 2011). Vermikompos mengandung 14,07% C, 0,63% N dan didapatkan C/N rasio sebesar 20,1. Dengan aktivitas cacing tanah maka akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik dalam tanah dan terbentuknya humus sehingga kadar C-organiknya dapat bertambah. Pupuk kandang sapi mengandung 13,05% C, 0,56% N dan didapatkan C/N rasio sebesar 24,1. Pupuk Kulit Buah Kopi mengandung 45,3% C, 0,82% N, dan didapatkan C/N rasio sebesar 55,24 (Baon *et al.*, 2005). Rendahnya kadar C-organik pada P4 karena tidak adanya masukan pupuk organik di dalam tanah.

Tinggi rendahnya C/N rasio mempengaruhi proses dekomposisi bahan organik yang diberikan di dalam tanah. Hal ini dibuktikan pada pemberian pupuk organik kulit buah kopi yang memiliki C/N rasio yang lebih tinggi dibanding pemberian pupuk vermikompos dan pupuk kandang sapi, dan pemberian pupuk kulit buah kopi yang memiliki proses dekomposisi yang lebih lama yang akan berakibat semakin padatnya tanah dibanding pemberian pupuk vermikompos dan pupuk kandang sapi.

Penggunaan P3 (pupuk kandang) dapat meningkatkan kadar C-organik tanah hanya pada kedalaman 0-10 cm, tetapi tidak meningkatkan kadar C-organik tanah pada kedalaman di bawahnya. Pada P1 (vermikompos) dan P2 (pupuk kulit buah kopi) dapat meningkatkan kadar C-organik tanah pada kedalaman 11-30 cm, tetapi tidak meningkatkan kadar C-organik tanah pada kedalaman 0-10 cm.

Bahan organik dapat berperan secara langsung sebagai agen pengikat dalam proses pembentukan agregat tanah (Sharma dan Bhusman, 2001). Bahan organik dapat meningkatkan stabilitas agregat makro melalui pengikatan partikel mineral tanah oleh polisakarida. Menurut Abdul dan Indah. (2006) bahwa pemberian pupuk organik ke dalam tanah baik berupa kompos maupun pupuk kandang menyebabkan peningkatan kadar C-organik tanah.



### 4.3. pH Tanah

Pemberian pupuk organik dan kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap pH tanah (Lampiran 6). Rata-rata pH tanah di lokasi (Tabel 15).

**Tabel 15.** pH Tanah pada lokasi pengamatan.

Plot Penggunaan Pupuk	Kedalaman Tanah (cm)	pH H <sub>2</sub> O	
		Nilai	Kriteria
P1	0-30	4,9 a	Masam
P2	0-30	5,0 a	Masam
P3	0-30	4,9 a	Masam
P4	0-30	4,7 a	Masam
BNT 5%			tn

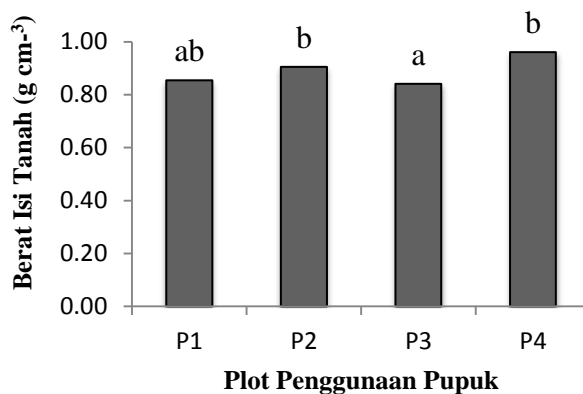
(Keterangan: Pada tabel yang diiringi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5% antar perlakuan. P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK

pH tanah pada pemberian pupuk organik lebih tinggi daripada pemberian pupuk anorganik. Hal ini dikarenakan pada pemberian pupuk organik memasukkan bahan organik ke dalam tanah dan bahan organik tersebut akan terdekomposisi di dalam tanah dengan bantuan makroorganisme (cacing tanah). Selain itu adalah pengaruh pH tanah terhadap tekstur tanah, pH tanah pada pemberian pupuk organik memiliki rata-rata klei lebih tinggi dibanding dengan pemberian anorganik (kontrol). Artinya tekstur tanah klei mempunyai koloid tanah yang dapat melakukan kapasitas tukar kation yang tinggi. tanah yang banyak mengandung kation dapat berdisosiasi menimbulkan reaksi yang lebih masam. Pada pemberian pupuk organik terdapatnya masukan bahan organik, sebaliknya pada pupuk anorganik tidak adanya masukan bahan organik. Bahan organik mempengaruhi besar kecilnya daya serap tanah akan air. Semakin banyak air dalam tanah maka semakin banyak reaksi pelepasan ion H<sup>+</sup> sehingga tanah menjadi lebih masam.

### 4.4. Berat Isi Tanah

Pemberian pupuk organik dan kedalaman tanah memiliki perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap berat isi tanah (Lampiran 7). Hasil pengamatan nilai berat isi tanah termasuk rendah hingga sedang. Hasil pengukuran berat isi tanah dapat disajikan pada Gambar 7.

Rata-rata berat isi tanah tertinggi dijumpai pada plot pupuk NPK ( $0,96 \text{ g cm}^{-3}$ ) dan terendah pada plot pupuk kandang ( $0,84 \text{ g cm}^{-3}$ ). Pada P3 (Pupuk kandang) dapat menurunkan berat isi tanah, namun pada P1 (plot vermikompos) dan P2 (plot pupuk kulit buah kopi) tidak menunjukkan penurunan berat isi tanah.



(Keterangan: Histogram yang diiringi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5% antar perlakuan pada kedalaman tanah 0-30 cm. P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK).

**Gambar 7.** Sebaran rata-rata nilai berat isi tanah pada masing-masing plot penggunaan jenis pupuk di perkebunan berbasis kopi robusta.

Penambahan bahan organik sebesar 20 kg/ pohon kopi nyata dapat menurunkan berat isi tanah pada perlakuan pupuk kandang dan belum menunjukkan pengaruh yang nyata menurunkan berat isi tanah pada perlakuan pupuk kulit buah kopi dan vermikompos. Barzegar, Yousefi dan Daryashenas. (2002) melaporkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang berperan dalam memperbaiki berat isi tanah pada lapisan olah (0-20 cm).

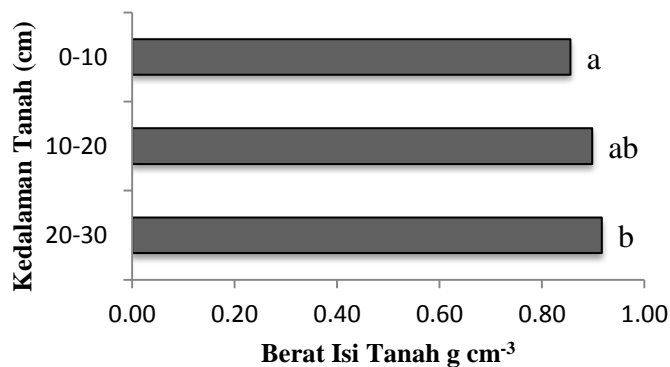
Berat isi menurun pada perlakuan pupuk kandang dari perlakuan kontrol disebabkan oleh meningkatnya porositas total akibat agregasi tanah yang lebih baik dengan adanya bahan organik tersebut. Pengaruh pupuk kandang dalam menurunkan berat isi tanah dari kontrol perlakuan lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kompos kulit kopi dan vermikompos. Hal ini disebabkan C/N rasio pupuk kandang (C/N rasio 20,10) < pupuk kulit buah kopi (C/N rasio 24,10) < vermikompos (C/N rasio 55,24) sehingga pupuk kandang lebih mudah terdekomposisi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Implikasinya adalah bahwa pupuk kandang berperan lebih besar dalam memperbaiki berat isi tanah (Baon *et al.*, 2005).

Pemberian bahan organik akan menciptakan ruang pori tanah lebih banyak karena hasil dekomposisi bahan organik seperti polisakarida, getah bakteri dan benang-benang hifa dapat bertindak sebagai agen pengikat butiran tanah primer menjadi butiran agregat. Penurunan bahan organik tanah akan menyebabkan



peningkatan berat isi tanah dan menurunkan porositas tanah, stabilitas agregat dan kadar air kapasitas lapang (Li, Zhan dan Singh, 2007).

Kedalaman tanah menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap berat isi tanah. Berat isi tanah pada berbagai perlakuan menunjukkan semakin tinggi dengan bertambahnya kedalaman tanah Gambar 8.



(Keterangan: Histogram yang diiringi dengan huruf yang berbeda artinya ada perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan menurut uji BNT 5%).

**Gambar 8.** Sebaran rata-rata berat isi tanah pada kedalaman tanah 0-30 cm masing-masing plot penggunaan pupuk di perkebunan berbasis kopi.

Pemberian pupuk mengakibatkan berat isi tanah pada kedalaman 0-20 cm mengalami penurunan. Hal ini disebabkan pemberian pupuk dengan cara disebar mengakibatkan kadar bahan organik terbanyak ditemukan di lapisan atas. Semakin ke bawah kadar bahan organik semakin berkurang. Hal itu disebabkan akumulasi bahan organik terkonsentrasi di lapisan atas.

Kompos dan pupuk kandang dapat memperbaiki kualitas tanah seperti meningkatkan kadar C-organik dan aktivitas biota tanah sehingga porositas dapat meningkat dan berat isi tanah akan menurun, terutama pada lapisan permukaan tanah (Karlen *et al.*, 1994).

#### 4.5. Berat Jenis Tanah

Pemberian pupuk organik dan kedalaman tanah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap berat jenis tanah (Lampiran 8). Sebaran rata-rata berat jenis tanah pada masing-masing plot penggunaan pupuk dapat disajikan pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Nilai Rerata Berat Jenis Tanah

Plot Penggunaan Pupuk	Berat Jenis Tanah
P1	2,35
P2	2,36
P3	2,40
P4	2,36
BNT 5%	tn

(Keterangan: Angka rerata yang didampingi huruf sama pada kolom yang sama berarti berbeda nyata menurut uji BNT 5%. P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang dan P4: plot NPK).

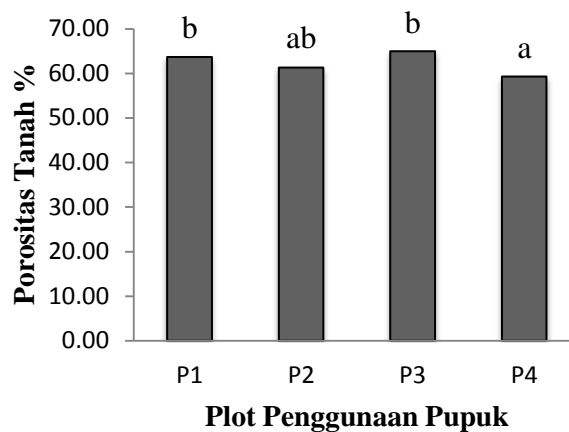
Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk terhadap berat jenis tanah berpengaruh tidak nyata. Hal ini menunjukkan karena berat jenis juga dipengaruhi oleh bahan induk tanah dan tekstur tanah. Dengan persentase tekstur klei yang lebih dominan sehingga kerapatan partikel tanahnya rendah, sehingga kemampuan untuk menyerap air sangat besar. Nilai berat jenis tanah tidak mudah berubah dalam jangka waktu yang lama karena terkait dengan komposisi padatan yang relatif stabil. Berat jenis tanah akan mempunyai perbedaan yang nyata jika pada tanah tersebut terdapat variasi komposisi mineral tanah yang sangat besar.

#### 4.6. Porositas Tanah

Pemberian pupuk organik berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap porositas tanah (Lampiran 9). Secara umum porositas tanah pada lokasi pengamatan mulai dari 48,46% sampai 77,75% termasuk ke dalam kelas baik hingga porous. Rata-rata porositas tanah pada masing-masing plot penggunaan pupuk disajikan pada Gambar 9. Porositas tanah tertinggi terdapat pada plot pupuk kandang (64,95%) dan terendah terdapat pada plot pupuk NPK (59,24%). Pada P1 (plot vermikompos) dan P3 (plot pupuk kandang) menunjukkan peningkatan total ruang pori tanah dari kontrol perlakuan, namun pada P2 (plot pupuk kulit buah kopi) belum menunjukkan adanya peningkatan total ruang pori tanah.

Pemberian bahan organik sebesar 20 kg/pohon berupa pupuk kandang dan vermikompos nyata meningkatkan porositas tanah. Hal ini disebabkan karena vermikompos memiliki rata-rata kadar C-organik tanah pada kedalaman tanah 0-30 cm yang lebih tinggi (2,12 %) daripada perlakuan lainnya.





(Keterangan: Histogram yang diiringi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5% antar perlakuan pada kedalaman tanah 0-30 cm. P1: plot vermikompos, P2: plot kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK(kontrol)).

**Gambar 9.** Sebaran rata-rata nilai porositas tanah pada masing-masing plot penggunaan pupuk di perkebunan berbasis kopi.

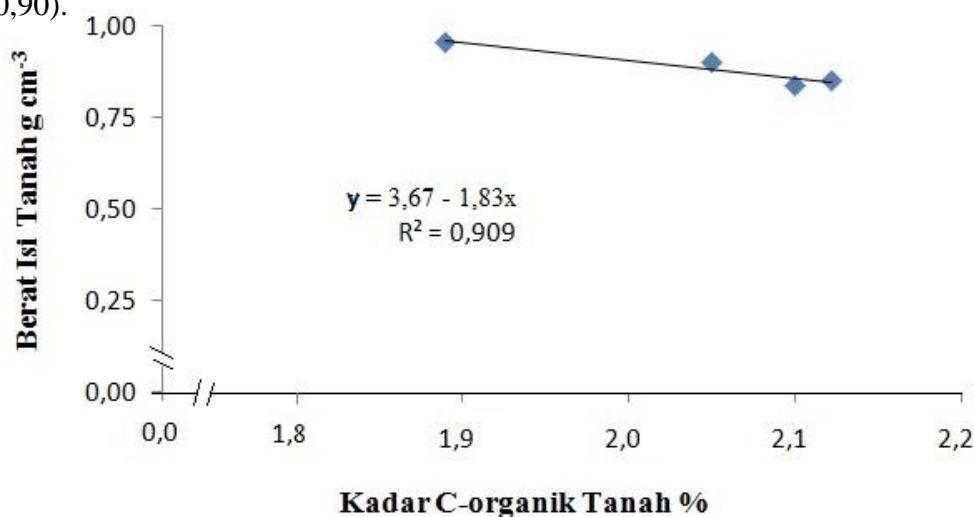
Setiap ton pemberian vermikompos yang diberikan ke dalam tanah dapat menghasilkan asam organik yang bisa menyebabkan tanah menjadi gembur (konsistensi tanah gembur) dan memperbesar ruang pori tanah. Penambahan pupuk kandang menaikkan jumlah individu fauna tanah total (Adianto, 1993), sehingga menyebabkan adanya aktivitas organisme mikro dan pertumbuhan akar tanaman yang semakin aktif, butir-butir/ agregat tanah yang berukuran besar akan terpecah menjadi butiran butiran yang lebih kecil, sehingga akan menambah jumlah pori tanah.

Kompos dan pupuk kandang mengalami proses dekomposisi dan berangsur-angsur menghasilkan humus. Interaksi humus dengan partikel tanah akan menciptakan struktur tanah yang lebih mantap dan memperbesar ruang pori tanah. Menurut Barzegar *et al.* (2003), porositas tanah/ total ruang pori dipengaruhi oleh bahan organik tanah. Humus dengan partikel tanah terdapat interaksi sehingga berakibat pada struktur tanah yang lebih mantap dan akan memperbesar ruang pori. Kandungan bahan organik tinggi menyebabkan porositas tinggi (pori-pori tanah banyak) (Assa'ad *et al.*, 2003).

## 4.7. Pembahasan Umum

### 4.7.1 Hubungan Kadar C-organik Tanah Terhadap Berat Isi Tanah

Hasil analisis korelasi (Lampiran 10) dan regresi (Gambar 10) menunjukkan adanya hubungan yang nyata ( $P\text{-Value} = 0,04^* < 5\%$  dan  $R^2 = 0,90$ ).



**Gambar 10.** Hubungan antara kadar C-organik tanah dengan Berat Isi Tanah

Hubungan antara C-organik dengan berat isi tanah berupa garis linier yaitu  $y = 3,67 - 1,83x$ , dengan  $x$  adalah kadar C-organik dan  $y$  adalah berat isi tanah dan ( $R^2=0,90$ ). Dari hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang negatif yaitu semakin tinggi kadar C-organik tanah maka berat isi tanah akan menurun. Dengan pemberian bahan organik dapat menurunkan berat isi sebesar  $3,67 \text{ g cm}^{-3}$ . Setiap 1% pemberian bahan organik berpengaruh terhadap penurunan berat isi tanah sebesar  $1,83 \text{ g cm}^{-3}$ . Model persamaan regresi linier ini cukup kuat untuk diterima karena mencakup 90% pengaruh dari bahan organik terhadap berat isi tanah, sedangkan pengaruh eksternal lainnya 10%. Hubungan tersebut juga menunjukkan dengan kadar C-organik yang tinggi memungkinkan tanah menjadi lebih gembur dan menurunnya berat isi tanah. Menurut Bauer dan Black (1992), bahwa nilai berat isi tanah akan semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi karbon organik tanah.

Penurunan berat isi tanah disebabkan karena adanya penambahan bahan organik ke dalam tanah yang berdampak pada peningkatan jasad mikro tanah karena bahan organik merupakan sumber energi bagi jasad mikro. Selain itu disebabkan oleh akar tanaman dengan mikroorganisme tanah membentuk agregat-

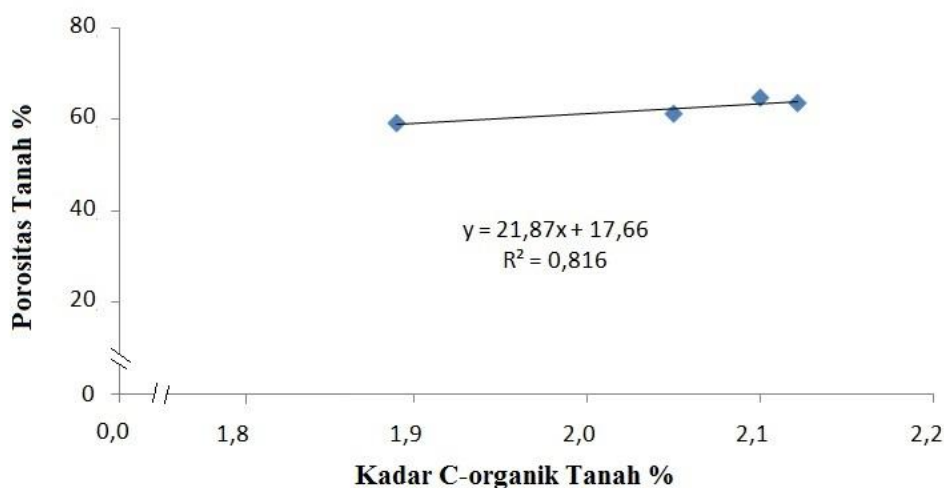


agregat tanah (agregasi yang dimulai dengan penghancuran bongkah-bongkah tanah pecah menjadi agregat yang lebih kecil, selanjutnya agregat-agregat yang kecil ini diikat oleh bahan sekresi (gel) yang dikeluarkan oleh akar yang mampu mengikat butiran tanah dan juga berfungsi sebagai pemantap tanah.

Selain itu penurunan berat isi dipengaruhi kandungan klei /partikel-partikel klei terhadap pembentukan agregat berfungsi sebagai pengikat karena ia diadsorpsi pada permukaan butiran pasir dan setelah dihidrasi tingkat *reversiblenya* sangat lambat. Fungsi pengikat klei ini lebih berarti pada agregat tanah berukuran kecil (Madjid, 2011). Pada tanah ini dengan kandungan lebih dari 30% sehingga dapat dikatakan mempunyai pengaruh terhadap agregasi.

#### 4.7.2 Hubungan Kadar C-Organik terhadap Porositas Tanah

Hasil analisis korelasi (Lampiran 11) dan regresi (Gambar 11) menunjukkan (P-Value = 0,90 > 5%) dan ( $R^2 = 0,81$ ).



**Gambar 11.** Hubungan antara C-organik Tanah dengan Porositas Tanah

Hubungan antara C-organik tanah dengan porositas tanah dengan garis linier adalah  $y = 17,66 + 21,87x$ , dengan  $x$  adalah C-organik tanah dan  $y$  adalah porositas tanah dan ( $R^2 = 0,81$ ). Dari hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang positif yaitu semakin tinggi kadar C-organik nya maka porositas tanah akan meningkat. Pemberian bahan organik dapat meningkatkan porositas tanah sebesar 17,66%. Setiap 1% pemberian bahan organik berpengaruh terhadap kenaikan porositas tanah sebesar 21,87%. Model persamaan regresi linier seperti ini cukup kuat untuk diterima karena mencakup 81% pengaruh

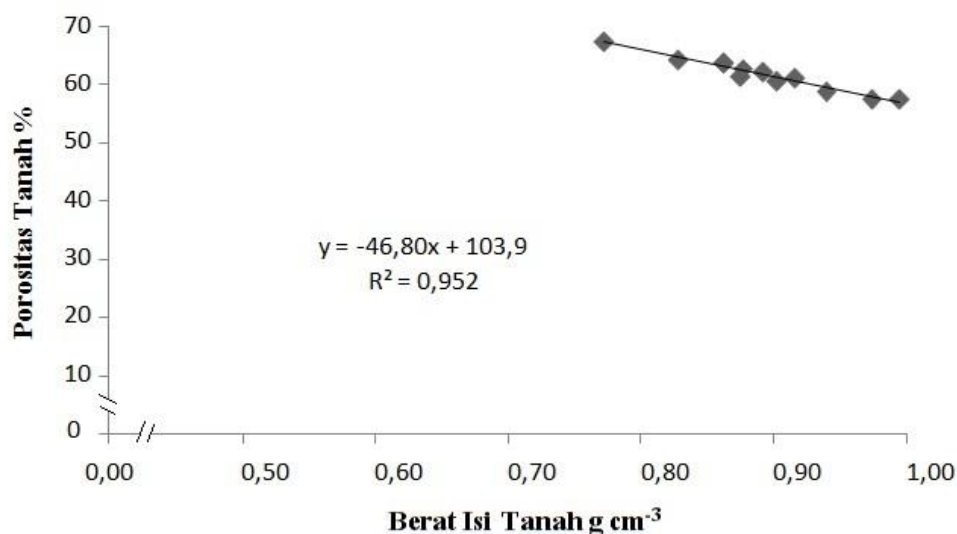
bahan organik terhadap porositas tanah, sedangkan pengaruh eksternal lainnya sekitar 19%.

Sifat tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah (Sutanto, 2002). Kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan kualitas sifat fisik tanah, melalui perangsangan aktivitas biologi tanah hingga pembentukan struktur tanah yang mantap. Bahan organik tanah membantu proses granulasi tanah dapat mengakibatkan penurunan berat isi tanah dan mengurangi tingkat pemadatan tanah. Semakin banyak granulasi tanah yang terbentuk, maka ruang pori yang tersedia juga akan semakin banyak (Hanafiah, 2007).

Hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang positif, yaitu semakin meningkat kadar C-organik tanah maka diikuti dengan peningkatan porositas tanah. Menurut Hillel (1980), banyak sifat tanah yang dipengaruhi oleh bahan organik diantaranya adalah sifat fisik tanah. Bahan organik tanah merupakan bagian penting dalam pembentukan dan menjaga stabilitas dari struktur tanah. polimer-polimer dari fraksi *fulvic acid* (FA) dan *humic acid* (HA) dijerap oleh permukaan bahan mineral sehingga akan membantu proses granulasi tanah.

#### 4.7.3 Hubungan Berat Isi Tanah dengan Porositas Tanah

Hasil analisis korelasi (Lampiran 12) dan regresi (Gambar 12) menunjukkan adanya hubungan yang nyata ( $P\text{-value} = 0,010^* < 5\%$  dan  $R^2 = 0,950$ ) antara berat isi tanah dengan porositas tanah.



**Gambar 12.** Hubungan antara Berat Isi tanah dengan Porositas Tanah



Hubungan antara berat isi tanah dengan porositas tanah berupa garis linier yaitu  $y = 103,9 - 46,80x$ , dengan  $x$  adalah berat isi tanah dan  $y$  adalah porositas tanah dan ( $R^2=0,952$ ) Dari hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang negatif yaitu semakin rendah berat isi tanah maka porositas tanah akan tinggi. Dengan pemberian bahan organik dapat menurunkan berat isi sebesar  $103,9 \text{ g cm}^{-3}$ . Setiap 1% pemberian bahan organik berpengaruh terhadap penurunan berat isi tanah sebesar  $46,8 \text{ g cm}^{-3}$ . Model persamaan regresi linier ini cukup kuat untuk diterima karena mencakup 95% pengaruh dari bahan organik terhadap berat isi tanah, sedangkan pengaruh eksternal lainnya 5%.

Kepadatan tanah yang menurun akibat dari adanya bahan organik diikuti pula oleh turunnya nilai berat isi tanah dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik yang tidak memiliki masukan bahan organik tanah. Semakin meningkatnya berat isi tanah maka nilai porositas akan semakin menurun dan sebaliknya jika berat isi tanah menurun maka porositas tanah akan meningkat (Foth, 1994). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hardjowigeno (2003) bahwa dengan adanya peningkatan bahan organik tanah maka berat isi tanah akan menurun dan persentase ruang pori tanah akan meningkat. Perbaikan tingkat kepadatan tanah inilah yang kemudian menyebabkan tingkat porositas tanah menjadi semakin besar sampai ke tanah lapisan bawah.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Persentase porositas tanah tertinggi terdapat pada pemberian pupuk kandang sapi yaitu sebesar 64,95% dan diikuti oleh pemberian vermikompos dapat meningkatkan porositas tanah sebesar 63,64% dan porositas terendah terdapat pada pemberian pupuk anorganik/pupuk NPK (kontrol) sebesar 59,24%.
2. Pemberian vermikompos pada kedalaman tanah 0-30 cm memiliki kadar C-organik tanah tertinggi sebesar 2,12% dan kadar C-organik terendah terdapat pada pemberian pupuk NPK (kontrol) sebesar 1,89%.

### 5.2. Saran

Saran dari penelitian ini pengaruh bahan organik terhadap porositas tanah pada perkebunan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre) adalah:

1. Informasi mengenai pengaruh bahan organik terhadap porositas tanah dalam perkebunan kopi masih belum optimal, karena sumber bahan organik yang berasal dari residu pengolahan kopi yaitu kulit buah kopi belum dikaji pengaruhnya sebagai salah satu sumber masukan bahan organik dalam sistem manajemen perkebunan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre).
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh bahan organik terhadap struktur tanah dan infiltrasi tanah, sehingga akan didapatkan hasil produksi kopi yang lebih maksimal.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Adimiharja, A., I. Juarsah, dan U. Kurnia. 2000. Pengaruh penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk kandang terhadap produktivitas Ultisols terdegradasi di Desa Batin, Jambi. hlm. 303-319 *dalam* Pros. Seminar Nasional Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk. Buku II. Lido-Bogor, 6-9 Des. 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Ali, S. A. 2009. Fisika Tanah, Dasar Teori, dan Praktikum. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Andayani. 2013. The Study Aims to Determine the Best Type of Manure and Sitable for the Growth of Curly Chili. *Jurnal AGRIFOR* volume XII Nomor 1. ISSN: 1412-6885. Hal 23.
- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press, Bogor.
- Assa'ad, Juanda, dan Warsana. 2003. Kajian laju infiltrasi dan beberapa sifat fisik tanah pada tiga jenis tanaman pagar dalam sistem bididaya lorong. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol. 4 (1): 25-31.
- Baon, J. B., R. Sukasih dan Nurkholis. 2005. Laju dekomposisi dan kualitas kompos limbah padat kopi: pengaruh aktivator dan bahan baku kompos. *Pelita Perkebunan*, 21, 31-42.
- Barzegar, A. R., A. Yousefi, dan A. Daryashenas. 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil* 247: 295-301.
- Bhattacharjee, G., Chaudhuri, P. 2002. Cocoon production, morphology, hatching pattern and fecundity in seven tropical earthworm species – a laboratory-based investigation, *J. Biosci.*, 27, 283–294.
- Brady, N. C. dan R. R. Weil. 2000. *Element of the Nature and Properties of Soils*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Dahlan, M., Mulyati dan N. Wayan. 2008. The Study of Organic Fertilizer Application on the Change of Several Entisols Properties. *Agroteksos* Vol. 18 No. 1-3, Desember 2013. Mataram.
- Dariah, A., H. Subagyo, C. Tafakresnanto, dan S. Marwanto. 2003. Kepekaan tanah terhadap erosi. *Jurnal Ilmu Tanah*. Jakarta.
- Darmawijaya, I. 1990. *Klasifikasi Tanah, Dasar – dasar Teori Bagi Penelitian Tanah dan Pelaksanaan Penelitian*. UGM Press, Yogyakarta.

- Darwish, O. H., N. Persaud, dan D. C. Martens. 1995. Effect of long-term application of animal manure on physical properties of three soils. *Plant Soil* 176: 289-295.
- Desmayanti, Z dan Muladi. 1995. Pemanfaatan Limbah Kopi dalam Ransum Ayam Pedaging. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian XII(3): 7- 9 dalam Erwiyono dan Wibawa. 1996. Pemanfaatan Bahan Organik In Situ Untuk Efisiensi Budidaya Jahe Yang Berkelanjutan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 23 ( 2 ). 2004. Bogor*
- Donahue, R. L., R. W., Miller dan J. C. Shickluna. 1977. *An Introduction to Soil and Plant Growth* 4 Ed. New Jersey : Prentice-Hall, Inc, 626 p.
- Erfandi, D., U. Kurnia, dan I. Juarsah. 2004. Pemanfaatan Bahan Organik dalam Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Ultisols. Hlm 77-85. *Dalam Prosiding Semnas. Pendayagunaan Tanah Masam, Buku II, Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Bogor.*
- Erwiyono, R., Nurkholis dan J. B. Baon. 2001. Laju Perombakan kulit buah kopi, jerami, dan cacahan kayu dengan perlakuan mikroorganisme dan kualitas kompos yang dihasilkan. *Pelita Perkebunan, 17, 64-71.*
- Fahmudin, A., R. Dewi, dan U. Haryati. 2002. Penetapan Berat Volume Tanah. *Jurnal. Agric. Sci. 10 (1): 25.*
- Goenadi, D. H. 2006. Pupuk dan Teknologi Pemupukan Berbasis Hayati. Dari Cawan Petri ke Lahan Petani. Yayasan John Hi-Tech. Idetama. Jakarta.
- Goosman, R. B., T. G., dan Reinsch. 2002. The solid phase. p. 201-228. *In J. H. Dane and G. C. Topp (Eds). Methods of Soil Analysis, Part 4- Physical Methods. Soil Sci. Soc. Amer., Inc. Madison, Wisconsin.*
- Hairiah, K., Widiyanto, S. R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S. M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M. Van Noordwijk, dan G. Cadisch. 2000. Pengelolaan Tanah Masam secara Biologi. Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. ICRAF.
- Hakim, N. 2005. Teknologi Pengapuran Terpadu Untuk Lahan Kering. *Jurnal Lahan dan Air. Vol.1 Tahun 2005. Dirjen Pengelolaan Lahan dan Air.*
- Hanafiah, K. A. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hardyanto dan H. Christiady, *Mekanika Tanah 1 Edisi 4*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1992.
- Harsono. 1995. Hand Out Erosi dan Sedimentasi. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.



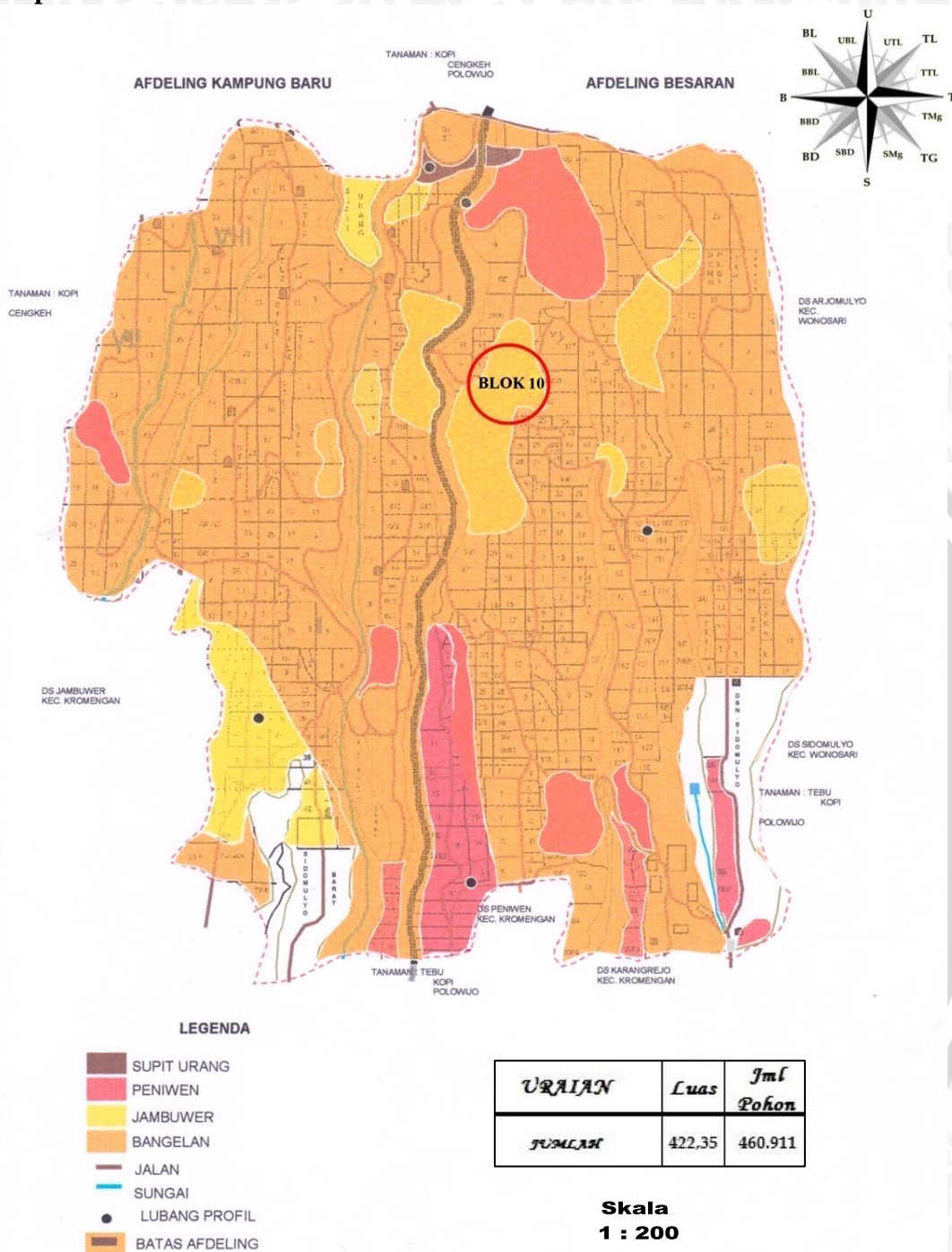
- Hartatik, W., D. A. Suriadikarta, dan T. Prihati. 2002. Teknologi Pengelolaan Bahan Organik Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Hati, K. M., K. G. Mandal, A. K. Misra, P. K. Ghosh, dan K. K. Bandyopadhyay. 2006. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of Central India. *Bioresource Technology* 97: 2. 182-2.188.
- Henry, D. F. 1994. *Fundamentals of Soil Science*, sixth Edition. John Wiley and Sons, Inc.
- Herudjito, D. 1999. Pengaruh Bahan Humat dari Air Gambut terhadap Sifat-Sifat Latosol (Oxic Dystropepts). Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Hillel, D. 1980. *Fundamental of Soil Physics*. Academic Press Inc. London.
- Karlen, D. L., N. C. Wollenhaupt, D. C. Erbach, E. C. Berry, J. B. Swan, N. S. Eash, dan J. L. Jordahl. 1994. Long-term tillage effects on soil quality. *Soil Tillage and Research* 32: 313-327.
- Kartasapoetra, G., A. G. dan M.M. Sutedjo. 2005. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Kedua. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kartini. 2008. Pengaruh Pemberian Abu Masak Garam, Kascing dan Pupuk Kimia terhadap Bibit Cabai pada Inceptisols Sama Dua Sumatera Utara. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Komar, M. 1984. Ketersediaan Lugas Tanah untuk Tanaman pada Tanah Regosol Dengan Menggunakan Tanaman Jagung Sebagai Tanaman Uji. Tesis Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Lavelle, P., dan A.V. Spain. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht Netherlands.
- Li, Z. Y. Zhan, dan B. Singh. 2007. Soil physical properties and their relations to organic carbon pools as affected by land use in an alpine pastureland. *Geoderma* 139:98-105.
- Madjid, A. 2011. Blog Bahan Ajar: Dasar-Dasar Ilmu Tanah. <http://www.dasar-dasar ilmu tanah>. Blogspot.com.
- Manfarizah., Syamaun dan S. Nurhaliza. 2011. Karakteristik Sifat Fisik Tanah Di University Farm Stasiun Bener Meriah. *Jurnal Ilmu Tanah*, Vol 15 (1). Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.
- Manshur. 2001. *Teknologi Vermikomposting*. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian. Mataram.

- Melawati, J. 2002. Reduksi biologi dari limbah pabrik kopi menggunakan cacing tanah *Eisenia foetida*. *Buletin Kimia, Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi*, 2, 28-34.
- Meyer, L.D., dan W.C. Harmon. 1984. Susceptibility of Agricultural Soils to Interill Erosion. *Soil Sci. Soc. Am.j.* 8:1.152-1.157.
- Mulato, Atmawinata dan Yusianto. 2003. Peluang Pemanfaatan Bahan Organik Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Bogor.
- Nurkin, B. 2011. Dinamika Sifat Fisik Tanah pada Areal Pertanaman Kakao Akibat Alih Guna Fungsi Lahan Hutan Di Kecamatan Papalang Kabupaten Mamuju. *Jurusan Kehutanan UNHAS*. Makassar. Hal 3.
- Praswati, T. S. dan Hidayat. 1992. *Beberapa Aspek Biologi Cacing Sondari yang dapat Menunjang Usaha Pelestarian dan Budidayanya*. Lemlit IPB bekerja sama dengan FMIPA. IPB. Bogor hal. 1-11.
- PT Perkebunan Nusantara XII (Persero). 2013. *Buku Pedoman Pengelolaan Tanaman Perkembangan Teknologi dan Kebijakan Direksi*. Malang.
- Sarief, E. S. 1986. *Ilmu Tanah Pertanian*. Pustaka Buana : Bandung.
- Scholes, M.C., Swift, O.W. Heal, P.A. Sanchez, J.S.I., Ingram dan R. Dudal. 1994. *Soil Fertility Research in Response to Demand for Sustainability. In The Biological Management of Tropical Soil Fertility* (Eds Woomer, Pl. and Swift, MJ.) John Wiley & Sons. New York.
- Sharma, P. K dan L. Bhushan. 2001. Physical characterization of a soil amended with organic residues in a rice-wheat cropping system using a single value soil physical index. *Soil and Tillage Research* 60: 143-152.
- Slamet, L., dan S. Berliana. 2008. *Indikasi Perubahan Iklim dari Pergeseran Bulan Basah, Kering dan Lembab*. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN. ISBN: 978-979-17490-0-8.
- Soemarno. 2011. *Bahan Organik dan Kesuburan Tanah*. Bahan Kajian MK. Agroekologi. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Subowo, G. 2011. Peran Cacing Tanah kelompok Endogaesis dalam meningkatkan Efisiensi Pengolahan Tanah Lahan Kering. *Balai Penelitian Tanah. Jurnal Litbang Pertanian*. Bogor. 30 (4): 128.
- Sudiarto dan A. Gusmaini. 2004. *Pedoman Teknis Pemanfaatan Limbah Perkebunan Menjadi Bahan Organik*.



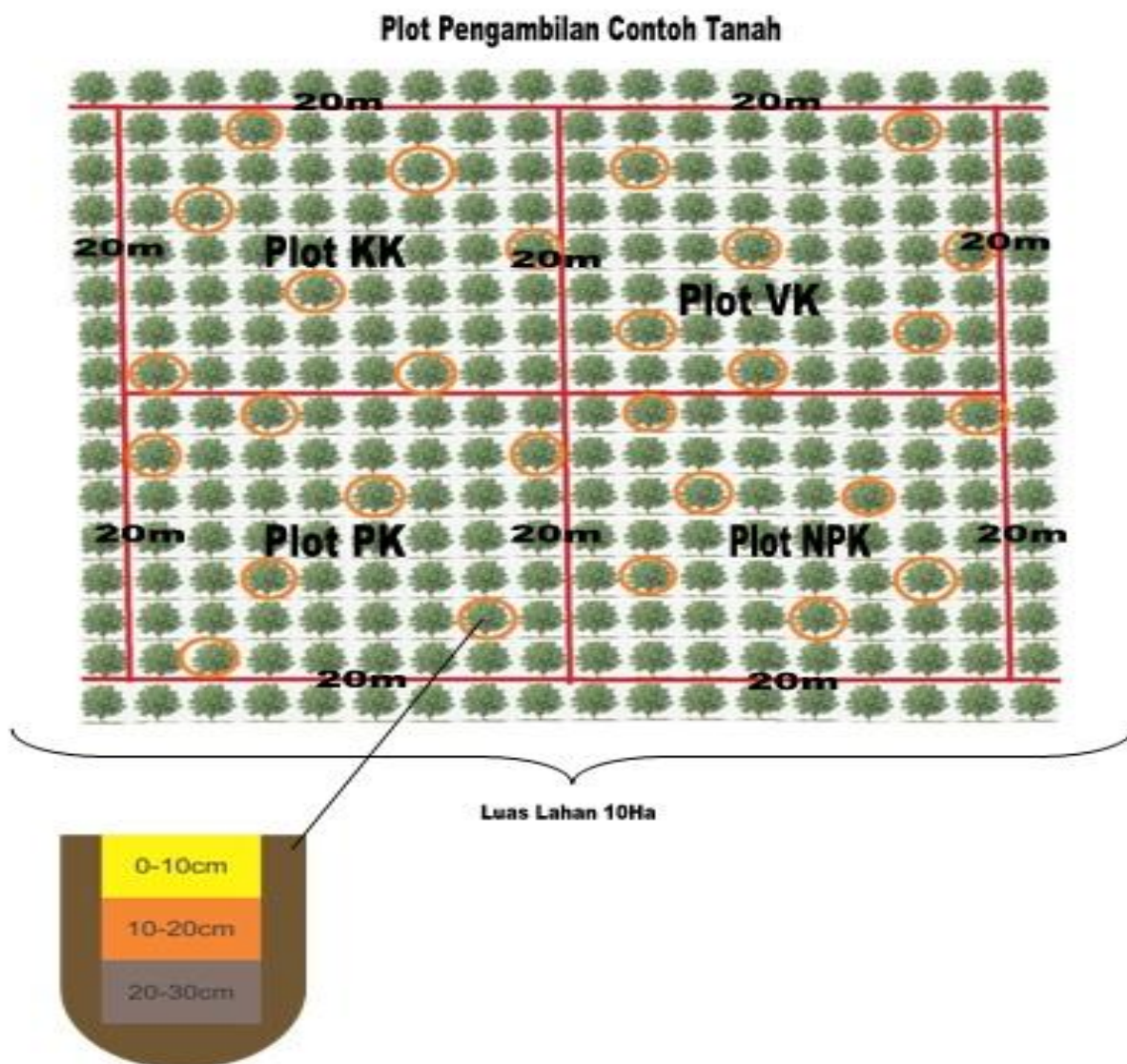
- Suprayogo, D., Widiyanto, H. Noveras, R. H. Widodo, P. Purnomosidhi. dan M. Van Noordwijk. 2004. Konversi Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah fungsi Hidrologi hutan dapat digantikan system monokultur Agrivita 26 : 47-52.
- Suryani. 2011. Dinamika Sifat Fisik Tanah pada Areal Pertanaman Kakao Akibat Alih Guna Fungsi Lahan Hutan Di Kecamatan Papalang Kabupaten Mamuju. Jurusan Kehutanan UNHAS. Makassar. Hal 2-3.
- Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius. Yogyakarta.
- Sutejo, M. 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta
- Syukur, Abdul dan N. Indah. 2006. Kajian Pengaruh Pemberian Macam Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Caism di tanah Pasir Pantai. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, Vol 5 (1). Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tan, K. 1991. Dasar-dasar Kimia Tanah. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tisdale, S.L., dan W.L. Nelson. 1991. *Soil Fertility and Fertilizer*. New York : The Mc Millan Company.
- Trisilawati, O dan Gusmaini. 1999. Penggunaan Pupuk Organik Bagi Pertumbuhan Dan Produksi Jahe. Buletin Gakuryoku. Hlm. 251-257. dalam Sudiarto dan Gusmaini. 1996. Pemanfaatan Bahan Organik In Situ Untuk Efisiensi Budidaya Jahe Yang Berkelanjutan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 23 ( 2 ). 2004. Bogor.
- Untung. 1999. Kiat Beternak Cacing. Trubus No. 357 Edisi Agustus. TH. XXX. Vol. 280:72-73.
- White, R. E. 2006. Principles and Practice of Soil Science. The Soil as a Natural Resource. The Fourth Edition. Blackwell Publishing Company. Australia.
- Widiyanto, K. Hairiah., D. Suhardjito dan M. A. Sardjono. 2003. Bahan Ajaran 3. Fungsi dan Peran Agroforestry. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor.
- Widowati, L. R. 2004. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Wiriyanta. W. dan T. Bernardinus. 2002. Bertanam Cabai pada Musim Hujan. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Wiskandar. 2002. Pemanfaatan Pupuk Kandang untuk Memperbaiki Sifat Fisik Tanah di Lahan Kritis yang Telah Diteras. Kongres Nasional VII.

Lampiran 1. Denah Lokasi Penelitian





Lampiran 2. Lokasi Pengambilan Contoh Tanah di Lokasi Pengamatan



**Keterangan :** Plot Pengambilan contoh tanah di Kebun Kopi Robusta. KK: Plot Kulit Buah Kopi, PK: Plot Pupuk Kandang Sapi, VK: Plot Vermikompos, NPK: Plot pupuk NPK



### Lampiran 3. Pengambilan Contoh Tanah Untuk Variabel Pengamatan di Lokasi Pengamatan.



**Keterangan :** Pengambilan contoh tanah. (a) kondisi pohon yang digunakan dalam pengambilan contoh tanah (b) alat dan bahan yang digunakan pada pengambilan contoh tanah, (c) penancapan *ring* BI ke dalam tanah, (d) penggalian/pengambilan *ring* BI yang kemudian dibungkus ke dalam plastik dan diberi label.



#### Lampiran 4. Hasil Analisis Tekstur Tanah

##### Hasil Laboratorium Tekstur Tanah

Jenis Pupuk	Kedalaman Tanah	% Pasir	% Debu	% Liat	Kelas Tekstur
P1 (Vermikompos)	0-10 cm	27,44	13,19	59,37	Klei
	10-20 cm	20,98	7,18	71,84	Klei
	20-30 cm	19,85	6,17	73,98	Klei
P2 (Pupuk Kulit Buah Kopi)	0-10 cm	29,08	20,26	50,66	Klei
	10-20 cm	28,74	5,94	65,32	Klei
	20-30 cm	27,71	12,05	60,24	Klei
P3 (Pupuk Kandang)	0-10 cm	19,35	37,63	43,01	Klei
	10-20 cm	24,62	35,18	40,20	Klei
	20-30 cm	20,95	44,47	34,58	Klei lom
P4 (Pupuk NPK)	0-10 cm	25,93	41,67	32,41	Klei lom
	10-20 cm	35,97	17,46	46,57	Klei
	20-30 cm	22,96	42,37	34,67	Klei lom

#### Lampiran 5. Analisis Ragam C-organik Tanah

##### Tabel Anova C-organik Tanah

SK	db	JK	KT	F. HIT	F. TAB 5%	Keterangan
Ulangan/faktor	8	0,53	0,07	3,09	3,41	Tidak Nyata
Perlakuan	11	5,28	0,48	22,43**	2,63	Sangat Nyata
Jenis Pupuk	3	0,29	0,09	4,59*	3,41	Nyata
Kedalaman	2	4,03	2,01	94,17**	3,81	Sangat Nyata
P X K	6	0,95	0,15	7,43**	2,92	Sangat Nyata
Galat	16	0,34	0,02			
Total	35	6,16				

#### Lampiran 6. Analisis Ragam pH Tanah

##### Tabel Anova pH

SK	db	JK	KT	F. HIT	F. TAB 5%	Keterangan
Ulangan/faktor	8	0,21	0,02	0,28 <sup>m</sup>	3,41	Tidak Nyata
Perlakuan	11	0,92	0,08	0,88 <sup>m</sup>	2,63	Tidak Nyata
Jenis Pupuk	3	0,60	0,20	2,13 <sup>m</sup>	3,41	Tidak Nyata
Kedalaman	2	0,09	0,04	0,50 <sup>m</sup>	3,81	Tidak Nyata
P X K	6	0,22	0,03	0,39 <sup>m</sup>	2,92	Tidak Nyata
Galat	16	1,50	0,09			
Total	35	2,64				

## Lampiran 7. Analisis Ragam Berat Isi Tanah

Tabel Anova Berat Isi Tanah

SK	db	JK	KT	F. HIT	F. TAB 5%	Keterangan
Ulangan/faktor	24	0,07	0,03	0,34	2,24	Tidak Nyata
Perlakuan	11	0,28	0,02	2,94*	1,98	Nyata
Jenis Pupuk	3	0,19	0,06	7,59*	2,74	Nyata
Kedalaman	2	0,06	0,03	3,98*	3,14	Nyata
P X K	6	0,01	0,02	0,27	2,24	Tidak Nyata
Galat	48	0,42	0,08			
Total	83	0,77				

## Lampiran 8. Analisis Ragam Berat Jenis Tanah

Tabel Anova Berat Jenis Tanah

SK	db	JK	KT	F. HIT	F. TAB 5%	Keterangan
Ulangan/faktor	24	0,15	0,06	0,16 <sup>tn</sup>	2,24	Tidak Nyata
Perlakuan	11	0,15	0,01	0,35 <sup>tn</sup>	1,98	Tidak Nyata
Jenis Pupuk	3	0,06	0,02	0,51 <sup>tn</sup>	2,74	Tidak Nyata
Kedalaman	2	0,06	0,03	0,76 <sup>tn</sup>	3,14	Tidak Nyata
P X K	6	0,03	0,05	0,13 <sup>tn</sup>	2,24	Tidak Nyata
Galat	48	1,92	0,04			
Total	83	2,24				

## Lampiran 9. Analisis Ragam Porositas Tanah

Tabel Anova Porositas Tanah

SK	db	JK	KT	F. HIT	F. TAB 5%	Keterangan
Ulangan/faktor	24	201,05	8,38	0,28 <sup>tn</sup>	2,24	Tidak Nyata
Perlakuan	11	655,38	59,58	1,98*	1,98	Nyata
Jenis Pupuk	3	409,60	136,53	4,52*	2,74	Nyata
Kedalaman	2	173,08	86,54	2,87 <sup>tn</sup>	3,14	Tidak Nyata
P X K	6	72,69	12,11	0,40 <sup>tn</sup>	2,24	Tidak Nyata
Galat	48	1448,45	30,18			
Total	83	2304,88				

**Keterangan:** tn : tidak berpengaruh nyata pada taraf 5 %

\* : berpengaruh nyata pada taraf 5 %

\*\* : berpengaruh sangat nyata pada taraf 5 %



**Lampiran 10. Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan**

	C-organik	BI	Porositas
C-organik	1		
BI	0,047*	1	
Porositas	0,903	0,010**	1

**Lampiran 11. Regresi C-organik Tanah dengan Berat Isi Tanah**

Persamaan regresi :  $y = -1,837x + 3,676$

X : C-organik

Y : Berat Isi Tanah

$R^2 = 0,909$  ( 90,9 % )

**Lampiran 12. Regresi C-organik Tanah dengan Porositas Tanah**

Persamaan regresi :  $y = 21,87x + 17,66$

X : C-organik

Y : Porositas Tanah

$R^2 = 0,816$  ( 81,6 % )

**Lampiran 13. BNT Taraf 5% Berat Isi Tanah**

**Tabel Pengujian Perbedaan rata-rata LSD<sub>0,05</sub>**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P1	0,854	ab
P2	0,905	b
P3	0,841	a
P4	0,960	b

(Keterangan: P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK).

**Lampiran 14. BNT Taraf 5% Berat Isi Tanah**

**Tabel Pengujian Perbedaan rata-rata LSD<sub>0,05</sub>**

Kedalaman Tanah	Rata-rata	Notasi
K1	0,856	a
K2	0,898	ab
K3	0,917	b

(Keterangan: K1: kedalaman tanah 0-10 cm, K2: kedalaman tanah 10-20 cm, dan K3: kedalaman tanah 20-30 cm.)

**Lampiran 15. BNT Taraf 5% Porositas Tanah**

**Tabel Pengujian Perbedaan rata-rata LSD<sub>0,05</sub>**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P1	63,64	b
P2	61,29	ab
P3	64,95	b
P4	59,24	a

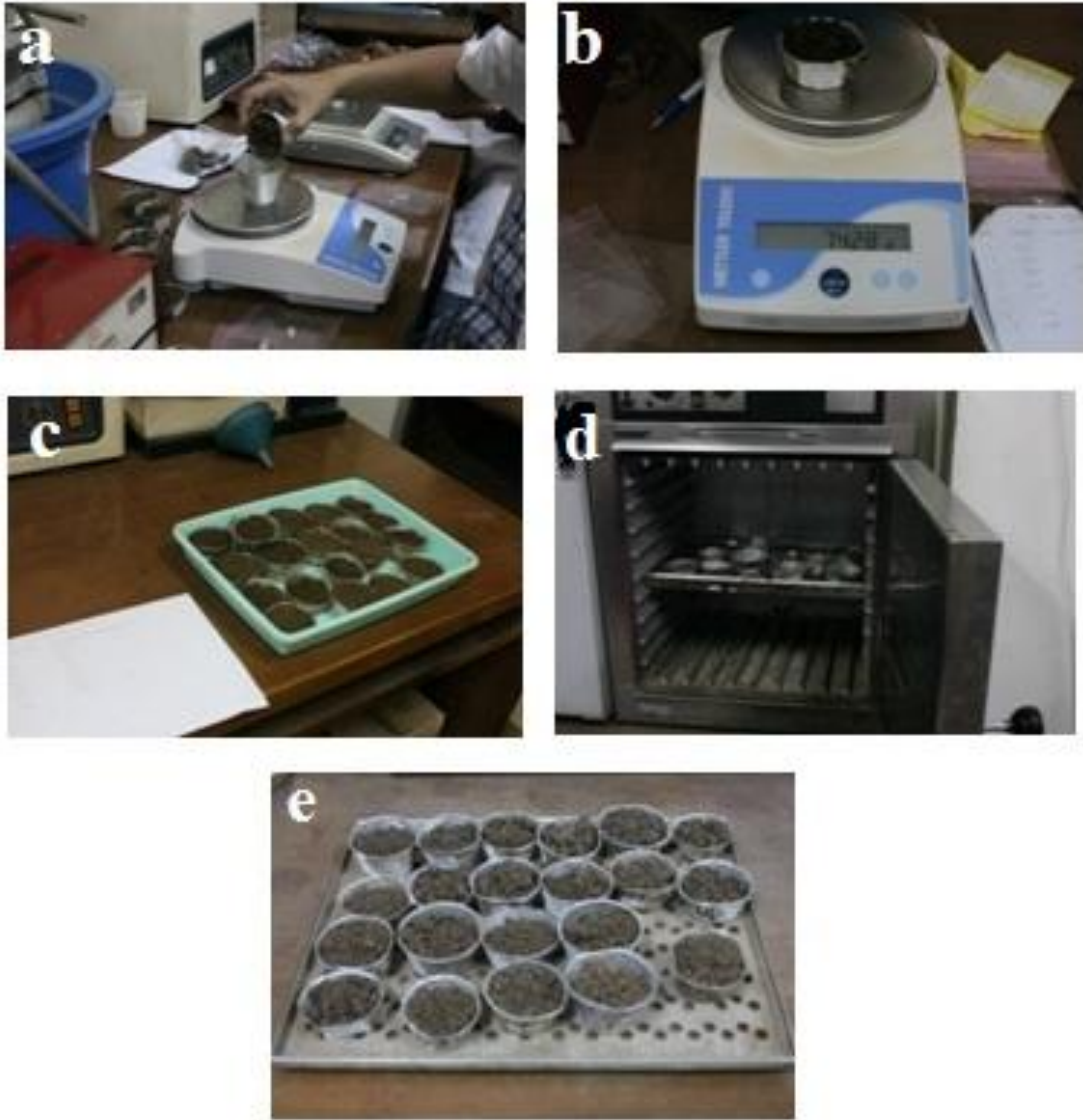
(Keterangan: P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK).

**Lampiran 16. BNT Taraf 5% Kadar C-organik Tanah**

No	Perlakuan	Rataan	Notasi
1.	P1K1	2,44	c
2.	P1K2	1,98	b
3.	P1K3	1,94	b
4.	P2K1	2,27	c
5.	P2K2	1,97	b
6.	P2K3	1,91	b
7.	P3K1	2,92	d
8.	P3K2	1,74	ab
9.	P3K3	1,64	a
10.	P4K1	2,42	c
11.	P4K2	1,64	a
12.	P4K3	1,61	a

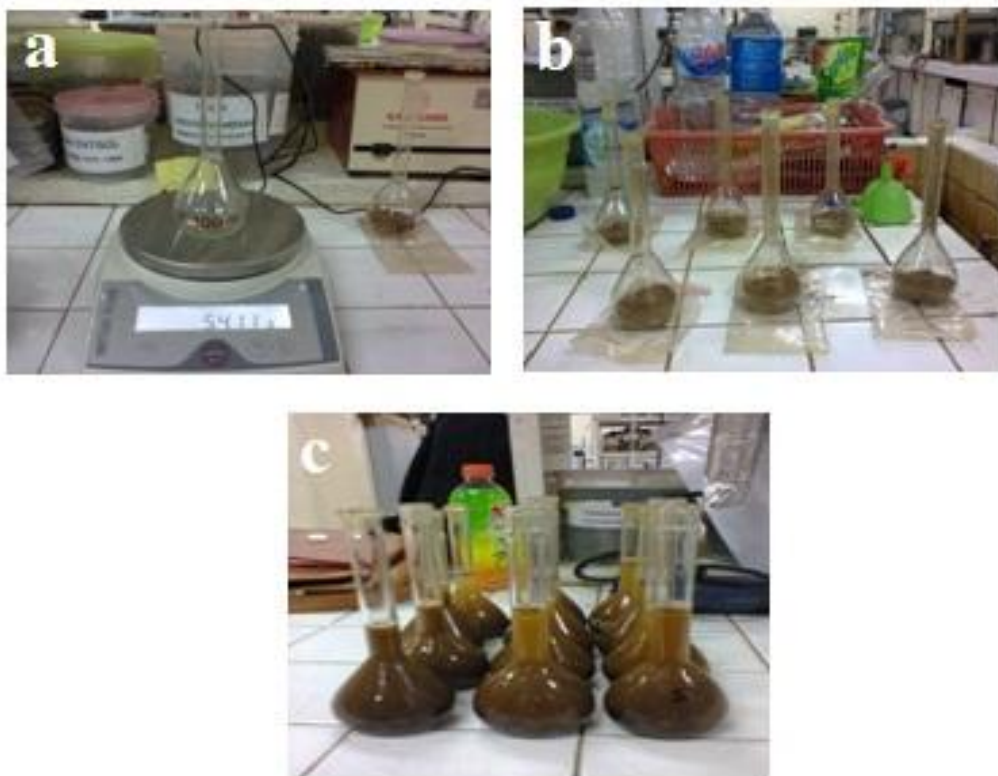
(Keterangan: P1: plot vermikompos, P2: plot pupuk kulit buah kopi, P3: plot pupuk kandang, dan P4: plot pupuk NPK. K1: kedalaman tanah 0-10 cm, K2: kedalaman tanah 10-20 cm, dan K3: kedalaman tanah 20-30 cm).



**Lampiran 17. Dokumentasi Tahapan Analisis Laboratorium Berat Isi Tanah**

**Keterangan:** (a) contoh tanah dimasukkan dalam cawan untuk dilakukan penimbangan berat cawan+tanah, (b) contoh tanah ditimbang menggunakan timbangan analitik, (c) setelah dilakukan penimbangan dilakukan penghitungan berat dan contoh tanah ditata dalam wadah, (d) contoh tanah dimasukkan dalam oven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama  $2 \times 24$  jam, (e) contoh tanah kering dan dilakukan pengukuran berat kering tanah.

### Lampiran 18. Dokumentasi Tahapan Analisis Laboratorium Berat Jenis Tanah



**Keterangan:** (a) labu ditimbang beratnya sebelum contoh tanah dimasukkan ke dalam labu ukur, (b) contoh tanah dimasukkan ke dalam labu ukur dan kemudian ditambah air yang matang ( $3/4$  labu ukur), dikocok hingga homogen, (c) kemudian labu + tanah ditambah dengan air hingga batas garis melingkar di leher labu ukur dan dilakukan pengukuran berat.



**Lampiran 19. Dokumentasi Contoh Pohon Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre) di Lokasi Pengamatan Pada Masing-masing Plot Penggunaan Pupuk**



**Keterangan:** (a) contoh pohon kopi yang menggunakan vermikompos, (b) contoh pohon kopi yang menggunakan pupuk kulit buah kopi, (c) contoh pohon kopi yang menggunakan pupuk kandang, (d) contoh pohon kopi yang menggunakan pupuk NPK/ anorganik.



## Lampiran 20. Dokumentasi Tahapan Pembuatan Pupuk Kulit Buah Kopi



**Keterangan:** (a) pengumpulan hasil panen kopi robusta di pabrik pengolahan kopi, (b) penggilingan kopi untuk memisahkan antara kulit kopi dengan biji kopi, (c) kulit kopi dan biji kopi sudah terpisah, (d) pengeringan kulit buah kopi, (e) proses pengomposan kulit buah kopi, (f) pupuk kulit buah kopi diberikan di kebun kopi robusta.



## Lampiran 21. Dokumentasi Tahapan Pembuatan Pupuk Kandang Sapi



**Keterangan:** (a) kotoran sapi yang masih segar dikumpulkan dalam suatu lokasi, (b) proses pemberian stimulator (EM4) untuk mempercepat proses pengomposan dan dekomposisi, (c) pengadukan dan pengolahan kotoran sapi yang sudah agak matang, (d) proses pengomposan sudah jadi dan siap diaplikasikan ke kebun, namun harus dimasukkan ke dalam wadah/ karung untuk mempermudah pengangkutan, (e) proses pengangkutan pupuk kandang ke kebun kopi, (f) aplikasi pupuk kandang di kebun kopi robusta.



## Lampiran 22. Dokumentasi Tahapan Pembuatan Vermikompos



**Keterangan:** (a) proses dekomposisi kotoran sapi menjadi media hidup cacing tanah, (b) induk cacing ditebarkan kedalam media yang berfungsi sebagai bibit dan hewan pengurai, (c) pencampuran antara media/pupuk kandang dengan induk cacing didiamkan selama 20 hari, (d) vermicompos sudah terbentuk dan siap untuk diberikan ke kebun kopi robusta.