



**PENINGKATAN KUALITAS DAN EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG  
SAPI DALAM PENYEDIAAN UNSUR HARA P  
BAGI BIBIT KOPI ROBUSTA**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Efi Dwi Alfiani  
NIM 121510501019**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PENINGKATAN KUALITAS DAN EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG  
SAPI DALAM PENYEDIAAN UNSUR HARA P  
BAGI BIBIT KOPI ROBUSTA**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Efi Dwi Alfiani  
NIM 121510501019**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tua saya yang tercinta dan penuh kasih sayang. Bapak saya Supingi dan Ibu saya Sulistyani. Saya ucapkan banyak terima kasih untuk setiap panjatan do'a yang telah mereka berikan kepada saya. Begitu banyak pengorbanan dan perjuangan yang tulus ikhlas untuk mendukung saya dalam menyelesaikan studi S1 di Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
2. Seluruh keluarga yang telah mendukung dan membantu saya dalam menyelesaikan studi S1 di Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
3. Seluruh teman-teman angkatan 2012 di PPM Syafi'ur Rohman..
4. Seluruh guru dan dosen saya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan yang menjadi bekal masa depanku.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember Yang Sangat saya cintai dan banggakan
6. Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang membantu memberikan beasiswa hingga akhir studi, melalui program Beasiswa Unggulan Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

## MOTTO

“Belajarlah, tidak ada orang yang dilahirkan dalam keadaan pandai, dan tidaklah sama orang yang berilmu dengan orang yang bodoh” (KH. Nur Khasan Al Ubaidah)

“Ingatlah kamu tidak akan memperoleh ilmu kecuali dengan 6 perkara yang akan aku terangkan dari kesemuanya itu dengan jelas, yaitu: cerdas, tekun dan teliti, ada kemauan, sabar, ada bekal (biaya), mengikuti petunjuk guru, dan lamanya masa (waktu)” (KH. Nur Khasan Al Ubaidah)

“Hai manusia, sesungguhnya ilmu itu didapat dengan cara belajar, dan kefahaman didapatkan dengan mencari kefahaman” (HR. At’thobrani)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Efi Dwi Alfiani

NIM : 121510501019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Peningkatan Kualitas dan Efektivitas Pupuk Kandang Sapi dalam Penyediaan Unsur Hara P bagi Bibit Kopi Robusta”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 15 Desember 2016  
Yang Menyatakan,

Efi Dwi Alfiani  
NIM. 121510501019

**SKRIPSI**

**PENINGKATAN KUALITAS DAN EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG  
SAPI DALAM PENYEDIAAN UNSUR HARA P  
BAGI BIBIT KOPI ROBUSTA**

**Oleh**

**Efi Dwi Alfiani**

**NIM. 121510501019**

**Pembimbing:**

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Martinus H. Pandutama, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19540326 198103 1 003

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D.  
NIP. 196211101988031001

**PENGESAHAN**

Karya ilmiah skripsi berjudul “**Peningkatan Kualitas dan Efektivitas Pupuk Kandang Sapi dalam Penyediaan Unsur Hara P bagi Bibit Kopi Robusta**” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 01 Desember 2016

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Dosen Pembimbing Utama,**

**Dosen Pembimbing Anggota,**

**Ir. Martinus H. Pandutama, M.Sc., Ph.D**  
NIP. 19540326 198103 1 003

**Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D**  
NIP. 196211101988031001

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

**Dr. Ir. Sugeng Winarso, M. Si**  
NIP. 19640322 198903 1 001

**Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, M.P**  
NIP. 19611110 198802 1 001

**Mengesahkan**

**Dekan,**

**Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D**  
NIP. 196005061987021001



## RINGKASAN

**Peningkatan Kualitas dan Efektivitas Pupuk Kandang Sapi dalam Penyediaan Unsur Hara P bagi Bibit Kopi Robusta;** Efi Dwi Alfiani; 121510501019; 2016; halaman viii; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Pupuk kandang sapi merupakan pupuk kandang dari limbah yang dihasilkan dari peternakan sapi, seperti feses dan urine sapi. Limbah yang dihasilkan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang berasal dari pupuk kandang. Ciri kotoran sapi yang baik untuk pupuk kandang yaitu berwarna hitam gelap, gembur dan tidak berbau dan memiliki C/N rasio kurang dari 20. Memanfaatkan limbah yang dihasilkan dari peternakan sapi merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang dihasilkan. Petani lebih memilih menggunakan pupuk kimia dari pada pupuk kandang, karena pupuk organik diperlukan dalam jumlah yang sangat besar dan unsur hara yang tersedia bagi tanaman sangat lambat, oleh karena itu pupuk organik harus diimbangi dengan pupuk anorganik agar keduanya dapat saling melengkapi. Unsur hara P merupakan salah satu unsur hara makro esensial. Unsur hara P memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan dan proses metabolisme dan unsur hara P memiliki efisiensi pemupukan paling rendah dari pada unsur hara N, dan K. Pupuk kandang sapi dikombinasikan dengan SP-36, fosfat alam, dan bakteri pelarut fosfat dengan dosis pupuk kandang sapi 5% dari berat media tanam, pupuk SP-36 dan fosfat alam masing-masing 200 mg  $P_2O_5$ /kg media, serta bakteri pelarut fosfat 5 ml/3 kg media. Bakteri pelarut fosfat yang digunakan yaitu *Pseudomonas fluorescens*, isolat bakteri *Pseudomonas fluorescens* ini didapat dari Laboratorium Biologi tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Pupuk kandang sapi dicampur sesuai dengan perlakuan, kemudian perlakuan tersebut dicampur ke media tanam dan diinkubasi selama 1 minggu. Bibit kopi yang telah berumur 3 bulan dipindah ke media tanam sesuai perlakuan. Analisis dilakukan 2 kali yaitu saat awal tanam (0 hst) dan 2 bulan setelah tanam (60 hst). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pupuk kandang sapi, untuk mempelajari efektivitas



peningkatan fosfor (P) pada pupuk kandang sapi untuk penyediaan fosfor (P) bagi bibit kopi robusta. Hasil penelitian menunjukkan pupuk kandang sapi yang dikombinasikan dengan berbagai sumber P (fosfat) (Sp-36 dan fosfat alam) dan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan P ekstrak HCl 25% dan P-tersedia dalam media tanam pada 60 hst. Pupuk kandang sapi yang dikombinasikan dengan fosfat alam (perlakuan PF) memiliki efektivitas pemupukan paling tinggi (25,42%).

**Kata Kunci:** *Pupuk Kimia, Pupuk Kandang Sapi, Unsur Hara P*



**SUMMARY**

**The Improvement of Quality and Effectiveness of Cow Manure in Providing P Nutrient for Robusta Coffee Seed;** Efi Dwi Alfiani; 121510501019; 2016; page x; The Department of Agrotechnology-The Faculty of Agriculture-Jember University

Cow manure is a fertilizer obtained from waste generated by cow farming, such as feces and urine from cow. Those wastes can be processed and used as organic fertilizer. The features of good cow wastes for natural fertilizer are dark black, smooth, and odorless. Also, they must possess a C/N ratio less than 20. Using cow farming waste is one of many ways to minimize environmental pollution. Farmers tend to choose chemical fertilizer instead of natural fertilizer, because Organic fertilizer is supposed to be abundant, while nutrient available for plant is hardly sufficient. As such, it is important that organic fertilizer be used in conjunction with inorganic fertilizer, enhancing their complementary usage. P nutrient is one of various macro essentials and it has important role in growth and metabolism. Moreover, it has the lowest fertilizing efficiency, compared to N and K nutrient. In this study, given only at 5% of plant mass, cow manure was combined with Sp-36, natural phosphate, phosphate solvent bacterium, Sp-36 fertilizer and natural phosphate each of which weighed 200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg of the total media, as well as 5 ml of phosphate solvent bacterium per 3 kg of media. The phosphate solvent bacterium used was *Pseudomonas fluorescens*, which was obtained from Soil Biology laboratory at the faculty of Agriculture, Jember University. Cow manure was then combined in accordance with the treatment, and the treatment was combined with planting medium, which was followed by a-week incubation. 3-month-old coffee seeds were transferred into planting medium as stipulated by treatments. Analyses were carried twice: at the outset of planting (0 hst) and 2 months after the planting (60 hst). This study aimed at improving the quality of cow manure and probe the effectiveness of P phosphate embedded in cow manure devoted to providing phosphate (P) for Robusta coffee seeds. The result of the finding showed that cow manure combined with various sources of P (Sp-36 and natural phosphate) and solvent bacteria can increase P HCl extract

25% and available P (olsen) when 60 hst. The cow manure combined with natural fosfat (treatment PF) has the highest fertilization effectivity (25,42%).

**Keywords:** *Chemical fertilizer, Cow Manure, P Nutrient*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas karunia serta rahmat dan hidayah Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Peningkatan Kualitas dan Efektivitas Pupuk Kandang Sapi dalam Penyediaan Unsur Hara P bagi Bibit Kopi Robusta**“ guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan sarjana pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Skripsi ini memberikan informasi mengenai pengaruh kombinasi pupuk kandang sapi dengan pupuk kimia terhadap kualitas pupuk kandang sapi dan pengaruhnya terhadap penyediaan unsur hara P bagi bibit kopi robusta. Sehingga diharapkan informasi tersebut dapat bermanfaat dalam penggunaan pupuk organik dan pupuk kimia untuk pertumbuhan bibit kopi bagi petani rakyat maupun PTPN XII.

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

Jember, 15 Desember 2016

Penulis,

## UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Kedua orang tua, Bapak Supingi dan Ibu Sulistyani tercinta yang selalu melimpahkan doa, kasih sayang, semangat dan motivasi sepanjang perjalanan hidupku sampai sekarang.
2. Kakak dan adik-adik saya Kakak saya Eka yuliana Sari, serta adik-adik saya Ida riskiana dewi, Novita Fitria Putri, Mokhamad Fiki Saifulloh, Dan Leonardo Hartawan Putra, serta saya ucapkan terimakasih kepada Nenek saya Supinah.
3. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis.
4. Pihak Perkebunan PTPN XII Kebun Renteng, Afdeling Rayap yang sudah banyak membantu dalam menyediakan fasilitas dan ilmu baru dalam mengenal tanaman perkebunan.
5. Ir. Martinus H. Pandutama, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang dengan penuh kesabaran memberikan arahan, nasehat dan bimbingan sampai terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.
6. Dr. Ir. Sugeng Winarso, M. Si., dan Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, M.P., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
7. Prof. Dr. Ir. Didik Sulistyanto, M. Ag. Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, nasehat dan bimbingan akademis sampai terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.

8. Sahabat-sahabat saya yang telah membantu saya dalam penyelesaian penelitian skripsi. Buat Bela Desi P., Devi Anggun C., Tatik Winarsih, Santika Arnindi, Diah Rahman, Adin R. dan Henggar R.
9. Semua teman-teman Agroteknologi A angkatan 2012.
10. Seluruh teman-teman PPM Syafi'ur Rohman angkatan 2012.
11. Seluruh pengurus dan santriwan-santriwati PPM Syafi'ur Rohman.
12. Teman-teman Fakultas Pertanian khususnya Program Studi Agroteknologi Angkatan 2012 yang selalu membantu dan memberikan dukungan semangat, serta canda tawa yang telah kalian berikan selama ini kepada penulis.
13. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
14. Ir. Hari Purnomo, M.Si, Ph.D. DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi.
15. Ir. Irwan Sadiman, M.P. selaku Ketua Program Beasiswa Unggulan.
16. Semua pihak yang telah membantu terselesainya karya ilmiah tertulis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Jember, 15 Desember 2016

Penulis,



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	5
1.5 Hipotesis .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tanaman Kopi Robusta .....	6
2.2 Pembibitan Kopi Robusta .....	10
2.2 Pupuk Kandang Sapi .....	11
2.3 Unsur Hara fosfor (P) .....	14
2.4 Peningkatan Fosfor (P) dalam pupuk kandang .....	16



**BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat .....	19
3.2 Bahan dan Alat .....	19
3.3 Rancangan Percobaan .....	19
3.4 Pelaksanaan Percobaan .....	20
3.5 Prosedur Analisis .....	22

**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil	
4.1.1 Hasil Analisis Ragam Kualitas dan Efektivitas Pupuk Kandang Sapi .....	26
4.1.2 C-organik .....	27
4.1.3 P-tersedia .....	28
4.1.4 P-tersedia 0 hst dan C-organik 0 hst .....	29
4.1.5 P-tersedia 60 hst dan Berat Kering akar .....	31
4.1.6 P-Ekstrak HCl 25% .....	32
4.1.7 Kadar P (fosfor) dalam Daun .....	34
4.2 Pembahasan	
4.2.1 Kualitas Pupuk Kandang Sapi .....	35
4.2.2 Efektivitas Pupuk Kandang Sapi .....	38

**BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	46
5.3 Rekomendasi .....	46

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
-----------------------------	-----------

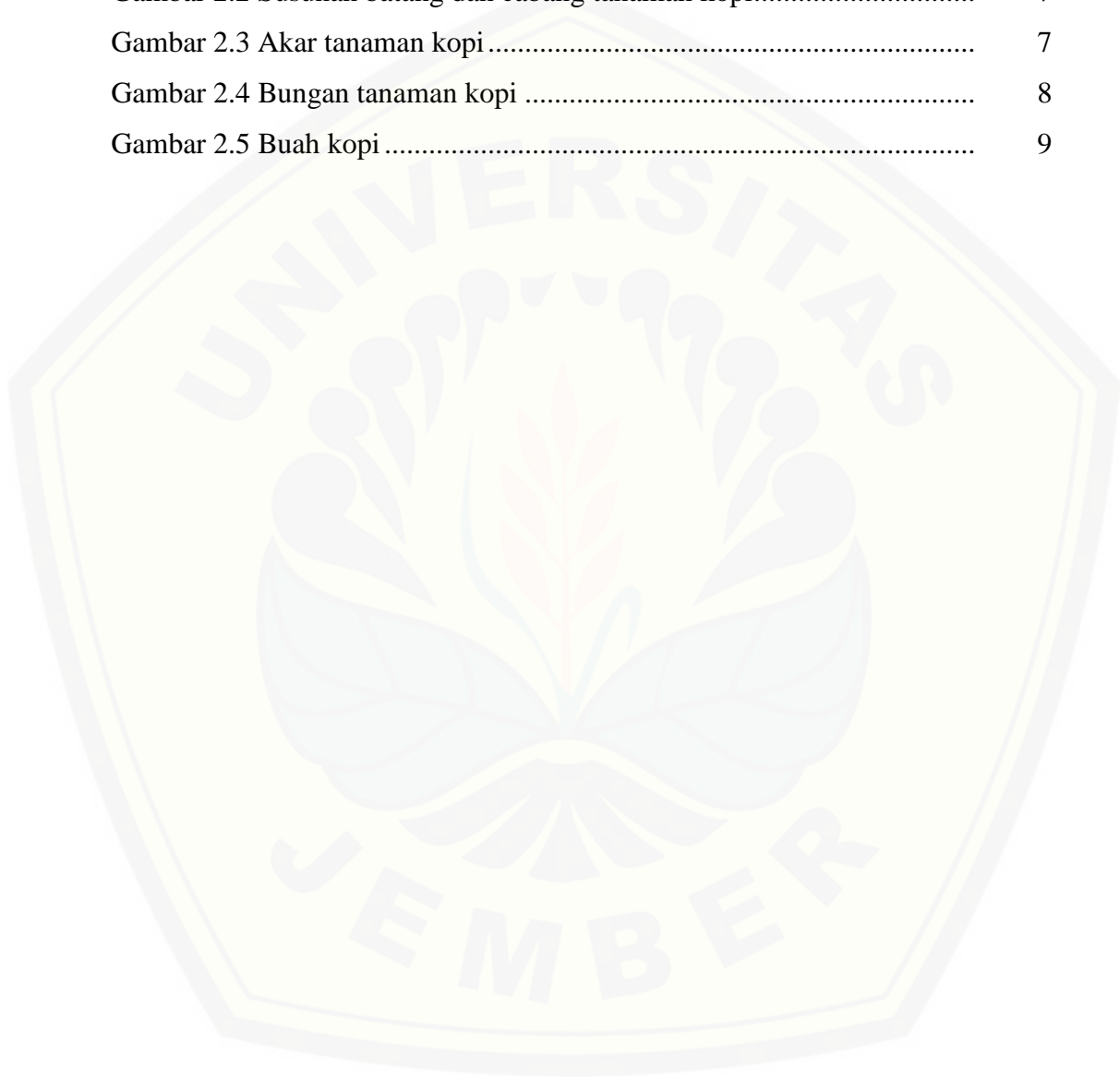
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>
----------------------	-----------

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1.1 Data Ekspor kopi indonesia .....	3
Tabel 2.1 Sifat agronomi kopi robusta BP 409.....	10
Tabel 2.2 Data usaha rumah peternakan dan rumah tangga pertanaian.....	12
Tabel 2.3 Kadar unsur hara yang terdapat dalam pupuk kandang sapi .....	14
Tabel 2.4 Kriteria penilaian tanah.....	16
Tabel 2.5 Kandungan Fosfat Alam Ciamis Jawa Barat .....	18
Tabel 3.1 Denah percobaan.....	22
Tabel 3.2 Hasil analisis pupuk kandang .....	23
Tabel 3.3 Metode analisis kimia tanah .....	24
Tabel 3.4 Metode analisis tanah.....	25
Tabel 3.5 Parameter pengamatan untuk pertumbuhan bibit kopi .....	25
Tabel 4.1 Hasil analisis ragam Rancangan acak kelompok.....	26
Tabel 4.2 Kadar P Ekstrak HCl 25%, P-tersedia (olsen), dan C-organik ...	36
Tabel 4.3 Efisiensi Pemupukan .....	39

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Susunan daun kuncup reproduksi dan legitium .....	6
Gambar 2.2 Susunan batang dan cabang tanaman kopi.....	7
Gambar 2.3 Akar tanaman kopi .....	7
Gambar 2.4 Bunga tanaman kopi .....	8
Gambar 2.5 Buah kopi .....	9



**DAFTAR GRAFIK**

	Halaman
Grafik 4.1 Kandungan C-organik .....	27
Grafik 4.2 Kandungan P-tersedia.....	28
Grafik 4.3 Kandungan P-tersedia 0 hst dan C-organik 0 hst .....	29
Grafik 4.4 Korelasi P-tersedia 0 hst dan C-organik 0 hst .....	31
Grafik 4.5 Kandungan P-tersedia 60 hst dan Berat Kering Akar .....	32
Grafik 4.6 Korelasi P-tersedia 60 hst dan Berat Kering Akar .....	33
Grafik 4.7 Kandungan P-Ekstrak HCl 25% .....	34
Grafik 4.8 Kadar P (fosfor) dalam Daun .....	35
Grafik 4.9 Tinggi Tanaman.....	41
Grafik 4.10 Berat Kering Pucuk .....	41
Grafik 4.11 Korelasi Kadar P (fosfor) dalam Daun dengan Berat Kering Pucuk.....	42
Grafik 4.12 Berat Kering Akar.....	43
Grafik 4.13 Rasio Pucuk dan Akar .....	44

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Hasil analisis karakteristik tanah .....	51
Lampiran 2. Hasil analisis karakteristik pupuk .....	51
Lampiran 3. Dosis pupuk .....	51
Lampiran 4. Kriteria penilaian sifat kimia tanah .....	52
Lampiran 5. Kriteria penilaian pH tanah .....	52
Lampiran 6. Perhitungan analisis P-tersedia media tanam 0 hst .....	53
Lampiran 7. Perhitungan analisis P-tersedia media tanam 60 hst .....	55
Lampiran 8. Perhitungan analisis P-total media tanam 0 hst.....	57
Lampiran 9. Perhitungan analisis P-total media tanam 60 hst.....	60
Lampiran 10. Perhitungan analisis C-organik .....	62
Lampiran 11. Perhitungan analisis P-jaringan .....	64
Lampiran 12. Dokumentasi.....	66

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, karena sebagian besar penduduk Indonesia berprofesi sebagai petani. Berdasarkan hasil sensus tahun 2012 tercatat sebanyak 39,7 juta orang bekerja pada sektor pertanian. Umumnya petani di daerah pedesaan selain berprofesi sebagai petani juga berprofesi sebagai peternak. Hasil sensus pertanian 2013 mencatat sebanyak 13 juta rumah tangga mengusahakan ternak atau hampir 50% dari rumah tangga pertanian. Populasi sapi dan kerbau di Indonesia pada tanggal 1 Mei 2013 sebanyak 14,24 juta ekor, yang terdiri dari 12,69 juta ekor sapi potong, 444,22 ribu ekor sapi perah, dan 1,11 juta ekor kerbau (Bappenas, 2014).

Limbah peternakan yang tidak dikelola dengan baik menyebabkan pencemaran lingkungan, antara lain amonia, gas rumah kaca dan perkembangan populasi mikroorganisme patogenik (Martinez, 2009). Produksi peternakan yang intensif akan memberikan sumbangan untuk tingkat pencemaran lingkungan, serta emisi gas ke atmosfer (Floats, 2009). Pengelolaan limbah peternakan menjadi pupuk organik merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang dihasilkan limbah. Pupuk kandang sapi merupakan pupuk kandang dari limbah yang dihasilkan dari peternakan sapi, seperti feses dan urine sapi. Nilai kandungan unsur hara pupuk kandang sapi relatif lebih baik dibandingkan dengan pupuk kandang ayam (Pujisiswanto, 2008). Selain itu limbah yang dihasilkan dari kotoran sapi sangat melimpah. Jumlah kotoran yang dihasilkan dari dua ekor sapi setiap hari sebanyak 7,5 kg dan kencing 4,3 liter berasal dari pakan 40 kg rumput dan 10 liter air. Jumlah kotoran 675 kg selama 3 bulan (Suryadarma, 2012).

Pupuk kandang sapi yang baik digunakan sebagai pupuk yaitu pupuk kandang sapi yang telah menjadi kompos. Pupuk kandang sapi memiliki kandungan serat paling tinggi seperti selulosa hal ini terbukti dengan kandungan C/N rasio lebih dari 40 (Hartatik (2006) dalam Kurniadi, 2010). Ciri kotoran sapi yang baik untuk pupuk yaitu berwarna hitam gelap, gembur dan tidak berbau dan



memiliki C/N rasio kurang dari 20 (Hartatik, 2006 dalam Kurniadi, 2010). Namun pupuk kandang yang berasal dari kotoran ternak termasuk pupuk kandang sapi memiliki kandungan hara yang relatif lebih rendah (0,02%) dibandingkan dengan pupuk kimia (36%).

Permasalahan yang terjadi apabila pupuk kimia saja yang diberikan yaitu terjadi penurunan C-organik tanah. Menurut Sutanto (2005) C-organik tanah berpengaruh terhadap kandungan bahan organik tanah. Semakin tinggi kandungan C-organik yang terdapat pada perlakuan maka semakin baik perlakuan tersebut, karena semakin tinggi pula kandungan bahan organik.

Petani pada umumnya lebih memilih menggunakan pupuk kimia dari pada pupuk organik. Hal ini dikarenakan pupuk organik yang diperlukan dalam jumlah yang sangat besar dan unsur hara yang tersedia bagi tanaman sangat lambat. Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik harus diimbangi dengan pupuk anorganik agar keduanya dapat saling melengkapi (Rukmana, 1995 dalam Yuniarti 2010). Penambahan fosfat dan bakteri pelarut fosfat kedalam pupuk kandang sapi diharapkan mampu meningkatkan kandungan unsur hara. Unsur hara P merupakan unsur hara makro esensiil yang dibutuhkan tanaman (Kuswandi, 2002). Unsur hara P menjadi salah satu faktor pembatas utama dalam budidaya pertanian terutama didaerah yang beriklim tropis seperti indonesia. Unsur hara P memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan dan proses metabolisme. Peran unsur hara P bagi tanaman yaitu P berperan dalam proses respirasi dan fotosintesis, pembentukan bibit tanaman dan penghasil buah, merangsang perkembangan akar, mempercepat masa panen (Lingga, 2008). Unsur hara P memiliki efisiensi pemupukan paling rendah dari pada unsur hara N, dan K (Adiningsih, 2004).

Unsur hara P yang terdapat dalam pupuk kandang sapi sangat rendah yaitu 0,02%  $P_2O_5$ , jika dibandingkan dengan unsur hara P yang terdapat dalam pupuk anorganik, seperti Sp-36 memiliki 36%  $P_2O_5$ . Beberapa mikroorganisme tanah seperti bakteri dan fungi diketahui mampu melarutkan P terikat di dalam tanah. Bakteri tanah yang berperan dalam melarutkan unsur hara P yaitu bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas* dan *Bacillus*), Fungi (*Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp).



Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas pupuk kandang sapi khususnya dalam penyediaan unsur hara P yaitu dengan cara mengkombinasikan pupuk kandang sapi dengan pupuk fosfat dan bakteri pelarut fosfat. Sumber P yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Sp-36, fosfat alam, serta bakteri pelarut fosfat yang digunakan yaitu *Pseudomonas fluorescense*. Kombinasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan kandungan unsur hara P yang terdapat pada pupuk kandang sapi. Untuk uji eektivitas pupuk, pupuk tersebut di aplikasikan pada bibit kopi robusta.

Kopi merupakan salah satu komoditi dari subsektor perkebunan yang memegang peranan penting bagi perekonomian nasional khususnya sebagai sumber devisa, penyedia lapangan kerja dan sebagai sumber pendapatan bagi petani maupun bagi pelaku ekonomi lainnya yang terlibat dalam budidaya, pengolahan dan pemasaran hasil kopi, terutama di daerah-daerah sentra produksi kopi seperti Sumatera Selatan, Lampung, Sumatera Utara dan Jawa Timur (Turnip, 2002). Kopi adalah komoditas ekspor karena sekitar 60% dari jumlah produksi kopi nasional diekspor, sisanya dikonsumsi serta disimpan oleh pedagang (Rahardjo, 2012). Data ekspor kopi Indonesia ke negara tujuan pada tahun 2007-2011 dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.1 Data ekspor kopi Indonesia ke negara tujuan pada tahun 2007-2011

Tahun	Jepang	Singapura	Amerika	Inggris	Jerman	Lainnya
2007	51.065	12.331	65.017	7.982	41.764	133.927
2008	51.815	7.146	64.437	13.109	87.383	228.565
2009	52.823	7.144	70.147	14.619	76.007	272.373
2010	58.447	8.947	58.738	24.046	59.626	237.688
2011	55.551	7.331	45.188	14.671	24.331	204.937

Sumber: Statistik Perkebunan Indonesia dan AEKI dioalah, dalam Rahardjo (2012).

Kopi jenis robusta memiliki adaptasi yang lebih baik dibandingkan dengan kopi dari jenis arabika, karena sebagian besar tempat di Indonesia lebih cocok untuk budidaya kopi jenis ini (Panggabean, 2011). Untuk memperbaiki pertumbuhan bibit kopi agar kuat dan sehat, diperlukan media yang memiliki

kesuburan fisika, kimia dan biologi, sehingga penambahan pupuk organik yang diperbaiki kualitasnya dapat diharapkan memperbaiki kualitas bibit kopi robusta. Kopi arabika dan kopi robusta memasok sebagian besar perdagangan kopi dunia. Saat ini, 90% tanaman kopi yang dibudidayakan di Indonesia ialah kopi robusta dan sisanya kopi arabika (Rahardjo, 2012). Untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik tanaman kopi memerlukan sejumlah hara tertentu agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Unsur hara yang diperlukan tanaman kopi antara lain N, P, K, S, Ca, Mg dan S yang disebut unsur hara makro. Selain itu tanaman kopi juga memerlukan sejumlah unsur hara mikro dalam jumlah sedikit (Pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia, 2008).

## 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian di atas maka perlu strategi untuk meningkatkan kandungan unsur hara P pada pupuk kandang sapi. Limbah yang dihasilkan dari kotoran sapi sangat melimpah. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kandang. Namun petani pada umumnya lebih memilih menggunakan pupuk kimia dari pada pupuk kandang, karena pupuk kandang memiliki kualitas yang rendah, dan diperlukan dalam jumlah yang sangat besar, serta unsur hara yang tersedia bagi tanaman sangat lambat. Oleh karena itu, penggunaan pupuk kandang harus diimbangi dengan pupuk kimia agar keduanya dapat saling melengkapi. Pupuk kandang sapi dengan berbagai macam sumber P dan bakteri pelarut fosfat. Sumber P (fosfat) yang digunakan yaitu fosfat alam dan Sp-36, bakteri yang digunakan yaitu *Pseudomonas fluorescens*. Pelarutan fosfat alam/rock fosfat membutuhkan waktu lebih lama dari P (fosfar) kimia. Pupuk Sp-36 ifatnya agak sulit larut di dalam air dan bereaksi lambat Unsur hara P memiliki efisiensi pemupukan paling rendah dari pada unsur hara N, dan K.

## 1.3 Tujuan

Penelitian peningkatan kualitas dan efektivitas pupuk kandang sapi dalam penyediaan unsur hara P bagi bibit kopi robusta bertujuan untuk:

- a) Meningkatkan kualitas pupuk kandang sapi.

- b) Meningkatkan efektivitas pupuk kandang sapi untuk penyediaan fosfat bagi pertumbuhan bibit kopi robusta.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari hasil penelitian diharapkan memberikan tambahan informasi ilmiah mengenai peningkatan kualitas pupuk kandang sapi dalam penyediaan fosfat dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta.

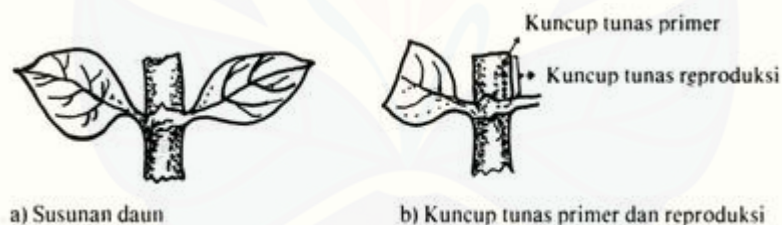
#### **1.5 Hipotesis**

Peningkatan kualitas pupuk kandang dengan penambahan fosfat dan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas pupuk kandang dalam peningkatan penyediaan P bagi bibit kopi robusta.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kopi Robusta

Kopi merupakan tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan. Selain sebagai sumber penghasilan rakyat, kopi menjadi komoditas andalan ekspor dan sumber pendapatan devisa negara. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta (Rahardjo, 2012). Kopi mempunyai bentuk daun bulat telur, ujungnya agak meruncing sampai bulat. Daun tumbuh pada batang, cabang, dan ranting-ranting tersusun berdampingan. Pada batang atau pada cabang-cabang yang tumbuhnya tegak lurus, susunan pasangan daun itu berselang-seling pada ruas-ruas berikutnya. Sedang daun yang tumbuh pada ranting-ranting dan cabang-cabang yang mendatar, pasangan daun itu terletak pada bidang yang sama, tidak berselang-seling. Daun dewasa berwarna hijau tua, sedangkan daun yang masih muda berwarna perunggu, demikian pula mengenai ukuran. Umur daun rata-rata satu tahun, setelah itu berguguran satu demi satu (Aak, 1988).



Gambar 2.1 gambar susunan daun kucup reproduksi dan legitium

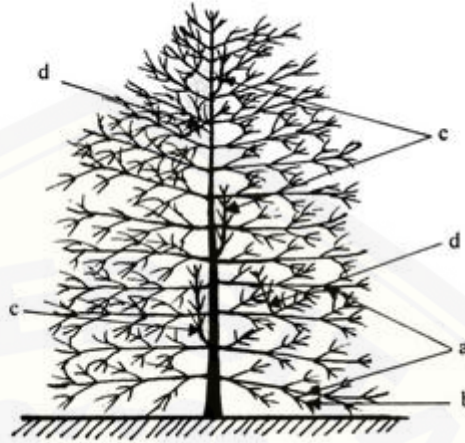
Batang yang tumbuh dari biji disebut “batang pokok” dan tumbuhnya beruas-ruas. Ruas-ruas tersebut tampak jelas pada saat tanaman itu masih muda. Tiap-tiap ruas tumbuhlah sepasang daun yang berhadap-hadapan, yang selanjutnya tumbuh pula cabang yang berbeda-beda. Tumbuh dua batang cabang pada batang yaitu:

- a) Cabang yang tumbuh tegak lurus atau vertikal. Cabang ini dapat menggantikan kedudukan batang, bila batang itu dalam keadaan patah atau dipenggal. Cabang ini disebut cabang orthotrop.
- b) Cabang yang tumbuhnya kesamping atau horizontal. Cabang ini tumbuh pada batang orthotrop yang tempat pertumbuhannya berbeda dengan

cabang vertikal. Cabang ini merupakan tempat tumbuh bunga dan buah (Aak, 1988).

*Keterangan:*

- a. Cabang primair (primer)
- b. Sekundair (sekunder)
- c. Tunas air
- d. Pang balik



Gambar 2.2 Susunan batang dan cabang tanaman kopi

Tanaman kopi memiliki akar tunggang sehingga tidak mudah rebah. Kopi mempunyai perakaran yang dangkal dimana kedalamannya hanya mencapai 0-30 cm. Oleh karena itu tanaman ini mudah mengalami kekeringan pada kemarau panjang bila di daerah perakarannya tidak di beri mulsa. Akar tunggang tersebut hanyadi miliki oleh tanaman kopi yang bibitnya berupa bibit semaian atau bibit sambungan (okulasi) yang batang bawahnya merupakan semaian. Tanaman kopi yang bibitnya berasal dari bibit stek, cangkokan atau bibit okulasi yang batang bawahnya merupakan bibit stek tidak memiliki akar tunggang sehingga relatif mudah rebah (Riadi, 2016).



Gambar 2.3 Akar tanaman kopi

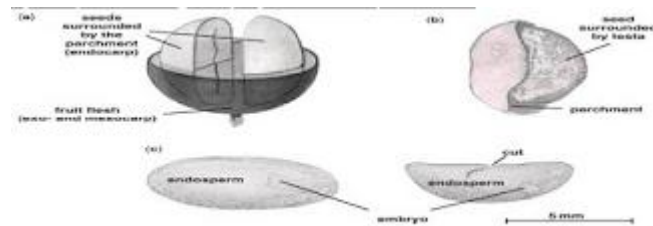


Tanaman kopi umumnya mulai berbunga setelah berumur kira-kira 2 tahun. Bunga ini keluar dari ketiak daun yang terletak pada batang utama atau cabang reproduksi. Bunga yang keluar dari kedua tempat tersebut biasanya tidak berkembang menjadi buah, jumlahnya terbatas, dan hanya dihasilkan oleh tanaman-tanaman yang masih sangat muda. Bunga yang jumlahnya banyak akan keluar dari ketiak daun yang terletak pada cabang primer. Bunga ini berasal dari kuncup sekunder dan reproduktif yang berubah fungsinya menjadi kuncup bunga. Kuncup bunga berkembang menjadi bunga secara serempak dan bergerombol. Tumbuhnya bunga kopi pada ketiak cabang primer tersusun berkelompok, tiap kelompok terdiri dari 4-6 kuntum bunga yang bertangkai pendek. Pada tiap ketiak daun dapat tumbuh 3-4 kelompok bunga maka pada tiap buku dapat tumbuh kira-kira 30 kuntum bunga atau lebih dan pada musim berbunga (Riadi, 2016).



Gambar 2.4 Bunga tanaman kopi

Buah kopi yang masih muda berwarna hijau dan buah yang masak berwarna merah. Buah terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri atas 3 (tiga) bagian lapisan kulit luar (eksokarp), lapisan daging (mesokarp), dan lapisan kulit tanduk (endokarp) yang tipis tetapi keras. Buah kopi umumnya mengandung 2 butir biji, tetapi terkadang hanya mengandung satu butir saja. Biji kopi ini disebut biji kopi lanang/kopi jantan/kopi bulat (Riadi, 2016).



Gambar 2.5 Buah kopi

Klasifikasi botani tanaman kopi (Suwanto, 2014).

- Kingdom : *Plantae*
- Divisi : *Spermatophyta*
- Subdivisi : *Angiospermae*
- Kelas : *Dicotyledonae*
- Ordo : *Rubiales*
- Famili : *Rubiaceae*
- Genus : *Coffea*
- Spesies : *Coffea sp*

Tanaman kopi mulai dikenal di Benua Afrika. Awalnya tanaman kopi tumbuh liar di hutan-hutan dataran tinggi. Penyebaran awal kopi ke berbagai wilayah cukup lambat, karena tanaman kopi hanya berkhasiat sebagai penghangat badan. Tanaman ini menjadi terkenal hingga tersebar ke berbagai wilayah Eropa, Asia, dan Amerika karena perkembangan pengolahan kopi. Tanaman kopi di Indonesia pertama kali diperkenalkan oleh VOC pada tahun 1696-1699. Tanaman kopi awalnya hanya sebagai bahan penelitian, namun ternyata dapat memberikan cukup keuntungan sebagai komoditas perdagangan sehingga VOC menyebarkan bibit ke berbagai daerah agar penduduk dapat menanamnya. VOC kemudian mendirikan perkebunan besar dan akhirnya kopi menyebar ke daerah Lampung, Sumatera Barat, Sumatera Utara, Sumatera Selatan dan daerah-daerah lain (Suwanto, 2014). Produktivitas bibit kopi robusta klon BP 409 berkisar 1.000-1.300 kg kopi biji/ha/th (Prastowo, 2010).

Adapun klon-klon kopi robusta yang dianjurkan adalah BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, BP 409, dan SA 203. Sifat agronomi kopi robusta klon BP 409 ditampilkan dalam Tabel 2.1 berikut:



Tabel 2.1 Sifat agronomi kopi robusta BP 409

Perawakan	Percabangan	Bentuk daun dan bentuk buah	Buah	Biji	Saat pembungaan	Produktivitas (kg kopi biji/ha/th)
Besar, kokoh	Kokoh, kuat, ruas agak panjang	Membulat, besar, hijau gelap, helai daun seperti belulang, bergelombang tegas, pupuk hijau muda	Agak besar, diskus agak lebar buah masak merah pucat belang	Medium- besar	Terakhir	1.000-1.300

(Prastowo, 2010)

## 2.2. Pembibitan Kopi Robusta

Penyemaian untuk bibit kopi biasanya dilakukan pada bulan Februari-Maret. Pertengahan bulan November-Desember atau awal musim hujan, bibit sudah berumur 8-9 bulan dan siap untuk ditanam dilapang. Bibit biasanya sudah memiliki 6-7 pasang daun dengan kondisi yang sudah cukup kuat untuk dipindahkan. Perlu menyiapkan bedengan untuk penyemaian dan dilengkapi atap agar bibit terlindung dari hujan lebat dan tanah tidak cepat kering. Atap dibuat dari daun kelapa, jerami atau alang-alang. Kemudian pasir setebal 5 cm ditabur ditabur diatas tanah bedengan dan disiram dengan air secukupnya. Pembibitan menggunakan polibag, polibag diisi dengan tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 hingga  $\frac{3}{4}$  bagian, kemudian bibit ditanam ke polibag (Suwarto, 2014). Media tumbuh bibit kopi pada pembibitan merupakan campuran lapisan atas, pasir yang halus dan pupuk kandang yang telah masak dengan perbandingan 1:1:1. Perbandingan tersebut tergantung pada kondisi tanah. Media tanam, yaitu pasir, tanah dan pupuk kandang dilakukan pengayakan terlebih dahulu agar memiliki butiran yang seragam (Rahardjo, 2012).

Tanah yang baik untuk pembibitan tanaman kopi adalah tanah yang subur. Media tanam bibit kopi pada pembibitan yaitu campuran tanah lapisan atas dan pasir yang halus dengan perbandingan 1:1 dengan berat media 3 kg. Masing-masing media tanam dilakukan pengayakan. Media tersebut dicampur sampai

merata. Media tumbuh dimasukkan kedalam polibag dengan ukuran 25 x 25 cm dan ditata dengan model penataan satu barisan. Model penataan polibag satu barisan menggunakan jarak tanam yang rapat dalam barisan sedangkan jarak antar barisan polibag 20 cm (Rahardjo, 2012). Bibit kopi yang digunakan yaitu bibit kopi robusta BP 409 sampai usia 3 bulan. Bibit yang baru diberi perlakuan setelah usia 3 bulan.

Agar bibit kopi tumbuh dengan baik maka perlu dilakukan pemeliharaan bibit kopi, yaitu:

1. Penyiraman

Penyiraman bibit kopi dilakukan minimal satu kali dalam sehari. Apabila tidak turun hujan penyiraman dilakukan 2 kali dalam sehari yaitu pagi dan sore hari.

2. Pemupukan

Pemupukan dilakukan setiap 2 minggu sekali dengan pupuk urea dengan dosis 1 gr/bibit.

3. Pengendalian hama dan penyakit

Kegiatan pengendalian hama dan penyakit disesuaikan dengan tingkat serangannya. Hama yang menyerang bibit kopi, terutama ulat daun, belalang, ulat klian, dan ulat bulu dikendalikan dengan insektisida. Adapun pengendalian penyakit rebah batang menggunakan fungisida. Pengendalian nematoda parasit akar dengan menggunakan nematisida (Rahardjo, 2012).

### **2.3 Pupuk Kandang Sapi**

Subsektor peternakan salah satu subsektor yang banyak diusahakan oleh rumah tangga di Indonesia. Hasil Sensus Pertanian 2013 mencatat sebanyak 13 juta rumah tangga mengusahakan ternak atau hampir 50 persen dari rumah tangga pertanian. Ayam kampung dan sapi potong adalah ternak yang paling banyak diusahakan oleh rumah tangga peternak dengan persentase diatas 10 persen.

Tabel 2.2 Data usaha rumah peternakan dan rumah tangga pertanian

Sub sektor	Jumlah Rumah Tangga (1000)	Presentase terhadap rumah tangga pertanian (%)
Rumah tangga pertanian	26.135,50	
Usaha Peternakan	12.969,20	49,62
Sapi Potong	4.859,40	18,59
Sapi Perah	135,90	0,52
Kerbau	317,60	1,22
Kambing	2.106,10	8,06
Domba	580,30	2,22
Babi	955,90	3,66
Ayam Kampung	3.411,50	13,05
Ayam Ras Petelur	27,40	0,10
Ayam Ras Pedaging	69,50	0,27
Itik	306,70	1,17
Itik Manila	349,60	1,34
Burung Puyuh	9,20	0,04

Sumber: Sensus Pertanian 2013 (Bappenas, 2014)

Limbah peternakan khususnya pada peternakan sapi merupakan bahan buangan dari usahapeternakan sapi. Kotoran sapi selama ini menjadi salah satu sumber masalah dalam kehidupan manusia sebagai penyebab menurunnya mutu lingkungan melalui pencemaran lingkungan, mengganggu kesehatan manusia dan juga sebagai salah satu penyumbang emisi gas efek rumah kaca (Rahmawati, 2013). Jumlah kotoran dua ekor sapi setiap hari sebanyak 7,5 kg dan kencing 4, 3 liter berasal dari pakan 40 kg rumput dan 10 liter air. Jumlah kotoran 675 kg selama 3 bulan (Suryadarma, 2012).

Kotoran sapi termasuk limbah dari peternakan yang dapat digunakan sebagai pupuk kandang. Pupuk kandang yang diberikan pada tanah hanya mampu memberikan unsur hara dalam jumlah terbatas, baik pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi ataupun ayam. Pupuk organik dapat memacu dan meningkatkan populasi mikrobia tanah lebih pesat dibandingkan menggunakan pupuk kimia.

Bahan pembenah tanah yang paling baik yaitu pupuk organik. Pada umumnya kadar unsur hara yang terkandung didalam pupuk organik terutama unsur hara makro N, P, dan K rendah, tetapi pupuk organik juga mengandung berbagai macam pupuk mikro essensial yang lain (Sutanto, 2002). Unsur hara fosfat (P) selalu terdapat dalam pupuk kandang yang berbentuk padat, sedangkan sebagian besar K dan N terdapat dalam pupuk cair (urin) (Kustantini, 2014).

Nilai kandungan unsur hara pupuk kandang sapi relatif lebih baik dibandingkan dengan pukan ayam. Disamping itu, limbah kotoran ternak sapi sangat melimpah tersedia, sehingga dalam penelitian ini akan digunakan bahan organik yang berasal dari lokasi setempat yaitu pukan sapi. Jumlah buah dipengaruhi oleh pemberian pupuk kandang sapi. Fotosintat yang dihasilkan melalui proses fotosintesis ditranslokasikan pada buah. Penelitian menunjukkan bahwa persentase buah tomat layak jual cukup tinggi yaitu lebih dari 90%. Sekitar 10 % buah tomat yang tidak layak jual mengalami retak buah (*cracking*) dan busuk ujung buah (*blossom end root*), diduga hal ini dikarenakan oleh fluktuasi suhu dan kelembaban akibat cuaca panas yang diikuti oleh hujan (Pujisiswanto, 2008). Pupuk kandang sapi termasuk golongan pupuk dingin yaitu pupuk yang terbentuk karena proses penguraian oleh mikroorganismenya dan berlangsung perlahan, sehingga tidak menimbulkan panas (Kurniadi, 2010).

Pupuk kandang yang diberikan ke lahan-lahan pertanian akan memberikan keuntungan antara lain: memperbaiki struktur tanah, sumber unsur hara bagi tanaman, memberikan humus ke dalam tanah, meningkatkan aktifitas jasad renik, meningkatkan kapasitas menahan air (*water holding capacity*), mengurangi erosi dan pencucian nitrogen terlarut, meningkatkan kapasitas tukar kation dalam tanah sehingga kemampuan mengikat kation menjadi lebih tinggi, akibatnya apabila dipupuk dengan dosis tinggi hara tanaman tidak mudah tercuci, meningkatkan daya sangga (*buffering capacity*) terhadap guncangan perubahan drastis sifat tanah (Himawan, 2011). Berdasar hasil Uji Laboratorium kadar unsur hara yang terdapat dalam pupuk kandannng sapi (Tabel 2.3) (Himawan, 2011) sebagai berikut:

Tabel 2.3 kadar unsur hara yang terdapat dalam pupuk kandang sapi

Variabel Pengamatan	Satuan	Nilai
pH H <sub>2</sub> O	-	6,90
N Total	%	2,73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,96
K <sub>2</sub> O	%	1,75
S	%	2,43
C-organik	%	32,08
Bahan Organik	%	55,31
KPK	me%	63,07
C/N ratio	-	11,73

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian UNS 2010 (Himawan, 2011)

#### 2.4 Unsur Hara Fosfat (P)

Unsur hara P bagi tanaman dapat merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda. Selain itu fosfat juga berfungsi sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein tertentu, membantu asimilasi dan pernapasan, serta dapat mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah (Lingga, 2008).

Ketersediaan unsur hara fosfat (P) dalam tanah umumnya terkait dengan kandungan bahan organik. Sebagian kecil dari unsur hara fosfat (P) berasal dari proses pelapukan bahan induk atau bahan mineral sekunder. Unsur hara fosfat (P) terdapat dalam bentuk kombinasi dengan kalsium (Ca), magnesium (Mg), besi (Fe) dan aluminium (Al). Meskipun fosfat (P) dalam tanah terdapat dalam jumlah besar, unsur yang siap diserap tanaman mungkin sangat kecil karena fosfat (P) terikat kuat dalam partikel tanah organik-liat. Pengikatan fosfat (P) akan semakin erat pada tanah ultisol dan oxisol yang bersumber dari semburan gunung berapi (Marshall, 2007). Unsur hara fosfat (P) merupakan unsur hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman. Unsur hara P berfungsi sebagai: a) pembentuk inti sel dan dinding sel, b) pendorong pertumbuhan akar-akar muda, c) pembentuk buah dan pemasakan biji, d) pembentuk klorofil (Kuswandi, 2002).



Ketersediaan unsur hara fosfat (P) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu 1) pH tanah. Kondisi tanah agak masam hingga netral  $\text{H}_2\text{PO}_4$  lebih mendominasi. Saat pH netral hingga agak basa (pH lebih dari 7,2)  $\text{HPO}_4^{2-}$  lebih mendominasi dan pada pH sangat basa (lebih dari 10)  $\text{PO}_4^{3-}$  lebih mendominasi. Perubahan pH akan mempengaruhi kelarutan unsur hara Al, Fe, Mn, dan Ca. 2) Kandungan bahan organik tanah. Keberadaan fosfat (P) organik tanah berhubungan langsung dan tidak langsung dengan kandungan bahan organik tanah, yaitu pada proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Mikroba menguraikan senyawa P-organik menjadi bentuk P anorganik yang tersedia bagi tanaman pada proses mineralisasi. Hubungan tidak langsung ketersediaan fosfat (P) dengan bahan organik tanah dapat dilihat dari peran bahan organik dalam mempertahankan struktur dan aerasi tanah sehingga menjamin proses dekomposisi. Proses dekomposisi akan menghasilkan senyawa-senyawa organik yang akan membantu meningkatkan kelarutan mineral-mineral tanah yang mengandung fosfat (P). 3) Adanya eksudasi asam organik oleh akar. Adanya cekaman lingkungan di daerah perakaran misalnya kekeringan menyebabkan akar mengeksudasi beberapa macam asam organik seperti asam malat, asam asetat, asam laktat, suksinat yang dapat mengikat Al, Fe, Mn, dan Ca sehingga fosfat (P) lepas ke dalam larutan tanah (Handayanto, 2007).

Fosfat (P) yang diserap tanaman tidak direduksi melainkan berada dalam senyawa-senyawa organik dan anorganik. Fosfat (P) dalam bentuk anorganik banyak terdapat di dalam cairan sel sebagai komponen sistem penyangga tanaman. P organik terdapat sebagai: (1) fosfolipid, yang merupakan komponen membran sitoplasma dan kloroplas; (2) fitin, merupakan simpanan fosfat dalam biji; (3) gula fosfat, merupakan senyawa antara dalam berbagai proses metabolisme tanaman; (4) nukleoprotein, komponen utama DNA dan RNA inti sel; (5) ATP, ADP, AMP, dan NADP, merupakan koenzim penting dalam proses reduksi dan oksidasi; (6) FAD dan berbagai senyawa lain, yang berfungsi sebagai pelengkap enzim tanaman (Salisbury, 1995 dalam Elfiati, 2005).

Fosfat (P) merupakan kunci kehidupan karena langsung berperan dalam proses kehidupan tanaman. Fosfat (P) dalam tanah yang diserap tanaman dalam



bentuk ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{H}_2\text{PO}_4^{=}$ . Fosfat (P) merupakan unsur hara yang tidak mudah tercuci, hal ini mungkin disebabkan fosfat (P) menjadi ion yang tidak tersedia bagi tanaman atau terfiksasi oleh senyawa lain. Fosfat (P) didalam tanah digolongkan menjadi fosfat (P) organik dan fosfat (P) anorganik. Fosfat (P) organik berasal dari humus atau bahan organik lain yang mengalami dekomposisi dan melepaskan fosfat (P) ke dalam larutan tanah. Senyawa anorganik terdapat dalam berbagai ikatan dengan Al, Fe, Ca, dan Mn. Senyawa fosfat (P) organik dalam tanah antara lain fosfolipida, asam suksinat, fitin, dan inositol fosfat. fosfat tersebut dengan mudah didekomposisi oleh mikrobia (Rosmarkam, 2002).

Pergerakan ion fosfat (P) pada umumnya disebabkan oleh proses difusi, tetapi jika kandungan fosfat (P) larutan tanah cukup tinggi, maka proses aliran massa dapat berperan dalam transportasi tersebut. Menurut Jones (1982) sekitar 70-90% pupuk fosfat (P) yang diberikan tetap berada didalam tanah, berarti tanaman hanya mampu memanfaatkan fosfat (P) sebesar 10-30% dari total pupuk yang diberikan. Ketersediaan fosfat (P) dipengaruhi oleh pH tanah, besi (Fe) dan aluminium (Al) yang dapat larut, mineral yang mengandung besi (Fe), aluminium (Al), dan mangan (Mn), kalsium (Ca) tersedia, jumlah dekomposisi bahan organik dan kegiatan mikroorganisme (Buckman, 1982).

Unsur hara fosfat dalam kondisi asam kuat atau basa kuat tidak dapat diserap oleh akar tanaman, karena adanya reaksi kimia di dalam tanah. Kondisi tanah masam ketersediaan unsur hara besi (Fe), aluminium (Al), dan mangan (Mn) (Redaksi Agromedia, 2007). Ketersediaan unsur hara besi (Fe), aluminium (Al), dan mangan (Mn) yang berlebihan akan bereaksi dengan ion fosfat sehingga ion fosfat dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman. Kriteria penilaian  $\text{P}_2\text{O}_5$  dalam tanah ditunjukkan dalam Tabel 2.4 berikut.

2.4 Tabel Kriteria penilaian tanah (Balai Penelitian Tanah, 2009)

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
$\text{P}_2\text{O}_5$ HCl (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
$\text{P}_2\text{O}_5$ Bray-1 (ppm)	< 10	10 - 15	16 - 25	26 - 35	> 35
$\text{P}_2\text{O}_5$ Olsen (ppm)	< 10	10 - 25	26 - 45	46 - 60	> 60

## 2.5 Peningkatan Fosfat (P) dalam Pupuk Kandang

Kandungan hara yang rendah pada pupuk organik dapat diatasi dengan menambahkan bahan lain yang kaya hara. Beberapa produsen pupuk organik mengkombinasikan pupuk organik dengan pupuk kimia buatan, dengan tujuan untuk meningkatkan kandungan hara pada pupuk organik. Bahan lain yang biasa digunakan untuk memperkaya pupuk organik adalah dengan menambahkan fosfat alam. Mikroba biofertilier yang bermanfaat dapat ditambahkan ke dalam pupuk organik (Forum komunikasi PBT, 2009). Peningkatan unsur hara fosfat (P) dalam pupuk kandang dapat dilakukan dengan menambah bahan lain yang kaya fosfat, seperti SP-36 (36%  $P_2O_5$ ), fosfat alam (34,34%  $P_2O_5$ ) atau menambahkan mikroorganisme yang mampu melarutkan fosfat (P) organik. Bakteri yang paling efisien dalam melarutkan fosfat adalah *Pseudomonas striata*, *pseudomonas rathonis*, *Bacillus polymyxa* (Sutanto, 2002).

### 2.5.1 Pupuk SP-36

Pemupukan Fosfat (P) dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk Sp-36 (super fosfat). Pupuk tersebut merupakan pupuk anorganik atau pupuk kimia buatan pabrik (Cahyono, 2003). Pemupukan dengan menggunakan pupuk Sp-36 ditujukan untuk menambahkan jumlah hara yang ada di dalam tanah sehingga cukup dan dapat diserap oleh tanaman. Menurut (Pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia, 2008) pemupukan dapat memperbaiki kondisi dan daya tahan tanaman terhadap perubahan lingkungan yang ekstrim, seperti kekeringan dan pembuahan terlalu lebat. Meningkatkan produksi dan mutu hasil, mempertahankan stabilitas produksi yang tinggi.

Pupuk SP-36 mengandung 36% fosfat (P) dalam bentuk  $P_2O_5$ . Pupuk Sp-36 ini terbuat dari fosfat alam dan sulfat. Berbentuk butiran dan berwarna abu-abu. Sifatnya agak sulit larut di dalam air dan bereaksi lambat sehingga selalu digunakan sebagai pupuk dasar. Reaksi kimia pupuk sp-36 tergolong netral, tidak higroskopis dan tidak bersifat membakar (Novizan, 2002)

### 2.5.2 Batuan Fosfat Alam (BFA)

Penambahan fosfat alam sebagai perangsang pertumbuhan akar dan persediaan hara utama untuk menjamin perkembangan tanaman dengan baik.

Apabila lahan bekas perkebunan maka perlu ditingkatkan kesuburannya. Diantaranya dengan menambahkan 300 kg pupuk fosfat alam. Tujuan pemberian ini yaitu untuk mendorong pertumbuhan tanaman (Aak, 1988). Berdasar hasil penelitian Noor (2003) fosfat alam dengan dosis 30, 60, dan 90 kg P/ha berturut-turut meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah 247%, 356%, dan 592%. Pelarutan fosfat alam/rock fosfat membutuhkan waktu lebih lama dari P kimia (Widawati, 2006). Pupuk fosfat alam tidak hanya sumber P tetapi juga merupakan sumber Ca, selain itu juga mengandung sejumlah unsur ahara esensial seperti Mg, S, Fe, Cu, dan Zn (Dev, 1996 dalam Noor 2003). Pupuk fosfat alam yang digunakan secara langsung mempunyai kelarutan yang rendah dibandingkan pupuk kimia (Noor, 2003).

Tabel 2.5 Kandungan batuan fosfat alam Ciamis Jawa Barat

No	Karakteristik Kimia	Satuan	Hasil Analisis
1	Kadar unsur hara fosfat sebagai $P_2O_5$		
	a. Total (asam mineral)	% b/b	34,38
	b. Larut dalam asam sitrat 2 %	% b/b	28.24
2	Kadar Ca setara CaO	% b/b	46,65
3	Kadar Mg setara MgO	% b/b	0,13
4	Kadar seskuioksida ( $R_2O_3$ )		
	a. $Al_2O_3$	% b/b	1,43
	b. $Fe_2O_3$	% b/b	0,39
5	Kadar air	% b/b	2,88
6	Kandungan Logam		
	a. Mangan (Mn)	ppm	1,68
	b. Tembaga (Cu)	ppm	5,58
	c. Seng (Zn)	ppm	4,74

Semua analisis atas dasar bahan kering  
Sumber: Hartatik (2002)

### 2.5.3 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Mikroorganisme pelarut fosfat dan kelompok lainnya mampu mengubah senyawa fosfat anorganik yang tidak larut menjadi bentuk dapat larut. Populasi bakteri pelarut fosfat kemungkinan mencapai  $10^4$  dan  $10^6$  untuk setiap gram berat kering tanah. Mikroorganisme pelarut fosfat tersebut tidak hanya mengasimilasi fosfat tetapi juga melepaskan fosfat terlarut dalam jumlah melampaui yang diperlukan. Mikroorganisme ini mampu melaksanakan mineralisasi fosfat organik menjadi bentuk terlarut karena aktivitas enzim. Bakteri yang paling efisien dalam

dalam melarutkan fosfat adalah *Pseudomonas striata*, *pseudomonas rathonis*, *Bacillus polymyxa*. Bakteri ini secara konsisten menunjukkan kemampuannya dalam melarutkan fosfat yang terfiksasi dan batuan fosfat yang berasal bermacam-macam sumber (Sutanto, 2002). Kemampuan Mikroba dalam melakukan hidrolisis senyawa itu dengan mengeluarkan enzim sehingga P lepas sebagai P anorganik yang dilepaskan ke dalam larutan tanah (Rosmarkam, 2002).

*Pseudomonas* merupakan bakteri aerobik khemoorganotrof gram negatif berbentuk batang dengan ukuran 0,1-1,0  $\mu\text{m}$  x 1,5-5,0  $\mu\text{m}$ . Jumlahnya didalam tanah berkisar antara 3-15% dari populasi bakteri. Beberapa spesies merupakan bakteri denitrifikasi, dan beberapa spesies lain menghasilkan pigmen bercahaya (*flourescent*). Pergerakan bakteri ini dibantu oleh flagela polar. Kebanyakan spesies tidak dapat tumbuh pada kondisi asam (pH 4,5). *Pseudomonas* sering digunakan untuk bioremediasi dan pengendalian hayati penyakit tanaman (Handayanto, 2007).

Mekanisme pelarutan bakteri pelarut fosfat, BPF akan menghasilkan asam organik. Asam organik dapat meningkatkan ketersediaan P juga melalui beberapa mekanisme. Anion organik dengan ortofosfat pada permukaan tapak jerapan koloid yang bermuatan positif dan pelepasan ortofosfat dari ikatan logam-P melalui pembentukan kompleks logam organik. Serta modifikasi muatan permukaan tapak jerapan oleh logam organik. Anion organik yang tidak tersedia akan menyebabkan Fe menjerap P dalam jumlah yang banyak. Asam organik juga dapat mengurangi daya racun Al yang terdapat pada tanaman kapas. Fe, Mn dan Cu yang terserap oleh tanaman jagung yang ditanam pada tanah masam, dapat dikurangi dengan menggunakan mikroba pelarut fosfat, sehingga berada pada tingkat yang normal (Elfiati, 2005).

Menurut Sutanto (2002) kebanyakan tanah-tanah di wilayah tropika yang bereaksi asam ditandai dengan kekahatan fosfat. Sebagian besar bentuk fosfat diikat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Kebanyakan tanah di tropika diperkirakan hanya 25% fosfat dapat diserap tanaman yang diberikan dalam bentuk superfosfat dan sebagian besar atau 75% fosfat yang diberikan

diikat oleh tanah. Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat di Indonesia masih sebatas pada skala penelitian, belum dimanfaatkan dan dimasyarakatkan.





## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2015-Juli 2016. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap pertama adalah tahap persiapan bakteri yang dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dan analisis kimia tanah yang dilaksanakan di Laboratorium Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Tahap kedua yaitu tahap pengujian yang dilaksanakan di kebun pembibitan PTPN XII Kebun Renteng Afdeling Rayap. Tahap ketiga adalah tahap analisa data.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas media tanam (tanah dan pasir), bibit kopi robusta BP 409, isolat *Pseudomonas fluorescens* dengan kepadatan bakteri  $10^8$  sel/ml, pupuk kandang sapi (C/N rasio 11,35), pupuk SP-36 dan pupuk fosfat alam, serta bahan-bahan yang digunakan dalam persiapan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan bahan yang digunakan untuk analisis kimia tanah.

#### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, polybag, cangkul, penggaris, serta alat yang digunakan untuk persiapan bakteri dan analisis kimia tanah.

### 3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan peningkatan kualitas dan efektivitas pupuk kandang sapi dalam penyediaan unsur hara P bagi pertumbuhan bibit kopi robusta. Rancangan ditata berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 8 perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Hasil analisis ragam yang berpengaruh nyata dan sangat nyata dilakukan uji lanjut dengan uji lanjut *duncans* dengan taraf kepercayaan 5%.



1. Perlakuan

K : Kontrol (Media tanam)

P : Pupuk kandang sapi

S : SP 36

F : Fosfat alam

PFB : Pupuk kandang sapi+dosisfosfat alam+bakteri pelarut fosfat.

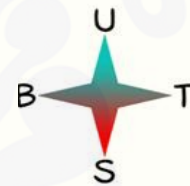
PS : Pupuk kandang sapi+Sp-36

PF : Pupuk kandang sapi+fosfat alam

PSB : Pupuk kandang sapi+SP-36+bakteri pelarut fosfat

Tabel 3.1 Denah percobaan

Ulangan 3	Ulangan 2	Ulangan 1
PSB	PF	S
PF	P	PS
S	F	F
PFB	PSB	PF
F	K	PSB
K	PFB	P
P	PS	PFB
PS	S	K



**3.4 Pelaksanaan Percobaan**

**3.4.1 Persiapan Bakteri *Pseudomonas Fluorescens***

**3.4.1.1 Meremajakan bakteri *Pseudomonas fluorescens***

Isolate bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang didapat dari Laboratorium Biologi tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember diremajakan terlebih dahulu. Media yang digunakan adalah media Pikovskaya. Peremajaan bakteri dilakukan dengan mengambil isolat menggunakan jarum ose kemudian digoreskan pada media cawan petri dan diinkubasi pada suhu kamar selama 48 jam. Kemudian ditumbuhkan pada tabung yang berisi media Pikovskaya miring sebagai stok.

#### 3.4.1.2 Memperbanyak Bakteri *Pseudomonas Fluorescens* pada Media NB Cair

Memperbanyak bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas fluorescens*) pada media cair yaitu media nutrient borth (NB). Perbanyak bakteri dilakukan dengan mengambil isolat bakteri yang ditumbuhkan pada tabung miring. Mengambil satu ose bakteri kemudian memindah ke tabung yang berisi media nutrient borth (NB). menginkubasikan pada temperatur yang sesuai selama 3-5 hari. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* siap diaplikasikan.

#### 3.4.2 Persiapan Pupuk dan Kombinasi Pupuk

Pupuk kandang sapi diambil dari tempat peternakan sapi. Pupuk kandang sapi yang digunakan merupakan pupuk yang sudah matang berumur lebih dari 1 tahun. Karakteristik pupuk kandang sapi yang digunakan yaitu:

Tabel 3.2 Hasil analisis pupuk kandang sapi

Variabel Pengamatan	Pupuk kandang sapi
pH H <sub>2</sub> O	7,50
N Total	1,33 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	218,78 ppm
C-organik	15,78 %
Bahan Organik	27,20 %
C/N ratio	11,35

Keterangan: Hasil Analisis Laboratorium di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember 2016

Setelah itu pupuk kandang sapi dicampur dengan pupuk kimia, pupuk alam, dan bakteri pelarut fosfat sesuai dengan perlakuan. Dosis pupuk kandang sapi yang diberikan yaitu 5% dari berat media tanam (Sugiyanto, 2008). Bakteri pelarut fosfat yang digunakan yaitu *Pseudomonas fluorescens* dengan kepadatan populasi 10<sup>8</sup> sel/ml dengan dosis 5 ml/3 kg media. Dosis pupuk SP-36 (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dan fosfat alam (34,38% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) yang digunakan yaitu 200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg media (Sugiyanto, 2008). Pupuk kemudian dicampur dengan media tanam sesuai perlakuan dan dimasukkan kedalam polibag. Polibag yang sudah terisi media tanam sesuai perlakuan didiamkan selama 1 minggu.

### 3.5 Prosedur Analisis

#### 3.5.1 Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan dilakukan pada pupuk kandang sapi dan media yang akan digunakan. Tujuan analisis pendahuluan untuk mengetahui kandungan beberapa unsur hara pada pupuk kandang sapi sebelum pupuk kandang sapi dan media tersebut diberi perlakuan. Sehingga analisis pendahuluan ini akan dijadikan sebagai pembanding untuk perlakuan yang diberikan pada pupuk kandang sapi. Kandungan yang dianalisis terlebih dahulu yaitu pH, P-tersedia, N-total dan C-organik.

Tabel 3.3 Metode analisis kimia tanah

Variabel	Metode
pH	Metode pH meter
Analisis P-tersedia	Metode Olsen
Analisis N-total	Metode Kjeldahl
Analisis C-organik	Metode Kurmis

#### 3.5.2 Tahap Analisis Penelitian

Analisis penelitian dilakukan dua kali selama tanam. Analisis pertama (0 hst) yaitu analisis P-tersedia, P ekstrak HCl 25%, dan C-organik pada media tanam sesuai perlakuan. Analisis ini dilakukan satu minggu setelah media dicampur dengan perlakuan. Setelah pengambilan sampel tanah dilahan bibit kopi baru ditanam ke polibag. Analisis selanjutnya dilakukan 2 bulan setelah tanam (60 hst). Adapun yang dianalisis yaitu analisis jaringan tanaman, P-tersedia dan P tanah terekstrak HCl 25%. Jaringan tanaman yang digunakan yaitu daun. Hal ini untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara P (fosfat). Jaringan tanaman yang digunakan untuk analisis yaitu jaringan daun. Daun merupakan jaringan tanaman yang banyak tersedia untuk analisis (Liferdi, 2009). Daun yang diambil yang tidak terlalu tua dan tidak terlalu muda yaitu pada posisi daun ke 2 dan 3. Hasil penelitian Hermanto (2011) menunjukkan bahwa posisi daun ke 3 pada umur 4 bulan menunjukkan hasil P tertinggi yaitu sebesar 0,26% P. Parameter pengamatan yang diamati untuk pertumbuhan bibit kopi yaitu tinggi

tanaman, jumlah daun, dan biomassa tanaman yang meliputi berat kering pucuk dan akar, serta rasio pucuk dan akar. Analisis dilakukan pada masing-masing perlakuan.

Tabel 3.4 Metode analisis tanah

Variabel	Metode
pH	Metode pH meter
Analisis P-tersedia	Metode Olsen
Analisis P-ekstrak HCl 25%	Penetapan P ekstrak HCl 25%
P-jaringan (daun)	Pengabuan basah

Tabel 3.5 Parameter pengamatan untuk pertumbuhan bibit kopi

Variabel	Metode
Tinggi tanaman	Pengukuran dilakukan dengan penggaris dari pangkal batang sampai titik tumbuh
Jumlah daun	Daun dihitung baik daun (baru tumbuh) yang muda maupun daun yang tua.
Berat kering tajuk dan akar	Di Oven dengan suhu 40 <sup>0</sup> C selama+24 jam dan di oven kembali dengan suhu 80 <sup>0</sup> C selama+24 jam hingga beratnya konstan.
Rasio pucuk dan akar	Perbandingan antara berat kering pucuk dan berat kering akar. Bibit kopi dipotong pada leher akarnya sehingga diperoleh dua bagian yaitu bagian tajuk dan bagian perakaran. Lalu dimasukkan kedalam amplop dan dioven selama 2 x 24 jam pada suhu 80 <sup>0</sup> C. Berikut rumusnya:
$\text{Rasio Pucuk dan Akar} = \frac{\text{BKP (gram)}}{\text{BKA(gram)}} \text{ (May, 1980).}$	

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pupuk kandang sapi yang dikombinasikan dengan berbagai sumber P (fosfat) (Sp-36 dan fosfat alam) dan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan P ekstrak HCl 25% dan P-tersedia dalam media tanam pada 60 hst.
2. Pupuk kandang sapi yang dikombinasikan dengan fosfat alam (perlakuan PF) memiliki efektivitas pemupukan paling tinggi (25,42%).

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh berbagai dosis pupuk kandang sapi dan  $\frac{1}{2}$  dosis pupuk anorganik.

### 5.3 Rekomendasi

Pupuk kandang sapi yang dikombinasikan dengan SP-36 yang paling baik untuk pembibitan kopi dalam pemenuhan unsur hara P (fosfat), karena perlakuan pupuk kandang sapi dan SP-36 mengalami peningkatan ketersediaan fosfat (P) paling tinggi, serta bahan yang mudah didapatkan oleh petani.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ako, Ambo. 1997. pengaruh tingkat pemberian pupuk kandnag terhadap pertumbuhan dan produksi rumput gajah. *Media Veteriner*, 4 (2): 34-43.
- Badan perencanaan pembangunan nasional. 2014. *Analisis Rumah Tangga, Lahan dan Usaha Pertanian di Indonesia: Sensus Pertanian 2013*. Direktorat pangan dan pertanian kementerian perencanaan pembangunan nasional/badan perencanaan pembangunan nasional.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah
- Buckman, H. O., dan N. C Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Bharata Karya Aksara.
- Cahyono, Bambang. 2003. *Cabai Rawit, Teknik Budidaya dan Anlisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2014. Statistik Ekspor Impor Komoditas Pertanian 2001-2013. *Statistik Ekspor Impor Komoditas Pertanian*. Kementerian Pertanian RI.
- Elfiati, D. 2005. Peranan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertmbuhan Tanaman. *Repository*, 1(2): 1-10.
- Flotats, Xavier, August Bonmati, Belen Fernandez, dan Albert Magri. 2009. "Manure Treatment Technologies: Onfarm Versus Centralized Strategies, NESpain as Case Study". *Science Direct Bioresource Technology* 100: 5519–5526.
- Forum komunikasi PBT. 2009. *Strategi Peningkatan Kualitas Pupuk Organik*. diakses melalui <http://izinpupukpestisida.blogspot.co.id/2009/10/strategi-peningkatan-kualitas-pupuk.html>. pada tanggal 10 November 2016.
- Gardner, Pearce R. B, Mitchell R. L. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI Press.
- Handayanto, dan K. Hairiah. *Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Yogyakarta: Pustaka Adipura
- Hermanto, M. Ghulamahdi, L. K. Darusman, Atang Sutandi, dan N. Bermawie. 2011. Penetapan Bahan Diagnosis Status Hara NPK pada Jaringan Tanaman Pegagan. *Littro*, 22 (2): 186-197.



- Himawan, Gigih. 2011. N Total dan Serapan N Tanaman Padi pada Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik Pupuk Kandang Sapi dan Seresah Sengon (*Paraserianthes Falcataria L.*). *Skripsi*
- Irawan, Ahmad, Yadi Jufri, Dan Zuraida. 2016. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terhadap Perubahan Sifat Kimia Andisol, Pertumbuhan dan Produksi Gandum (*Triticum Eastivum L.*). *Kawista*, 1 (1): 1-9.
- Jones, U. S. 1982. *Fertilier and Soil Fertility*. 2<sup>nd</sup> ed. Reston Publ. Co. Reston Virginia.
- Juanda, Dede, dan Bambang Cahyono. 2000. *Ubi Jalar Budi Daya dan Analisis Usaha tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kurniadi, Hermawang. 2010. P Jaringan dan P tersedia Tanah serta Hasil Tanaman Padi (*Orya Sativa L.*) pada Berbagai Maca Pemupukan di Lahan Sawah Palur Sukoharjo. *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret.
- Kuswandi. 2002. *Pengapuran Tanah Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Liferdi, L. 2009. Analisis Jaringan Daun sebagai Alat untuk Menentukan Status hara Fosfat pada Tanaman Manggis. *Hortikultura*, 19 (3): 324-333.
- Lingga, Pinus, dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Marshall, Andrew J., and Bruce M. Beehler. 2007. *The Ecology of Papua*. Periplus Editions (HK) Ltd and Coservation International.
- Martinez dan Jose, Patrick Dabert, Suzelle Barirngton, dan Colin Burton. 2009. "Livestock Waste Treatment Systems ISBN 978-602-17001-1-2311 for Enviromental Quality, Food Safety and Sutainability." *Direct Bioresource Technology* 100(2009) 5527 – 5536.
- May, T.J. 1980. *Seedling Quality, Grading, Culling and Counting*. University of Georgia, Georgia.
- Minardi, Slamet, Jauhari Syamsiyah, Dan Sukoco. 2011. Pengaruh Bahan Organik Dan Pupuk Fosfat Terhadap Ketersediaan Dan Serapan Fosfat Pada Andisol dengan Indikator Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Strurt*)(*The Effect Of Organic Matter And Phosphor Fertilizer To Availability And Absorption of Phosphor With Sweet Corn Plan (Zea Mays Saccharata Strurt) Indicator*). *Sains Tanah* , 8 (1): 23-31.

- Mooney, P. A. 1992. Citrus Nutrition-leaf Nutrient Analysis. Hort Research. New Zealand. pp. 241-251.
- Nasih, 2010. Kesuburan Tanah. diakses pada tanggal 04 Desember 2016 melalui <http://nasih.wordpress.com/201011/02/efisiensi-pemupukan/>.
- Noor, Aidi. 2003. Pengaruh Fosfat Alam dan Kombinasi Bakteri pelarut fosfat dengan Pupuk Kandang terhadap P Tersedia dan Pertumbuhan Kedelai pada Ultisol. *Agro.*, 31 (3): 100-106.
- Panggabean, Edy. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Prihmantoro, heru. 2007. *Memupuk Tanaman Sayur*. Depok: Penebar Swadaya.
- Pujisiswanto, Hidayat Dan Darwin Pangaribuan. 2008. *Pengaruh Dosis Kompos Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Buah Tomat*. Universitas Lampung: Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi.
- Pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia. 2008. *Budidaya dan Pengelolaan Kopi Arabika Gayo*.
- Rahmawati, Ari. 2013. Limbah Peternakan sapi dan Penanggulangan. *Pencemaran Lingkungan*, (4): 1-19.
- Redaksi Agromedia. 2007. *Petunjuk Pemupukan*. Depok: Agromedia Pustaka
- Riadi, Ady. 2016. *Morfologi Tanaman Kopi*. diakses pada tanggal 6 November 2016 melalui <http://mykeahlian.blogspot.co.id/2016/02/morfologi-tanaman-kopi.html>.
- Rosmarkam, Afandie, dan Nasih Widya Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sirait J. 2006. Dinamika nitrogen dan produksi rumput benggala (*Panicum maximum* Cv Riversdale) pada tiga taraf naungan dan pemupukan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Balitnak. Bogor, 6 September 2006.
- Sugiyanto, dan John Bako Baon. 2008. Ketersediaan Fosfat Asal Tanah dan Fosfat Alam Akibat Sumber Bahan Organik yang Berbeda. *Pelita Perkebunan*, 24 (2): 114-127.
- Suryadarma, I GP. 2012. Efektivitas Transformasi Energi dalam Pembuatan Biogas Studi Kasus Kotoran Sapi Di Desa Geluntung, Tabanan, Bali. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*.

- Sutanto, Rachman. 2002. *Penerapan Pertanian Organik, Permasalahannya dan Pengembangannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutanto, Rachman. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutanto, Rachman. 2002. *Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutanto, Rahman. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suwarto, Yuke Octavianty, Silvia Hermawati. 2014. *Top 15 Tanaman Perkebunan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Turnip, C. 2002. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penawaran Ekspor dan Aliran Perdagangan Kopi Indonesia. Skripsi Sarjana. Jurusan Ilmu-Ilmu Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wachjar, Ade, Yadi Setiadi, dan Lies Wahyuni Mardhikanto. 2002. Pengaruh Pupuk Organik dan Intensitas Naungan terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffe Canephora Pierre ex Froehner*). *Agron*. 30 (1): 6-11.
- Wiadawati, Sri, dan Suliasih. Augmentasi Bakteri pelarut fosfat (BPF) Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Caysin (*Brasica caventisOed.*) di Tanah Marginal . *Biodiversitas*, 7 (1): 10-14.
- Yuniarti, Anni, Yulianti Machfud, dan Mita. 2010. Aplikasi Pupuk Organik, NPK dan BPF Pada Ultisols Untuk Meningkatkan C-organik, N-Total, Serapan N dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt.*). *Agrotek*, 6 (1): 21-30.
- Zulkarnain, Maulana, Budi Prasetya, dan Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-pawon, Kediri. *Indonesian Green Technology*, 2 (1): 45-53.

**LAMPIRAN**

**Lampiran 1. Hasil Analisis Karakteristik Tanah**

Variabel Pengamatan	Tanah
pH H <sub>2</sub> O	6,05
N Total	0,03 g/kg
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,97 ppm
C-organik	1,40 g/kg
Bahan Organik	2,41 g/kg
Berat Volume	1,23 g/cm <sup>3</sup>

**Lampiran 2. Hasil analisis Karakteristik Pupuk**

Variabel Pengamatan	Pupuk kandang sapi	Sp-36	Fosfat Alam
pH H <sub>2</sub> O	7,5	-	-
N Total	1,33 g/kg	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	218,78 mg/kg	36 g/kg	34,38 g/kg
C-organik	15,78 g/kg	-	-
Bahan Organik	27,20 g/kg	-	-

**Lampiran 3. Dosis Pupuk**

Jenis Pupuk	Per kg media	1 polibag (3 kg media)	1 ha
Pupuk kandang sapi	0,05 kg	0,15 kg	122.980 kg
Sp-36	0,55 gr	1,66 gr	1366,44 kg
Fosfat Alam	0,58 gr	1,74 gr	1430,83 kg

**Lampiran 4. Kriteria penilaian sifat kimia tanah**

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
C -Organik (%)	< 1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	> 5,00
Nitrogen (%)	< 0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	> 0,75
C/N	< 5	5 - 10	11 - 15	16 - 25	> 25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray-1 (ppm)	< 10	10 - 15	16 - 25	26 - 35	> 35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm)	< 10	10 - 25	26 - 45	46 - 60	> 60
K <sub>2</sub> O HCl 25% (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
KTK (me/100g)	< 5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40
Susunan Kation: K (me/100g)	< 0,1	0,1 - 0,2	0,3 - 0,5	0,6 - 1,0	> 1,0
Na (me/100g)	< 0,1	0,1 - 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,0	> 1,0
Mg (me/100g)	< 0,4	0,4 - 1,0	1,1 - 2,0	2,1 - 8,0	> 8,0
Ca (me/100g)	< 0,2	2 - 5	6 - 10	11 - 20	> 20
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20 - 35	36 - 50	51 - 70	> 70
Aluminium (%)	< 10	10 - 20	21 - 30	31 - 60	> 60

Sumber: Balai Penelitian Tanah, 2009

**Lampiran 5. Kriteria penilaian pH tanah**

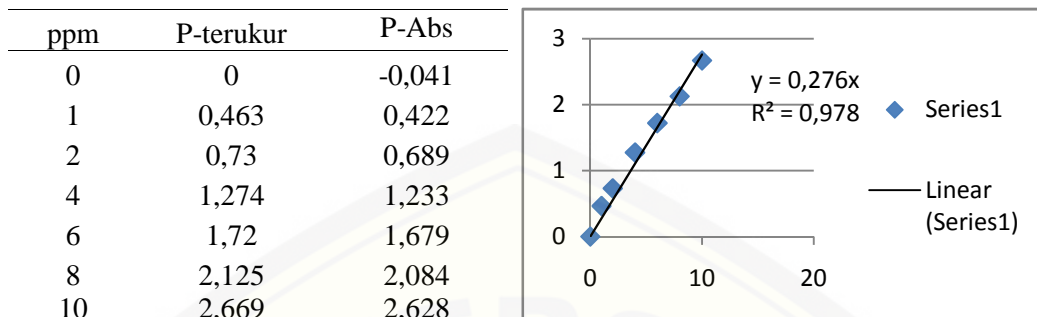
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Alkalis
<b>pH H<sub>2</sub>O</b>	< 4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber: Balai Penelitian Tanah, 2009



**Lampiran 6.**

**6a. Perhitungan Hasil analisis P-tersedia pada perlakuan saat 0 hst**



kode	P-terukur	ppm kurva	ml/g	fp	fk	ppm P2O5
P 1	0,363	1,315217391	20	1	1,096491	28,8424867
P 2	0,367	1,329710145	20	1	1,082251	28,7816049
P 3	0,342	1,239130435	20	1	1,077586	26,7053973
K 1	0,309	1,119565217	20	1	1,072961	24,0250047
K 2	0,284	1,028985507	20	1	1,082251	22,2724136
K 3	0,298	1,079710145	20	1	1,075269	23,219573
S 1	0,287	1,039855072	20	1	1,075269	22,3624747
S 2	0,277	1,003623188	20	1	1,091703	21,9131701
S 3	0,306	1,108695652	20	1	1,079914	23,9459104
F 1	0,149	0,539855072	20	1	1,082251	11,6851747
F 2	0,148	0,536231884	20	1	1,082251	11,6067507
F 3	0,148	0,536231884	20	1	1,086957	11,6572149
PS 1	0,745	2,699275362	20	1	1,075269	58,0489325
PS 2	0,749	2,713768116	20	1	1,070664	58,1106663
PS 3	0,755	2,735507246	20	1	1,072961	58,7018722
PF 1	0,362	1,311594203	20	1	1,091703	28,637428
PF 2	0,372	1,347826087	20	1	1,106195	29,8191612
PF 3	0,361	1,307971014	20	1	1,084599	28,3724732
PSB 1	0,633	2,293478261	20	1	1,082251	49,6423866
PSB 2	0,647	2,344202899	20	1	1,06383	49,8766574
PSB 3	0,704	2,550724638	20	1	1,066098	54,3864528
PFB 1	0,504	1,826086957	20	1	1,077586	39,3553223
PFB 2	0,531	1,923913043	20	1	1,091703	42,006835

PFB 3	0,508	1,84057971	20	1	1,091703	40,1873299
-------	-------	------------	----	---	----------	------------

**6b. Hasil Analisis Ragam P-tersedia pada perlakuan saat 0 hst**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
<b>K</b>	24,025	22,2724	23,219573	69,517	23,17233
<b>S</b>	22,3625	21,9132	23,9459104	68,2216	22,740518
<b>F</b>	11,6852	11,6068	11,6572149	34,9491	11,649713
<b>P</b>	28,8425	28,7816	26,7053973	84,3295	28,10983
<b>PS</b>	58,0489	58,1107	58,7018722	174,861	58,287157
<b>PF</b>	28,6374	29,8192	28,3724732	86,8291	28,943021
<b>PSB</b>	49,6424	49,8767	54,3864528	153,905	51,301832
<b>PFB</b>	39,3553	42,0068	40,1873299	121,549	40,516496
<b>Total</b>	262,599	264,387	267,176224	794,163	33,090112

Anova							
Sumber				F		F Tabel	F Tabel
Keragaman	db	JK	KT	Hitung		5%	1%
<b>Kelompok</b>	2	1,330	0,665	0,37429	Ns	3,73889183	6,5148841
<b>Perlakuan</b>	7	5186,6	740,948	416,983	**	2,76419926	4,27788185
<b>Galat</b>	14	24,877	1,7769				
<b>Total</b>	23	5212,8					

CV = 4,028%



<b>kode</b>	<b>P- terukur</b>	<b>ppm kurva</b>	<b>ml/g</b>	<b>fp</b>	<b>fk</b>	<b>ppm P2O5</b>
P 1	0,169	3,673913043	20	1	1,0917	80,216442
P 2	0,15	3,260869565	20	1	1,10619	72,143132
P 3	0,142	3,086956522	20	1	1,0846	66,962181
K 1	0,107	2,326086957	20	1	1,07296	49,916029
K 2	0,09	1,956521739	20	1	1,08225	42,348955
K 3	0,094	2,043478261	20	1	1,07527	43,945769
S 1	0,235	5,108695652	20	1	1,07527	109,86442
S 2	0,219	4,760869565	20	1	1,0917	103,94912
S 3	0,218	4,739130435	20	1	1,07991	102,35703
F 1	0,129	2,804347826	20	1	1,08225	60,700169
F 2	0,129	2,804347826	20	1	1,08225	60,700169
F 3	0,122	2,652173913	20	1	1,08696	57,655955
PS 1	0,302	6,565217391	20	1	1,07527	141,18747
PS 2	0,312	6,782608696	20	1	1,07066	145,23787
PS 3	0,289	6,282608696	20	1	1,07296	134,81993
PF 1	0,235	5,108695652	20	1	1,09649	112,0328
PF 2	0,21	4,565217391	20	1	1,08225	98,814229
PF 3	0,247	5,369565217	20	1	1,07759	115,72339
PSB 1	0,234	5,086956522	20	1	1,08225	110,10728
PSB 2	0,237	5,152173913	20	1	1,06383	109,62072
PSB 3	0,256	5,565217391	20	1	1,0661	118,66135
PFB 1	0,206	4,47826087	20	1	1,07759	96,514243
PFB 2	0,221	4,804347826	20	1	1,0917	104,89842
PFB 3	0,229	4,97826087	20	1	1,0917	108,69565

**7b. Hasil Analisis Ragam P-tersedia pada perlakuan saat 60 hst**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
<b>K</b>	49,916	42,348955	43,94576905	136,211	45,40358
<b>S</b>	109,864	103,94912	102,3570288	316,171	105,3902
<b>F</b>	60,7002	60,700169	57,65595463	179,056	59,68543
<b>P</b>	80,2164	72,143132	66,96218051	219,322	73,10725
<b>PS</b>	141,187	145,23787	134,8199291	421,245	140,4151
<b>PF</b>	112,033	98,814229	115,7233883	326,57	108,8568
<b>PSB</b>	110,107	109,62072	118,6613516	338,389	112,7965
<b>PFB</b>	96,5142	104,89842	108,6956522	310,108	103,3694
<b>Total</b>	760,539	737,71262	748,8212542	2247,07	93,62803

**Anova**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung		F Tabel 5%	F Tabel 1%
<b>Kelompok</b>	2	32,57	16,29	0,49	Ns	3,74	6,51
<b>Perlakuan</b>	7	20761,20	2965,89	88,61	**	2,76	4,28
<b>Galat</b>	14	468,62	33,47				
<b>Total</b>	23	21262,4					

CV= 6,18 %

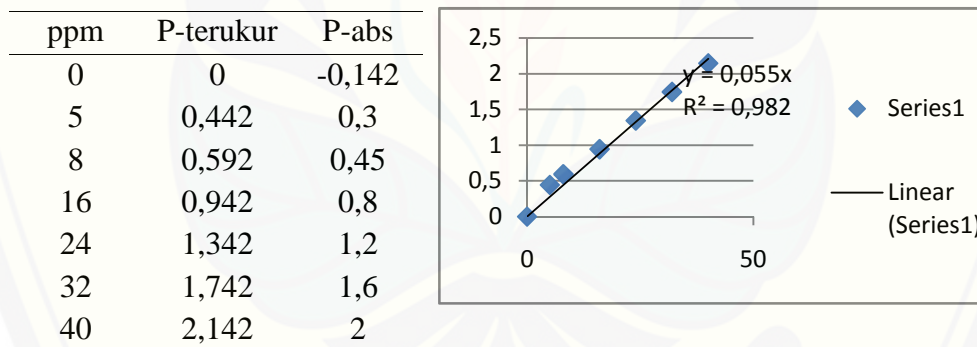


**7c. Hasil Uji DMRT 5% P-tersedia pada perlakuan saat 60 hst**

$S\bar{y}$	3,34								
P-ke	1	2	3	4	5	6	7	8	
Nilai SSR 5%	0	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39	3,41	
$R_q =$	0	10,12	10,62	10,92	11,12	11,26	11,32	11,39	
	<b>PS</b>	<b>PSB</b>	<b>PF</b>	<b>S</b>	<b>PFB</b>	<b>P</b>	<b>F</b>	<b>K</b>	
	140,41	112,8	108,86	105,39	103,37	73,11	59,68	45,4	
<b>PS</b>	140,41	0							
<b>PSB</b>	112,8	27,61	0						
<b>PF</b>	108,86	31,55	3,94	0					
<b>S</b>	105,39	35,02	7,41	3,47	0				
<b>PFB</b>	103,37	37,04	9,43	5,49	2,02	0			
<b>P</b>	73,11	67,3	39,69	35,75	32,28	30,26	0		
<b>F</b>	59,68	80,73	53,12	49,18	45,71	43,69	13,43	0	
<b>K</b>	45,4	95,01	67,4	63,46	59,99	57,97	27,71	14,28	
								0	
									a
									b
									b
									b
									b
									c
									d
									e

**Lampiran 8**

**8a. Perhitungan Hasil analisis P ekstrak HCl 25% pada perlakuan saat 0 hst**



kode	P -		ml/g	fp	fk	ppm P2O5	mg/100
	terukur	ppm kurva					g
P 1	0,426	7,745454545	5	20	1,075269	622,441735	62,24417
P 2	0,422	7,672727273	5	20	1,070664	613,956538	61,39565
P 3	0,382	6,945454545	5	20	1,072961	556,954227	55,69542
K 1	0,242	4,4	5	20	1,072961	352,834877	35,28349
K 2	0,292	5,309090909	5	20	1,082251	429,420659	42,94207
K 3	0,342	6,218181818	5	20	1,075269	499,706745	49,97067
S 1	0,392	7,127272727	5	20	1,075269	572,763287	57,27633
S 2	0,382	6,945454545	5	20	1,091703	566,682685	56,66827
S 3	0,382	6,945454545	5	20	1,079914	560,563002	56,0563
F 1	0,397	7,218181818	5	20	1,082251	583,835622	58,38356
F 2	0,392	7,127272727	5	20	1,082251	576,482529	57,64825
F 3	0,394	7,163636364	5	20	1,086957	581,943	58,1943
PS 1	0,392	7,127272727	5	20	1,091703	581,517311	58,15173
PS 2	0,442	8,036363636	5	20	1,106195	664,394292	66,43943
PS 3	0,412	7,490909091	5	20	1,084599	607,209208	60,72092
PF 1	0,442	8,036363636	5	20	1,096491	658,566272	65,85663
PF 2	0,397	7,218181818	5	20	1,082251	583,835622	58,38356
PF 3	0,384	6,981818182	5	20	1,077586	562,283452	56,22835
PSB 1	0,443	8,054545455	5	20	1,082251	651,484082	65,14841
PSB 2	0,447	8,127272727	5	20	1,06383	646,177339	64,61773
PSB 3	0,432	7,854545455	5	20	1,066098	625,825078	62,58251
PFB 1	0,46	8,363636364	5	20	1,077586	673,568718	67,35687
PFB 2	0,465	8,454545455	5	20	1,091703	689,810075	68,98101
PFB 3	0,466	8,472727273	5	20	1,091703	691,293538	69,12935

**8b. Hasil Analisis Ragam P ekstrak HCl 25% pada perlakuan saat 0 hst**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
<b>K</b>	35,2835	42,9421	49,9706745	128,196	42,732076
<b>S</b>	57,2763	56,6683	56,0563002	170,001	56,666966
<b>F</b>	58,3836	57,6483	58,1943	174,226	58,075372
<b>P</b>	62,2442	61,3957	55,6954227	179,335	59,778417
<b>PS</b>	58,1517	66,4394	60,7209208	185,312	61,770694
<b>PF</b>	65,8566	58,3836	56,2283452	180,469	60,156178
<b>PSB</b>	65,1484	64,6177	62,5825078	192,349	64,116217
<b>PFB</b>	67,3569	68,981	69,1293538	205,467	68,489078
<b>Total</b>	469,701	477,076	468,577825	1415,35	58,973125

**Anova**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung		F Tabel 5%	F Tabel 1%
<b>Kelompok</b>	2	5,33	2,66	0,17	Ns	3,74	6,51
<b>Perlakuan</b>	7	1190,33	170,05	10,74	**	2,76	4,28
<b>Galat</b>	14	221,66	15,83				
<b>Total</b>	23	1417,31					

CV= 6,75 %

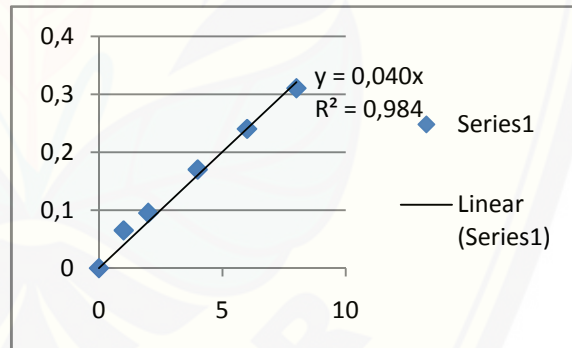
**8c. Hasil Uji DMRT 5% P ekstrak HCl 25% pada perlakuan saat 0 hst**

$S\bar{y}$	2,30									
P-ke	1	2	3	4	5	6	7	8		
Nilai SSR										
5%	0	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39	3,41		
$R_q =$	0	6,96	7,30	7,51	7,65	7,74	7,79	7,83		
	<b>PFB</b>	<b>PSB</b>	<b>PS</b>	<b>PF</b>	<b>P</b>	<b>F</b>	<b>S</b>	<b>K</b>		
	68,49	64,12	61,77	60,16	59,78	58,07	56,67	42,73		
<b>PFB</b>	68,49	0							a	
<b>PSB</b>	64,12	4,37	0						ab	
<b>PS</b>	61,77	6,72	2,35	0					ab	
<b>PF</b>	60,16	8,33	3,96	1,61	0				bc	
<b>P</b>	59,78	8,71	4,34	1,99	0,38	0			bc	
<b>F</b>	58,07	10,42	6,05	3,7	2,09	1,71	0		bc	
<b>S</b>	56,67	11,82	7,45	5,1	3,49	3,11	1,4	0	c	
<b>K</b>	42,73	25,76	21,39	19,04	17,43	17,05	15,34	13,94	0	d

**Lampiran 9**

**9a. Perhitungan Hasil analisis P ekstrak HCl 25% pada perlakuan saat 60 hst**

ppm	P-terukur	P-Abs
0	0	-0,03
1	0,065	0,035
2	0,095	0,065
4	0,17	0,14
6	0,24	0,21
8	0,31	0,28



kode	P terukur	ppm			fk	ppm P2O5	mg/100g
		kurva	ml/g	fp			
P 1	0,16	4	5	20	1,0917	326,361756	32,63617559
P 2	0,157	3,925	5	20	1,10619	324,493479	32,44934793
P 3	0,163	4,075	5	20	1,0846	330,317388	33,03173878
K 1	0,079	1,975	5	20	1,07296	158,374746	15,83747459
K 2	0,096	2,4	5	20	1,08225	194,121668	19,41216678
K 3	0,073	1,825	5	20	1,07527	146,661007	14,66610074
S 1	0,112	2,8	5	20	1,07527	225,014148	22,50141483
S 2	0,125	3,125	5	20	1,0917	254,970122	25,49701218
S 3	0,12	3	5	20	1,07991	242,127998	24,21279982
F 1	0,125	3,125	5	20	1,08225	252,762588	25,27625883
F 2	0,12	3	5	20	1,08225	242,652085	24,26520848
F 3	0,119	2,975	5	20	1,08696	241,676201	24,16762014
PS 1	0,205	5,125	5	20	1,07527	411,856254	41,18562535
PS 2	0,2	5	5	20	1,07066	400,090161	40,00901612
PS 3	0,2	5	5	20	1,07296	400,948724	40,09487237
PF 1	0,21	5,25	5	20	1,09649	430,228532	43,02285319
PF 2	0,215	5,375	5	20	1,08225	434,751652	43,47516519
PF 3	0,212	5,3	5	20	1,07759	426,837568	42,68375681
PSB 1	0,215	5,375	5	20	1,08225	434,751652	43,47516519
PSB 2	0,214	5,35	5	20	1,06383	425,363942	42,53639418
PSB 3	0,214	5,35	5	20	1,0661	426,270901	42,62709011
PFB 1	0,215	5,375	5	20	1,07759	432,877722	43,28777223
PFB 2	0,22	5,5	5	20	1,0917	448,747414	44,87474144
PFB 3	0,22	5,5	5	20	1,0917	448,747414	44,87474144



**9b. Hasil Analisis Ragam P ekstrak HCl 25% pada perlakuan saat 60 hst**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
<b>K</b>	15,8375	19,4121668	14,6661007	49,9157	16,638581
<b>S</b>	22,5014	25,4970122	24,2127998	72,2112	24,070409
<b>F</b>	25,2763	24,2652085	24,1676201	73,7091	24,569696
<b>P</b>	32,6362	32,4493479	33,0317388	98,1173	32,705754
<b>PS</b>	41,1856	40,0090161	40,0948724	121,29	40,429838
<b>PF</b>	43,0229	43,4751652	42,6837568	129,182	43,060592
<b>PSB</b>	43,4752	42,5363942	42,6270901	128,639	42,87955
<b>PFB</b>	43,2878	44,8747414	44,8747414	133,037	44,345752
<b>Total</b>	267,223	272,519052	266,35872	806,101	33,587521

**Anova**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung		F Tabel 5%	F Tabel 1%
<b>Kelompok</b>	2	2,78	1,39	1,06	Ns	3,74	6,51
<b>Perlakuan</b>	7	2395,73	342,25	262,07	**	2,76	4,28
<b>Galat</b>	14	18,28	1,306				
<b>Total</b>	23	2416,80					

CV= 3,40 %

9c. Hasil Uji DMRT 5% P ekstrak HCl 25% pada perlakuan saat 60 hst

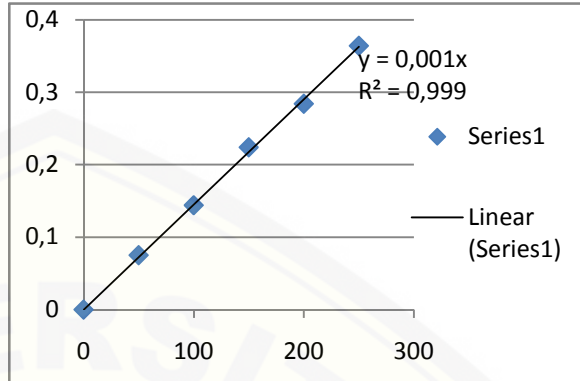
$S\bar{y}$	0,66									
P-ke	1	2	3	4	5	6	7	8		
Nilai SSR										
5%	0	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39	3,41		
$R_q =$	0	1,10	2,10	2,16	2,20	2,22	2,24	2,25		
	<b>PFB</b>	<b>PF</b>	<b>PSB</b>	<b>PS</b>	<b>P</b>	<b>F</b>	<b>S</b>	<b>K</b>		
	44,35	43,06	42,88	40,43	32,71	24,57	24,07	16,638		
<b>PFB</b>	44,35	0							a	
<b>PF</b>	43,06	1,29	0						a	
<b>PSB</b>	42,88	1,47	0,18	0					a	
<b>PS</b>	40,43	3,92	2,63	2,45	0				b	
<b>P</b>	32,71	11,64	10,35	10,17	7,72	0			c	
<b>F</b>	24,57	19,78	18,49	18,31	15,86	8,14	0		d	
<b>S</b>	24,07	20,28	18,99	18,81	16,36	8,64	0,5	0	d	
<b>K</b>	16,638	27,712	26,422	26,242	23,792	16,072	7,932	7,432	0	e

<b>Sampel</b>	<b>C- terukur</b>	<b>ml/g</b>	<b>ppm Kurva</b>	<b>fk</b>	<b>fp</b>	<b>ppm</b>	<b>% c organik</b>
P 1	0,055	200	55	1,0729614	1	11802,57511	1,180258
P 2	0,052	200	52	1,0822511	1	11255,41126	1,125541
P 3	0,05	200	50	1,0752688	1	10752,68817	1,075269
K 1	0,052	200	52	1,0964912	1	11403,50877	1,140351
K 2	0,05	200	50	1,0822511	1	10822,51082	1,082251
K 3	0,049	200	49	1,0775862	1	10560,34483	1,056034
S 1	0,033	200	33	1,0752688	1	7096,774194	0,709677
S 2	0,027	200	27	1,0917031	1	5895,196507	0,58952
S 3	0,031	200	31	1,0799136	1	6695,464363	0,669546
F 1	0,033	200	33	1,0822511	1	7142,857143	0,714286
F 2	0,036	200	36	1,0822511	1	7792,207792	0,779221
F 3	0,042	200	42	1,0869565	1	9130,434783	0,913043
PS 1	0,058	200	58	1,0752688	1	12473,11828	1,247312
PS 2	0,058	200	58	1,0706638	1	12419,70021	1,24197
PS 3	0,051	200	51	1,0729614	1	10944,20601	1,094421
PF 1	0,066	200	66	1,0775862	1	14224,13793	1,422414
PF 2	0,059	200	59	1,0917031	1	12882,09607	1,28821
PF 3	0,056	200	56	1,0917031	1	12227,07424	1,222707
PSB 1	0,072	200	72	1,0822511	1	15584,41558	1,558442
PSB 2	0,074	200	74	1,0638298	1	15744,68085	1,574468
PSB 3	0,072	200	72	1,0660981	1	15351,81237	1,535181
PFB 1	0,064	200	64	1,0917031	1	13973,79913	1,39738
PFB 2	0,064	200	64	1,1061947	1	14159,29204	1,415929
PFB 3	0,062	200	62	1,0845987	1	13449,02386	1,344902

Lampiran 10

10a. Perhitungan Hasil analisis C-organik

ppm	C terukur	C-Abs
0	0	-0,011
50	0,075	0,064
100	0,144	0,133
150	0,224	0,213
200	0,284	0,273
250	0,364	0,353



10b. Hasil Analisis Ragam C-organik pada perlakuan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
<b>K</b>	1,14035	1,08225	1,05603	3,27864	1,09288
<b>S</b>	0,70968	0,58952	0,66955	1,96874	0,65625
<b>F</b>	0,71429	0,77922	0,91304	2,40655	0,80218
<b>P</b>	1,18026	1,12554	1,07527	3,38107	1,12702
<b>PS</b>	1,24731	1,24197	1,09442	3,5837	1,19457
<b>PF</b>	1,42241	1,28821	1,22271	3,93333	1,31111
<b>PSB</b>	1,55844	1,57447	1,53518	4,66809	1,55603
<b>PFB</b>	1,39738	1,41593	1,3449	4,15821	1,38607
<b>Total</b>	7,97274	7,68118	7,5662	23,2201	0,96751

Anova

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung		F Tabel 5%	F Tabel 1%
<b>Kelompok</b>	2	0,01333	0,00666	1,47549	Ns	3,74	6,51
<b>Perlakuan</b>	7	1,84923	0,26418	58,5003	**	2,76	4,28
<b>Galat</b>	14	0,06322	0,00452				
<b>Total</b>	23	1,92577					

CV= 5,89 %

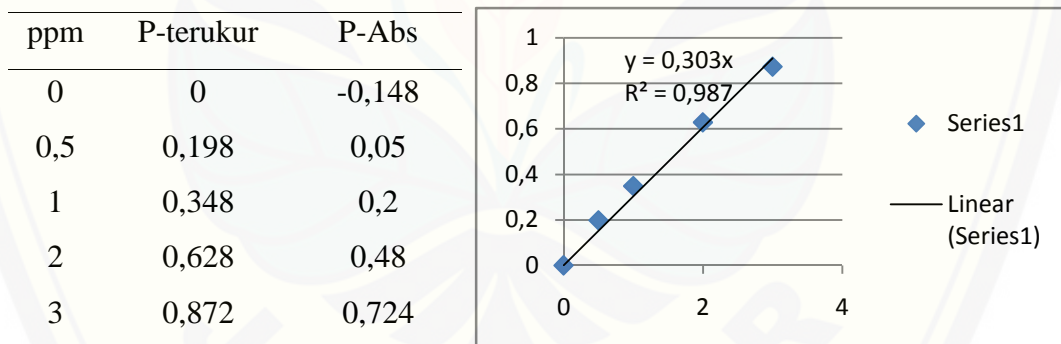
**10c. Hasil Uji DMRT 5% C-organik**

$S_y = 0,038$

P-ke	1	2	3	4	5	6	7	8		
Nilai SSR 5%	0	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39	3,41		
$R_e =$	0	0,117	0,123	0,126	0,129	0,130	0,131	0,132		
	PSB	PFB	PF	PS	P	K	F	S		
	1,56	1,39	1,31	1,19	1,13	1,09	0,8	0,66		
PSB	1,56	0							a	
PFB	1,39	0,17	0						b	
PF	1,31	0,25	0,08	0					bc	
PS	1,19	0,37	0,2	0,12	0				cd	
P	1,13	0,43	0,26	0,18	0,06	0			de	
K	1,09	0,47	0,3	0,22	0,1	0,04	0		de	
F	0,8	0,76	0,59	0,51	0,39	0,33	0,29	0	e	
S	0,66	0,9	0,73	0,65	0,53	0,47	0,43	0,14	0	e

**Lampiran 11**

**11a. Perhitungan Hasil analisis kadar P dalam Daun**





<b>kode</b>	<b>P terukur</b>	<b>ppm kurva</b>	<b>ml/g</b>	<b>fp</b>	<b>fk</b>	<b>ppm P2O5</b>
P 1	0,09	0,297029703	100	10	1,08	320,479416
P 2	0,109	0,359735974	100	10	1,13	404,70297
K 1	0,085	0,280528053	100	10	1,02	285,282766
K 2	0,091	0,300330033	100	10	1,04	311,881188
S 1	0,12	0,396039604	100	10	1,19	472,468299
S 2	0,12	0,396039604	100	10	1,19	471,475719
F 1	0,093	0,306930693	100	10	1,23	378,765536
F 2	0,078	0,257425743	100	10	1,24	317,996506
PS 1	0,104	0,343234323	100	10	1,20	411,881188
PS 2	0,11	0,363036304	100	10	1,07	387,788779
PF 1	0,138	0,455445545	100	10	1,19	540,179599
PF 2	0,146	0,481848185	100	10	1,00	481,848185
PSB 1	0,131	0,432343234	100	10	1,15	496,872075
PSB 2	0,085	0,280528053	100	10	1,02	286,626489
PFB 1	0,099	0,326732673	100	10	1,13	369,207921
PFB 2	0,106	0,349834983	100	10	1,03	360,330033

**11b. Hasil Analisis Ragam kadar P dalam Daun**

<b>Perlakuan</b>	<b>Ulangan</b>			<b>Total</b>	<b>Rata-rata</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
<b>K</b>	285,2828	311,8811881	300,5678412	897,7318	299,2439
<b>S</b>	472,4683	471,475719	470,998752	1414,943	471,6476
<b>F</b>	378,7655	317,9965055	320,896541	1017,659	339,2195
<b>P</b>	320,4794	404,7029703	350,098764	1075,281	358,4271
<b>PS</b>	411,8812	387,7887789	390,506213	1190,176	396,7254
<b>PF</b>	540,1796	481,8481848	500,21579	1522,244	507,4145
<b>PSB</b>	496,8721	286,6264887	350,564128	1134,063	378,0209
<b>PFB</b>	369,2079	360,330033	361,809613	1091,348	363,7825
<b>Total</b>	3275,137	3022,649868	3045,657642	9343,444	389,3102

**Anova**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung		F Tabel 5%	F Tabel 1%
Kelompok	2	4872,4872	2436,24	1,26837	Ns	3,738891832	6,5148841
Perlakuan	7	99410,851	14201,6	7,39367	**	2,764199257	4,2778819
Galat	14	26890,794	1920,77				
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>131174,13</b>					

CV= 11,25 %

**11c. Hasil Uji DMRT 5% kadar P dalam Daun**

S<sub>y</sub> 25,30

P-ke	1	2	3	4	5	6	7	8
Nilai SSR 5%	0	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39	3,41
R <sub>0</sub> =	0	76,67	80,46	82,74	84,26	85,27	85,78	86,28

	PF	S	PS	PSB	PFB	K	F	P		
	507,41	471,65	396,72	378,02	363,78	358,43	339,22	299,24		
<b>PF</b>	507,41	0							a	
<b>PFB</b>	471,65	35,76	0						ab	
<b>PS</b>	396,72	110,69	74,93	0					bc	
<b>PSB</b>	378,02	129,39	93,63	18,7	0				cd	
<b>S</b>	363,78	143,63	107,87	32,94	14,24	0			cd	
<b>P</b>	358,43	148,98	113,22	38,29	19,59	5,35	0		cd	
<b>F</b>	339,22	168,19	132,43	57,5	38,8	24,56	19,21	0	cd	
<b>K</b>	299,24	208,17	172,41	97,48	78,78	64,54	59,19	39,98	0	d

**Lampiran 12. Dokumentasi**



12a. Persiapan Media Tanam



12b. Persemaian bibit kopi robusta





12c. Media Tanam sesuai perlakuan



12d. Bibit Kopi 0 hst





12e. Pengamatan pertumbuhan bibit kopi



12f. Penyiraman bibit kopi





12g. Penyiangan Bibit



12h. Bibit kopi 60 Hst



12i. Analisis C-Organik



12j. Pemeliharaan bibit kopi





12k. Kunjungan Lapang Dosen Pembimbing