



PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS KULIT KOPI DIPERKAYA *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* DAN PUPUK FOSFAT TERHADAP PERUBAHAN SIFAT KIMIA, SIFAT BIOLOGI TANAH SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill)

SKRIPSI

Oleh:

**RANDRIANANTENAINA Solohery Mampionona Aimé
NIM. 121510501201**

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS KULIT KOPI DIPERKAYA *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* DAN PUPUK FOSFAT TERHADAP PERUBAHAN SIFAT KIMIA, SIFAT BIOLOGI TANAH SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill)

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Ilmu Tanah (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh:

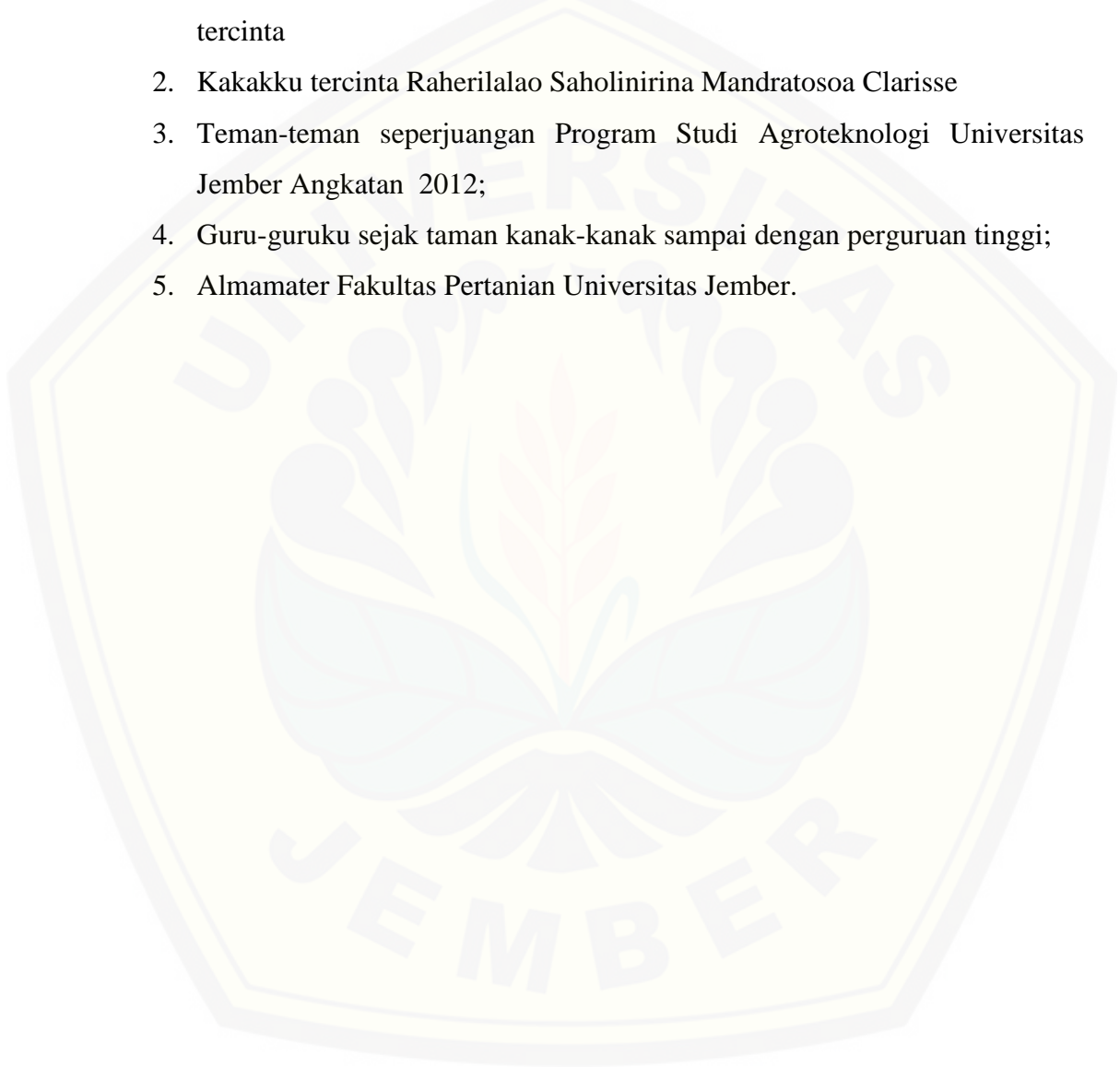
**RANDRIANANTENAINA Solohery Mampionona Aime
NIM. 121510501201**

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Razanamanana Clairette dan Ayahanda Razafiarijaona Elson yang tercinta
2. Kakakku tercinta Raherilalao Saholinirina Mandratosa Clarisse
3. Teman-teman seperjuangan Program Studi Agroteknologi Universitas Jember Angkatan 2012;
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.



MOTO

Jangan seorangpun menganggap engkau rendah karena engkau muda. Jadilah teladan bagi orang-orang percaya, dalam perkataanmu, dalam tingkah lakumu, dalam kasihmu, dalam kesetiaanmu dan dalam kesucianmu. (1 Timotius 4:12)¹



¹ Lembaga Alkitab Indonesia. 2012. Anggota IKAPI no. 067/DKI/97

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Randrianantenaina Solohery Mampionona Aimé

NIM : 121510501201

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Kopi diperkaya *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* dan Pupuk Fosfat terhadap Perubahan Sifat Kimia, Sifat Biologi Tanah serta Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*)”** 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
Yang Menyatakan,

Randrianantenaina Aimé
NIM. 121510501201

PENGESAHAN

Skripsi, berjudul “**Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Kopi diperkaya *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* dan Pupuk Fosfat terhadap Perubahan Sifat Kimia, Sifat Biologi Tanah serta Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*)**”, telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 30 Juni 2016
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M. Si
NIP. 196505231993022001

Ir. Martinus H. Pandutama., M. Sc. Ph. D
NIP. 195403261981031003

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M. Sc.
NIP. 195508051982121001

Ir. Joko Sudibya, M. Si.
NIP. 196007011987021001

Mengesahkan

Dekan,

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

SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS KULIT KOPI DIPERKAYA *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* DAN PUPUK FOSFAT TERHADAP PERUBAHAN SIFAT KIMIA, SIFAT BIOLOGI TANAH SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill)

Oleh

RANDRIANANTENAINA Solohery Mampionona Aimé
NIM. 121510501201

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M. Si

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Martinus H. Pandutama., M. Sc. Ph. D

RINGKASAN

Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Kopi diperkaya *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* dan Pupuk Fosfat terhadap Perubahan Sifat Kimia, Sifat Biologi Tanah serta Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). Randrianantenaina Solohery Mampionona Aimé, 121510501201; 2016; 63 halaman; Jurusan Tanah Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Kulit buah kopi merupakan salah satu limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos. Kulit kopi kering mempunyai C/N ratio yang tinggi serta memiliki struktur kimia yang kompleks dan sulit untuk didekomposisi. Penambahan berbagai macam mikroorganisme dekomposer seperti *Trichoderma harzianum* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam kompos dapat membantu mempercepat dekomposisi dan meningkatkan kualitas kompos. Kompos kulit kopi memiliki kandungan unsur hara lengkap seperti N, P dan K, namun unsur hara P pada kompos kulit kopi masih tergolong rendah. Penambahan pupuk fosfat seperti SP-36 atau *rock phosphate* merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kandungan unsur hara P pada suatu media tanam. Kemampuan aktifitas mikroorganisme *Trichoderma harzianum* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam menguraikan bahan organik serta melarutkan fosfat secara tidak langsung mempengaruhi sifat kimia, biologi tanah serta pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) interaksi antara kompos kulit kopi + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* dan dua macam pupuk fosfat terhadap sifat kimia dan biologi tanah, (2) Peningkatan kandungan unsur hara fosfor pada masing-masing media tanam setelah pemberian kompos kulit kopi + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas* beserta kedua macam pupuk fosfat, (3) interaksi antara kompos kulit kopi + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* beserta dua macam pupuk fosfat terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Penelitian dilakukan di rumah kaca, di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember pada bulan Oktober 2015 sampai Mei 2016.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah RAK Faktorial yang terdiri dari 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama (K) kompos kulit kopi yang terdiri dari 3 taraf dosis yaitu: 1. K0 (kontrol), 2. K1 (280 g/ polibag) dan 3. K2 (560 g/polibag) dan faktor kedua (P) Pupuk fosfat yang terdiri dari: 1. P0 (kontrol), 2. P1 (0.74 g SP-36/polibag), 3. P2 (0.77 g rock phosphate/polibag) dan 4. P3 (0.37 g SP-36/polibag).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang signifikan antara kompos kulit kopi dengan pupuk fosfat dalam meningkatkan pH tanah, kandungan unsur P-tersedia tanah, jumlah bunga serta perakaran tanaman tomat. Tampak dari beberapa variabel pengamatan tersebut bahwa ada kecenderungan perlakuan K2P2 lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan K2P1 dan K2P3. Interaksi antara kompos kulit kopi dengan pupuk fosfat berpengaruh tidak nyata terhadap konsentrasi C-organik, N-total tanah, tinggi tanaman dan jumlah daun.

SUMMARY

The effect of Coffee Husk Compost enriched *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* and Phosphate Fertilizer on Changes of Soil Chemical-Biological- Properties and Growth of Tomato Plants (*Lycopersicon esculentum* Mill). Randrianantenaina Solohery Mampionona Aimé, Soil Science Department, Agriculture Faculty, Jember University

Coffee husk is one of the agricultural wastes that can be used as raw material for composting. Coffee husk has a high C/N ratio and a complex chemical structure that is making it difficult to be decomposed. Adding various kinds of microorganisms decomposers such as *Trichoderma harzianum* and *Pseudomonas fluorescens* in compost can help accelerate the decomposition and improve the quality of the compost. Coffee husk compost contains complete nutrients like N, P and K, but the phosphate nutrient elements on the coffee husk compost is still relatively low. This phosphate nutrient deficiencies can be overcome by the addition of phosphate fertilizers for instance SP-36, or rock phosphate. The ability of microorganisms *Trichoderma harzianum* and *Pseudomonas fluorescens* in decomposing organic matter and dissolving phosphate affect indirectly the soil chemical, biological properties and plant growth.

This research was aimed to determine (1) the interaction between the coffee husk compost + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* and two kinds of phosphate fertilizers on soil chemical-biological- properties, (2) the enhancement of the nutrient content of phosphorus in each planting media after giving treatment coffee husk compost + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* and two kinds of phosphate fertilizers, (3) the interaction between the coffee husk compost + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* and two kinds of phosphate fertilizers on the growth of tomato plants. This research was held in the greenhouse, in the Laboratory of Soil Fertility and Soil Biology, Faculty of Agriculture, University of Jember in October 2015 till May 2016.

This experiment was performed as a Randomized Complete Block Faktorial Design with 2 factors and 3 replications. The first factor (K) was coffee husk compost consisting of three rates levels, which were: 1. K0 (control), 2. K1 (280 g/polybag) dan 3. K2 (560 g/polybag). The second factor (P) Phosphate Fertilizers rates consisting of: 1. P0 (control), 2. P1 (0.74 g SP-36/polybag), 3. P2 (0.77 g rock phosphate/polybag) and 4. P3 (0.37 g SP-36/polybag).

The results of this study showed that there was a significance interaction between the coffee husk compost with phosphate fertilizers to some variables such as: soil pH, the available P content in soil, the number of flowers and roots of tomato plants. It can be seen in those variables listed above that the treatment K2P2 tended to better than the other treatment K2P1 and K2P3. The interaction between the coffee husk compost with phosphate fertilizers has no significant effect on the concentration of organic carbon and total nitrogen in soil, plant height and total leaves.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul: **“Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Kopi diperkaya *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* dan Pupuk Fosfat terhadap Perubahan Sifat Kimia, Sifat Biologi Tanah serta Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Ibunda dan Ayahanda yang selalu melimpahkan doa, kasih sayang, semangat dan motivasi sepanjang perjalanan hidupku sampai sekarang, kakakku tercinta dan saudara-saudaraku yang telah memberikan dorongan demi terselesaikannya skripsi ini;
2. Dr. Ir. Jani Januar, MT. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan Ir. Joko Sudibya, M. Si. selaku ketua Jurusan Tanah sekaligus Dosen Pembimbing Akademik bersama Dr. Ir. Suyono, MS atas bimbingan, nasehat dan arahan dalam menyelesaikan studi ini
3. Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M. Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Martinus H. Pandutama., M. Sc. Ph. D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang dengan kesabaran meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, saran dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen beserta staf karyawan di Fakultas Pertanian Universitas Jember;
5. Doncilia Barreto Madalena da Cruz yang setia menemani dan memotivasi hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Rekan Penelitian Mas Izzudin, Pricilia M. Gunawan, Avief Ainul R. atas kerjasamanya selama penelitian
7. Rekan-rekan kelas Excellent 2012 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya tulis ini

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan adanya masukan yang bersifat membangun dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember,

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
PERNYATAAN	iv
PENGESAHAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI	v
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai media tanam	5
2.2 <i>Trichoderma harzianum</i> sebagai dekomposer	7
2.3 <i>Pseudomonas fluorescens</i> sebagai pelarut unsur P	8
2.4 Sumber pupuk fosfat (SP-36, <i>Rock phosphate</i>)	10
2.5 Tanaman tomat varietas Permata	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.2.1 Bahan	14
3.2.2 Alat.....	14
3.3 Rancangan percobaan	14
3.4 Prosedur Penelitian	15
3.4.1 Survei Lapang	15
3.4.2 Meremajakan dan Memperbanyak Jamur <i>Trichoderma harzianum</i>	15

3.4.3 Meremajakan dan Memperbanyak Bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	16
3.4.4 Membuat Bahan Hasil Dekomposisi Kompos Limbah Kulit Kopi.....	17
3.4.6 Persemaian benih	17
3.4.7 Analisis pendahuluan	17
3.4.8 Penyapan media tanam.....	18
3.4.9 Pemberian pupuk.....	18
3.4.10 Penanaman	18
3.4.11 Pemasangan turus.....	18
3.4.12 Pemeliharaan tanaman:	18
3.4.13 Analisa fisika, kimia dan biologi	19
3.5 Variabel pengamatan	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil analisis pendahuluan	21
4.2 Pengaruh pemberian kompos kulit kopi dan pupuk fosfat	23
4.3 Pengaruh kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap sifat kimia tanah	24
4.3.1 Nilai pH (H ₂ O) tanah	24
4.3.2 C-organik tanah.....	27
4.3.3 P-tersedia tanah.....	29
4.3.4 N-total tanah.....	33
4.4 Pengaruh kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap respirasi mikroorganismen tanah	36
4.5 Pengaruh kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap pertumbuhan tanaman tomat	39
4.5.1 Panjang akar	39
4.5.2 Berat basah dan kering akar	42
4.5.3 Jumlah bunga	45
4.5.4 Tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun.....	49
4.5.5 Berat basah dan kering bagian atas tanaman.....	56
4.6 Pembahasan umum	59
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	62
5.1. Simpulan	62
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel 2.1 kandungan batuan fosfat Ciamis Jawa barat.....	12
2.2 Anjuran umum pemupukan berimbang untuk tanaman tomat...	13
3.1 Metode analisa kimia media tanam.....	19
4.1 Hasil analisis awal tanah Arjasa.....	21
4.2 Hasil analisis kompos kulit kopi.....	22
4.3 Rangkuman Anova seluruh variable pengamatan.....	23
4.4 Interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap pH (H ₂ O) tanah.....	25
4.5 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap (%) C-organik tanah ...	28
4.6 Interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap P-tersedia tanah.....	30
4.7 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap N-total (%) Tanah.....	33
4.8 Pengaruh kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap respirasi mikroorganisme tanah (mg CO ₂ /100g/hari).....	36
4.9 Interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap panjang akar.....	40
4.10 Interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap berat basah akar.....	43
4.11 Interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap berat kering akar.....	43
4.12 Interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap jumlah bunga.....	46
4.13 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap tinggi tanaman.....	49
4.14 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap jumlah daun.....	49
4.15 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap luas daun.....	53
4.16 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap berat basah bagian atas tanaman.....	56
4.17 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap berat kering bagian atas tanaman.....	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Pengaruh interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap pH tanah.....	26
4.2 Pengaruh aplikasi kompos kulit kopi terhadap C-organik tanah.....	28
4.3 Pengaruh interaksi kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap P-tersedia Tanah.....	31
4.4 Pengaruh aplikasi kompos kulit kopi terhadap N-total tanah...	34
4.5 Pengaruh aplikasi kompos kulit kopi terhadap respirasi mikroorganisme tanah.....	37
4.6 Perubahan respirasi mikroorganisme tanah.....	38
4.7 Pengaruh kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap panjang akar.....	41
4.8 Gejala kekurangan unsur hara P pada tanaman tomat.....	42
4.9 Pengaruh Kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap berat basah akar.....	44
4.10 Pengaruh Kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap berat kering akar.....	44
4.11 Pengaruh kompos kulit kopi dan pupuk fosfat terhadap jumlah bunga.....	47
4.12 Gambaran jumlah bunga pada akhir masa vegetatif tanaman...	48
4.13 Pengaruh aplikasi Kompos kulit kopi terhadap tinggi tanaman	50
4.14 Pengaruh aplikasi kompos kulit kopi terhadap jumlah daun....	50
4.15 Perubahan tinggi tanaman akibat pemberian kompos kulit kopi.....	51
4.16 Perubahan jumlah daun akibat pemberian kompos kulit kopi...	52
4.17 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap luas daun.....	54
4.18 Gambaran jumlah daun pada masing-masing perlakuan.....	55
4.19 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap berat basah bagian atas tanaman.....	57
4.20 Pengaruh kompos kulit kopi terhadap berat kering bagian atas tanaman.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Komposisi media.....	65
B. Hasil peremajaan mikroorganisme.....	66
C. Proses pengomposan kulit kopi.....	67
D. Dokumentasi pelaksanaan penelitian.....	68
E. Dena percobaan.....	69
F. Syarat mutu kompos dari sampah organik domestic (SNI 19-7030-2004).....	70
G. Kriteria penilaian hasil analisis tanah.....	71
H. Perhitungan dosis pupuk.....	72
I. Hasil analisis pH tanah.....	73
J. Hasil analisis C-Organik tanah.....	74
K. Hasil analisis P-Tersedia tanah.....	75
L. Hasil analisis N-Total tanah.....	76
M. Hasil analisis respirasi mikroorganisme tanah.....	77
N. Hasil analisis tinggi tanaman.....	78
O. Hasil analisis jumlah daun.....	79
P. Hasil analisis jumlah bunga.....	80
Q. Hasil analisis luas daun.....	81
R. Hasil analisis panjang akar.....	82
S. Hasil analisis berat basah akar.....	83
T. Hasil analisis berat kering akar.....	84
U. Hasil analisis berat basah bagian atas tanaman.....	85
V. Hasil analisis berat kering bagian atas tanaman.....	86

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak terdapat di Indonesia dan mempunyai potensi yang cukup tinggi untuk dikembangkan dalam rangka memperbesar pendapatan negara dan meningkatkan penghasilan pengusaha dan petani. Dalam beberapa tahun ini, produksi perkebunan dan luas areal kopi di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pada tahun 1980, produksi perkebunan dan luas areal kopi masing-masing sebesar 276.000 ton dan 663.000 hektar, dan pada tahun 2009 luas areal dan produksi perkebunan kopi tersebut mengalami peningkatan secara terus menerus di mana masing-masing sebesar 1.241.000 hektar dan 676.000 ton (Ditjenbun, 2010). Tahun 2010 luas areal kopi di Indonesia mencapai 1.210.000 ha dengan produksi 686.920 ton. Sementara hingga saat ini pun, hal tersebut terus mengalami peningkatan.

Perkembangan produksi kopi di Indonesia tersebut, ternyata tidak diiringi dengan penanganan pasca panen yang baik, khususnya pada kulit kopi yang berkisar antara 40% hingga 55% dari produksinya. Di Kebun Rakyat Garahan sendiri, masih terdapat banyak kulit kopi yang terbuang di kebun maupun di pekarangan rumah ataupun di sawah. Kulit kopi tersebut bila menumpuk maka akan menyebabkan banyak masalah seperti pencemaran lingkungan pada musim hujan sedangkan pada musim kemarau tumpukan kopi ini akan rentan terhadap kebakaran. Selain itu semakin banyaknya produksi kopi maka akan semakin luas juga lahan yang dibutuhkan untuk menampung tumpukan kulit kopi tersebut. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan memanfaatkan kulit kopi kering sebagai bahan baku untuk pembuatan kompos. Pengomposan limbah kulit kopi ini tidak hanya mencegah pencemaran terhadap lingkungan saja tetapi juga dapat menghasilkan kompos yang sangat bermanfaat dalam budidaya pertanian bila dikelola dengan baik.

Masalah yang dihadapi adalah kulit kopi kering mempunyai C/N ratio yang tinggi sekitar 140 (Widyotomo, 2013), serta memiliki struktur kimia yang kompleks dan sulit untuk didekomposisi. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut

yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan berbagai macam mikroorganisme pendegradasi yang mampu membantu proses dekomposisi kulit kopi kering seperti *Trichoderma harzianum*. Beberapa macam *Trichoderma harzianum* telah diketahui memiliki aktivitas antifungal. Selain mampu berfungsi sebagai agensia hayati, *Trichoderma harzianum* juga dapat berperan dalam penguraian bahan organik khususnya dalam pembuatan kompos kulit kopi.

Selama ini, limbah kulit kopi hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, dibakar atau dibawa ke kebun tanpa proses pengomposan. Bila per kg kopi biji menghasilkan 0,4 kg kulit kopi, dengan produksi kopi 100.000 ton maka potensi kulit kopi yang bisa dimanfaatkan adalah $0,4 \times 100.000 \text{ ton} = 40.000 \text{ ton}$ limbah kulit kopi kering. Jumlah ini sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos, dan hasilnya bisa dikembalikan untuk memupuk berbagai macam jenis tanaman. Salah satunya adalah tanaman tomat. Tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*) merupakan sayuran populer di Indonesia. Tanaman tomat termasuk dalam jenis tanaman hortikultura di mana tanaman ini membutuhkan tanah yang gembur dan tanah yang mengandung humus demi kelangsungan hidupnya. Syarat tumbuh tanaman tomat tersebut dapat diatasi dengan menggunakan kompos kulit kopi pada media tanamnya.

Namun demikian, meskipun kompos kulit kopi dapat memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah, kandungan haranya cukup rendah sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara. Salah satu unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman tomat yaitu P. Fosfor diperlukan oleh tanaman tomat dalam jumlah yang relative banyak sedangkan dalam kompos kulit kopi kandungan P ini rata-rata hanya 0,18%. Unsur P ini dibutuhkan oleh tanaman tomat mulai dari fase vegetatif sampai generative. Salah satu fungsinya terhadap tanaman tomat adalah mempercepat pembentukan dan kesuburan akar tanaman serta mempercepat proses pembentukan dan pemasakan buah. Agar unsur P dalam media tanam terpenuhi sesuai kebutuhan tanaman tomat maka alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan pupuk fosfat seperti *rock phosphate* dan juga SP-36.

Dengan memanfaatkan limbah kulit kopi sebagai bahan baku kompos maka outputnya sangat banyak yaitu menghindari pencemaran lingkungan akibat

tumpukan kulit kopi yang tak terpakai, mengurangi penggunaan pupuk kimia dengan mengkombinasikannya dengan kompos kulit kopi, mengurangi biaya pemupukan, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah dalam jangka panjang, meningkatkan produktivitas tanaman, melaksanakan konsep pertanian organik dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat varietas Permata dengan memanfaatkan limbah kulit kopi sebagai bahan baku kompos yang dikombinasikan dengan *rock phosphate* dan SP-36 sebagai pupuk fosfat yang mana unsur P sangat dibutuhkan tanaman tomat dalam pertumbuhannya. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kemampuan kompos kulit kopi dapat memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah.

1.2 Rumusan masalah

Limbah kulit kopi mempunyai potensi yang sangat tinggi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos. Namun, permasalahannya adalah sifat dari kulit kopi itu sendiri yaitu mempunyai C/N ratio yang tinggi serta memiliki struktur kimia yang kompleks sehingga sulit dan membutuhkan waktu yang cukup lama proses didekomposisinya. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan berbagai macam mikroorganisme pendegradasi yang mampu membantu proses dekomposisi kulit kopi kering seperti *Trichoderma harzianum*. Namun demikian, berdasarkan penelitian sebelumnya, kandungan unsur hara seperti fosfor pada kompos kulit kopi masih tergolong sangat rendah sehingga diperlukan pula penambahan bakteri pelarut fosfat seperti *Pseudomonas fluorescens* yang dapat berperan dalam melepaskan unsur fosfor pada kompos. Kompos kulit kopi tersebut dapat dikembalikan ke tanah untuk memupuk berbagai macam tanaman. Salah satunya adalah tanaman tomat. Tanaman tomat membutuhkan unsur hara fosfor dalam jumlah yang cukup banyak. Dengan demikian, sumber unsur hara fosfor perlu ditingkatkan dengan penambahan pupuk fosfat seperti SP-36 dan *rock phosphate*

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Pengaruh interaksi antara kompos limbah kulit kopi + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* beserta dua macam pupuk fosfat terhadap aktivitas mikroorganisme tanah dan sifat kimia tanah
2. Peningkatan kandungan unsur hara fosfor pada masing-masing media tanam setelah pemberian kompos limbah kulit kopi + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas* beserta kedua pupuk fosfat
3. Pengaruh interaksi antara kompos limbah kulit kopi + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* beserta dua macam pupuk fosfat terhadap pertumbuhan tanaman tomat

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai:

1. Bahan informasi yang berguna bagi petani untuk memanfaatkan kompos kulit kopi dalam meningkatkan budidaya tanaman serta memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah.
2. Himbauan bagi para petani untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia
3. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari pencemaran lingkungan akibat tumpukan serta pembuangan kulit kopi di sembarang tempat.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai media tanam

Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak terdapat di Indonesia yang mempunyai peluang untuk dikembangkan dalam rangka usaha memperbesar pendapatan negara dan meningkatkan penghasilan pengusaha dan petani. Produksi kopi di Indonesia yang berkembang tersebut, ternyata kurang diikuti dengan penanganan kopi pasca panen yang baik terutama pada kulit kopinya yaitu berkisar antara 40% sampai 55% dari produksinya di mana masih banyak petani yang membuang begitu saja kulit kopi di pekarangan rumahnya maupun di kebun ataupun sawahnya tanpa mengomposkan kulit kopi terlebih dahulu di mana seperti kita tahu kulit kopi sangat keras dan susah didekomposisi (Sahputra *dkk.* 2013).

Kompos kulit kopi selain dapat memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara tertentu juga dapat berfungsi sebagai agen hayati. Seperti yang dilaporkan Bonny *dkk.* (2010) bahwa limbah kopi yang dikomposkan ditambah dengan bioaktivator mikroba digunakan untuk meningkatkan ketahanan terhadap serangan *P. Capsici*. Mikroba pengompos dan yang digunakan sebagai bioaktivator diisolasi dari pertanaman lada di desa Sukamarga kecamatan Abung Tinggi Kabupaten Lampung Utara. Mikroba bioaktivator sebelum digunakan diuji kemampuannya dalam melarutkan P, K, menambat N serta penghasil asam indolasetat (IAA). Pengomposan limbah kopi dilakukan dengan menggunakan mikroba terpilih penghancur lignin. Isolasi mikroba calon biaktivator menggunakan media khusus untuk mengindikasikan kemampuan melarutkan P dan K, menambat N.

Potensi limbah yang diperoleh jika dilihat dari tahapan pengolahan kopi cara kering maupun basah adalah kulit buah basah, limbah cair yang mengandung lendir, dan kulit gelondong kering maupun cangkang kering. Limbah kulit buah kopi dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku amelioran tanah alami yang berfungsi untuk meningkatkan daya dukung tanah bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Pujiyanto (2007) melaporkan bahwa amelioran tanah dapat dibuat dari

kulit buah kopi segar (90% b/b) yang telah dicampur dengan 10% (b/b) bubuk bahan mineral berupa 50% zeolit dan 50% fosfat alam, diproses dengan cara penghalusan sampai membentuk pasta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kulit buah kopi dapat dimanfaatkan sebagai amelioran tanah alami untuk meningkatkan daya dukung tanah bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Komposisi amelioran 90% pasta kulit buah kopi dengan 10% mineral memiliki karakter fisik dan kimia yang baik, yaitu memiliki kapasitas retensi air, kapasitas tukar kation, kadar C-organik, dan kadar P serta K yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki tanah. Amelioran kulit buah kopi dengan pupuk buatan bekerja secara sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Aplikasi amelioran kulit buah kopi meningkatkan keefektifan aplikasi pupuk anorganik.

Media tanam merupakan salah satu komponen penting yang sangat menentukan keberhasilan kegiatan bercocok tanam. Media tanam akan menentukan baik buruknya pertumbuhan tanaman yang pada akhirnya mempengaruhi hasil produksi. Terdapat berbagai macam media tanam dengan komposisi yang berbeda-beda. Menentukan komposisi media tanam tersebut tidaklah hal yang mudah sebab campuran bahan media tanam harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Secara umum, media tanam harus dapat menjaga kelembaban daerah sekitar akar, menyediakan cukup udara, dan dapat menahan ketersediaan unsur hara. Limbah kulit buah kopi mengandung bahan organik dan unsur hara yang potensial untuk digunakan sebagai media tanam. Penelitian terdahulu (Wanda, 2012) menunjukkan bahwa kadar C-organik kulit buah kopi adalah 45,3%, kadar nitrogen 2,98%, fosfor 0,18%, dan kalium 2,26%. Kandungan unsur hara pada kulit kopi ini mengalami penurunan setelah proses pengomposan yang berlangsung selama satu bulan. Perlakuan kompos yang paling baik didapatkan pada perlakuan dengan perbandingan sebagai berikut: 250 g kulit kopi: 200 ml aquades: 1 g *Trichoderma harzianum*: 50 ml *Pseudomonas fluorescens*.

2.2 *Trichoderma harzianum* sebagai dekomposer

Trichoderma merupakan jamur tanah yang berperan dalam menguraikan bahan organik tanah, di mana bahan organik tanah ini mengandung beberapa komponen zat seperti N, P, S dan Mg dan unsur hara lain yang dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhannya. Mengingat peran *Trichoderma harzianum* yang sangat besar dalam menjaga kesuburan tanah dan menekan populasi jamur patogen, sehingga *T. harzianum* memiliki potensi sebagai kompos aktif juga sebagai agen pengendali organisme patogen. Menurut Suwahyono (2004) bahwa *T. harzianum* mengeluarkan zat aktif semacam hormone auksin yang merangsang pembentukan akar lateral. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman memerlukan unsur hara dan air, penyerapan air dan hara yang baik dipengaruhi oleh pertumbuhan akar, dengan pemberian kompos aktif maka pertumbuhan akar menjadi lebih baik sehingga proses penyerapan hara dan air berjalan baik yang berakibat juga terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan lebih baik.

Menurut Basuki, dkk. (2011), bahwa *trichokompos* sangat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman karena merupakan bahan yang banyak mengandung bahan organik yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah melalui interaksi pertukaran unsur organik. *Trichokompos* mengandung cendawan *Trichoderma fluorescens*, cendawan ini berperan sebagai dekomposer dalam mempercepat proses dekomposisi dan memperbaiki kualitas kompos. Cendawan *Trichoderma fluorescens* merupakan salah satu cendawan antagonis yang banyak digunakan sebagai agen pengendali hayati beberapa jenis patogen, terutama patogen rular tanah. Cendawan ini dapat menghambat pertumbuhan patogen tular tanah pada beberapa jenis tanaman melalui kompetisi, antibiosis dan parasitisme.

Trichoderma virens adalah cendawan saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit yang menyerang banyak jenis cendawan penyebab penyakit tanaman (spektrum pengendalian luas). *Trichoderma virens* dapat menjadi hiperparasit pada beberapa jenis cendawan penyebab penyakit tanaman. Pertumbuhannya sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman. Mekanisme antagonis yang dilakukan adalah berupa persaingan hidup, parasitisme, antibiosis dan lisis. *Trichoderma virens* mengeluarkan antibiotik dari senyawa

viridiol phytotoxin yang dapat menghambat perkembangan patogen, memarasit patogen dengan penetrasi langsung dan juga lebih cepat dalam mempergunakan O_2 , air dan nutrisi sehingga mampu bersaing dengan patogen. Efektivitas *T. virens* sebagai agen antagonis sangat dipengaruhi oleh dosis dan waktu aplikasi. Hasil penelitian Idarniati (2007), perlakuan *T. harzianum* dengan dosis 500 g per polibag terhadap serangan *S. rolfsii* pada kacang tanah dapat mengurangi persentase tanaman terserang mencapai 15%.

2.3 *Pseudomonas fluorescens* sebagai pelarut unsur P

Fosfor (P) adalah salah satu unsur hara makro utama untuk tanaman dan diterapkan untuk tanah dalam bentuk pupuk fosfat. Namun, sebagian besar fosfat anorganik terlarut diterapkan tanah sebagai pupuk kimia bergerak cepat dan menjadi tidak tersedia untuk tanaman. Tanaman membutuhkan sekitar $30 \mu\text{mol.l}^{-1}$ fosfor untuk produktivitas maksimum, tetapi hanya sekitar $1 \mu\text{mol.l}^{-1}$ yang tersedia di tanah. Oleh karena itu, tidak tersedianya fosfor di tanah telah diakui sebagai faktor pembatas utama bagi tanaman dalam sistem pertanian dan hortikultura. Fosfor anorganik terjadi di tanah, terutama di mineral kompleks tidak terlarut, beberapa dari mereka muncul setelah dilakukan pengaplikasian pupuk kimia yang sering. P yang tidak terlarut tidak dapat diserap oleh tanaman. Bahan organik merupakan penampungan penting dari P yang menyumbang 20-80% dari P di dalam tanah (Richardson 1994). Hanya 0,1% dari total P yang ada dalam bentuk larut tersedia untuk diserap oleh tanaman (Karimi *et al*, 2014).

Fosfor memainkan peran penting dalam beberapa kegiatan fisiologis tanaman dan biokimia seperti fotosintesis, transformasi gula pati, pengangkutan sifat-sifat genetik. Pupuk hayati (bakteri pelarut fosfat) dianggap salah satu pembantu tanaman yang paling efektif untuk memasok fosfor pada tingkat yang menguntungkan. Pupuk ini diproduksi atas dasar pemilihan mikroorganisme tanah yang bermanfaat yang memiliki efisiensi tertinggi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memberikan nutrisi dalam bentuk yang mudah diserap. Mikroorganisme pelarut fosfat meliputi berbagai jenis mikroorganisme yang mengubah senyawa fosfat tidak larut dalam bentuk-bentuk yang larut dan

genera penting dari bakteri pelarut fosfat yang *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Telah dilaporkan bahwa strain tertentu dari *Rhizobium* dapat melarutkan fosfat baik organik dan anorganik (Illavarasi, 2014).

Pada tanah masam, P bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P, Fe-P dan *Occluded-P*, sedangkan pada tanah bereaksi basa, pada umumnya P bersenyawa sebagai Ca-P. Adanya pengikatan-pengikatan P tersebut menyebabkan pupuk P yang diberikan menjadi tidak efisien, sehingga perlu diberikan dalam takaran yang tinggi. Menurut Jones (1982) tanaman memanfaatkan P hanya sebesar 10-30% dari pupuk P yang diberikan, berarti 70-90% pupuk P tetap berada di dalam tanah. Kekurangefisienan penggunaan pupuk P ini dapat diatasi dengan berbagai cara, salah satu diantaranya dengan memanfaatkan mikroba pelarut P sebagai pupuk hayati. Penggunaan mikroba pelarut P sebagai pupuk hayati mempunyai keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu membantu meningkatkan kelarutan P yang terjerap, menghalangi terjerapnya P pupuk oleh unsur-unsur penjerap dan mengurangi toksisitas Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mn^{2+} terhadap tanaman pada tanah masam. Pada jenis-jenis tertentu, mikroba ini dapat memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta menahan penetrasi patogen akar karena sifat mikroba yang cepat mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa antibiotic (Elfiati, 2005).

Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri tanah yang dapat melarutkan fosfat sehingga dapat diserap oleh tanaman. Selain meningkatkan fosfat dalam tanah juga dapat berperan pada metabolisme vitamin D memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara. Bakteri pelarut fosfat mampu mensekresi asam organik sehingga akan menurunkan pH tanah dan memecahkan ikatan pada beberapa bentuk senyawa fosfat untuk meningkatkan ketersediaan fosfat dalam larutan tanah. Bakteri yang berperan sebagai pelarut fosfat pada tanah telah banyak ditemukan, diantaranya genera *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Microbacterium* dan *Flavobacterium* (Marista dkk., 2013). Hasil penelitian Widiawati dan Suliasih (2006) menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan bakteri pelarut fosfat yang memiliki kemampuan terbesar

sebagai biofertilizer dengan cara melarutkan unsur fosfat yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman.

Bakteri gram negatif khususnya strain *Pseudomonas* telah banyak diteliti sebagai agen biokontrol karena kemampuannya memproduksi metabolit antimikroba. Strain *Pseudomonas fluorescens* dapat menghasilkan tropolone yang bersifat bioaktif pada tanaman, jamur dan bakteri, selain itu *P. fluorescens* pada *rhizosphere* tanaman kapas sehat dapat memproduksi antibiotik pyrrolnitrat dan pyoluteoren. Trujillo et al. (2007) dalam penelitiannya mendeteksi produksi beberapa jenis antibiotic dengan spectrum luas dari bakteri pelarut fosfat (BPF) *P. fluorescens* PFBV1 yang mempunyai aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram negatif (*Proteus vulgaris*), bakteri gram positif (*Bacillus subtilis*) dan yeasts (*Candida albicans*) (Setiawati dkk, 2008).

2.4 Sumber pupuk fosfat (SP-36, Rock phosphate)

Unsur fosfor diperlukan tanaman untuk pembentukan dan kesuburan akar tanaman. Akar tanaman yang subur dapat memperkuat berdirinya tanaman dan dapat meningkatkan penyerapan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Selain itu, unsur fosfor juga diperlukan untuk memperbanyak pertumbuhan generatif (bunga dan buah), mempercepat proses pemasakan buah, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit, memperkuat batang dan cabang, dan dapat menghasilkan bibit (biji) tanaman yang baik (Cahyono, 2008).

Fosfor merupakan komponen penting asam nukleat, karena itu menjadi bagian esensial untuk semua sel hidup. Pupuk fosfor yang umum terdapat di Indonesia adalah pupuk SP-36 (super fosfat 36% P_2O_5). Tanaman yang kekurangan fosfor ditunjukkan dengan gejala tanaman yang kerdil, penghambatan perkembangan akar dan cabang, pelambatan waktu panen, perubahan daun menjadi kebiruan, dan sering dengan warna keunguan yang umumnya tampak pada daun tua (Subhan dkk, 2009).

Salah satu pupuk hayati yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk meningkatkan serapan fosfor adalah pupuk hayati mikoriza. Cendawan mikoriza dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan mempunyai peranan yang penting

dalam pertumbuhan tanaman. Peranan tersebut diantaranya adalah meningkatkan serapan fosfor (P) dan unsur hara lainnya, seperti N, K, Zn, Co, S dan Mo dari dalam tanah, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, memperbaiki agregat tanah, meningkatkan pertumbuhan mikroba tanah yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman inang serta sebagai pelindung tanaman dari infeksi patogen akar. Namun, pemberian pupuk hayati mikoriza saja belum mencukupi kebutuhan unsur hara bagi jagung manis. Jagung manis sebagai tanaman penghasil biji-bijian menghendaki unsur fosfor yang cukup dalam pertumbuhannya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P dapat dilakukan melalui pemberian *rock phosphate*. Ada beberapa kelebihan yang dimiliki *rock phosphate* diantaranya adalah efektivitasnya sama atau kadang lebih tinggi dibandingkan dengan SP-36, bersifat slow release sehingga residunya dapat dimanfaatkan untuk musim tanam berikutnya dan mengandung hara Ca, Mg dan hara mikro serta sesuai untuk tanah masam. Namun, kendalanya adalah pupuk ini mengandung kadar hara yang lebih rendah dan tingkat kelarutannya relatif lambat (Hartanti, 2012).

Mikroba pelarut fosfat (MPF) telah dilaporkan mampu meningkatkan pelarutan batuan fosfat. Untuk menjamin proses pelarutan batuan fosfat oleh MPF dan memudahkan aplikasinya ditingkat lapangan maka batuan fosfat dan MPF harus digabungkan dalam satu formula pupuk fosfat. Syarat utama yang harus dipenuhi dalam mengembangkan formula pupuk fosfat yang terdiri atas gabungan batuan fosfat dan MPF adalah inokulum MPF yang disertakan harus dapat bertahan hidup dan tetap memiliki kemampuan untuk melarutkan P hingga pupuk tersebut diaplikasikan di lapangan (Sastro *dkk* 2005). Menurut Kusdarto, (2004) batuan fosfat merupakan sumber anorganik dari fosfor yang merupakan salah satu nutrisi tanaman yang bersama dengan nitrogen dan potasium sangat penting bagi pertumbuhan secara umum. Efektivitas batuan fosfat secara agronomi tergantung pada beberapa faktor yaitu faktor batuannya sendiri (karakteristik), faktor kondisi tanah, jenis tanaman dan pengaturan pemupukan. Berikut ini disajikan pada Tabel 2.1 karakteristik batuan fosfat yang bersal dari Ciamis, Jawa Barat.

Tabel 2.1 kandungan batuan fosfat Ciamis Jawa barat

No	Karakteristi kimia	Satuan	Hasil analisis
1	Kadar unsur hara fosfor sebagai P ₂ O 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	45,65
3	Kadar Mg setara MgO	% b/b	0,13
4	Kadar seskuioksida (R ₂ O ₃)		
	a. Al ₂ O ₃	% b/b	1,43
	b. Fe ₂ O 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 Tanaman tomat varietas Permata

Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan tanaman komoditas pertanian, mempunyai rasa yang unik, yakni perpaduan rasa manis dan asam, menjadikan tomat sebagai salah satu buah yang memiliki banyak penggemar. Buah tomat dapat dinikmati dalam berbagai bentuk. Tomat segar dapat dijadikan sebagai sayuran, jus, atau semacam campuran bumbu masak. Buah tomat juga banyak dimanfaatkan bahan baku industry, misalnya tomat segar dapat diolah menjadi saus, bahan kosmetika, bahkan sebagai bahan obatobatan. Kandungan vitaminnya yang cukup lengkap dalam buah tomat dipercaya dapat menyembuhkan berbagai penyakit. Mengonsumsi buah tomat secara teratur dapat mencegah penyakit kanker, terutama kanker prostat (Maryanto *dkk*, 2015).

Produksi tomat di Indonesia tahun 2000 mencapai 346.081 ton (Badan Pusat Statistik, 2001) dan tiap tahun akan meningkat mengimbangi kebutuhan masyarakat yang meningkat dan juga perluasan pasar (ekspor). Salah satu tehnik budidaya yang berperan dalam upaya meningkatkan produksi tanaman tomat adalah pemupukan. Untuk pertumbuhan dan hasil yang baik, tanaman ini membutuhkan hara yang lengkap, baik makro maupun mikro, dengan komposisi berimbang yang dipasok dari pupuk. Pada kenyataannya petani tomat di Indonesia umumnya hanya

menggunakan 3 jenis pupuk tunggal yaitu N (Urea , ZA), P (SP-36) dan K (KCl, ZK) yang pemberiannya dilakukan secara sendiri-sendiri atau dapat juga dicampur. Efisiensi pemupukan perlu dilakukan dengan tujuan memperkecil kehilangan pupuk dan meningkatkan efektifitas serapan hara. Penggunaan kompos kulit kopi merupakan salah satu alternative untuk mencapai efisiensi pemupukan terutama dari segi ekonomi sebab pembuatan kompos kulit kopi tidak menghabiskan biaya yang banyak lalu dalam jangka panjang, pengaplikasiannya juga dapat memperbaiki sifat kimia, biologi dan fisik tanah (Onggo, 2014).

Dosis pemupukan pada tomat tergantung pada system budidaya yang digunakan. Adapun anjuran umum pemupukan berimbang menggunakan pupuk tunggal yang direkomendasikan oleh PT Petrokimia Gresik. Berikut ini disajikan dalam Tabel 2.2 anjuran umum pemupukan berimbang untuk tanaman tomat

Tabel 2.2 Anjuran umum pemupukan berimbang untuk tanaman tomat

Komoditi	Dosis (kg/ha)	Waktu aplikasi & takaran pupuk
Tomat	150 Urea 400 ZA 300 SP-36 200 KCI	Dasar : 100 kg Urea + 300 kg SP-36 + 200 kg KCI 15 HST: 50 kg Urea + 150 kg ZA 30 HST: 250 kg ZA

(PT Petrokimia Gresik, 2013).

Menurut Maryanto *dkk* (2015), salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan tomat adalah dengan melakukan pemupukan. Pemberian pupuk organik (pupuk kompos) sangat dianjurkan terutama untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, sebagai media pertumbuhan tanaman, Pemberian berbagai jenis pupuk kompos akan menambah jenis pupuk makro maupun mikro, walaupun jumlahnya sedikit. Dalam pemberian pupuk organik (pupuk kandang) yang harus mendapatkan perhatian seperti: waktu pemberiannya, takaran/jumlahnya (dosis), cara pemberian, dan jenis pupuk kompos yang diberikan. Berdasarkan hasil penelitiannya, didapatkan hasil pertumbuhan tanaman tomat yang terbaik pada perlakuan yang menggunakan pupuk trichoderma dan pupuk kandang ayam dengan dosis 20 ton/ha.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan contoh limbah kulit kopi kering diambil dari bak penampungan limbah kulit kopi milik kebun rakyat Garahan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah, Laboratorium Kesuburan Tanah dan penanaman tanaman tomat di rumah kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 2015 hingga bulan Mei 2016.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah Alfisol, kompos yang terbuat dari kulit kopi+*Trichoderma harzianum*+ *Pseudomonas fluorescens*, pupuk alam (*Rock phosphate*), SP-36, polibag 25x40cm, benih tomat varietas permata, dan bahan-bahan yang digunakan untuk pembiakan *Trichoderma harzianum* serta *Pseudomonas fluorescens* di laboratorium biologi tanah seperti media Pikovskaya, media NB, PDA serta untuk analisis kimia di Laboratorium Kesuburan Tanah seperti aquades, H₂SO₄, H₃BO₃.

3.2.2 Alat

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah *autoclave*, Laminar Air Flow (LAF), erlenmeyer, petridis, tabung reaksi, pipet, jarum ose, Bunsen, inkubator, penggaris (meteran), alat tulis menulis, timbangan, alat dokumentasi, kalkulator, serta alat yang digunakan untuk analisis kimia di Laboratorium Kesuburan Tanah.

3.3 Rancangan percobaan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara Faktorial 4x3 dengan dua faktor perlakuan yang diulang 3 kali, faktor pertama adalah dosis kompos kulit kopi dan faktor kedua adalah dua macam pupuk fosfat. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan

analisis keragaman taraf 5% dan 1%. Kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 5%. Faktor pertama adalah dosis kompos kulit kopi (K) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: (1) K0: Kontrol (tanpa kulit kopi), (2) K1: Kompos Kulit Kopi 280 g/polibag + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* setara dengan meningkatkan 2% C-organik tanah (114,33 ton/Ha) dan (3) K2: Kompos Kulit Kopi 560 g/polibag + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* setara dengan meningkatkan 3% C-organik tanah (228,66 ton/Ha). Faktor kedua adalah pupuk fosfat (pupuk SP-36 dan *rock phosphate*) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu: (1) P0: kontrol (tanpa pupuk fosfat), (2) P1: pupuk SP-36 0,74 g/polibag (300 kg/Ha), (3) P2: pupuk *rock phosphate* 0.77 g/polibag (312 kg/Ha) dan (3) P3: pupuk SP-36 0,37 g/polibag (150kg/Ha). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Survei Lapang

Pengambilan contoh kulit kopi diambil dari bagian tengah tumpukan kulit kopi di bak penampung limbah kulit kopi yang berada di kebun rakyat Garahan. Contoh kulit buah kopi yang diperoleh kemudian disimpan didalam kantung plastik dan kemudian dijemur hingga limbah kulit kopi benar-benar kering. Setelah kering, limbah kulit buah kopi diselep hingga mencapai ukuran 2 mm. kulit kopi yang sudah diselep kemudian diolah, lalu hasil yang berupa kompos di aplikasikan ke tanaman sebagai media tanam.

3.4.2 Meremajakan dan memperbanyak jamur *Trichoderma harzianum*

a. Meremajakan jamur *Trichoderma harzianum* pada media PDA

Meremajakan kembali isolat jamur *Trichoderma harzianum* pada media PDA (Potato Dextrose Agar). Peremajaan jamur dilakukan dengan mengambil isolat menggunakan jarum ose kemudian digoreskan pada media PDA dan di inkubasi pada suhu kamar selama 48 jam. Kemudian ditumbuhkan pada tabung yang berisi media PDA miring sebagai stok.

b. Memperbanyak jamur *Trichoderma harzianum* pada media beras jagung

Kukus 1 kg beras jagung selama beberapa menit yaitu sekitar satu jam hingga setengah matang. Dinginkan beras yang sudah dikukus diatas meja beralaskan plastik, dinginkan hingga kadar airnya turun dan cukup kering. Masukkan beras jagung dalam kantong plastik ukuran 1 kg (50 g/kantong). Dengan ose steril, gores inokulasi *Trichoderma harzianum* yang ada pada tabung, hasil goresan pindahkan pada masing-masing kantong plastik yang telah berisi beras jagung. Aduk merata untuk 50 g beras jagung cukup satu gores inokulasi *Trichoderma harzianum* Simpan ditempat sejuk dan bersih selama 3-5 hari, *Trichoderma harzianum* siap diaplikasikan.

3.4.3 Meremajakan dan memperbanyak bakteri *Pseudomonas fluorescens*

a. Meremajakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* pada media Pikovskaya

Meremajakan kembali isolate bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas fluorescens*). Media yang digunakan adalah media Pikovskaya. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* di tumbuhkan pada 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.

b. Memperbanyak bakteri *Pseudomonas sp* 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. Apabila satu ose bakteri kemudian pindah ke tabung yang berisi media cair hingga pengenceran sampai dengan 10^{-3} . Dengan mikro pipet 1 ml, ambil inokulasi bakteri yang ada ditabung pengenceran 10^{-3} pindahkan pada media NB. Inokulasikan pada temperature yang sesuai selama 3-5 hari. *Pseudomonas fluorescens* siap diaplikasikan

3.4.4 Membuat bahan hasil dekomposisi kompos limbah kulit kopi

- a. Menyiapkan bahan limbah kulit kopi
- b. Mencacah kulit kopi hingga halus
- c. Mengayak hasil cacahan yang telah di sterilkan dengan ayakan 0,3-0,5 cm
- d. Mensterilkan limbah kulit kopi
- e. Memasukkan bahan kulit kopi kedalam toples dan menambahkan inokulasi
- f. Membuat perlakuan kompos yaitu Limbah kulit kopi + *Trichoderma harzianum* + *Pseudomonas fluorescens* dengan perbandingan sebagai berikut: 250 g kulit kopi: 200 ml aquades: 1 g *Trichoderma harzianum*: 50 ml *Pseudomonas fluorescens*
- g. Mengaduk bahan limbah kulit kopi kira-kira satu minggu sekali, dan menjaga kelembaban proses dekomposisi.
- h. Membiarkan selama tiga puluh hari sampai menjadi kompos yang siap untuk tanaman.

3.4.6 Persemaian benih

Persemaian dilakukan di dalam kotak persemaian yang terbuat dari kotak kayu dengan ukuran 0,5 m x 0,5 m, dan dibagian atasnya di beri naungan dari atap nipah. Media di persemaian merupakan campuran antara tanah lapisan atas dan pupuk kandang sapi dengan perbandingan 1:1. Benih tomat disemaikan dengan cara menaburkan pada permukaan media, kemudian ditutup dengan tanah tipis-tipis. Untuk menjaga kelembapan selama di persemaian, dilakukan penyiraman dengan menggunakan *hand sprayer* 1 kali sehari atau disesuaikan dengan kelembaban tanahnya.

3.4.7 Analisis pendahuluan

Analisis pendahuluan yang dilakukan meliputi analisis kimia tanah serta fisika tanah dan analisis kimia terhadap kompos kulit kopi. Analisis kimia dilaksanakan di laboratorium kesuburan tanah sedangkan analisis fisika dilaksanakan di laboratorium fisika tanah, Jurusan Tanah, Universitas Jember.

3.4.8 Penyapan media tanam

Media tanam yang akan digunakan adalah tanah top soil. Top soil tersebut dibersihkan terlebih dahulu dari sisa-sisa tanaman, plastic dan kotoran lainnya. Kemudian, tanah dengan berat 5 kg dimasukkan ke dalam polibag lalu polibag-polibag tersebut diberi label perlakuan dan disusun menurut blok masing-masing.

3.4.9 Pemberian pupuk

Pupuk dasar yang berupa kompos kulit kopi dimasukkan ke dalam masing-masing polibag sesuai dengan dosis yang telah ditentukan 10 hari sebelum penanaman bibit. Begitu pula dengan pupuk tambahan berupa pupuk fosfat yang diberikan secara bersamaan dengan kompos kulit kopi sesuai dengan anjuran yang telah ditentukan.

3.4.10 Penanaman

Pemindahan bibit tomat dari persemaian dilakukan pada saat bibit tomat telah memiliki 3-4 helai daun. Bibit yang digunakan adalah bibit yang sehat dan seragam pertumbuhannya. Penanaman dilakukan pada sore hari dengan menanam 1 bibit untuk setiap polibag. Di samping itu disiapkan pula beberapa polibag yang digunakan sebagai bibit cadangan untuk penyulaman.

3.4.11 Pemasangan turus

Pemasangan turus ulin dilakukan bersamaan dengan penanaman bibit tomat, setelah tanaman berumur 3 minggu setelah tanam lalu diikat padaturus dengan menggunakan tali rafia.

3.4.12 Pemeliharaan tanaman:

- a. Penyulaman: dilakukan 7 hari setelah tanam (HST) apabila terdapat tanaman yang mati atau layu.
- b. Penyiraman: penyiraman dilakukan setiap hari yaitu pada pagi atau sore hari. Kuantitas air yang digunakan untuk penyiraman disesuaikan dengan tingkat kelembaban media tanam

- c. Penyiangan: bilamana terdapat gulma di dalam media tanam maka segera dilakukan penyiangan yaitu dengan cara mencabut gulma tersebut
- d. Pembumbunan: Pembumbunan dilakukan pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah tanam.
- e. Pemangkasan: pemangkasan dilakukan apabila terdapat tunas air yang tidak diinginkan atau daun yang layu.

3.4.13 Analisa fisika, kimia dan biologi

Proses analisa fisika pada media tanam yang terdiri dari tanah serta kompos kulit kopi dilakukan pada saat persiapan media tanam dan pada akhir proses pengomposan untuk kompos kulit kopi. Proses analisa kimia pada media tanam dilakukan dua tahap yaitu pada saat awal pengambilan contoh dan yang kedua pada saat akhir masa vegetatif tanaman. Analisa sifat kimia terdiri dari beberapa macam di antara lain menganalisa unsur-unsur pada media tanam dan kompos. Metode analisa media tanam dapat dilihat pada Tabel 3.1. Proses analisa biologi tanah dilakukan secara periodik pada hari ke-3, 7, 14 dan ke-21 setelah masa vegetatif tanaman dengan menggunakan metode titrasi.

Tabel 3.1 Metode analisa kimia media tanam

No	Jenis Analisis	Metode	Alat Yang Digunakan
1	Penetapan Kadar Air	Gravimetri	Oven 60 ⁰ C
2	pH (H ₂ O) tanah	Elektrometri	pH meter
2	Kadar C-organik	Walkey & Black	Spektofotometer
3	Pengukuran N-total	Kjeldhal	Destilasi dan Titrasi
4	Kadar P-tersedia	Olsen	Spektofotometer

3.5 Variabel pengamatan

Variabel pengamatan yang dilakukan pada media tanam dan tanaman tomat antara lain:

a. Media Tanam

- 1) C-organik (%) metode Walkey & Black diukur setelah akhir masa vegetatif tanaman

- 2) pH (H₂O) tanah metode elektrometri diukur setelah akhir fase vegetatif tanaman
 - 3) P-tersedia tanah (ppm) metode Olsen diukur setelah akhir fase vegetatif.
 - 4) N-total (%) metode Kjeldhal diukur setelah akhir fase vegetatif.
 - 5) Respirasi mikroorganisme tanah (Mg CO₂/100 g) diukur setelah fase vegetatif tanaman pada hari ke-3, 7, 14 dan ke-28
- b. Tanaman
- 1) Tinggi tanaman (cm) diukur setiap minggu selama fase vegetatif tanaman
 - 2) Jumlah daun dihitung setiap minggu selama fase vegetatif tanaman
 - 3) Luas daun metode regresi diukur pada akhir fase vegetatif tanaman
 - 4) Jumlah bunga dihitung setelah akhir fase vegetatif tanaman
 - 5) Panjang akar (cm) diukur setelah fase vegetatif tanaman
 - 6) Berat basah akar tanaman (g) diukur setelah pemanenan pada akhir fase vegetatif tanaman
 - 7) Berat kering akar tanaman (g) diukur setelah di ovenkan ± 48 jam hingga beratnya mencapai konstan
 - 8) Berat basah tanaman bagian atas (g) diukur setelah pemanenan pada akhir fase vegetatif tanaman
 - 9) Berat kering tanaman bagian atas (g) diukur setelah di ovenkan ± 48 jam hingga beratnya mencapai konstan

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan penguraian di atas maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Interaksi antara kompos kulit kopi dan pupuk fosfat mampu mendorong pertumbuhan serta perkembangan perakaran tanaman dan juga mampu mempercepat dan meningkatkan proses pembentukan bunga tanaman tomat. Perlakuan K2P2 menunjukkan hasil pertumbuhan yang paling baik.
2. Interaksi kompos kulit kopi dengan pupuk fosfat mampu meningkatkan jumlah kandungan P-tersedia tanah. Peningkatan P-tersedia tanah yang paling signifikan didapatkan pada perlakuan K2P2 yaitu media tanam dengan 560 g kompos/polybag dan 0,77 g *rock phosphate*/polybag.
3. Pemberian kompos kulit kopi dapat meningkatkan sifat kimia dan biologi tanah. Terdapat peningkatan kandungan unsur C, N, P serta respirasi mikroorganisme tanah yang sangat signifikan pada pemberian kompos kulit kopi dengan taraf K2 yaitu 560 g kompos/polybag.

5.2. Saran

Untuk meningkatkan kandungan unsur hara kompos sebaiknya jumlah mikroorganisme yang berfungsi sebagai dekomposer ditambahkan sehingga jumlah kompos kulit kopi yang digunakan dapat berkurang. Selain itu perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan inokulasi bakteri pelarut unsur hara lain dengan jenis pupuk tambahan lain.

5.3. Rekomendasi

Hasil percobaan menunjukkan bahwa, pada umumnya interaksi antara kompos kulit kopi (K2: 560g/polibag) dengan *rock phosphate* (P2: 0,77 g/polibag) memberikan hasil terbaik baik dari segi kimia, biologi tanah maupun pertumbuhan tanaman sehingga direkomendasikan penggunaan perlakuan K2P2.

DAFTAR PUSTAKA

- 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(2): 31–42.
- Beauchamp, E.G. and D.J. Hume. 1997. *Agricultural soil manipulation: The use of bacteris, manuring, and plowing*. New York: Modern Soil Microbiology.
- Bonny, Santosa., Surono, Hendra dan Eisanti. 2010. Pemanfaatan kompos limbah kulit kopi dengan pengkayaan bioaktivator untuk meningkatkan ketahanan tanaman lada (>50%) terhadap serangan penyakit busuk pangkal batang dan produktivitas (> 30%). *Ringkasan Eksekutif Hasil-hasil Penelitian*, 1(2): 45-53.
- Brotonegoro, Sutrisno, Soegiarto, Istanto dan Santoso. 1997. Perbaikan sifat beberapa isolat *Bacillus thuringiensis* untuk mendukung pemanfaatannya sebagai insektisida mikroba. Laporan hasil Penelitian APBN. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor.
- Cahyono, B. 2008. *Tomat, usaha tani dan penanganan pasca panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hakim, Nyakpa, Lubis, Nugroho, Saul, Diha, Hong dan Bailey. 1986. *Dasar-dasar ilmu tanah*. Lampung: UNILA Press.
- Hartanti, I. 2012. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan *rock phosphate* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata Sturt*). *Produksi tanaman*, 2(1):23-31.
- Kusuma, P. 1998. *Pengaruh pemberian bahan organik dan lintasan traktir terhadap pemadatan tanah*. Skripsi. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.
- Lakitan, B. 2007. *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Lovell, R. D., Jarvis, S.C. 1996. Effect of cattle dung on soil microbial biomass C and N in a permanent pasture soil. *Soil Biol. Biochem.* 28(1): 291–299.
- Maryanto dan A. Rahmi. 2015. Pengaruh jenis dan dosis pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*) varietas permata. *Agrifor*, 14(1): 87-94.
- Novizan, 2005. *Petunjuk pemupukan yang efektif*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Nur, S. dan Thohari. 2005. Tanggap dosis nitrogen dan pemberian berbagai macam bolus terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah. *Hortikultura*, 2(3): 27-38.
- Nyakpa, Y. 1988. *Kesuburan Tanah*. Lampung: Universitas Lampung

- Onggo, T. 2014. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat pada Aplikasi Berbagai Formula dan Dosis Pupuk Majemuk Lengkap. *Horti*, 18(1):55-62.
- Prayugo, S. 2007. *Media tanam untuk tanaman hias*. Depok: Penebar Swadaya.
- Premono, M.E. 1994. *Jasad renik pelarut fosfat: pengaruhnya terhadap P-tanah dan efisiensi pemupukan P tanaman tebu*. Pascasarjana IPB. Bogor.
- Pujiyanto. 2007. Pemanfaatan kulit buah kopi dan bahan mineral sebagai amelioran tanah alami. *Pelita Perkebunan*, 23(2): 159-172.
- Sahputra, A., A. Barus dan R. Sipayung. 2013. Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum .L*) terhadap pemberian kompos kulit kopi dan pupuk organik cair. *Agroekoteknologi*, 2(1): 26-35.
- Sastro, Y., D. Widiyanto dan I. D. Prijambada. 2005. Pengaruh batuan fosfat dan kerapatan inokulum terhadap ketahanan hidup *Aspergillus niger* dan kemampuannya melarutkan fosfat setelah dipeletkan dengan batuan fosfat. *Tanah dan Lingkungan*, 7(2): 77-80.
- Stevenson FJ. 1994. *Humus Chemistry. Genesis, Composition, and Reactions*. New York: A Wiley-Interscience Publ. John Wiley & Sons. 2nd ed.
- Suandi, J., T. Novita., Evita dan Suryono. Pemberdayaan masyarakat melalui pengembangan pertanian organik berbasis trikolimtan di Kota Sungai Penuh provinsi Jambi. *Pengabdian pada Masyarakat*, 52(2): 13-20.
- Subhan, N. dan N. Gunadi. 2009. Respons Tanaman Tomat terhadap Penggunaan Pupuk Majemuk NPK 15-15-15 pada Tanah Latosol pada Musim Kemarau. *Hortikultura*, 19(1): 40-48.
- Suwahyono. 2004. *Trichoderma harzianum Indigeneous untuk pengendalian hayati. Studi dasar menuju komersialisasi dalam panduan seminar biologi*. Yogyakarta: Fakultas Biologi UGM.
- Whanda, D. S. 2014. Peningkatan kecepatan dekomposisi limbah kulit kopi dengan penambahan *Trichoderma spp.* sebagai decomposer dan *Pseudomonas sp.* untuk pengkayaan kandungan fosfat. Skripsi tidak diterbitkan. Jember: Agroteknologi, Universitas Jember
- Widyotomo, S. 2013. Potensi dan teknologi diversifikasi limbah kopi menjadi produk bermutu dan bernilai tambah. *Review Penelitian Kopi dan Kakao*, 1(1): 63-80.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Gava Media.

LAMPIRAN

Lampiran A. Komposisi media

A.1 Komposisi Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Komposisi	Kuantitas
Kendatng	200 g
Glukosa	20 g
Agar	15 g

Bahan-bahan di atas dilarutkan dalam akuades sampai volume 1000 ml.

A.2 Komposisi Media Jagung

Komposisi	Kuantitas
Beras jagung	1000 gr
Bimoli	10 ml
akuades	1000 ml

Bahan-bahan di atas direbus dalam air hingga setengah matang

A.3 Komposisi Media *Pikovskaya*

Komposisi	Kuantitas
Glukosa	10 g
Ca ₃ (PO ₄) ₂	5 g
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,5 g
KCl	0,2 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,1 g
MnSO ₄	0,002 g
FeSO ₄	0,002 g
Ekstrak khamir	0,5 g
Agar	20 g

Bahan-bahan di atas dilarutkan dalam akuades sampai volume 1000 ml.

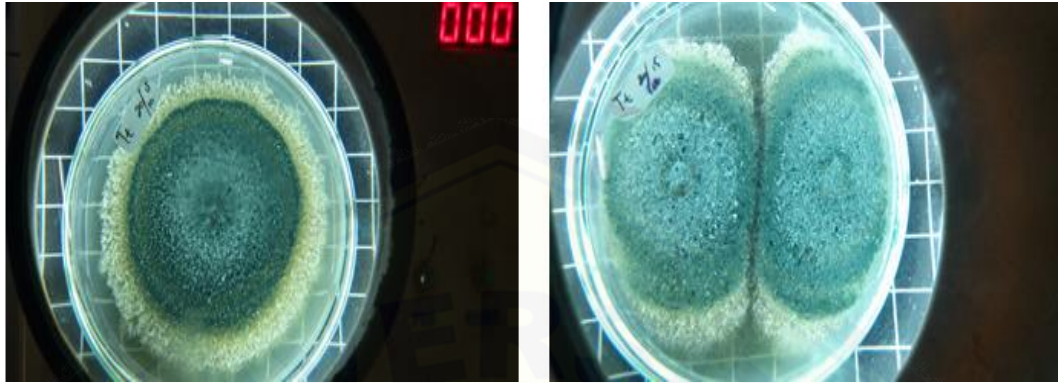
A.4 Komposisi Media *Nitrat*

Komposisi	Kuantitas
<i>Nutrient Broth</i> (NB)	8 g
KNO ₃	1 ml

Bahan-bahan di atas dilarutkan dalam akuades sampai volume 1000 ml.

Lampiran B. Hasil peremajaan mikroorganisme

B.1 Peremajaan jamur *Trichoderma harzianum*



B.2 Peremajaan bakteri *Pseudomonas fluorescens*



Lampiran C. Proses pengomposan kulit kopi

C.1 Kulit kopi kering sebelum pengomposan



C.2 Kulit kopi sesudah melalui proses pengomposan selama 30 Hari



Lampiran D. Dokumentasi pelaksanaan penelitian



Gambar 1 Kondisi tanaman pada akhir masa vegetative



(i)

(ii)

(iii)

Gambar 2 Kondisi media tanam setelah penyiraman (i) KO, (ii) K1 dan (iii) K2



(i)



(ii)

Gambar 3 Pengukuran berat kering (i) bagian atas tanaman dan (ii) akar

Lampiran E. Dena percobaan

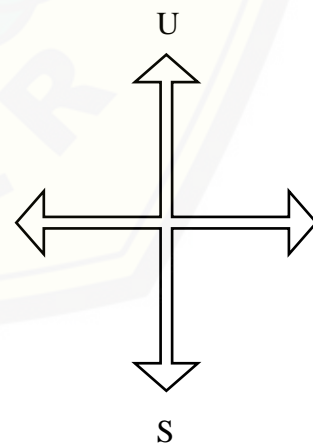
I	II	III
K1P0	K2P3	K2P2
K2P2	K0P0	K0P1
K2P3	K0P2	K1P2
K1P2	K1P0	K2P1
K2P1	K0P3	K0P0
K0P1	K1P1	K1P3
K1P1	K2P0	K2P3
K0P3	K1P2	K1P0
K1P3	K2P1	K1P1
K0P0	K0P1	K0P2
K2P0	K1P3	K2P0
K0P2	K2P2	K0P3

Keterangan:

Ukuran plot : 100 cm x 150 cm

Jarak anatar plot : 30 cm

Jarak antar blok : 50 cm



Lampiran F. Syarat mutu kompos dari sampah organik domestic (SNI 19-7030-2004)

No	Parameter	Satuan	SNI	
			Minimal	Maximal
1	Kadar Air	%	*	60
2	Suhu	°C	*	50
3	Warna		Coklat	Sangat Hitam
4	Bau		Tidak berbau	Sangat berbau dan lapuk
5	Ukuran partikel		Berserat	Sangat halus
6	Kemampuan ikat air		*	58
7	Ph		6.8	7.49
8	Bahan asing unsur makro			1.5
9	Bahan organik	%	27	58
10	Karbon	%	98	32
11	Nitrogen	%	0.40	
12	C/N rasio		10	20
13	P205	%	0.10	
14	K20 bahan mikro	%	0.20	
15	Arsen	Mg/kg		13
16	Kadmium (cd)	Mg/kg		3
17	Cobalt (Co)	Mg/kg		34
18	Kromium (Cr)	Mg/kg		210
19	Tembaga (Cu)	Mg/kg		100
20	Merkuri (Hg)	Mg/kg		0.8
21	Nikel (Ni)	Mg/kg		62
22	Timbal (Pb)	Mg/kg		150
23	Selenium (Se)	Mg/kg		2
24	Seng (Zn) Unsur Lain	Mg/kg	**	500
25	Kalsium (CaO)	%	**	25.5
26	Mangan (Mn)	%	**	0.1
27	Magnesium (MgO)	%		0.60
28	Belerang (S)	%		
29	(Natrium) Na	%		
30	Besi (Fe)	%	**	2.00
31	(Aluminium) Al	%	**	2.20
32	Bakteri Fecal Coli	MPN/gr		1000
33	Salmonella sp	MPN/gr		3
34	Uji kecambah			Tidak ditentukan
35	Reduksi berat	%		Tidak ditentukan

** nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

Lampiran G. Kriteria penilaian hasil analisis tanah

Parameter tanah	Nilai				
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,510,75	>0,75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P2O5 HCl 25% (mg/100g)	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P2O5 Bray ()	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P2O5 Olsen (ppm P)	<5	5-10	11-15	16-20	>20
K2O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK/CEC (me/100 g tanah)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan kation					
Ca (me/100 g tanah)	<2	2-5	6-10	11-20	>20
Mg (me/100 g tanah)	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8,0	>8
K (me/100 g tanah)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1
Na (me/100 g tanah)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80
Kejenuhan Alumunium (%)	<5	5-10	1-20	20-40	>40
Cadangan mineral (%)	<5	5-10	11-20	20-40	>40
Salinitas/DHL (dS/m)	<1	1-2	2-3	3-4	>4
Persentase natrium dapat tukar/ESP (%)	<2	2-3	5-10	10-15	>15

Sumber: Pusat Penelitian Tanah Bogor 1984

Lampiran H. Perhitungan dosis pupuk

H.1 Dosis kompos kulit kopi

Diketahui: %C Kompos= 17.65

$$FK=100/17.65=5.66$$

$$\%2.O \text{ tanah dengan kandungan C } 1\% = 1 \times 5.66 = 5.66\%$$

Untuk meningkatkan %C dalam tanah sebanyak:

1. 2% maka perhitungannya sebagai berikut

%BO Kompos (2% C)= $2 \times 5.66 = 11.32\%$ maka % 2.O yang harus diberikan ke tanah adalah $11.32\% - 5.66\% = 5.66\%$

Jika dinyatakan dalam satuan ton/Ha maka

$$(5.66/100) \times 2020000 = 114.33 \text{ ton/Ha} \approx 280 \text{ g/polibag}$$

2. 3% maka perhitungannya sebagai berikut

$$\%BO \text{ Kompos (3\% C)} = 3 \times 5.66 = 16.98\%$$

maka %BO yang harus diberikan ke tanah adalah $16.98\% - 5.66\% = 11.32\%$

jika dinyatakan dalam satuan ton/Ha maka,

$$(11.32/100) \times 2020000 = 228.66 \text{ ton/Ha} \approx 560 \text{ g/polybag}$$

H.2 Dosis pupuk fosfat

1. P1: SP-36

Diketahui dosis anjuran umum SP-36 untuk tanaman tomat: 300kg/Ha

Maka dosis pupuk SP-36 yang harus diberikan per polybag yaitu $(5 \times 300) / 2020000 = 0.74 \text{ g/polybag}$

2. P2: Rock Phosphat

Diketahui kandungan P pada Rock Phosphat yaitu 34.38%

Maka dosis pupuk Rock Phosphate yang harus diberikan per polybag yaitu $(36 \times 0.74) / 34.38 = 0.77 \text{ g/polybag}$

3. P3: ½ anjuran umum SP-36

Diketahui dosis anjuran umum SP-36 untuk tanaman tomat: 300kg/Ha

Jika, untuk dosis ½ anjuran SP-36, maka perhitungannya sebagai berikut

$$\frac{1}{2} \times 300 \text{ kg/Ha} = 150 \text{ kg/Ha} \approx 0.38 \text{ g/polybag}$$

Lampiran I. Hasil analisis pH tanah

I.1 Data pH tanah

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	6.3	6.33	6.1	18.73	6.24
K0P1	6.57	6.54	6.63	19.74	6.58
K0P2	6.46	6.33	6.35	19.14	6.38
K0P3	6.45	6.49	6.42	19.36	6.45
K1P0	6.83	6.7	6.75	20.28	6.76
K1P1	7.14	7.1	7.07	21.31	7.10
K1P2	6.84	6.93	6.99	20.76	6.92
K1P3	7.02	7.02	7	21.04	7.01
K2P0	7.1	7.07	6.92	21.09	7.03
K2P1	7.26	7.15	7.17	21.58	7.19
K2P2	7.2	7.26	7.21	21.67	7.22
K2P3	7.04	7.1	7.13	21.27	7.09
Total	82.21	82.02	81.74	245.97	122.98
Rata-rata	6.850833	6.835	6.811667	20.4975	6.8325

I.2 Daftar sidik ragam Ragam pH tanah

SK	DB	JK	KT	F Hitung		F tabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	0.01	0.00	1.10	tn	3.44	5.72
Perl.	11	3.80	0.35	81.82	**	2.26	3.18
K	2	3.36	1.68	397.37	**	3.44	5.72
K linier	1	3.11	3.11	736.72	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	0.25	0.25	58.03	**	4.3	7.95
P	3	0.36	0.12	28.69	**	3.05	4.82
K x P	6	0.08	0.01	3.20	*	2.55	3.76
Error	22	0.09	0.00				
Total	35	3.90	0.11				
		CV=	0.95				

Keterangan:

- KK = Koefesien Keragaman
- tn = Tidak nyata
- * = Nyata pada taraf uji 5 %
- ** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran J. Hasil analisis C-Organik tanah

J.1 Data C-organik tanah (%)

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	1.63	1.51	1.58	4.71	1.57
K0P1	1.43	1.42	1.26	4.11	1.37
K0P2	1.41	1.37	1.45	4.23	1.41
K0P3	1.34	1.47	1.40	4.20	1.40
K1P0	2.22	2.23	2.26	6.71	2.24
K1P1	2.13	2.17	2.14	6.44	2.15
K1P2	2.29	2.02	2.15	6.47	2.16
K1P3	2.13	2.26	2.17	6.56	2.19
K2P0	3.07	3.26	3.12	9.46	3.15
K2P1	3.21	3.28	3.17	9.65	3.22
K2P2	3.27	3.15	3.19	9.61	3.20
K2P3	3.17	3.22	3.25	9.64	3.21
Total	27.29	27.36	27.15	81.80	40.90
Rata-rata	2.27	2.28	2.26	6.82	2.27

J.2 Daftar sidik ragam Ragam C-Organik tanah

SK	DB	JK	KT	F Hitung		F tabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	0.00	0.00	0.17	tn	3.44	5.72
Perl.	11	18.79	1.71	321.09	**	2.26	3.18
K	2	18.69	9.35	1757.05	**	3.44	5.72
K linier	1	18.54	18.54	3486.20	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	0.15	0.15	27.91	**	4.3	7.95
P	3	0.03	0.01	1.88	tn	3.05	4.82
K x P	6	0.07	0.01	2.04	tn	2.55	3.76
Error	22	0.12	0.01				
Total	35	18.91	0.54				
		CV=	3.21				

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran K. Hasil analisis P-Tersedia tanah

K.1 Data P-tersedia tanah (ppm)

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	2.97	0.45	2.19	5.61	1.87
K0P1	5.32	4.83	4.89	15.04	5.01
K0P2	2.01	3.76	3.75	9.52	3.17
K0P3	4.25	3.14	4.09	11.48	3.83
K1P0	6.97	5.53	5.42	17.92	5.97
K1P1	12.90	12.99	12.42	38.31	12.77
K1P2	10.71	11.70	9.99	32.40	10.80
K1P3	9.80	9.31	9.83	28.94	9.65
K2P0	8.49	7.58	9.53	25.60	8.53
K2P1	17.00	17.88	18.72	53.60	17.87
K2P2	20.04	19.69	21.54	61.27	20.42
K2P3	13.64	14.61	14.36	42.61	14.20
Total	114.10	111.47	116.73	342.30	171.15
Rata-rata	9.51	9.29	9.73	28.53	9.51

K.2 Daftar sidik ragam ragam P-tersedia tanah

SK	DB	JK	KT	F Hitung		F tabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	1.15	0.58	0.89	tn	3.44	5.72
Perl.	11	1163.33	105.76	163.62	**	2.26	3.18
K	2	834.94	417.47	645.88	**	3.44	5.72
K linier	1	833.44	833.44	1289.42	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	1.51	1.51	2.33	tn	4.3	7.95
P	3	233.54	77.85	120.44	**	3.05	4.82
K x P	6	94.85	15.81	24.46	**	2.55	3.76
Error	22	14.22	0.65				
Total	35	1178.71	33.68				
		CV=	8.46				

Keterangan:

- KK = Koefesien Keragaman
- tn = Tidak nyata
- * = Nyata pada taraf uji 5 %
- ** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran L. Hasil analisis N-Total tanah

L.1 Data N-Total tanah (%)

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	0.09	0.09	0.09	0.27	0.09
K0P1	0.07	0.07	0.10	0.24	0.08
K0P2	0.07	0.10	0.09	0.26	0.09
K0P3	0.09	0.07	0.09	0.25	0.08
K1P0	0.11	0.14	0.12	0.37	0.12
K1P1	0.10	0.14	0.13	0.37	0.12
K1P2	0.12	0.13	0.13	0.38	0.13
K1P3	0.14	0.15	0.16	0.45	0.15
K2P0	0.23	0.22	0.23	0.68	0.23
K2P1	0.25	0.25	0.21	0.71	0.24
K2P2	0.25	0.22	0.27	0.74	0.25
K2P3	0.23	0.23	0.25	0.71	0.24
Total	1.75	1.81	1.87	5.43	2.71
Rata-rata	0.15	0.15	0.16	0.45	0.15

L.2 Daftar sidik ragam Ragam N-Total tanah

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					0.05	0.01
Ulangan	2	0.00	0.00	1.32 tn	3.44	5.72
Perl.	11	0.15	0.01	58.99 **	2.26	3.18
K	2	0.15	0.07	319.48 **	3.44	5.72
K linier	1	0.14	0.14	607.27 **	4.3	7.95
K kuadratik	1	0.01	0.01	31.68 **	4.3	7.95
P	3	0.00	0.00	0.99 tn	3.05	4.82
K x P	6	0.00	0.00	1.16 tn	2.55	3.76
Error	22	0.01	0.00			
Total	35	0.15	0.00			

CV= 9.99

Keterangan:

- KK = Koefesien Keragaman
- tn = Tidak nyata
- * = Nyata pada taraf uji 5 %
- ** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran M. Hasil analisis respirasi mikroorganisme tanah

M.1 Data respirasi mikroorganisme tanah

Perlakuan	Ulangan		jumlah	Rata-rata
	1	2		
K0P0	3.77	5.49	9.26	4.63
K0P1	5.83	6.17	12.00	6.00
K0P2	5.83	5.31	11.14	5.57
K0P3	6.69	5.83	12.52	6.26
K1P0	11.66	13.54	25.20	12.60
K1P1	13.89	14.23	28.12	14.06
K1P2	13.20	13.37	26.57	13.29
K1P3	13.71	12.86	26.57	13.29
K2P0	20.40	19.71	40.11	20.06
K2P1	20.74	21.77	42.51	21.26
K2P2	20.91	21.09	42.00	21.00
K2P3	20.91	20.57	41.48	20.74
Total	157.54	159.94	317.48	158.74
Rata-rata	13.13	13.33	26.46	13.23

M.2 Daftar sidik ragam Ragam respirasi mikroorganisme tanah

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		
					0.05	0.01	
Ulangan	1	0.24	0.24	0.54	tn	4.84	9.75
Perl.	11	924.67	84.06	190.84	**	2.82	4.46
K	2	917.86	458.93	1041.91	**	3.98	7.21
K linier	1	917.79	917.79	2083.64	**	4.84	9.75
K kuadratik	1	0.08	0.08	0.17	tn	4.84	9.75
P	3	5.87	1.96	4.44	*	3.59	6.22
K x P	6	0.94	0.16	0.35	tn	3.09	5.07
Error	11	4.85	0.44				
Total	23	929.76	40.42				
		CV=	5.02				

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran N. Hasil analisis tinggi tanaman

N.1 Data tinggi tanaman

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	87.00	95.00	90.00	272.00	90.67
K0P1	96.00	83.00	94.00	273.00	91.00
K0P2	92.00	87.00	97.00	276.00	92.00
K0P3	88.00	93.00	95.00	276.00	92.00
K1P0	114.00	110.00	110.00	334.00	111.33
K1P1	110.00	106.00	109.00	325.00	108.33
K1P2	110.00	110.00	105.00	325.00	108.33
K1P3	100.00	109.00	110.00	319.00	106.33
K2P0	123.00	124.00	117.00	364.00	121.33
K2P1	120.00	130.00	120.00	370.00	123.33
K2P2	121.00	125.00	127.00	373.00	124.33
K2P3	120.00	119.00	127.00	366.00	122.00
Total	1281.00	1291.00	1301.00	3873.00	1936.50
Rata-rata	106.75	107.58	108.42	322.75	107.58

N.2 Daftar sidik ragam Ragam tinggi tanaman

SK	DB	JK	KT	F Hitung		F tabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	16.67	8.33	0.42	tn	3.44	5.72
Perl.	11	5967.42	542.49	27.21	**	2.26	3.18
K	2	5908.67	2954.33	148.17	**	3.44	5.72
K linier	1	5890.67	5890.67	295.43	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	18.00	18.00	0.90	tn	4.3	7.95
P	3	9.86	3.29	0.16	tn	3.05	4.82
K x P	6	48.89	8.15	0.41	tn	2.55	3.76
Error	22	438.67	19.94				
Total	35	6422.75	183.51				
		CV=	4.15				

Keterangan:

- KK = Koefesien Keragaman
- tn = Tidak nyata
- * = Nyata pada taraf uji 5 %
- ** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran O. Hasil analisis jumlah daun

O.1. Data jumlah daun

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	91.00	102.00	97.00	290.00	96.67
K0P1	89.00	91.00	95.00	275.00	91.67
K0P2	93.00	104.00	98.00	295.00	98.33
K0P3	93.00	98.00	99.00	290.00	96.67
K1P0	124.00	129.00	125.00	378.00	126.00
K1P1	125.00	128.00	132.00	385.00	128.33
K1P2	134.00	129.00	130.00	393.00	131.00
K1P3	127.00	128.00	122.00	377.00	125.67
K2P0	125.00	130.00	132.00	387.00	129.00
K2P1	133.00	131.00	138.00	402.00	134.00
K2P2	125.00	137.00	142.00	404.00	134.67
K2P3	130.00	132.00	136.00	398.00	132.67
Total	1389.00	1439.00	1446.00	4274.00	2137.00
Rata-rata	115.75	119.92	120.50	356.17	118.72

O.2. Daftar sidik ragam Ragam jumlah daun

SK	DB	JK	KT	F Hitung		F tabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	161.06	80.53	5.98	*	3.44	5.72
Perl.	11	9757.89	887.08	65.87	**	2.26	3.18
K	2	9570.39	4785.19	355.32	**	3.44	5.72
K linier	1	8103.38	8103.38	601.71	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	1467.01	1467.01	108.93	**	4.3	7.95
P	3	87.67	29.22	2.17	tn	3.05	4.82
K x P	6	99.83	16.64	1.24	tn	2.55	3.76
Error	22	296.28	13.47				
Total	35	10215.22	291.86				
		CV=	3.09				

Keterangan:

- KK = Koefesien Keragaman
- tn = Tidak nyata
- * = Nyata pada taraf uji 5 %
- ** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran P. Hasil analisis jumlah bunga

P.1. Data jumlah bunga

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	8.00	9.00	4.00	21.00	7.00
K0P1	11.00	13.00	13.00	37.00	12.33
K0P2	9.00	5.00	7.00	21.00	7.00
K0P3	8.00	11.00	9.00	28.00	9.33
K1P0	9.00	7.00	6.00	22.00	7.33
K1P1	14.00	14.00	15.00	43.00	14.33
K1P2	10.00	15.00	16.00	41.00	13.67
K1P3	13.00	14.00	12.00	39.00	13.00
K2P0	7.00	10.00	9.00	26.00	8.67
K2P1	15.00	17.00	17.00	49.00	16.33
K2P2	20.00	19.00	21.00	60.00	20.00
K2P3	18.00	14.00	17.00	49.00	16.33
Total	142.00	148.00	146.00	436.00	218.00
Rata-rata	11.83	12.33	12.17	36.33	12.11

P.2. Daftar sidik ragam Ragam jumlah bunga

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		
					0.05	0.01	
Ulangan	2	1.56	0.78	0.23	tn	3.44	5.72
Perl.	11	602.22	54.75	16.33	**	2.26	3.18
K	2	247.06	123.53	36.84	**	3.44	5.72
K linier	1	247.04	247.04	73.67	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	0.01	0.01	0.00	tn	4.3	7.95
P	3	246.44	82.15	24.50	**	3.05	4.82
K x P	6	108.72	18.12	5.40	**	2.55	3.76
Error	22	73.78	3.35				
Total	35	677.56	19.36				
		CV=	15.12				

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran Q. Hasil analisis luas daun

Q.1. Data luas daun

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	1.63	1.51	1.58	4.71	1.57
K0P1	1.43	1.42	1.26	4.11	1.37
K0P2	1.41	1.37	1.45	4.23	1.41
K0P3	1.34	1.47	1.40	4.20	1.40
K1P0	2.22	2.23	2.26	6.71	2.24
K1P1	2.13	2.17	2.14	6.44	2.15
K1P2	2.29	2.02	2.15	6.47	2.16
K1P3	2.13	2.26	2.17	6.56	2.19
K2P0	3.07	3.26	3.12	9.46	3.15
K2P1	3.21	3.28	3.17	9.65	3.22
K2P2	3.27	3.15	3.19	9.61	3.20
K2P3	3.17	3.22	3.25	9.64	3.21
Total	27.29	27.36	27.15	81.80	376.44
Rata-rata	2.27	2.28	2.26	6.82	2.27

Q.2. Daftar sidik ragam Ragam luas daun

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		
					0.05	0.01	
Ulangan	2	1.60	0.80	0.43	tn	3.44	5.72
Perl.	11	511.01	46.46	25.15	**	2.26	3.18
K	2	493.16	246.58	133.49	**	3.44	5.72
K linier	1	493.05	493.05	266.92	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	0.12	0.12	0.06	tn	4.3	7.95
P	3	10.62	3.54	1.92	tn	3.05	4.82
K x P	6	7.23	1.20	0.65	tn	2.55	3.76
Error	22	40.64	1.85				
Total	35	553.25	15.81				
		CV=	6.50				

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran R. Hasil analisis panjang akar

R.1. Data panjang akar

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	14.00	13.70	14.50	42.20	14.07
K0P1	12.00	13.00	13.40	38.40	12.80
K0P2	14.00	13.30	14.80	42.10	14.03
K0P3	14.50	15.00	14.70	44.20	14.73
K1P0	18.10	12.70	15.60	46.40	15.47
K1P1	28.00	29.50	28.70	86.20	28.73
K1P2	27.50	25.60	28.00	81.10	27.03
K1P3	24.30	23.70	22.30	70.30	23.43
K2P0	14.20	17.00	15.60	46.80	15.60
K2P1	33.40	30.50	32.80	96.70	32.23
K2P2	32.60	32.20	33.00	97.80	32.60
K2P3	24.40	25.00	23.50	72.90	24.30
Total	257.00	251.20	256.90	765.10	382.55
Rata-rata	21.42	20.93	21.41	63.76	21.25

R.2. Daftar sidik ragam Ragam panjang akar

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		
					0.05	0.01	
Ulangan	2	1.84	0.92	0.63	tn	3.44	5.72
Perl.	11	1907.68	173.43	119.62	**	2.26	3.18
K	2	1008.94	504.47	347.95	**	3.44	5.72
K linier	1	904.05	904.05	623.56	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	104.88	104.88	72.34	**	4.3	7.95
P	3	546.90	182.30	125.74	**	3.05	4.82
K x P	6	351.84	58.64	40.45	**	2.55	3.76
Error	22	31.90	1.45				
Total	35	1941.41	55.47				
		CV=	5.67				

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran S. Hasil analisis berat basah akar

S.1. Data berat basah akar

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	2.74	2.20	2.91	7.85	2.62
K0P1	2.70	3.96	3.05	9.71	3.24
K0P2	3.00	2.76	3.66	9.42	3.14
K0P3	2.43	3.36	3.83	9.62	3.21
K1P0	4.35	3.04	4.23	11.62	3.87
K1P1	6.32	5.49	6.04	17.85	5.95
K1P2	5.38	5.21	5.85	16.44	5.48
K1P3	5.59	5.12	4.82	15.53	5.18
K2P0	3.74	4.58	4.21	12.53	4.18
K2P1	5.98	6.80	6.27	19.05	6.35
K2P2	6.97	7.25	7.43	21.65	7.22
K2P3	6.26	6.42	6.03	18.71	6.24
Total	55.46	56.19	58.33	169.98	84.99
Rata-rata	4.62	4.68	4.86	14.17	4.72

S.2. Daftar sidik ragam Ragam berat basah akar

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		
					0.05	0.01	
Ulangan	2	0.37	0.19	0.81	tn	3.44	5.72
Perl.	11	77.74	7.07	31.03	**	2.26	3.18
K	2	54.89	27.45	120.50	**	3.44	5.72
K linier	1	52.04	52.04	228.47	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	2.86	2.86	12.54	**	4.3	7.95
P	3	17.12	5.71	25.06	**	3.05	4.82
K x P	6	5.72	0.95	4.19	**	2.55	3.76
Error	22	5.01	0.23				
Total	35	83.12	2.37				

CV= 10.11

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran T. Hasil analisis berat kering akar

T.1. Data berat kering akar

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	0.67	0.61	0.74	2.02	0.67
K0P1	0.81	0.98	0.95	2.74	0.91
K0P2	0.79	0.77	0.91	2.47	0.82
K0P3	0.75	0.85	0.87	2.47	0.82
K1P0	1.51	1.37	1.45	4.33	1.44
K1P1	2.02	1.89	1.97	5.88	1.96
K1P2	1.71	1.63	1.75	5.09	1.70
K1P3	1.58	1.67	1.55	4.80	1.60
K2P0	1.56	1.72	1.69	4.97	1.66
K2P1	1.98	2.36	2.12	6.46	2.15
K2P2	2.54	2.59	2.61	7.74	2.58
K2P3	2.03	2.14	1.97	6.14	2.05
Total	17.95	18.58	18.58	55.11	27.56
Rata-rata	1.50	1.55	1.55	4.59	1.53

T.2. Daftar sidik ragam Ragam berat kering akar

SK	DB	JK	KT	F Hitung		F tabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	0.02	0.01	1.50	tn	3.44	5.72
Perl.	11	12.34	1.12	152.16	**	2.26	3.18
K	2	10.53	5.26	714.14	**	3.44	5.72
K linier	1	10.15	10.15	1377.53	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	0.37	0.37	50.76	**	4.3	7.95
P	3	1.13	0.38	51.20	**	3.05	4.82
K x P	6	0.68	0.11	15.31	**	2.55	3.76
Error	22	0.16	0.01				
Total	35	12.52	0.36				
		CV=	5.61				

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran U. Hasil analisis berat basah bagian atas tanaman

U.1. Data berat basah bagian atas tanaman

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	48.83	58.43	50.07	157.33	52.44
K0P1	60.10	44.26	61.84	166.20	55.40
K0P2	50.58	54.37	56.79	161.74	53.91
K0P3	50.45	55.01	58.82	164.28	54.76
K1P0	86.27	76.18	84.53	246.98	82.33
K1P1	83.92	81.55	79.01	244.48	81.49
K1P2	80.14	76.72	88.50	245.36	81.79
K1P3	79.76	80.57	83.21	243.54	81.18
K2P0	94.51	96.96	91.89	283.36	94.45
K2P1	97.28	95.19	96.62	289.09	96.36
K2P2	94.77	98.87	99.49	293.13	97.71
K2P3	96.50	93.50	94.36	284.36	94.79
Total	923.11	911.61	945.13	2779.85	1389.93
Rata-rata	76.93	75.97	78.76	231.65	77.22

U.2. Daftar sidik ragam Ragam berat basah bagian atas tanaman

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		
					0.05	0.01	
Ulangan	2	48.35	24.18	1.23	tn	3.44	5.72
Perl.	11	10831.22	984.66	50.16	**	2.26	3.18
K	2	10793.97	5396.98	274.95	**	3.44	5.72
K linier	1	10432.92	10432.92	531.51	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	361.04	361.04	18.39	**	4.3	7.95
P	3	12.42	4.14	0.21	tn	3.05	4.82
K x P	6	24.83	4.14	0.21	tn	2.55	3.76
Error	22	431.83	19.63				
Total	35	11311.40	323.18				
		CV=	5.74				

Keterangan:

- KK = Koefesien Keragaman
- tn = Tidak nyata
- * = Nyata pada taraf uji 5 %
- ** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran V. Hasil analisis berat kering bagian atas tanaman

V.1. Data berat kering bagian atas tanaman

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
K0P0	4.39	6.79	5.51	16.69	5.56
K0P1	7.65	3.74	8.02	19.41	6.47
K0P2	6.23	5.58	6.54	18.35	6.12
K0P3	5.93	6.36	7.22	19.51	6.50
K1P0	10.10	8.31	9.46	27.87	9.29
K1P1	9.68	9.53	8.64	27.85	9.28
K1P2	9.07	8.43	10.27	27.77	9.26
K1P3	8.86	9.25	9.67	27.78	9.26
K2P0	11.41	11.77	10.83	34.01	11.34
K2P1	11.85	11.53	11.72	35.10	11.70
K2P2	11.35	12.14	12.47	35.96	11.99
K2P3	11.69	11.12	11.33	34.14	11.38
Total	108.21	104.55	111.52	324.28	162.14
Rata-rata	9.02	8.71	9.29	27.02	9.01

V.2. Daftar sidik ragam Ragam berat kering bagian atas tanaman

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		
					0.05	0.01	
Ulangan	2	2.03	1.01	1.18	tn	3.44	5.72
Perl.	11	181.10	16.46	19.24	**	2.26	3.18
K	2	178.54	89.27	104.34	**	3.44	5.72
K linier	1	177.40	177.40	207.34	**	4.3	7.95
K kuadratik	1	1.14	1.14	1.33	**	4.3	7.95
P	3	0.97	0.32	0.38	tn	3.05	4.82
K x P	6	1.59	0.26	0.31	tn	2.55	3.76
Error	22	18.82	0.86				
Total	35	201.95	5.77				

CV= 10.27

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

tn = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %