



**PELARUTAN FOSFAT DAN KALIUM PADA DUA JENIS TANAH
OLEH BAKTERI PELARUT FOSFAT DAN BAKTERI
PELARUT KALIUM BER-MARKER
ANTIBIOTIKA RIFAMPISIN**

SKRIPSI

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

Oleh
Caesaria Artha Vullandari
NIM. 131510501222

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda “Kusniwati”, Ayahanda “Awiyono” dan Eyang Putri “Suwarsi” atas segala usaha, dorongan semangat, motivasi dan doa yang tidak ada henti - hentinya demi kesuksesan putra - putrinya.
2. Adikku “Elsa Dwi Lestari” dan “M. Adam Reza Al Faqih” yang selalu menjadi pemicu semangat-ku.
3. Semua teman dan sahabat yang telah menemani perjalanan hidup sewaktu di perkuliahan.
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga dosen-dosenku di perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan mengangkat derajat hambanya yang beriman dan berilmu, adapun Allah mengetahui terhadap apapun yang engkau lakukan.

(QS. Al-Mujadalah : 11)

Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

(QS. Al-Insyirah : 6-7)

Wahai orang-orang yang beriman! Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (di perbatasan negerimu) dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.

(QS. Ali ‘Imran : 200)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Caesaria Artha Vullandari

NIM : 131510501222

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pelarutan Fosfat dan Kalium pada Dua Jenis Tanah oleh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Ber-marker Antibiotika Rifampisin”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Oktober 2017
yang menyatakan.

Caesaria Artha Vullandari
NIM. 131510501222

SKRIPSI

**PELARUTAN FOSFAT DAN KALIUM PADA DUA JENIS TANAH
OLEH BAKTERI PELARUT FOSFAT DAN BAKTERI
PELARUT KALIUM BER-MARKER
ANTIBIOTIKA RIFAMPISIN**

Oleh :

Caesaria Artha Vullandari
NIM. 131510501222

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Tri Candra S., M.Si.
NIP. 19650523 199302 2 001

Pembimbing Anggota : Ir. Herru Djatmiko, MS.
NIP. 19530421 198303 1 003

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pelarutan Fosfat dan Kalium pada Dua Jenis Tanah oleh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Ber-marker Antibiotika Rifampisin” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin
Tanggal : 30 Oktober 2017
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Tri Candra S., M.Si.
NIP. 19650523 199302 2 001

Dosen Penguji 1,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
NIP. 19611110 198802 1 001

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Herru Djatmiko, MS.
NIP. 19530421 198303 1 003

Dosen Penguji II,

Hardian Susilo A., SP. MP. Ph.D.
NIP. 19660614 199201 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D
NIP. 19600506 198702 1 001

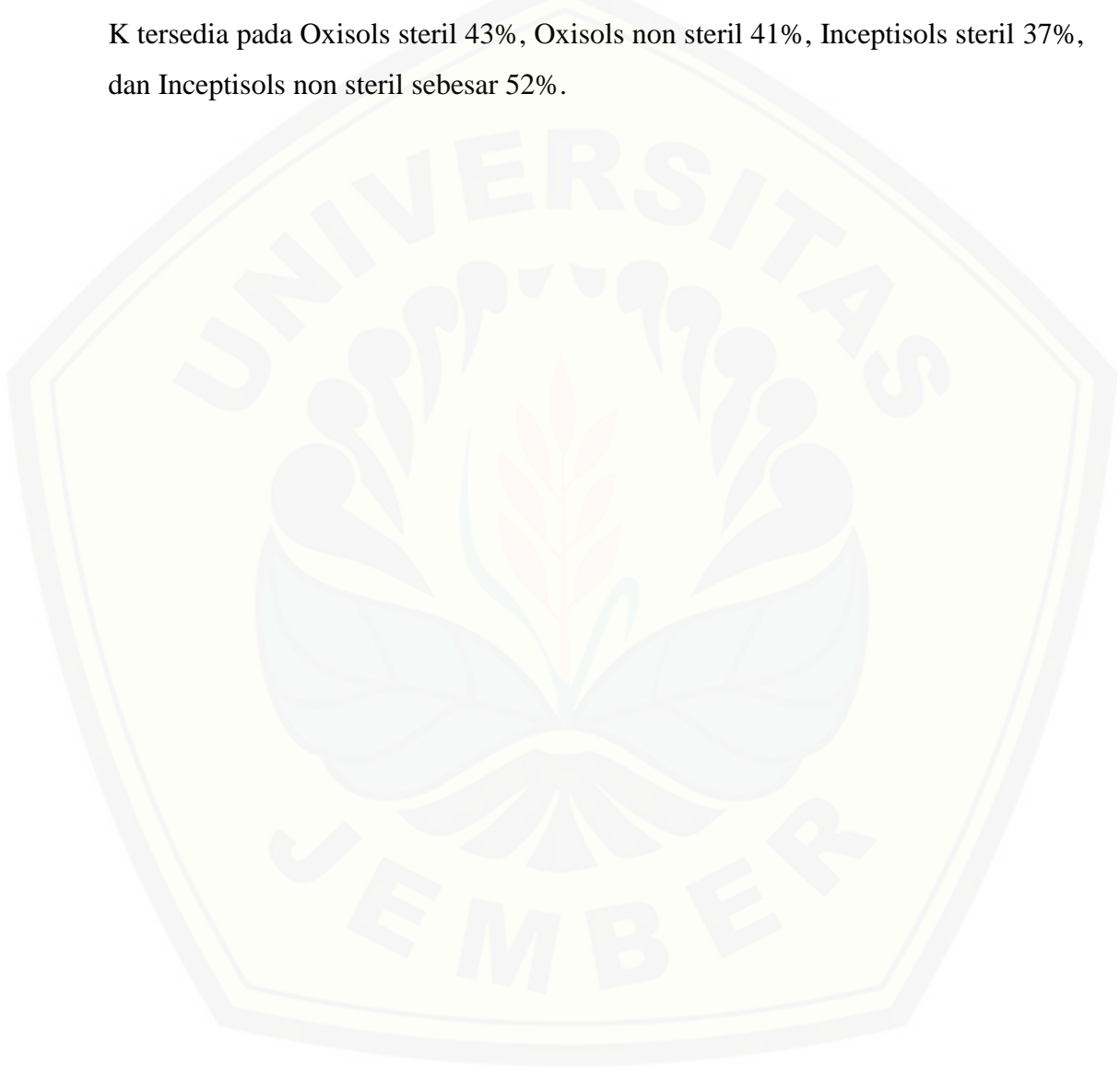
RINGKASAN

Pelarutan Fosfat dan Kalium pada Dua Jenis Tanah oleh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Ber-marker Antibiotika Rifampisin; Caesaria Artha Vullandari; 131510501222; 2017; 62 halaman; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Indonesia didominasi lahan kering yang dimanfaatkan sebagai lahan produksi pertanian. Lahan kering tersebut terdiri dari berbagai jenis tanah, dua jenis diantaranya adalah Oxisols dan Inceptisols. Oxisol dan Inceptisols memiliki faktor pembatas, yaitu kahat unsur hara fosfat (P) dan kalium (K) tersedia untuk tanaman. Dewasa ini petani menggunakan pupuk sintetis untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara P dan K, penggunaan secara terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan dampak negatif bagi lingkungan dan membantu menyediakan unsur hara P dan K adalah pemanfaatan mikroba tanah, yaitu bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri pelarut kalium (BPK). BPF dan BPK yang digunakan adalah bakteri ber-marker antibiotika rifampisin. Marker rifampisin berfungsi untuk memudahkan identifikasi bakteri pelarut fosfat dan bakteri pelarut kalium yang diinokulasikan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2017 sampai dengan Agustus 2017, yang bertempat di Laboratorium Biologi Tanah, Laboratorium Kesuburan Tanah dan Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Rancangan dasar yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial, yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor utama terdiri dari 4 taraf dan faktor kedua terdiri dari 3 taraf. Data yang dihasilkan dianalisis menggunakan sidik ragam serta uji lanjut jarak berganda Duncan 5%. Variabel pengamatan meliputi pH, P tersedia, dan K dapat ditukar (K tersedia).

Hasil penelitian menunjukkan seluruh bakteri uji, resisten terhadap antibiotika rifampisin dosis 50 mg/L. Bakteri yang diinokulasikan adalah bakteri dengan indeks pelarutan terbaik, yaitu *Bacillus* sp. (Bakteri Pelarut Fosfat) dan Strain ms2 (Bakteri Pelarut Kalium). *Bacillus* sp. dan ms2 memiliki indeks

pelarutan berturut-turut 1,5 dan 2,3. Hasil penelitian menunjukkan inokulasi bakteri ber-*marker* pada kedua jenis tanah dapat membantu meningkatkan kandungan P tersedia pada tanah Oxisols steril 41%, Oxisol non steril 39%, tanah Inceptisols steril dan non steril 77%, meningkatkan pH pada tanah Oxisols dari 4,54 menjadi 4,76 dan Inceptisols 5,60 menjadi 5,97, dan peningkatan kandungan K tersedia pada Oxisols steril 43%, Oxisols non steril 41%, Inceptisols steril 37%, dan Inceptisols non steril sebesar 52%.



SUMMARY

Phosphate and Potassium Solubilization on Two Types of Soil by Marked Phosphate and Potassium Solubilizing Bacteria of Rifampin Antibiotic; Caesaria Artha Vullandari; 131510501222; 2017; 62 pages; Study Program of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Indonesia is dominated by dry land which is used as a cultivation field. The dry land consist of many types of soil, two of them are Oxisols and Inceptisols. Oxisols and Inceptisols have limiting factors, those are low of phosphate and potassium available for crops. Nowadays farmers using sintetic fertilizer to enhance phosphate and potassium availability. Improper using of sintetic fertilizer causes negative impact for the enviroment. The solution to decrease of negative impact for the enviroment and enhance phosphate and potassium availability is using soil microorganisms, those are phosphate solubilizing bacteria and potassium solubilizing bacteria. The inoculated bacteria used are marked of rifampin antibiotic. Marked rifampin function is to make the identification process of inoculated phosphate and potassium solubilizing bacteria is easier.

This research was conducted during March to August 2017 located at the Soil Biology Laboratory, Physics and Conservation Soil Laboratory and Soil Fertility Laboratory at Faculty of Agriculture, University of Jember. The basic design that applied in the research was factorial complete random group, which consist of two factors and three repetations. The main factor consist of four levels and the second factor consist of three levels. The resulted data were analyzed by variance and Duncan's multiple range test (DMRT). Observation variabls included pH, availability P, and exchanged K (availability K).

The result showed that all bacteria were resistant to 50 mg/L of rifampin antibiotic. The inoculated bacteria were the bacteria with the best solubilization index, *Bacillus* sp. (Phosphate Solubilizing Bacteria) and Strain ms2 (Potassium Solubilizing Bacteria). *Bacillus* sp. and Strain ms2 have a solubilization index of 1,5 and 2,3 respectively. The result showed that inoculation of marked bacteria in both types of soil could help increase 41% available P in sterile Oxisols, 39% in

non sterile Oxisols, 77% in sterile and non sterile Inceptisols, increasing the Oxisols pH from 4,54 to 4,76 and Inceptisols 5,60 to 5,97 and could help increase available K 43% in sterile Oxisols, 41% in non sterile Oxisols, 37% in sterile Inceptisols, and 52% in non sterile Inceptisols.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pelarutan Fosfat dan Kalium pada Dua Jenis Tanah oleh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Ber-marker Antibiotika Rifampisin”** dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada:

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Joko Sudibya, M.Si selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama; Ir. Herru Djatmiko, MS. selaku Dosen Pembimbing Anggota; Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP. selaku Dosen Penguji Utama dan Hardian Susilo Addy, SP., MP. Ph.D selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Ir. Sigit Prastowo, MP. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Orang tua Ibunda Kusniwati , Ayahanda Awiyono, Eyang Putri Suwarsi serta Adikku Elsa Dwi Lestari dan M. Adam Reza Al Faqih yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Sahabat ku yaitu Dwi Lutfia Qurratul Aini, Indah Nurul Safitri, Ria Intan Leviana, S. Kom., Muhammad Hanif, S.T. dan Vinsensia Meykarlina yang telah banyak membantu setiap permasalahan-permasalahan dengan sabar serta tanpa adanya pamrih.
8. Rekan penelitian-ku Muslimah Daruini, Saiful Bahri, Alief Fitrah Kamarullah, Retno, Najmi, Farkhan, Widya Irawati dan Avief Ainul Rizal atas suka, duka,

kerja keras, bantuan, motivasi dan masukan ide-ide penulisan, serta kerjasamanya dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Keluarga Besar Agro E dan Agroteknologi 2013, rekan-rekan di F-Siap dan HIMAHITA serta SOILER 2013 yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan, serta begitu banyaknya pengalaman.
10. Kawan KKN-PPM 04 CURAH TAKIR yaitu Nisa, Luluk, Kiky, Masit, Pepi, Opal, Ade, Ilham dan Becca yang telah mengajarkan arti sebuah keluarga, kebersamaan, kesederhanaan dan cara berfikir yang lebih baik dan bijak dalam menghadapi keadaan.
11. Teknisi laboratorium yaitu Pak Ilham, Mas Jimmy dan Pak Cacuk yang banyak membantu, memberi masukan serta mengajarkan bagaimana menutupi kekurangan-kekurangan selama penelitian.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Penulis

Jember, 30 Oktober 2017

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKARTA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Unsur Hara	4
2.1.1 Unsur Hara P.....	4
2.1.2 Unsur Hara K	4
2.2 Bakteri.....	5
2.2.1 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)	5
2.2.2 Bakteri Pelarut Kalium (BPK)	6
2.3 Resistensi	7

2.4 Antibiotika	8
2.4.1 Rifampisin	8
2.5 Tanah	9
2.5.1 Tanah Oxisols	9
2.5.2 Tanah Inceptisols	10
2.6 Hipotesis	11
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Pelaksanaan Penelitian	12
3.2.1 Peremajaan dan Perbanyakkan Bakteri	12
3.2.2 Pemberian <i>Marker</i> Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Menggunakan Antibiotika Rifampisin	12
3.2.3 Pengukuran Indeks Pelarutan	13
3.2.4 Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri Metode <i>Drop</i> <i>Plate</i>	13
3.2.5 Persiapan Media Tanah Steril dan Non Steril	14
3.2.6 Inokulasi BPF Ber- <i>marker</i> dan BPK Ber- <i>marker</i> pada Tanah	14
3.2.7 Reisolasi Bakteri Ber- <i>marker</i>	14
3.3 Rancangan Percobaan	15
3.4 Variabel Pengamatan	16
3.5 Analisis Data	16
3.6 Bagan Alir Penelitian	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Bakteri Pelarut Kalium (BPK) Ber- <i>marker</i> Antibiotika Rifampisin	18
4.2 Pelarutan Fosfat dan Kalium oleh Bakteri Ber- <i>marker</i> pada Media Selektif Pikovskaya dan Aleksandrov	19
4.3 Kurva Pertumbuhan Bakteri Ber- <i>marker</i> Antibiotika Rifampisin	20
4.4 Reisolasi	21

4.5 Analisis Pendahuluan.....	22
4.5.1 Karakteristik Tanah awal.....	22
4.5.2 Populasi Bakteri Ber- <i>marker</i> Antibiotika yang Diaplikasikan	23
4.6 Pengaruh Perlakuan Inokulasi Bakteri Ber- <i>marker</i> Antibiotika Rifampisin pada Jenis Tanah Oxisols dan Inceptisols.....	23
4.6.1 Hasil Analisis Fosfat	24
4.6.1.1 Kandungan Fosfat Tersedia	24
4.6.2 Hasil Analisis Kalium Tersedia	26
4.6.3 pH Tanah	27
4.7 Pembahasan Umum	28
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel yang Diamati.....	16
Tabel 4.1 Bakteri Ber- <i>marker</i> Antibiotika Rifampisin	18
Tabel 4.2 Indeks Pelarutan Fosfat dan Kalium oleh Bakteri Ber- <i>marker</i> pada Media Selektif Pikovskaya dan Aleksandrov	19
Tabel 4.3 Hasil Analisis Laboratorium Awal Tanah Oxisols dan Inceptisols .	22
Tabel 4.4 Populasi Bakteri Ber- <i>marker</i> Antibiotika Rifampisin pada Fase Logaritmik	23
Tabel 4.5 Rangkuman F-Hitung Hasil Analisis Akhir Variabel Pengamatan	24

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Fase Pertumbuhan Bakteri	5
Gambar 2.2 Struktur Rifampisin	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 4.1 Kurva Pertumbuhan Bakteri Ber- <i>marker</i> Antibiotika Rifampisin	20
Gambar 4.2 Peningkatan Kandungan Fosfat Tersedia	24
Gambar 4.3 Interaksi Jenis Tanah dan Inokulasi Bakteri Ber- <i>marker</i> terhadap P Tersedia Tanah	25
Gambar 4.4 Kalium Tersedia dalam Tanah	26
Gambar 4.5 Nilai pH Tanah	27
Gambar 4.6 Faktor Tunggal Jenis Tanah terhadap pH	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komposisi Media.....	43
Lampiran 2. Pedoman Penyajian Laporan Hasil Analisis.....	45
Lampiran 3. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah	46
Lampiran 4. Dokumentasi Penandaan (<i>Markering</i>) Bakteri	47
Lampiran 5. Dokumentasi Indeks Pelarutan Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Ber- <i>marker</i> Antibiotika Rifampisin Dosis 50 mg/L pada Medium Selektif Pikovskaya dan Aleksandrov.....	49
Lampiran 6. Syarat Perhitungan Koloni Menggunakan <i>Standar Plate</i>	50
Lampiran 7. Reisolasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium pada Media Berantibiotika Rifampisin Dosis 50 mg/L.....	51
Lampiran 8. Peta Jenis Tanah Kecamatan Jelbuk Kabupaten Jember	53
Lampiran 9. Hasil Analisis Pelarutan P (fosfat) Tersedia.....	54
Lampiran 10. Hasil Analisis Pelarutan K (kalium) Tersedia	57
Lampiran 11. Hasil Analisis pH.....	60

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan faktor produksi utama bagi budidaya tanaman, Indonesia sebagai negara agraris didominasi oleh lahan kering. Lahan kering tersebut terdiri dari berbagai jenis tanah, dua jenis diantaranya adalah Oxisols dan Inceptisols. Menurut Kurnia *dkk.* (2010), jenis tanah Oxisols tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Irian Jaya dan Jawa dengan luas lahan mencapai 47,5 – 51,0 juta hektar. Persebaran Oxisols di Pulau Jawa tersebar di antara Jakarta – Bogor (Munir, 1996). Menurut Nursyamsi *dkk.* (2002), luas tanah Inceptisols di Indonesia mencapai 70,5 juta hektar yang tersebar di Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya.

Tanah Inceptisols merupakan tanah muda, umumnya tanah muda memiliki kesuburan aktual yang baik. Namun pada tanah Inceptisols ketersediaan unsur hara fosfat (P) dan kalium (K) rendah, sedangkan Oxisols memiliki tingkat kesuburan alami rendah, namun banyak dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Ketidakterersediaan P bagi tanaman disebabkan oleh fiksasi P oleh unsur besi (Fe), aluminium (Al), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) (Rahman *dkk.*, 2015), sedangkan unsur hara K merupakan unsur hara yang mudah tercuci dan khusus untuk tanah Oxisols disebabkan oleh bahan induknya yang miskin K (Sutriadi *dkk.*, 2008). Selain itu ketidakterersediaan K dapat disebabkan K terjerap oleh mineral liat.

Dewasa ini petani menggunakan pupuk sintetis untuk menyuburkan tanah (Tangketasik *dkk.*, 2012). Namun, penggunaan pupuk sintetis secara terus menerus menimbulkan berbagai masalah. Masalah tersebut meliputi pengurasan potensi lahan, lingkungan abiotik dan biotik secara berlebihan (Pujiyanto, 2008), turunnya efisiensi pemupukan setiap tahun (Saraswati dan Sumarno, 2008), dan penurunan kualitas lahan, hasil tanaman serta tingginya biaya produksi pertanian (Sudjana, 2014). Tanaman hanya mampu menyerap 15-20% pupuk P yang diaplikasikan, sebagian lainnya terfiksasi menjadi P tidak larut (Abdulrachma *et al.*, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah Oxisols dan Inceptisols yang

telah dimanfaatkan sebagai lahan budidaya, tersimpan unsur hara P dan K dalam bentuk tidak tersedia, sehingga membutuhkan alternatif yang dapat membantu ketersediaannya. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan mikroba tanah. Pemanfaatan mikroba tanah diharapkan dapat menekan penggunaan pupuk sintetis secara berlebihan dan berpotensi membantu meningkatkan kandungan unsur hara tersedia yang dibutuhkan oleh tanaman (Widyati, 2013). Mikroba tanah yang berperan dalam melarutkan unsur hara P adalah bakteri pelarut fosfat (BPF), sedangkan mikroba yang berperan dalam melarutkan unsur hara K adalah bakteri pelarut kalium (BPK). BPF dan BPK yang digunakan adalah bakteri yang ditandai (*markering*) menggunakan antibiotika rifampisin.

1.2 Perumusan Masalah

Indonesia memiliki lahan kering luas yang dimanfaatkan sebagai lahan produksi pertanian. Dua jenis tanah pada lahan kering tersebut diantaranya Oxisols dan Inceptisols. Oxisols dan Inceptisols merupakan jenis tanah yang memiliki perbedaan pada tingkat pelapukannya sehingga mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. Inceptisols merupakan jenis tanah berkembang (muda), dimana tingkat kesuburannya relatif baik namun masih membutuhkan pengelolaan yang tepat untuk meningkatkan produksi tanaman. Oxisols merupakan tanah dengan tingkat pelapukan lanjut (tua), dimana tingkat kesuburannya rendah, namun banyak dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Kekahatan unsur hara yang terjadi pada dua jenis tanah tersebut adalah kahat unsur hara fosfat dan kalium tersedia. Kekahatan unsur hara, diatasi dengan penambahan pupuk sintetis oleh petani. Penambahan pupuk sintetis yang tidak tepat dan dilakukan secara terus menerus dapat menimbulkan turunnya efisiensi pemupukan, pengurasan potensi lahan, penurunan kualitas lahan dan lain sebagainya. Pemupukan yang diaplikasikan tidak seluruhnya diserap maksimal oleh tanaman, hanya 15-20% pupuk P yang dapat diserap tanaman sedangkan K adalah unsur hara yang *mobile* dan banyak terjerap pada mineral tanah. Hal ini menunjukkan pada tanah Inceptisols dan Oxisols terkandung deposit P dan K tidak larut, sehingga dibutuhkan upaya untuk

membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara P dan K. Upaya yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan mikroba tanah, yaitu bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri pelarut kalium (BPK). BPF dan BPK yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri ber-*marker* antibiotika rifampisin. Selain meningkatkan ketersediaan P dan K, pemanfaatan mikroba tanah ini diharapkan mampu menekan penggunaan pupuk sintetik berlebihan yang menimbulkan masalah bagi lingkungan.

1.3 Tujuan

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat resistensi BPF dan BPK terhadap dosis uji antibiotika Rifampisin.
2. Mengetahui Indeks Pelarutan (IP) BPF dan BPK ber-*marker* Antibiotika Rifampisin.
3. Mengetahui kemampuan BPF dan BPK ber-*marker* terhadap pelarutan fosfat (P) tersedia pada dua jenis tanah, yaitu Inceptisols steril, Inceptisols non steril dan Oxisol steril serta Oxisol non steril.
4. Mengetahui kemampuan BPF dan BPK ber-*marker* terhadap pelarutan kalium (K) tersedia pada dua jenis tanah, yaitu Inceptisols steril, Inceptisols non steril dan Oxisol steril serta Oxisol non steril.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai alternatif dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara fosfat (P) dan kalium (K) bagi tanaman yang mengurangi dampak negatif bagi lingkungan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Unsur Hara

Suatu molekul tumbuhan terbentuk dari adanya unsur hara sebagai penyusunnya. Unsur hara terbagi menjadi dua klasifikasi berdasarkan konsentrasi yang dibutuhkan oleh tumbuhan, yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro memiliki konsentrasi 0,1%, yang tergolong unsur hara makro adalah C, H, O, N, P, K, S, Ca dan Mg. Unsur hara mikro memiliki konsentrasi kurang dari 0,1%, yang tergolong dalam unsur hara mikro adalah Cl, Fe, B, Mn, Zn, Cu dan Mo (Lakitan, 2013).

2.1.1 Unsur Hara P

Fosfat (P) adalah salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman kedua setelah nitrogen (N) (Karnilawati *dkk.*, 2013). P berperan dalam metabolisme tanaman, proses metabolisme tersebut meliputi fotosintesis, respirasi, transfer dan penyediaan energi kimia. Selain untuk proses metabolisme penyusunan sel organ jaringan akar dan tunas tanaman membutuhkan P. Fungsi utama P adalah sebagai penyimpanan dan pentransfer energi berbentuk ATP dan ADP (Liferdi, 2010). Fosfat dapat diserap tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} . Kedua anion tersebut dapat dijumpai pada nilai pH tanah yang berbeda. Tanah dengan pH masam banyak mengandung anion H_2PO_4^- , namun pada pH yang terlalu masam H_2PO_4^- tidak tersedia akibat terfiksasi oleh ion logam Al^{3+} dan Fe^{2+} menjadi Al-P dan Fe-P. Tanah dengan pH basa dengan nilai pH > 7.0 banyak mengandung anion HPO_4^{2-} , namun pada pH tersebut anion HPO_4^{2-} terfiksasi oleh Ca dan Mg. Kandungan P organik di dalam tanah berkisar 1%, P larutan tanah berasal dari pelapukan batuan induk melalui proses mineralisasi (Novriani, 2010).

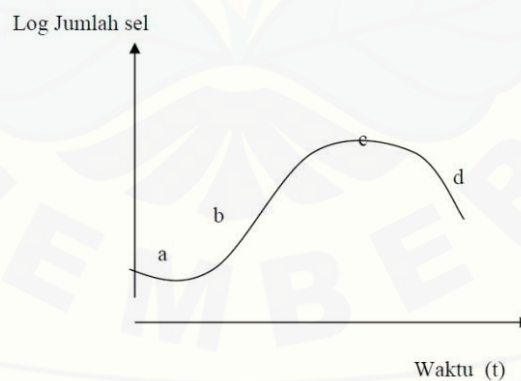
2.1.2 Unsur Hara K

Menurut Widyanti dan Susila (2015), kalium (K) merupakan salah satu unsur hara makro yang berperan menentukan kuantitas dan kualitas produksi tanaman. K memiliki berbagai bentuk, yaitu K-mineral, K dapat ditukar (K-dd), K

terlarut (dalam larutan tanah), K tidak dapat ditukar. Selama ini K dapat diserap tanaman melalui tiga mekanisme, yaitu intersepsi akar, aliran massa dan difusi. Kalium berperan dalam proses dan translokasi hasil fotosintesis, sintesis protein dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik (hama/penyakit) dan abiotik (kekurangan air dan toksisitas besi (Fe)) (Subandi, 2013). Ketidakterersediaan kalium di dalam tanah disebabkan oleh erosi dan pencucian (Gaol *dkk.*, 2014).

2.2 Bakteri

Bakteri adalah salah satu mikroorganisme prokariot, tidak memiliki membran inti, informasi genetik berupa DNA berbentuk sirkuler dan memanjang. Selain itu bakteri juga memiliki DNA ekstrakromosomal berbentuk kecil dan sirkuler yang bergabung menjadi plasmid. Fase pertumbuhan bakteri ± selama 24-48 jam, pertumbuhan bakteri ditandai dengan bertambahnya volume, jumlah, dan ukuran sel. Menurut Ristiati (2015), pertumbuhan bakteri terbagi menjadi empat fase, fase utama (fase lamban/*lag phase*) adalah fase adaptasi, fase pertumbuhan cepat (fase eksponensial/*log phase*), fase stasioner (fase statis/*stationary phase*) dan fase penurunan populasi (fase kematian/*death phase*).



Gambar 2.1 Fase Pertumbuhan Bakteri; a) Fase Lag, b) Fase Eksponensial, c) Fase Stasioner dan d) Fase Penurunan Populasi (Brock dan Madigan, 1991)

2.2.1 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Salah satu mikroorganisme yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara fosfat (P) adalah bakteri pelarut fosfat (BPF)

(Maristadkk., 2013). Menurut Prayudyarningsih *dkk.* (2015), populasi BPF banyak ditemukan di area rhizosfer tanaman dengan populasi 10-100 kali lipat dibandingkan daerah non rhizosfer. Tingginya populasi BPF di area rhizosfer disebabkan bahan organik yang dibutuhkan BPF tersedia melimpah berupa eksudat akar. Mekanisme kerja BPF dalam melarutkan P adalah mensekresikan asam organik untuk menurunkan pH tanah, sehingga mampu memecah ikatan senyawa fosfat dengan Fe, Al, Ca, dan Mg. Ketersediaan P di dalam tanah meningkat 50% dengan adanya BPF (Rahman *dkk.*, 2015).

Selain sebagai pelarut unsur hara P, BPF memiliki kelebihan yaitu dapat menjadi agen biokontrol. Agen biokontrol dihasilkan dari asam organik dan enzim fosfatase produksi BPF (Setiawati dan Mihardja, 2008). Salah satu enzim yang dihasilkan BPF adalah enzim fosfatase, enzim fosfatase berperan penting dalam memineralisasi (hidrolisis) P organik menjadi P anorganik. Enzim yang dihasilkan tersebut meliputi fosfomonoesterase, fosfodiesterase, trifosfomonoesterase dan fosfoamidase (Suliasih dan Rahmat, 2007).

Metabolisme glukosa pada siklus asam trikarboksilat (TCA) BPF menghasilkan asam-asam organik. Asam-asam organik tersebut meliputi asam sitrat, format, suksinat, asetat, propionat, butirrat dan oksalat. Selanjutnya berbagai asam tersebut berperan dalam pelarutan P dengan berbagai mekanisme. Mekanisme pelarutan P meliputi, kompetisi anion orthophosphate pada tapak jerapan P, perubahan pH medium, pengikatan logam membentuk logam organik dan *chelate* oleh ligan organik. Selain asam organik, BPF dapat menghasilkan enzim alkaline phosphatase yang berperan dalam hidrolisis ester dan anhidrat H_3PO_4 , berperan dalam mineralisasi P organik menjadi P anorganik dan antibiotika. Menurut Ilham *dkk.* (2014), BPF terdiri dari berbagai genus bakteri yang meliputi *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Mycobacterium*, *Flavobacterium*, *Thiobacillus* sp., dan *Enterobacterium*.

2.2.2 Bakteri Pelarut Kalium (BPK)

Salah satu mikroorganisme yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara kalium (K) adalah bakteri pelarut kalium (BPK). BPK

dapat berasal dari bakteri gram positif atau gram negatif. BPK mampu melarutkan K dari mineral mika, illit, orthoklas dan mineral sumber K lainnya. Terdapat beberapa jenis BPK yang telah diketahui genusnya yang meliputi *Clostridium*, *Thiobacillus*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Bacillus mucilaginosus*, *B. edaphicus*, *B. circulans*, *B. megaterium*, *Arthrobacter* sp., dan *Paenibacillus* sp.

Menurut Bagyalakshmi *et al.* (2012), BPK berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Metabolisme BPK menghasilkan asam-asam organik dan enzim. Selain itu BPK menghasilkan asam amino, vitamin, dan zat pengatur tumbuh, yaitu auksin dan giberelin. Pelarutan K oleh BPK menunjukkan respon baik terhadap pertumbuhan tanaman, yaitu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan unsur hara K (Prajapati, 2016). Adanya BPK berpotensi untuk menjadi pupuk hayati dengan keunggulan meminimalkan polusi lingkungan dan mengurangi konsumsi energi (Diep dan Hieu, 2013). Menurut Prajapati dan Modi (2012), 90-98% k mineral dapat tersedia untuk tanaman dibantu pelarutannya oleh BPK. Menurut Shanrawe *et al.* (2014), proses pelarutan K oleh BPK disebabkan oleh produksi proton, asam organik dan ligan organik oleh BPK. Mekanisme pelarutan BPK sama dengan pelarutan P oleh BPF, perbedaannya terletak pada mineral yang dilarutkan.

2.3 Resistensi

Resistensi adalah suatu sifat tidak terganggunya proses kehidupan bakteri terhadap antibiotika (Wolpert, 2011). Menurut Dharmawan *dkk.* (2009), perusakan antibiotika oleh enzim bakteri disebabkan munculnya plasmid perantara yang menyebabkan resistensi. Enzim yang diproduksi bakteri adalah enzim antibiotikum, enzim ini dapat menularkan gen resistensi kepada bakteri lain dengan terbentuknya plasmid (Tjay dan Rahardja, 2007). Plasmid adalah elemen genetik yang dapat mereplikasikan diri (Nurtami dan Auerkari, 2002). Resistensi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya disebabkan oleh paparan antibiotika yang secara terus menerus dalam dosis yang tidak tepat (Yenny dan Herwana, 2007).

2.4 Antibiotika

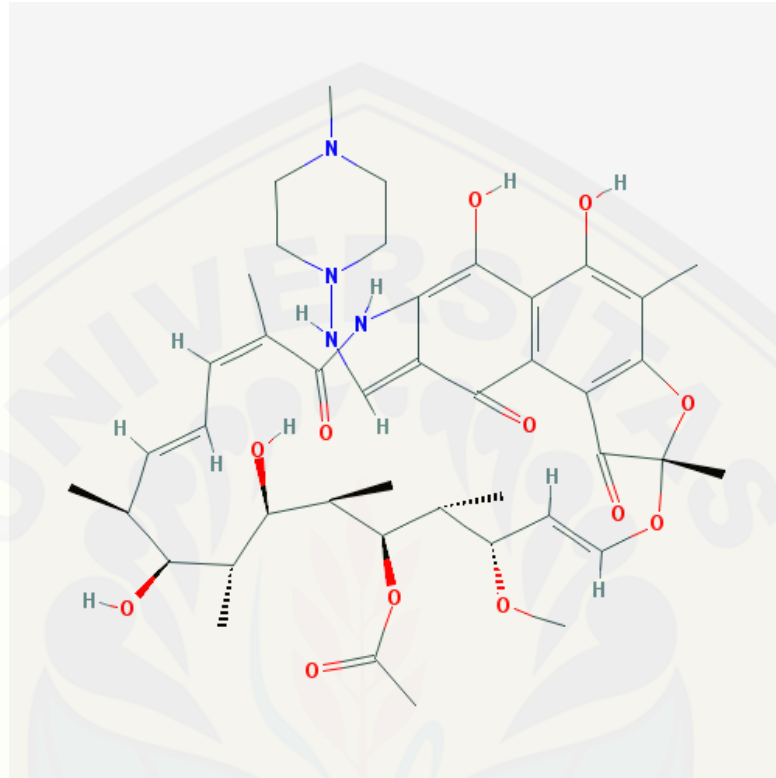
Menurut Fatiqin (2015), hasil metabolik suatu organisme yang dalam jumlah sedikit dapat merusak/menghambat pertumbuhan organisme lain merupakan antibiotika. Antibiotika dapat dibedakan menjadi beberapa golongan, yaitu berdasarkan struktur kimia, sifat toksisitas selektif, mekanisme kerja, aktivitas, serta berdasarkan daya hambat antibiotika (Tjay dan Rahardja, 2007). Antibiotika berdasarkan mekanisme kerja meliputi penghambatan biosintesis dinding sel bakteri, perusakan molekul membran sel bakteri dari kelompok peptida yang mengandung lantionine, penghambatan sintesis protein bakteri oleh kelompok makrolid, penghambatan proses translasi oleh kelompok aminoglikosida, serta penghambatan interaksi kodon-antikodon antara mRNA dengan tRNA oleh kelompok tetrasiklin (Amin, 2014). Menurut Dharmawan dkk. (2009), mekanisme kerja antibiotika yang bervariasi dipengaruhi oleh struktur kimia antibiotika sehingga mempengaruhi letak kerjanya pada bakteri.

Menurut Kee dan Hayes (1996), berdasarkan aktivitasnya antibiotika dibedakan menjadi dua, yaitu berspektrum luas dan berspektrum sempit. Antibiotika berspektrum luas adalah antibiotika yang efektif untuk melawan dua jenis bakteri, yaitu gram positif dan gram negatif. Antibiotika berspektrum sempit hanya efektif untuk melawan satu jenis bakteri, yaitu gram positif atau gram negatif. Antibiotika berdasarkan sifat toksisitas selektifnya terbagi menjadi dua, yaitu bakteriostatik, yaitu mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan bakterisid, yaitu mampu membunuh bakteri. Menurut Tjay dan Rahardja (2007), antibiotika berdasarkan struktur kimianya terbagi menjadi tujuh golongan, yang meliputi golongan β laktam, aminoglikosida, tetrasiklin, makrolida, linkomisin, kuinolon dan fenikol.

2.4.1 Rifampisin

Rifampisin merupakan salah satu jenis antibiotika semi sintetik, antibiotika ini diproduksi oleh *Streptomyces mediterranea*. Rifampisin bersifat bakterisid dan memiliki spektrum yang luas. Mekanisme penghambatan rifampisin dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan bakteri adalah melalui penghambatan inisiasi sintesis RNA, aktivitas RNA polimerasi yang

bergantung pada DNA dengan membentuk kompleks stabil dengan enzim (National Center for Biotechnology Information, 2017). Menurut Andrews (2001), rifampisin larut pada *dimethylsulphoxide*, berikut struktur rifampisin :



Gambar 2.2. Struktur Rifampisin (Sumber: National Center for Biotechnology Information, U. S)

2.5 Tanah

Tanah merupakan media tumbuh utama tanaman yang mengandung berbagai nutrisi. Selain tanaman, tanah merupakan tempat hidup yang baik untuk mikroorganisme (Panagan, 2011). Tanah terbentuk dari pelapukan batuan induk, mineral oleh proses fisika, biologi, dan kimia. Berdasarkan klasifikasinya tanah dibedakan menjadi dua belas ordo, yaitu Alfisols, Andisols, Aridisols, Entisols, Gelisols, Histosols, Inceptisols, Mollisols, Oxisols, Spodosols, Ultisols, Vertisols.

2.5.1 Tanah Oxisols

Persebaran Oxisols di Indonesia terletak di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua, Maluku serta Jawa. Persebarannya di Pulau Jawa tersebar di antara Jakarta – Bogor (Munir, 1996). Oxisols merupakan tanah pada tingkat akhir

(*final state*), dimana mineral primer sudah terlapuk sehingga hanya tersisa koloid organik. KTK-nya yang rendah disebabkan oleh tingginya kandungan liat yang tidak aktif (Hardjowigeno, 1989). Horison pencirinya adalah horison oksik, yaitu horison yang terbentuk oleh campuran oksida hidrat besi dan aluminium dalam jumlah yang bervariasi dari liat berkisi 1 : 1 (Foth, 1998). Menurut Sutriadi dkk. (2008), jenis tanah Oxisols memiliki karakteristik nilai pH rendah, pada setiap typic-nya berbeda pada typic Hapludox dan Kandiodox nilai pH berkisar 3.9-4.9, pada typic Eutrudox nilai pH berkisar 5.1-5.5 dan pada typic Acrudox nilai pH berkisar 6.7-7.1. Bahan organik terletak pada *top soil* dengan kedalaman 12-25 cm, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, kejenuhan basa (KB) rendah. Oxisols merupakan jenis tanah berpelapukan lanjut yang berasal dari bahan induk miskin K, sehingga kandungan K tersedia sangat rendah. Selain itu sifat K yang mudah tercuci dan daerah persebaran Oxisols di Indonesia yang beriklim tropika basah (Suharta, 2007).

Menurut Buol dalam Munir (1996), sebaran Oxisols yang luas berpotensi sebagai lahan pertanian meskipun memiliki kesuburan yang rendah. Terdapat beberapa penggunaan Oxisol untuk lahan pertanian yang meliputi, perladangan, pertanian subsisten, penggembalaan dengan intensitas rendah dan perkebunan yang intensif.

2.5.2 Tanah Inceptisols

Menurut Nursyamsi dkk. (2002), tanah Inceptisols tersebar luas di Indonesia dengan luas 70.5 juta hektar yang meliputi Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya. Inceptisols merupakan salah satu jenis tanah tropika basah yang umumnya terbentuk dari bahan induk sedimen, bereaksi masam dan memiliki tingkat kesuburan rendah (Khusrizal, 2015). Inceptisols tidak memiliki horizon penciri, hal ini disebabkan timbunan liat dan besi aluminium tidak nampak jelas. Inceptisols terbentang pada wilayah berombak hingga bergunung. Tekstur Inceptisols dipengaruhi oleh tingkat pelapukan bahan induknya, sehingga memiliki tekstur yang beragam yaitu mulai dari kasar sampai halus. Tanah Inceptisols memiliki tingkat kesuburan yang rendah (Munir, 1996).

2.6 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan meliputi:

1. Bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri pelarut kalium (BPK) resisten terhadap dosis uji tertinggi antibiotika rifampisin.
2. Bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri pelarut kalium (BPK) ber-*marker* antibiotika rifampisin memiliki indeks pelarutan (IP) berbeda.
3. BPF dan BPK ber-*marker* mampu membantu meningkatkan kandungan fosfat (P) tersedia pada dua jenis tanah, yaitu Inceptisols steril, Inceptisols non steril dan Oxisol steril serta Oxisol non steril.
4. BPF dan BPK ber-*marker* mampu membantu meningkatkan kandungan kalium (K) tersedia pada dua jenis tanah, yaitu Inceptisols steril, Inceptisols non steril dan Oxisol steril serta Oxisol non steril.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Agustus 2017 di Laboratorium Biologi Tanah, Laboratorium Kesuburan Tanah, dan Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Pelaksanaan Penelitian

3.2.1 Peremajaan dan Perbanyakkan Bakteri

Peremajaan bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri pelarut kalium (BPK) pada Medium *Nutrient Agar* (NA), peremajaan BPF dan BPK menggunakan teknik penyimpanan dan pemeliharaan mikroba (Machmud, 2001). Perbanyakkan BPF dilakukan pada medium pikovskaya dengan sumber fosfat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, sedangkan BPK pada medium aleksandrov dengan sumber kalium K_2HPO_4 . Peremajaan bakteri ini diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

3.2.2 Pemberian *Marker* Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Menggunakan Antibiotika Rifampisin.

Pengujian ini menggunakan bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri pelarut kalium (BPK), yaitu *Bacillus* sp. (BPF_A) berasal dari koleksi laboratorium biologi tanah, *Pseudomonas* sp. (BPF_B) berasal dari koleksi laboratorium biologi tanah hasil inventarisasi di Gunung Ringgit Kabupaten Situbondo (Mutmainnah *dkk.*, 2015), Strain ms2 (BPK_A) berasal dari koleksi laboratorium biologi tanah hasil inventarisasi di Gunung Muria Jawa Tengah dan Strain ms1 (BPK_B) berasal dari koleksi laboratorium biologi tanah hasil inventarisasi di Gunung Muria, Jawa Tengah. Keempat isolat di-*marker* dengan antibiotika rifampisin melalui metode induksi dengan dosis awal 0 mg.L^{-1} , kemudian bakteri yang tumbuh akan ditumbuhkan pada media dengan dosis antibiotika meningkat dengan kelipatan 5 mg.L^{-1} , induksi ini dilakukan sampai pada dosis tertinggi, yaitu 50 mg.L^{-1} . Perhitungan dosis antibiotika yang digunakan dapat dilihat pada rumus berikut.

Rumus pembuatan stok antibiotika (Andrews, 2001):

$$\frac{1000}{P} \times V \times C = W$$

Keterangan : P (dosis yang tertera dari pabrik (mg atau μg)); V (volume yang dibutuhkan (ml)); C (konsentrasi yang dibutuhkan, kelipatan 1000 (mg/L)) dan W (berat antibiotika yang dibutuhkan (mg)).

3.2.3 Pengukuran Indeks Pelarutan

Bakteri ber-*marker* ditumbuhkan pada media selektifnya yaitu, BPF pada medium pikovskaya (Saraswati *dkk.*, 2007) dan BPK pada medium aleksandrov (Mutmainnah *dkk.*, 2015), hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pelarutan bakteri pada sumber fosfat dan kalium yang digunakan. Bakteri dengan nilai indeks pelarutan tertinggi merupakan bakteri uji yang digunakan sebagai faktor kedua penelitian. Pelarutan unsur hara pada media selektif ditandai dengan terbentuknya zona bening. Zona bening yang semakin lebar, menandakan bakteri tersebut efektif dalam melarutkan unsur hara. Indeks pelarutan (IP) unsur hara tersebut dihitung menggunakan rumus berikut :

$$IP = \frac{\text{Diameter zona bening} - \text{Diameter koloni}}{\text{Diameter koloni}}$$

3.2.4 Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri Metode *Drop Plate*

Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat medium agar secara aseptis, pada penelitian ini medium yang digunakan adalah Luria Bertani (LB) Agar. Selanjutnya, membekukan medium agar minimal 4 hari pada suhu kamar sebelum digunakan, hal ini bertujuan untuk mendapatkan pembekuan medium yang sempurna sehingga larutan pengenceran yang diberikan mudah meresap. Langkah selanjutnya adalah membagi cawan petri menjadi 8 zona pada permukaan bagian bawah cawan petri yang berisi medium LB agar steril. Melakukan pengenceran bakteri yang diinginkan pada larutan garam fisiologis 0.85%, selanjutnya *droping* seri pengenceran bakteri sebanyak 10 μL (tidak boleh lebih) ke dalam cawan petri. Setiap zona berisi 2 kali *droping* untuk 1 seri pengenceran, kemudian menginkubasi bakteri. Langkah selanjutnya adalah

mengamati pertumbuhan bakteri setiap 4 jam dan melakukan penghitungan jumlah koloni pada sampel dengan rumus berikut :

$$\text{CFU/ mL} = \frac{\text{Jumlah Koloni Per Cawan Petri}}{(\text{Volume Drop dalam mL} \times \text{Faktor Pengenceran})}$$

3.2.5 Persiapan Media Tanah Steril dan Non Steril

Tanah yang digunakan adalah jenis tanah Inceptisols dan Oxisols, kedua jenis tanah ini dibedakan menjadi dua perlakuan, yaitu tanah steril dan tanah non steril. Sebelum dilakukan sterilisasi, terlebih dahulu dilakukan perhitungan kapasitas lapangan dan kadar air tanah menggunakan metode gravimetri. Sterilisasi dilakukan untuk mengetahui pelarutan bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri pelarut kalium (BPK) ber-*marker* terpilih dalam melarutkan unsur hara fosfat (P) dan kalium (K) dibandingkan pada tanah non steril. Sterilisasi tanah dilakukan dengan cara sterilisasi autoklaf (Cahyani, 2009), tanah yang digunakan seberat 200 g pada setiap sampel. Sterilisasi dilakukan pada suhu 121°C selama 30 menit selama 2 hari berturut-turut. Sebelum dilakukan inokulasi bakteri, tanah yang telah disterilisasi dilembabkan menjadi 80% dengan cara berikut :

((kadar lensa kapasitas lapangan – kadar air tanah) x berat tanah) x 80%

3.2.6 Inokulasi BPF Ber-*marker* dan BPK Ber-*marker* pada Tanah

Isolat BPF dan BPK ber-*marker* terpilih ditumbuhkan pada media NB steril volume 100 ml yang mengandung antibiotika dengan dosis 50 mg.L⁻¹, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, inokulasi bakteri dilakukan pada fase logaritmik bakteri ber-*marker* terpilih. Kerapatan bakteri yang diinokulasikan pada tanah adalah kerapatan 10⁷ per ml, kemudian bakteri yang diinokulasikan ke tanah diinkubasi selama 30 hari.

3.2.7 Reisolasi Bakteri Ber-*marker*

Reisolasi bakteri ber-*marker* dilakukan pada hari ke-30 inkubasi, reisolasi ini dilakukan pada tanah perlakuan non steril. Reisolasi dilakukan secara aseptis, langkah pertama menimbang 10 gram sampel tanah, kemudian memasukkannya

ke dalam botol tertutup yang berisi 95 ml larutan NaCl 0,85%, lalu mengocoknya selama 2 menit (larutan bernilai 10^1). Kemudian mengambil 1 ml larutan tanah yang selanjutnya dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml larutan NaCl steril, setelah itu dilakukan pengocokan dengan vortex (larutan bernilai 10^2). Langkah selanjutnya memipet 0.1 ml larutan tanah pengenceran 10^2 dan meneteskannya pada bagian tengah agar yang mengandung antibiotika rifampisin 50 mg.L^{-1} . Selanjutnya menyebarkan / meratakan larutan pada permukaan agar dengan batang penyebar steril, kemudian menginkubasi cawan petri selama 48 jam pada suhu 37°C .

3.3 Rancangan Percobaan

Pelarutan unsur hara P dan K menggunakan rancangan acak lengkap faktorial, dengan jenis tanah sebagai faktor pertama dan isolat bakteri ber-*marker* antibiotika sebagai faktor kedua.

1. Faktor pertama = T₁ : Oxisols steril; T₂ : Oxisols non steril; T₃ : Inceptisols steril; T₄ : Inceptisols non steril
2. Faktor kedua = R₁: kontrol; R₂ : BPF ber-*marker* antibiotika rifampisin; R₃ : BPK ber-*marker* antibiotika rifampisin

Skema Pelarutan Unsur Hara Fosfat (P) dan Kalium (K)

T _{1.3} R ₃	T _{2.1} R ₂	T _{4.1} R ₁	T _{3.3} R ₂	T _{2.2} R ₃	T _{1.2} R ₁	T _{4.3} R ₂	T _{3.1} R ₃	T _{4.2} R ₁	T _{3.2} R ₂	T _{2.3} R ₃	T _{1.1} R ₁
T _{1.3} R ₁	T _{2.1} R ₃	T _{4.1} R ₂	T _{3.3} R ₃	T _{2.2} R ₁	T _{1.2} R ₂	T _{4.3} R ₃	T _{3.1} R ₁	T _{4.2} R ₂	T _{3.2} R ₃	T _{2.3} R ₁	T _{1.1} R ₂
T _{1.3} R ₂	T _{2.1} R ₁	T _{4.1} R ₃	T _{3.3} R ₁	T _{2.2} R ₂	T _{1.2} R ₃	T _{4.3} R ₁	T _{3.1} R ₂	T _{4.2} R ₃	T _{3.2} R ₁	T _{2.3} R ₂	T _{1.1} R ₃

Keterangan :

T_{3.2}R₁

T₃ menunjukkan kode tanah, angka 2 menunjukkan ulangan dan R₁ menunjukkan bakteri resisten yang diaplikasikan.

3.4 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi:

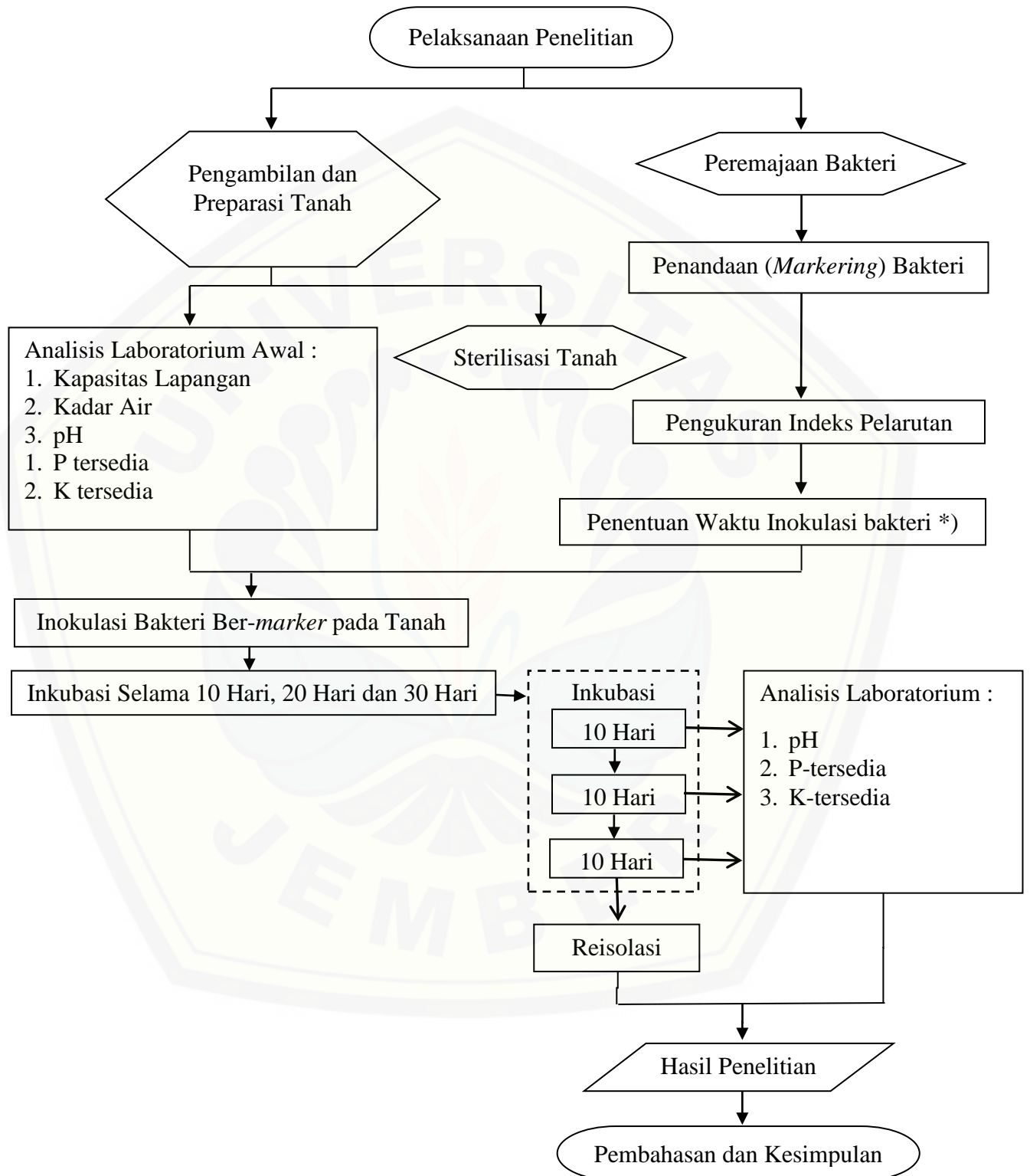
Tabel 3.1 Variabel yang Diamati

Variabel	Metode	Waktu Pengamatan
Kadar Lengas		
Kapasitas Lapangan	Gravimetri	Awal
Kadar Air Tanah	Gravimetri	Awal
pH	pH meter	Awal, 10 HSI, 20 HSI, 30 HSI
P-Tersedia	Olsen dan Bray	Awal, 10 HSI, 20 HSI, 30 HSI
K-dd	Penetapan ekstrak NH_4OAc 1M	Awal, 10 HSI, 20 HSI, 30 HSI

3.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam serta uji lanjut jarak berganda Duncan 5%.

3.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Bakteri pelarut fosfat (*Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.) dan bakteri pelarut kalium (Strain ms1 dan Strain ms2) resisten terhadap dosis uji tertinggi antibiotika rifampisin yaitu 50 mg.L⁻¹.
2. Bakteri pelarut fosfat yang memiliki indeks pelarutan fosfat terbaik adalah *Bacillus* sp. dengan nilai IP 1.5, sedangkan bakteri pelarut kalium yang memiliki indeks pelarutan kalium terbaik adalah Strain ms2 dengan nilai IP 2.3.
3. Inokulasi bakteri pelarut fosfat (*Bacillus* sp.) dan bakteri pelarut kalium (Strain ms2) ber-*marker* antibiotika rifampisin mampu membantu meningkatkan ketersediaan P tersedia pada tanah Oxisols steril sebesar 41%, Oxisols non steril sebesar 39%, Inceptisols steril dan non steril sebesar 77%.
4. Inokulasi bakteri pelarut fosfat (*Bacillus* sp.) dan bakteri pelarut kalium (Strain ms2) ber-*marker* antibiotika rifampisin mampu membantu meningkatkan ketersediaan K tersedia pada setiap tahap inkubasi, pada tanah Oxisols steril sebesar 43%, Oxisols non steril sebesar 41%, Inceptisols steril 37%, dan Inceptisols non steril sebesar 52%.

5.2 Saran

1. Persiapkan bahan yang akan digunakan dengan baik, agar disaat penelitian berlangsung tidak kehabisan stok bahan.
2. Pengamatan jumlah koloni dalam pembuatan kurva pertumbuhan bakteri sebaiknya dilakukan setiap jam setelah *dropping*, hal ini agar koloni mudah diamati dan dihitung.
3. Gunakan standar yang sama ketika mengukur sampel pada spektrofotometer agar data yang dihasilkan valid.
4. Penelitian ini tidak melakukan mekanisme uji lethal dosis untuk menentukan dosis pe-*marker* antibiotika rifampisin tertinggi, sebaiknya untuk selanjutnya

dilakukan mekanisme lethal dosis untuk mengetahui dosis tertinggi penyebab resistensi bakteri.

5. Analisis tanah awal hanya dilakukan pada tanah non steril, sebaiknya dilakukan analisis tanah awal pada tanah steril karena sterilisasi mempengaruhi sifat kimia, fisika dan biologi tanah.
6. Sebaiknya pelarutan fosfat dan kalium juga menggunakan bakteri pelarut fosfat dan pelarut kalium tidak ber-*marker* antibiotika. Pemberian *marker* pada bakteri hanya ditujukan untuk tujuan pengkajian studi.
7. Sebaiknya pengamatan resistensi pada metode induksi menggunakan kekeruhan visual dan pengukuran *optical density* bakteri menggunakan spektrofotometer.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman, S., H. Sembiring, dan Suyamto. 2009. Pemupukan Tanaman Padi. [http:// www. litbang. pertanian. go. id/ special/ padi/ bbpadi_2009_itp_05. pdf](http://www.litbang.pertanian.go.id/special/padi/bbpadi_2009_itp_05.pdf). [Diakses pada 24 September 2017].
- Al-Qadiri, H. M., N. I. Al-Alami, M. Lin, M. Al-Holy, A. G. Cavinato, dan B. A. Rasco. 2008. Studying of the bacterial growth phases using fourier transform infrared spectroscopy and multivariate analysis. *Rapid Methods & Automation in Microbiology* 6: 73-89.
- Amin, L. Z. 2014. Pemilihan antibiotik yang rasional. *Medinicus* 27(3): 40-45.
- Andrews, J. M. 2001. Determination of minimum inhibitory concentration. *Antimicrobial Chemotherapy* 48: 5-16.
- Ariyanto, R. P. 2009. Ikatan Antara Asam Organik Tanah dengan Logam. <http://ariyanto.staff.uns.ac.id/files/2009/06/artikel-ikatan-asam-organikdengan-logam.pdf>. [Diakses pada 23 Agustus 2017].
- Arviandi, R., A. Rauf, dan G. Sitanggang. 2015. Evaluasi sifat kimia tanah Inceptisols pada kebun inti tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) di Kecamatan Salak Kabupaten Pakpak Bharat. *Agroekoteknologi* 3(4): 1329-1334.
- Bagyalakshmi, B., P. Ponmurugan, dan S. Marimuthu. 2012. Influence of potassium solubilizing bacteria on crop productivity and quality of tea (*Camellia sinensis*). *Agricultural Research* 7(30): 4250-4259.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Basak. B.B., dan D. R. Biwas. 2009. Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bacillus mucinaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by Sudan Grass (*Sorghum vulgare* Pers.) Grown Under Two Inceptisols. *Plant Soil* 3(17): 235-255.
- Brock, T. D., dan M. T. Madigan. 1991. *Biology of Microorganisms*. 6th ed. USA: Prentice Hall.
- Cahyani, V. R. 2009. Pengaruh beberapa metode sterilisasi tanah terhadap status hara, populasi mikrobiota, potensi infeksi mikorisa dan pertumbuhan tanaman. *Ilmiah Tanah dan Agroklimatologi* 6(1): 43-52.

- Dharmawan, I. W. E., R. Kawuri, dan M. S. Parwanayoni. 2009. Isolasi *Streptomyces* spp. pada kawasan hutan Provinsi Bali serta uji daya hambatnya terhadap lima strain diarrheagenic *Escherichia coli*. *Biologi* 13(1): 1-6.
- Diep, C. N. dan T. N. Hieu. 2013. Phosphate and potassium solubilizing bacteria from weathered materials of denatured rock mountain, Ha Tien, Kiên Giang Province Vietnam. *Life Sciences* 1(3): 88-92.
- Fatiqin, A. 2015. Eksplorasi aktinomiset sebagai penghasil antibiotika dari tanah mangrove *Sonneratia caseolaris* di Tanjung Api Api. *Biota* 1(1): 58-60.
- Foth, H. D. 1998. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Seventh Edition. Terjemahan oleh Purbayanti, E. D., D. R. Lukitawati, dan R. Trimulatsih. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Gaol, S. K. L., H. Hanum, dan G. Sitanggang. 2014. Pemberian zeolit dan pupuk kalium untuk meningkatkan ketersediaan hara k dan pertumbuhan kedelai di Entisol. *Agroekoteknologi* 2(3): 1151-1159.
- Hardjowigeno, S. 1989. *Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Mediatama Sarana Perkasa.
- Ilham., I. B. G. Darmayasa, I. G. M. O. Nurjaya, dan R. Kawuri. 2014. Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat potensial pada tanah konvensional dan tanah organik. *Simbiosis* 2(1): 173-183.
- Karnilawati, Sufardi, dan Syakur. 2013. Fosfat tersedia, serapannya serta pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) akibat amelioran dan mikoriza pada Andisol. *Manajemen Sumberdaya Lahan* 2(3): 231-239.
- Kee, J. L. dan E. R. Hayes. 1996. *Farmakologi (Pendekatan Proses Keperawatan)*. Jakarta: EGC.
- Khusrizal. 2015. Kontribusi macam bahan organik dan kalsit terhadap perubahan kadar besi dan mangan dalam tanah serta serapannya oleh jagung pada Inceptisol Aceh Utara. *Pertanian Tropik* 2(2): 124-131.
- Kurnia, U., N. Sutrisno, dan I. Sungkawa. 2010. Perkembangan Lahan Kritis. <http://www.litbang.pertanian.go.id/buku/membalik-kecenderungan-degrad/BAB-IV-1.pdf>. [Diakses pada 27 September 2016].
- Lakitan, B. 2013. *Dasar – Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Lestari, W., T. M. Linda dan A. Martina. 2011. Kemampuan bakteri pelarut fosfat isolat asal Sei Garo dalam penyediaan fosfat terlarut dan serapannya pada tanaman kedelai. *Biospecies* 4(2): 1-5.

- Liferdi, L. 2010. Efek pemberian fosfat terhadap pertumbuhan dan status hara pada bibit manggis. *Hort* 20(1): 18-26.
- Machmud, M. 2001. Teknik penyimpanan dan pemeliharaan mikroba. *Buletin AgroBio* 4(1): 24-32.
- Marista, E., S. Khotimah, dan R. Linda. 2013. Bakteri pelarut fosfat hasil isolasi dan tiga jenis tanah rhizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang. *Protobiont* 2(2): 93-101.
- Martinez, J. L., dan F. Rojo. 2011. Metabolic regulation of antibiotic resistance. *FEMS Microbiol Rev* 35: 768-789.
- Munir, M. 1996. *Tanah – Tanah Utama Indonesia (Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya)*. Jakarta: PT Dunia Pustaka Jaya.
- Mutmainnah, L., T. C. Setiawati, dan A. Mudjiharti. 2015. Inventarisasi dan uji kemampuan pelarutan kalium oleh mikroba pelarut kalium dari rhizosfer tanaman tebu (*Saccharum* sp.). *Berkala Ilmiah Pertanian*, x(x): x-x.
- National Center for Biotechnology Information U.S. 2017. Rifadin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Rifampicin#section=Top>. [Diakses pada 16 Maret 2017].
- Novriani. 2010. Alternatif pengelolaan unsur hara p (fosfat) pada budidaya jagung. *Agronobis* 2(3): 42-49.
- Nurhidayat. 2013. *Microbial Nutrition*. <https://nurhidayat.lecture.ac.id/mikrobiologi>. [Diakses pada 02 November 2017].
- Nurtami dan E. Auerkari. 2002. Mekanisme inhibisi sintesis protein dan dasar molekuler resistensi antibiotik. *Kedokteran Gigi* 9(1): 25-28.
- Nursyamsi, D., A. Budiarto, dan L. Anggria. 2002. Pengelolaan kahat hara pada inceptisols untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung. *Tanah dan Iklim* 20: 56-58.
- Panagan, A. T. 2011. Isolasi mikroba penghasil antibiotika dari tanah kampus unsri indralaya menggunakan media ekstrak tanah. *Penelitian Sains* 14(3): 37-40.
- Prajapati, K. 2016. Impact of potassium solubilizing bacteria on growth and yield of mungebean *Virga radiate*. *Biotechnology* 6(2): 390-392.

- Prajapati, K. B., dan H. A. Modi. 2012. Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria from ceramic industry soil. *Microbiology* 1(2-3): 8-14.
- Prayudyarningsih, R., Nursyamsi, dan R. Sari. 2015. Mikroorganisme tanah bermanfaat pada rhizosfer tanaman umbi di bawah tegakan hutan rakyat Sulawesi Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1(4): 954-959.
- Pujiyanto. 2008. Pemanfaatan mikoriza dan bakteri untuk mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Penelitian Kopi dan Kakao* 24(1): 34-52.
- Rahman, R., M. Anshar, dan Bahrudin. 2015. Aplikasi bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Agrotekbis* 3(3): 316-328.
- Ristiati, N. P. 2015. Uji bioaktivitas forbazol e terhadap hambatan pertumbuhan pada *Staphylococcus aureus*. *Sains dan Teknologi* 4(1): 566-578.
- Saraswati, R., E. Husen, dan R. D. M. Simanungkalit. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Saraswati, R., dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* 3(1): 41-58.
- Schwinghamer, E. A., dan W. F. Dudman. 1973. Evaluation of *Spectinomycin Resistance as a Marker for Ecological Studies with Rhizobium* spp. *Applied Bacteriology* (36): 263-272.
- Setiawati, A. 2015. Peningkatan resistensi kultur bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap amoxicillin menggunakan metode adaptif gradual. *Farmasi Indonesia* 7(3): 190-194.
- Setiawati, T. C. dan P. A. Mihardja. 2008. Identifikasi dan kuantifikasi metabolit bakteri pelarut fosfat dan pengaruhnya terhadap aktivitas *Rhizoctonia solani* pada tanaman kedelai. *Tanah Trop* 13(3): 233-240.
- Shanrawe, A. S., S. K. Kalkar, dan M. M. Trivedi. 2014. Potassium solublizers: occurrence, mechanism, and their role as component biofertilizers. *Current Microbiology and Applied Sciences* 3(9): 622-629.
- Sjahrurachman, A. 2011. Cara genetis untuk menentukan kepekaan bakteri terhadap antibiotik. *CDK* 188 38(7): 498-502.
- Subandi. 2013. Peran dan pengelolaan hara kalium untuk produksi pangan di indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 6(1): 1-10.

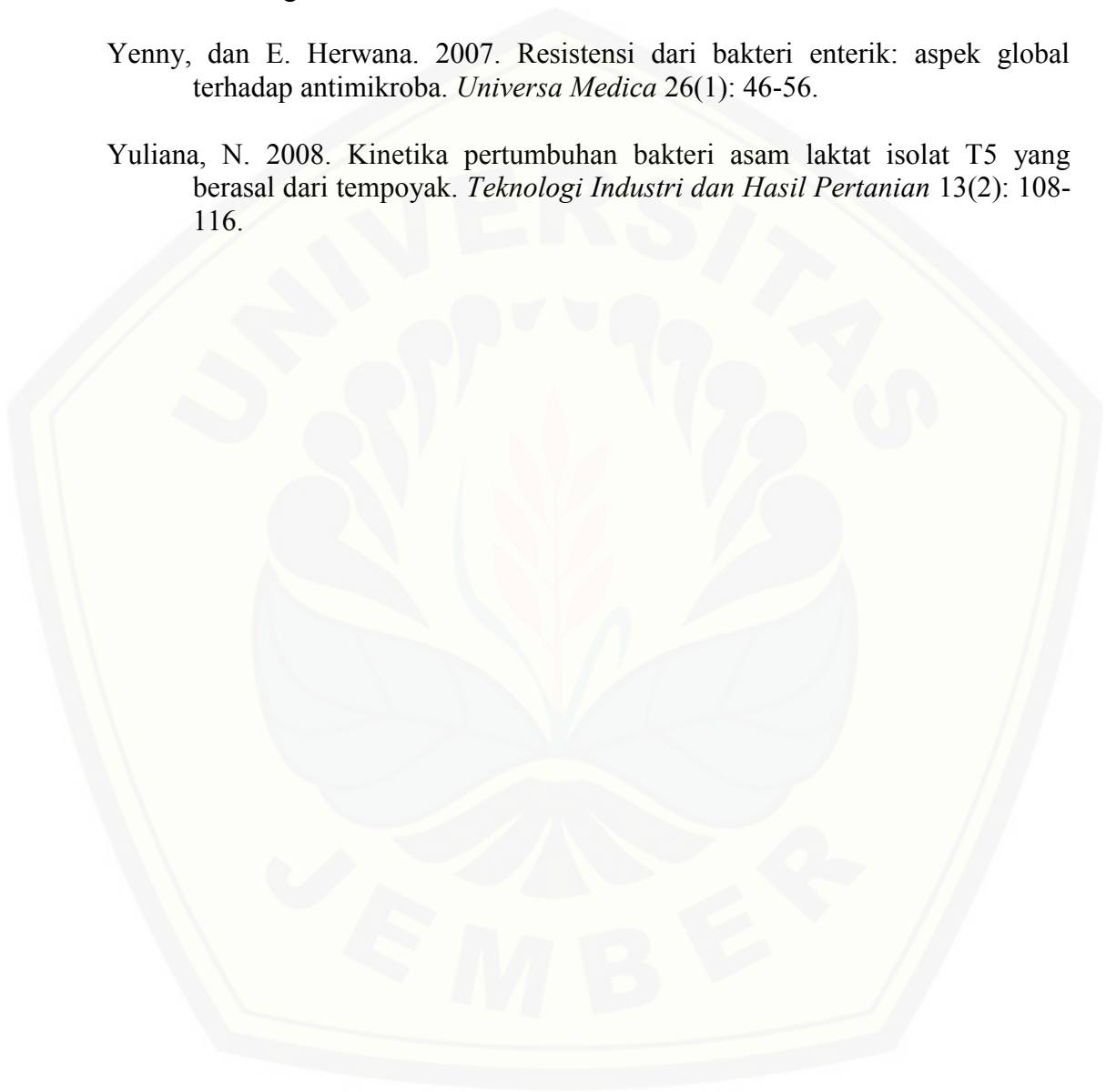
- Sudjana, B. 2014. Penggunaan azolla untuk pertanian berkelanjutan. *Ilmiah Solusi* 1(2): 1-10.
- Suharta, N. 2007. Sistem lahan barongtongkok di kalimantan: potensi, kendala, dan pengembangannya untuk pertanian lahan kering. *Litbang Pertanian* 26(1): 1-8.
- Suliasih dan Rahmat. 2007. Aktivitas fosfatase dan pelarutan kalsium fosfat oleh beberapa bakteri pelarut fosfat. *Biodiversitas* 8(1): 23-26.
- Sutriadi, M. T., D. Setyorini, D. Nursyamsi, dan A. M. Murni. 2008. Penentuan kebutuhan pupuk kalium dengan uji k-tanah untuk tanaman jagung di typic Kandiudox. *Tanah Trop* 13(3): 179-187.
- Tangketasik, A., N. M. Wikarniti, N. N. Soniari, dan I. W. Narka. 2012. Kadar bahan organik tanah pada tanah sawah dan tegalan di bali serta hubungannya dengan tekstur tanah. *Agrotrop* 2(2): 101-107.
- Tjay, T. N., dan K. Rahardja. 2007. *Obat-Obat Penting Khasiat, Penggunaan, dan Efek-Efek Sampingnya*. Edisi ke-VI. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Umniyatie, S. 2016. *Nutrisi Mikroba*. <https://staff.uny.ac.id/sites/default/files/NUTRISI%20MIKROBA%20.pdf>. [Diakses pada 02 November 2017].
- Wehril, W. 1983. Rifampin: Mechanism of Action and Resistance. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6356275>. [Diakses pada 10 Oktober 2017].
- Wibawa, T. Tanpa Tahun. Mekanisme Molekuler Resistensi terhadap Obat Anti Tuberkulosis Lini Pertama. <https://www.libmed.ugm.ac.id/download.php?file=psd^pdf^147^13471820161109>. [Diakses pada 10 Oktober 2017].
- Widowati, Asnah dan Sutoyo. 2012. Pengaruh penggunaan biochar dan pupuk kalium terhadap pencucian dan serapan kalium pada tanaman jagung. *Buana Sains*, 12(1): 83-90.
- Widyanti, A. S., dan A. D. Susila. 2015. Rekomendasi pemupukan kalium pada budidaya cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) di Inceptisol Dramaga. *Hort. Indonesia* 6(2): 65-74.
- Widyati, E. 2013. Pentingnya keragaman fungsional organisme tanah terhadap produktivitas lahan. *Tekno Hutan Tanaman* 6(1): 29-37.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Gravamedia.

Wolf, D. C., T. H. Dao, H. D. Scott, dan T. L. Lavy. 1989. Influence of sterilization methods on selected soil microbiological, physical and chemical properties. *Environ. Qual.* 18: 39-44.

Wolpert, L. 2011. *The Miracle of Cells (Rahasia Kehidupan dan Kecerdikan Sel)*. Bandung: PT Mizan Pustaka.

Yenny, dan E. Herwana. 2007. Resistensi dari bakteri enterik: aspek global terhadap antimikroba. *Universa Medica* 26(1): 46-56.

Yuliana, N. 2008. Kinetika pertumbuhan bakteri asam laktat isolat T5 yang berasal dari tempoyak. *Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* 13(2): 108-116.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Media

1.1 Komposisi Media Pikovskaya dan Cara Pembuatannya

Komposisi media yang digunakan (per Liter)

1. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	5.0 g
2. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.5 g
3. NaCl	0.2 g
4. KCl	0.2 g
5. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.1 g
6. MnSO_4	0.1 g
7. FeSO_4	0.1 g
8. Glukosa	10 g
9. Yeast Ekstrak	0.5 g
10. Agar	20 g

Cara pembuatan :

Panaskan 1 liter aquadest dalam erlenmeyer 1000 mL diatas pemanas (*hot plate stirer*). Selanjutnya setelah hangat masukkan semua komposisi media (kecuali agar) kemudian aduk dengan pengaduk (*stirer*) sampai homogen. Setelah homogen masukkan agar dan aduk kembali. Tutup erlenmeyer menggunakan kapas dan lapiasi dengan *aluminium foil*. Bungkus erlenmeyer dengan kertas baru (kertas coklat) dan rapatkan, selanjutnya media di autoklaf.

1.2 Komposisi Media Aleksandrov dan Cara Pembuatannya

Komposisi media yang digunakan (per Liter)

1. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	2.0 g
2. CaCO_3	0.1 g
3. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5 g
4. FeCl_3	0.1 g

5. Glukosa	5.0 g
6. K ₂ HPO ₄	3.0 g
7. Agar	20 g

Cara pembuatan :

Panaskan 1 liter aquadest dalam erlenmeyer 1000 mL diatas pemanas (*hot plate stirer*). Setelah hangat masukkan semua komposisi media (kecuali agar) kemudian aduk dengan pengaduk (*stirer*) sampai homogen. Setelah homogen masukkan agar dan diaduk kembali. Tutup erlenmeyer menggunakan kapas dan lapiasi dengan *aluminium foil*. Bungkus erlenmeyer dengan menggunakan kertas dan rapatkan, selanjutnya media di autoklaf.

Lampiran 2. Pedoman Penyajian Laporan Hasil Analisis

No.	Parameter	Satuan	Desimal
	Tanah		
1.	Kadar air	%	2
2.	pH	-	1
3.	Daya hantar listrik	dS/m	3
4.	Kebutuhan kapur	kw/ha	2
5.	Kemasaman dapat ditukar	cmol(+)/kg	2
6.	Tekstur	%	0
7.	P2O5 (HCl 25%)	mg/100g	0
8.	K2O (HCl 25%)	mg/100g	0
9.	P2O5 (Olsen)	ppm	0
10.	P2O5 (Bray)	ppm	1
11.	Retensi P	%	2
12.	Basa-basa tukar (K, Na, Ca, Mg)	cmol(+)/kg	2
13.	Kapasitas tukar kation	cmol(+)/kg	2
14.	Kejenuhan basa	cmol(+)/kg	2
15.	DTPA (Fe, Mn, Cu, Zn)	%	0
16.	C-organik	ppm	1
17.	N-total	%	2
18.	Morgan wolf (makro+mikro)	%	2
19.	Unsur makro total	ppm	1
20.	Unsur mikro total	%	2
21.	Total logam berat	ppm	0

(Balai Penelitian Tanah, 2009)

Lampiran 3. 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	0.51-0.75	>0.75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P ₂ O ₅ HCl 25%	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P ₂ O ₅ Bray	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P ₂ O ₅ Olsen	<5	5-10	11-15	16-20	>20
K ₂ O HCl 25%	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK/CEC	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan kation					
Ca	<2	2-5	6-10	11-20	>20
Mg	<0.3	0.4-1	1.1-2.0	2.1-8.0	>8
K	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.5	0.6-1.0	>1
Na	<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 Aluminium	<5	5-10	11-20	20-40	>40
Cadangan mineral	<5	5-10	11-20	20-40	>40
Salinitas/DHL	<1	1-2	2-3	3-4	>4
Persentase natrium dapat tukar/ESP	<2	2-3	5-10	10-15	>15

(Balai Penelitian Tanah, 2009)

	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH H₂O	<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.6-7.5	7.6-8.5	>8.5

(Balai Penelitian Tanah, 2009)

Lampiran 4. Dokumentasi Penandaan (*Markering*) Bakteri

4.1 Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Ber-marker

Antibiotika Rifampisin pada Dosis 50 mg.L⁻¹



Gambar 1. Bakteri Pelarut Fosfat a (*Bacillus* sp.) Ber-marker Antibiotika Rifampisin



Gambar 2. Bakteri Pelarut Fosfat b (*Pseudomonas* sp.) Ber-marker Antibiotika Rifampisin

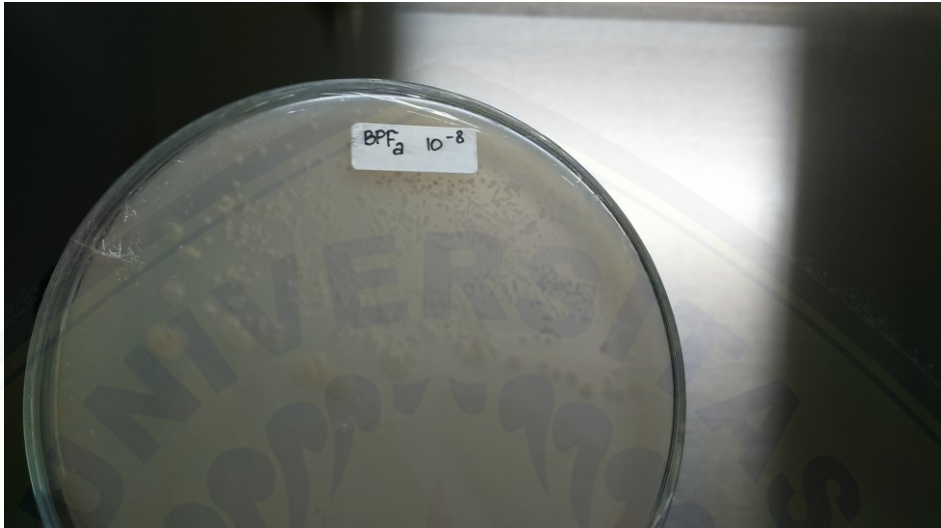


Gambar 3. Bakteri Pelarut Kalium a (Strain ms2) Ber-marker Antibiotika Rifampisin

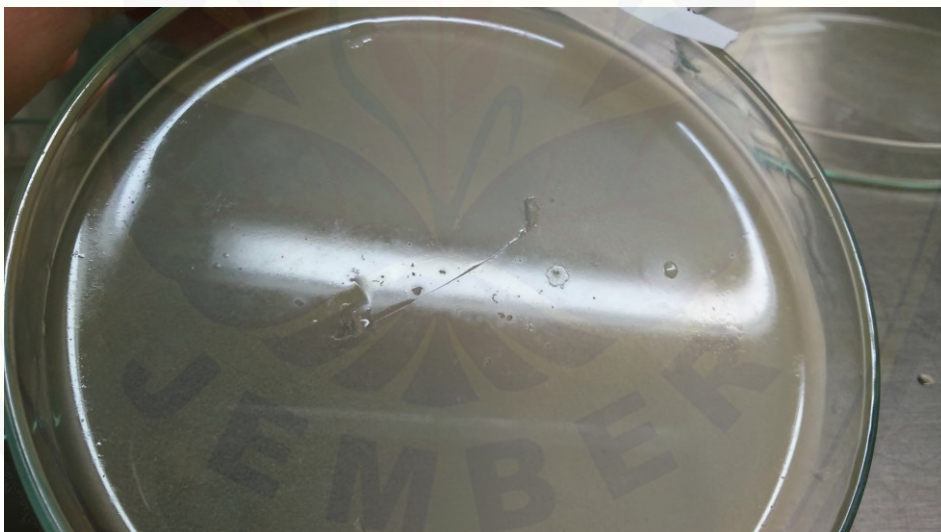


Gambar 4. Bakteri Pelarut Kalium b (Strain ms1) Ber-marker Antibiotika Rifampisin

Lampiran 5. Dokumentasi Indeks Pelarutan Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium Ber-marker Antibiotika Rifampisin Dosis 50 mg.L⁻¹ pada Medium Selektif Pikovskaya dan Aleksandrov



Gambar 1. Zona Bening Bakteri Pelarut Fosfat (*Bacillus* sp.) Ber-marker Antibiotika Rifampisin

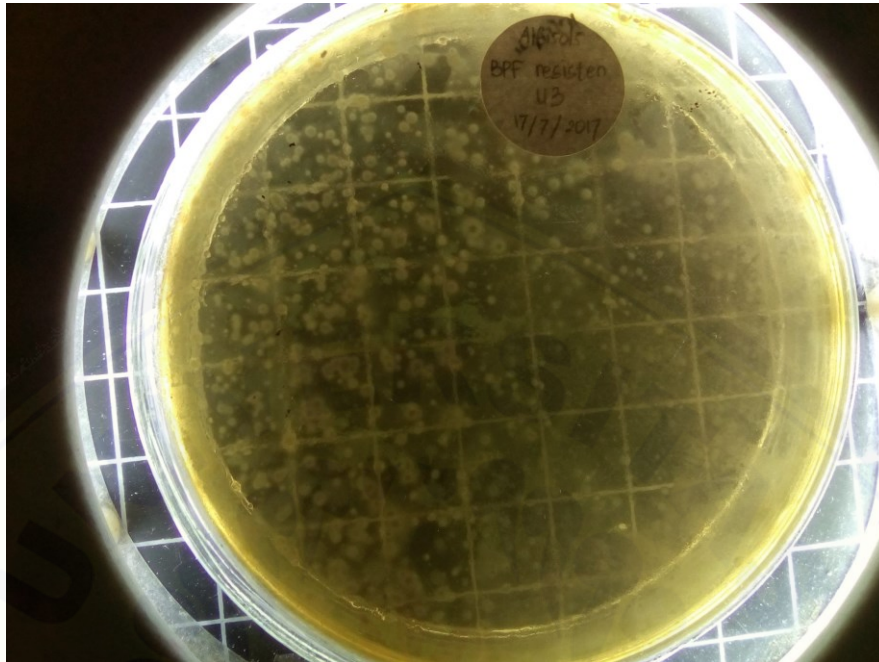


Gambar 2. Zona Bening Bakteri Pelarut Kalium (Strain ms2) Ber-marker Antibiotika Rifampisin

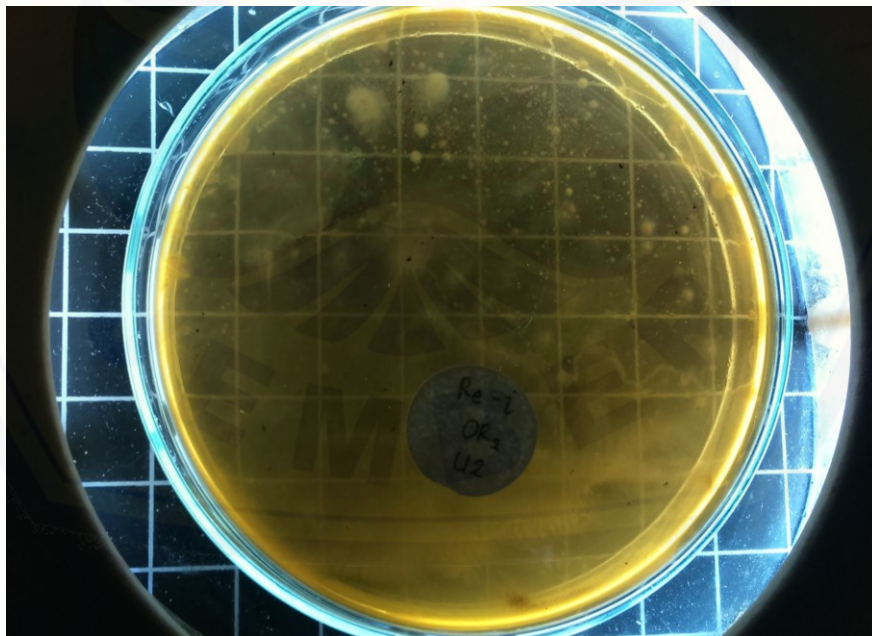
Lampiran 6. Syarat Penghitungan Koloni Menggunakan *Standar Plate*

1. Memilih dan menghitung cawan yang mengandung jumlah koloni antara 30 – 300, jika tidak ada yang memenuhi syarat maka pilihlah yang jumlahnya mendekati 300.
2. Koloni yang bergabung menjadi satu merupakan satu kumpulan koloni yang besar, apabila jumlahnya meragukan maka dapat dihitung satu koloni.
3. Satu deretan rantai koloni yang terikat sebagai suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.
4. Koloni yang menutup lebih besar dari setengah luas cawan petri ditetapkan menjadi *spreader*.
5. Hasil perbandingan jumlah bakteri dari hasil pengenceran yang berturut – turut antara pengenceran yang lebih besar dengan pengenceran sebelumnya sama atau lebih kecil dari 2 hasilnya di rata – rata, tetapi jika lebih besar dari 2 memakai jumlah koloni dari hasil sebelumnya.

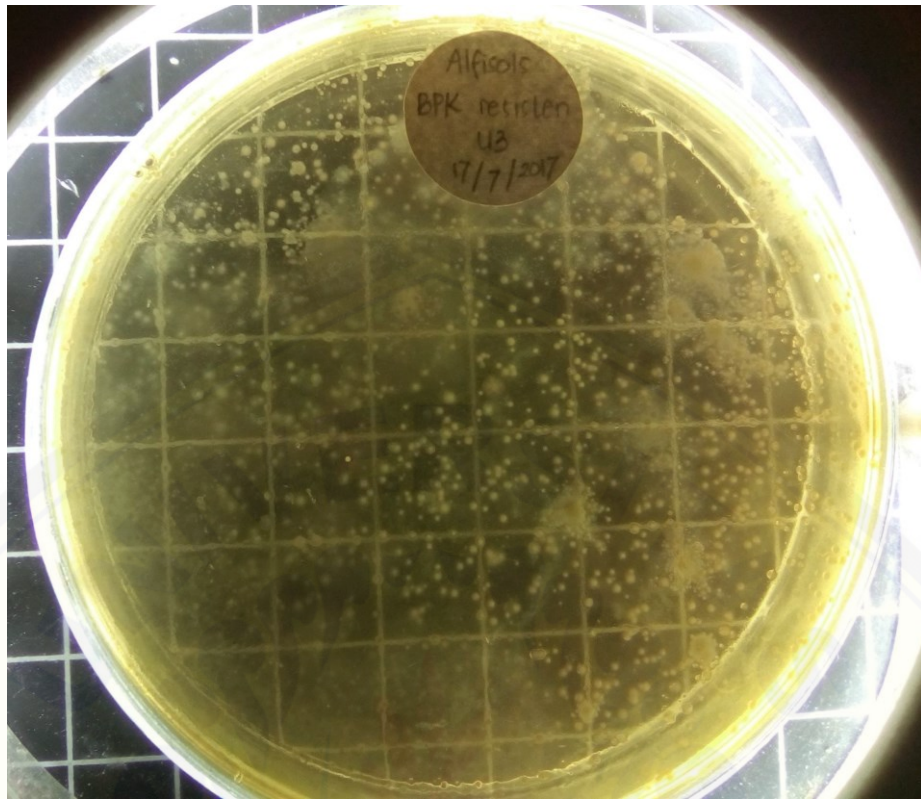
Lampiran 7. Reisolasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pelarut Kalium pada Media Berantibiotika Rifampisin Dosis 50 mg.L⁻¹



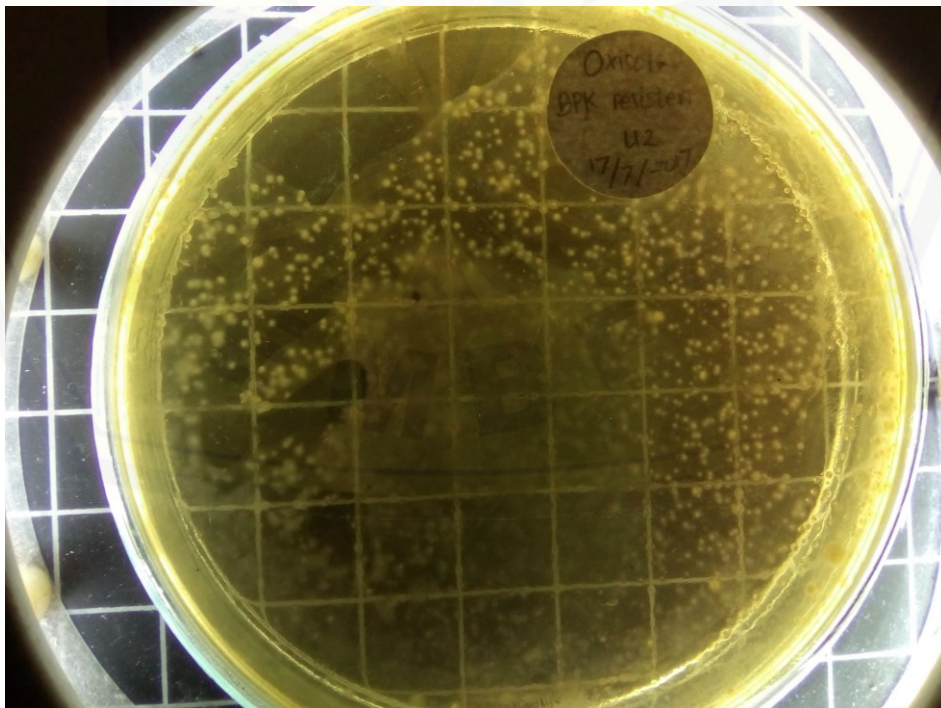
Gambar 1. Reisolasi Bakteri Pelarut Fosfat (*Bacillus* sp.) Ber-marker pada Tanah Inceptisols Non Steril



Gambar 2. Reisolasi Bakteri Pelarut Fosfat (*Bacillus* sp.) Ber-marker pada Tanah Oxisols Non Steril

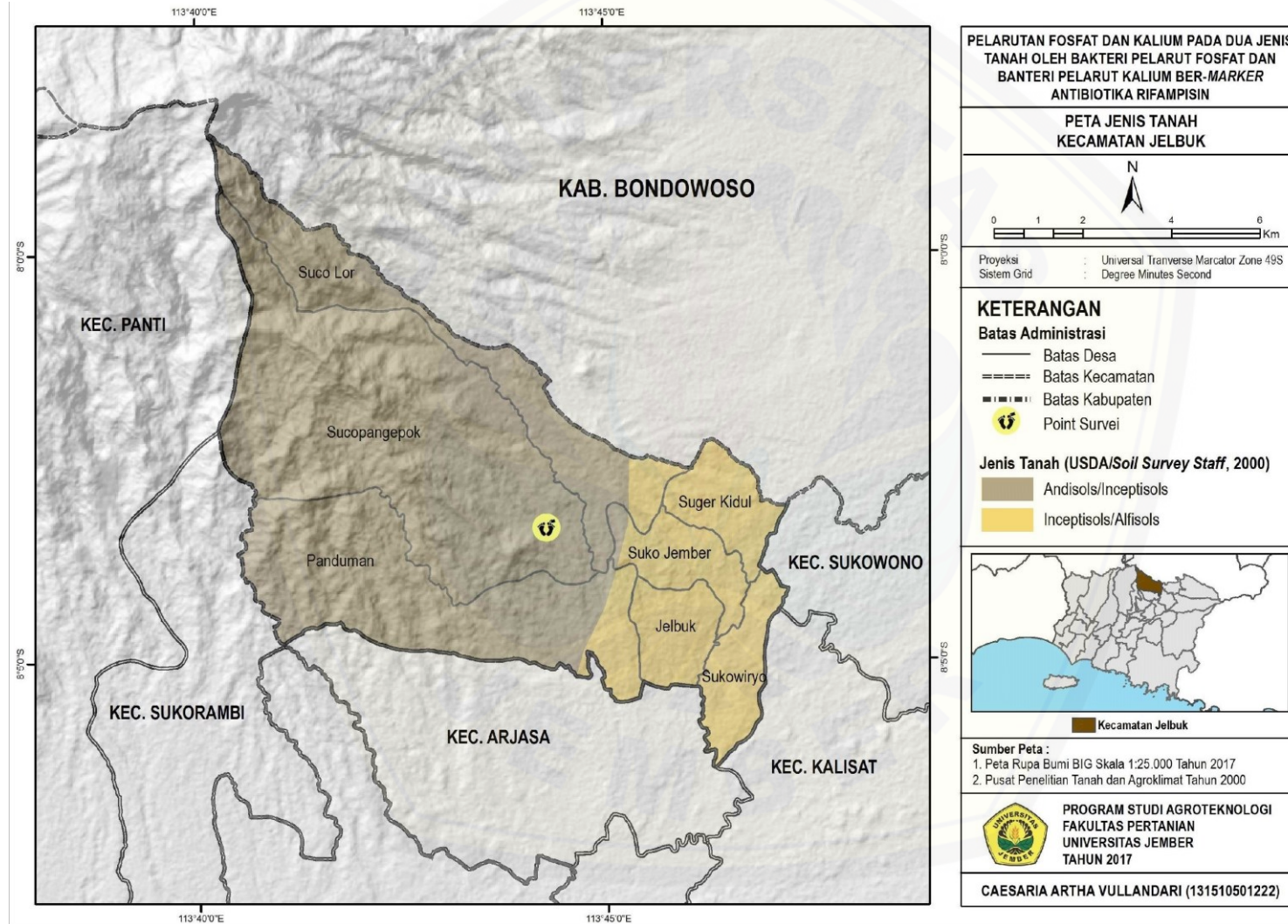


Gambar 3. Reisolasi Bakteri Pelarut Kalium (Strain ms2) Ber-marker pada Tanah Inceptisols Non Steril



Gambar 4. Reisolasi Bakteri Pelarut Kalium (Strain ms2) Ber-marker pada Tanah Oxisols Non Steril

Lampiran 8. Peta Jenis Tanah Kecamatan Jelbuk Kabupaten Jember



Lampiran 9. Hasil Analisis Pelarutan P (Fosfat) Tersedia

9.1 Data Pelarutan P Tersedia pada Hari Ke-10 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	5,4	5,7	5,8	16,93	5,64	0,19
	BPF (R2)	6,7	7,2	5,5	19,45	6,48	0,84
	BPK (R3)	6,2	6,0	6,7	18,85	6,28	0,40
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	5,5	6,3	5,6	17,43	5,81	0,41
	BPF (R2)	6,6	7,6	6,6	20,81	6,94	0,59
	BPK (R3)	6,3	7,2	6,5	19,97	6,66	0,48
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	15	17	16	47,86	15,95	0,58
	BPF (R2)	6,7	18	42	66,40	22,13	18,03
	BPK (R3)	16	17	25	58,26	19,42	5,27
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	16	17	5,5	38,70	12,90	6,44
	BPF (R2)	6,1	5,8	5,3	17,15	5,72	0,40
	BPK (R3)	17	19	15	50,36	16,79	1,93
Total		113,44	132,80	145,92	392,17	10,89	
Rata-rata		9,45	11,07	12,16			

9.2 Anova Pelarutan P Tersedia pada Hari Ke-10 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	1253,40	113,95	3,42	2,22	3,09	**
Jenis tanah (T)	3	1003,45	334,48	10,03	3,01	4,72	**
Bakteri (R)	2	35,28	17,64	0,53	3,40	5,61	ns
T x R	6	214,66	35,78	1,07	2,51	3,67	ns
Error	24	800,62	33,36				
Total	35	2054,01					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

9.3 Data Pelarutan P Tersedia pada Hari Ke-20 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	7,4	7,0	7,1	21,54	7,18	0,17
	BPF (R2)	9,1	8,6	8,0	25,66	8,55	0,54
	BPK (R3)	7,3	7,8	8,2	23,37	7,79	0,45
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	8,5	8,0	8,2	24,73	8,24	0,24
	BPF (R2)	8,7	7,1	7,4	23,24	7,75	0,87
	BPK (R3)	8,6	8,0	6,8	23,36	7,79	0,91
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	19	19	21	58,25	19,42	1,09
	BPF (R2)	25	21	51	98,12	32,71	16,20
	BPK (R3)	29	27	28	83,89	27,96	1,14
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	8	8	18	33,38	11,13	5,83
	BPF (R2)	8	9	11,0	28,59	9,53	1,36
	BPK (R3)	20	10	18	48,02	16,01	5,11
Total		158,74	141,36	192,06	492,16	13,67	
Rata-rata		13,23	11,78	16,01			

9.4 Anova Pelarutan P Tersedia pada Hari Ke-20 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	2492,10	226,55	8,27	2,22	3,09	**
Jenis tanah (T)	3	2148,33	716,11	26,13	3,01	4,72	**
Bakteri (R)	2	85,86	42,93	1,57	3,40	5,61	**
T x R	6	257,91	42,98	1,57	2,51	3,67	**
Error	24	657,71	27,40				
Total	35	3149,81					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

9.5 Data Pelarutan P tersedia pada Hari Ke-30 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	9,3	8,1	8,2	25,61	8,54	0,63
	BPF (R2)	9,8	8,9	8,02	26,78	8,93	0,89
	BPK (R3)	8,4	8,4	8,4	25,26	8,42	0,02
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	8,6	7,9	8,2	24,78	8,26	0,36
	BPF (R2)	9,7	7,61	7,9	25,20	8,40	1,11
	BPK (R3)	9,05	8,2	7,2	24,48	8,16	0,93
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	51	54	48	152,47	50,82	2,72
	BPF (R2)	52	61	54	167,77	55,92	4,82
	BPK (R3)	48	54	48,27	149,92	49,97	3,22
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	38	49	47	133,99	44,66	6,03
	BPF (R2)	56	58	57	171,45	57,15	1,34
	BPK (R3)	49,55	48	51	148,08	49,36	1,32
Total		348,52	373,28	353,98	1075,78	29,88	
Rata-rata		29,04	31,11	29,50			

I.6 Anova Pelarutan P tersedia pada Hari Ke-30 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	16854,45	1532,22	217,87	2,22	3,09	**
Jenis tanah (T)	3	16553,26	5517,75	784,56	3,01	4,72	**
Bakteri (R)	2	137,72	68,86	9,79	3,40	5,61	**
T x R	6	163,48	27,25	3,87	2,51	3,67	**
Error	24	168,79	7,03				
Total	35	17023,24					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

Lampiran 10. Hasil Analisis Pelarutan K (Kalium) Tersedia

10.1 Data Pelarutan K (Kalium) tersedia pada Hari Ke-10 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	0,09	0,06	0,07	0,23	0,08	0,02
	BPF (R2)	0,09	0,11	0,12	0,32	0,11	0,02
	BPK (R3)	0,13	0,10	0,13	0,35	0,12	0,02
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	0,10	0,11	0,12	0,33	0,11	0,01
	BPF (R2)	0,09	0,10	0,17	0,37	0,12	0,04
	BPK (R3)	0,09	0,10	0,27	0,45	0,15	0,10
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	0,13	0,08	0,11	0,33	0,11	0,02
	BPF (R2)	0,09	0,10	0,17	0,35	0,12	0,04
	BPK (R3)	0,08	0,09	0,10	0,27	0,09	0,01
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	0,05	0,09	0,06	0,20	0,07	0,02
	BPF (R2)	0,08	0,12	0,10	0,29	0,10	0,02
	BPK (R3)	0,07	0,08	0,08	0,23	0,08	0,00
Total		1,08	1,14	1,50	3,72	0,10	
Rata-rata		0,09	0,09	0,12			

10.2 Anova Pelarutan K (Kalium) tersedia pada Hari Ke-10 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	0,02	0,00	1,13	2,22	3,09	ns
Jenis tanah (T)	3	0,01	0,00	2,30	3,01	4,72	ns
Bakteri (R)	2	0,00	0,00	0,98	3,40	5,61	ns
T x R	6	0,01	0,00	0,59	2,51	3,67	ns
Error	24	0,03	0,00				
Total	35	0,05					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

10.3 Data Pelarutan K (Kalium) tersedia pada Hari Ke-20 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	0,13	0,16	0,11	0,41	0,14	0,02
	BPF (R2)	0,21	0,18	0,16	0,56	0,19	0,03
	BPK (R3)	0,19	0,18	0,14	0,51	0,17	0,03
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	0,15	0,14	0,15	0,43	0,14	0,00
	BPF (R2)	0,21	0,18	0,17	0,56	0,19	0,02
	BPK (R3)	0,18	0,16	0,21	0,55	0,18	0,02
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	0,09	0,10	0,13	0,32	0,11	0,02
	BPF (R2)	0,13	0,13	0,15	0,41	0,14	0,01
	BPK (R3)	0,09	0,15	0,17	0,41	0,14	0,04
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	0,10	0,14	0,10	0,34	0,11	0,02
	BPF (R2)	0,12	0,06	0,14	0,32	0,11	0,04
	BPK (R3)	0,13	0,13	0,14	0,41	0,14	0,01
Total		1,74	1,71	1,78	5,23	0,15	
Rata-rata		0,15	0,14	0,15			

10.4 Anova Pelarutan K (Kalium) Tersedia pada Hari Ke-20 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	0,03	0,00	4,27	2,22	3,09	**
Jenis tanah (T)	3	0,02	0,01	10,06	3,01	4,72	**
Bakteri (R)	2	0,01	0,00	5,75	3,40	5,61	**
T x R	6	0,00	0,00	0,89	2,51	3,67	ns
Error	24	0,01	0,00				
Total	35	0,04					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

10.5 Data Pelarutan K (Kalium) Tersedia pada Hari Ke-30 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	0,37	0,42	0,43	1,22	0,41	0,03
	BPF (R2)	0,41	0,54	0,35	1,30	0,43	0,09
	BPK (R3)	0,45	0,37	0,41	1,23	0,41	0,04
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	0,39	0,11	0,37	0,88	0,29	0,16
	BPF (R2)	0,42	0,38	0,37	1,17	0,39	0,02
	BPK (R3)	0,44	0,37	0,39	1,20	0,40	0,04
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	0,36	0,38	0,51	1,24	0,41	0,08
	BPF (R2)	0,40	0,46	0,39	1,25	0,42	0,04
	BPK (R3)	0,46	0,45	0,42	1,33	0,44	0,02
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	0,40	0,39	0,37	1,17	0,39	0,01
	BPF (R2)	0,43	0,45	0,46	1,34	0,45	0,01
	BPK (R3)	0,43	0,43	0,43	1,29	0,43	0,00
Total		4,97	4,74	4,90	14,61	0,41	
Rata-rata		0,41	0,40	0,41			

J.6 Anova Pelarutan K (Kalium) Tersedia pada Hari Ke-30 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	0,05	0,00	1,27	2,22	3,09	ns
Jenis tanah (T)	3	0,02	0,01	2,10	3,01	4,72	ns
Bakteri (R)	2	0,02	0,01	2,17	3,40	5,61	ns
T x R	6	0,01	0,00	0,56	2,51	3,67	ns
Error	24	0,09	0,00				
Total	35	0,15					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

Lampiran 11. Hasil Analisis pH

11.1 Hasil Analisis pH Hari Ke-10 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	4,36	4,32	4,38	13,06	4,35	0,03
	BPF (R2)	4,34	4,33	4,30	12,97	4,32	0,02
	BPK (R3)	4,48	4,69	4,62	13,79	4,60	0,11
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	4,43	5,02	4,38	13,83	4,61	0,36
	BPF (R2)	4,64	4,70	4,56	13,90	4,63	0,07
	BPK (R3)	4,50	4,53	4,46	13,49	4,50	0,04
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	5,99	5,78	5,56	17,33	5,78	0,22
	BPF (R2)	5,46	5,67	5,89	17,02	5,67	0,22
	BPK (R3)	6,02	5,63	5,60	17,25	5,75	0,23
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	5,77	5,24	5,46	16,47	5,49	0,27
	BPF (R2)	5,23	5,13	5,44	15,80	5,27	0,16
	BPK (R3)	5,67	5,78	5,92	17,37	5,79	0,13
Total		60,89	60,82	60,57	182,28	5,06	
Rata-rata		5,07	5,07	5,05			

11.2 Anova Analisis pH Hari Ke-10 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	12,25	1,11	33,04	2,22	3,09	**
Jenis tanah (T)	3	11,66	3,89	115,22	3,01	4,72	**
Bakteri (R)	2	0,20	0,10	3,03	3,40	5,61	ns
T x R	6	0,39	0,07	1,95	2,51	3,67	ns
Error	24	0,81	0,03				
Total	35	13,06					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

11.3 Data Analisis pH Hari Ke-20 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	4,56	4,85	4,63	14,04	4,68	0,15
	BPF (R2)	4,64	4,51	4,62	13,77	4,59	0,07
	BPK (R3)	4,61	4,63	4,55	13,79	4,60	0,04
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	4,71	4,74	4,62	14,07	4,69	0,06
	BPF (R2)	4,67	4,64	4,78	14,09	4,70	0,07
	BPK (R3)	4,76	4,8	4,86	14,42	4,81	0,05
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	5,84	5,97	6,03	17,84	5,95	0,10
	BPF (R2)	5,95	5,87	6,09	17,91	5,97	0,11
	BPK (R3)	5,83	5,88	6,04	17,75	5,92	0,11
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	5,11	5,44	5,6	16,15	5,38	0,25
	BPF (R2)	4,91	5,36	5,12	15,39	5,13	0,23
	BPK (R3)	5,80	5,17	5,55	16,52	5,51	0,32
Total		61,39	61,86	62,49	185,74	5,16	
Rata-rata		5,12	5,16	5,21			

11.4 Anova Analiss pH Hari Ke-20 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	10,35	0,94	39,08	2,22	3,09	**
Jenis tanah (T)	3	10,09	3,36	139,61	3,01	4,72	**
Bakteri (R)	2	0,08	0,04	1,60	3,40	5,61	ns
T x R	6	0,19	0,03	1,31	2,51	3,67	ns
Error	24	0,58	0,02				
Total	35	10,93					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)

11.5 Data Analisis pH Hari Ke-30 Inkubasi

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
Oxisols steril (T1)	Kontrol (R1)	4,90	4,76	4,77	14,43	4,81	0,08
	BPF (R2)	4,80	4,74	4,70	14,24	4,75	0,05
	BPK (R3)	4,79	4,79	4,82	14,40	4,80	0,02
Oxisols non steril (T2)	Kontrol (R1)	4,64	4,84	4,7	14,18	4,73	0,10
	BPF (R2)	4,67	4,52	4,78	13,97	4,66	0,13
	BPK (R3)	4,85	4,82	4,77	14,44	4,81	0,04
Inceptisols steril (T3)	Kontrol (R1)	6,03	6,08	6,14	18,25	6,08	0,06
	BPF (R2)	6,09	6,14	6,32	18,55	6,18	0,12
	BPK (R3)	6,21	6,15	6,13	18,49	6,16	0,04
Inceptisols non steril (T4)	Kontrol (R1)	5,69	5,66	5,73	17,08	5,69	0,04
	BPF (R2)	5,68	5,73	5,59	17,00	5,67	0,07
	BPK (R3)	6,15	5,78	5,66	17,59	5,86	0,26
Total		64,50	64,01	64,11	192,62	5,35	
Rata-rata		5,38	5,33	5,34			

11.6 Anova Analisis pH Hari Ke-30 Inkubasi

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	13,47	1,22	113,90	2,22	3,09	**
Jenis tanah (T)	3	13,34	4,45	413,64	3,01	4,72	**
Bakteri (R)	2	0,06	0,03	3,02	3,40	5,61	ns
T x R	6	0,06	0,01	0,99	2,51	3,67	ns
Error	24	0,26	0,01				
Total	35	13,73					

Keterangan :

BPF : Bakteri Pelarut Fosfat

BPK : Bakteri Pelarut Kalium

* : F-Tabel 5% > F-Hitung < F-Tabel 1% (berbeda nyata)

** : F-Hitung > F-Tabel 1% (berbeda sangat nyata)

ns : ns F-Hitung < F-Tabel 5% (berbeda tidak nyata)