



**UJI VIABILITAS DAN EFEKTIVITAS BAKTERI PELARUT
FOSFAT PADA MEDIA KOMBINASI SENYAWA HUMIK,
MOLLASE DAN ZEOLIT PADA TANAH MASAM**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(S K R I P S I)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh :

Udar Trisnaning Wulandari
NIM. 001510301070

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN**

April 2005

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

**UJI VIABILITAS DAN EFEKTIVITAS BAKTERI PELARUT
FOSFAT PADA MEDIA KOMBINASI SENYAWA HUMIK,
MOLLASE DAN ZEOLIT PADA TANAH MASAM**

Oleh

Udar Trisnaning Wulandari
NIM. 001510301070

Dipersiapkan dan disusun dibawah bimbingan:

Pembimbing Utama : Ir. Sugeng Winarso, MSi
NIP. 131 860 601

Pembimbing Anggota : Ir. Tri Candra Setiawati, MSi
NIP. 131 046 359

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

**UJI VIABILITAS DAN EFEKTIVITAS BAKTERI PELARUT
FOSFAT PADA MEDIA KOMBINASI SENYAWA HUMIK,
MOLLASE DAN ZEOLIT PADA TANAH MASAM**

Dipersiapkan dan disusun oleh

Udar Trisnaning Wulandari
NIM. 001510301070

Telah diuji pada tanggal
11 April 2005
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

TIM PENGUJI

Ketua

Ir. Sugeng Winarso, MSi
NIP. 131 860 601

Anggota I

Anggota II

Ir. Tri Candra S., MSi
NIP. 131 046 359

Ir. Arie Mudjiharjati, MS
NIP. 130 609 808

MENGESAHKAN
Dekan

Prof. Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS
NIP. 130 531 982

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulisan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul **“Uji Viabilitas dan Efektivitas bakteri Pelarut Fosfat Pada Media Kombinasi Senyawa Humik, Mollase dan Zeolit Pada Tanah Masam”** dapat terselesaikan. Karya Ilmiah Tertulis ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu pada Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya khususnya kepada

1. Prof. Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ijin penulisan skripsi ini.
2. Ir. Gatot Sukarno, MP selaku Ketua Jurusan Tanah yang telah memberikan ijin penulisan skripsi ini.
3. Ir. Sugeng Winarso, MSi selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, nasehat, dan dorongan demi terselesainya penulisan skripsi ini.
4. Ir. Tri Candra Setiawati, MSi selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan arahan petunjuk dan saran sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan.
5. Ir. Arie Mudjiharjati, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota II dan dosen wali yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan.
6. Keluargaku (bapak, ibu, dan kakakku) yang telah memberikan doa dan semangat hidup.
7. Teman-teman seperjuangan di LAB.BIOTAN terima kasih bantuannya.
8. Saudaraku Soil “00” terima kasih atas canda tawanya selama ini.

Jember, April 2005

Penulis

Udar Trisnaning Wulandari. 001510301070. Uji Viabilitas dan Efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat Pada Media Kombinasi Senyawa Humik, Mollase dan Zeolit pada Tanah Masam. (Pembimbing: Ir. Sugeng Winarso, MSi sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Tri Candra Setiawati, MSi sebagai Dosen Pembimbing Anggota).

RINGKASAN

Pemanfaatan Bakteri Pelarut Fosfat dengan teknik inokulasi terbukti menguntungkan baik ketanah maupun tanaman. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) Menguji viabilitas Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dalam media kombinasi senyawa humik, mollase dengan kombinasi zeolit pada berbagai taraf (2) Menguji efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit dalam memperbaiki sifat-sifat kimia pada tanah masam. Uji pada media menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) faktorial terdiri 3 faktor dan 3, yaitu faktor pertama isolat (I) terdiri : I0 (tanpa isolat), I1(*Pseudomonas putida* 27.4B), I2 (*Pseudomonas diminuta*), I3 (*Bacillus sp.*), faktor kedua adalah konsentrasi humik dan mollase (K) terdiri dari : 0% C-Organik (K0), 5% C-Organik (K1), 10% C-Organik (K2), 15% C-Organik (K3), 20% C-Organik (K4), faktor ketiga adalah konsentrasi zeolit (Z) terdiri dari : Z0 (tanpa zeolit), dan Z1 (10% zeolit). Hasil uji pada media pembawa diteruskan dengan uji efektivitas pada tanah masam dengan menggunakan RAL faktorial terdiri 2 faktor, yaitu konsentrasi media terbaik (H) terdiri dari : H1 (media terbaik pertama), H2 (media terbaik kedua) dan H3 (media terbaik ketiga), faktor kedua adalah (R) sumber fosfat terdiri dari : tanpa rock phosphate (R0), rock phosphate Ciamis (R!), dan rock phosphate Crismas (R2). Hasil Penelitian menunjukkan Kombinasi media senyawa humik, mollase ditambah zeolit ternyata mampu membuat bakteri pelarut fosfat bertahan hidup sampai 40 hari dengan populasi sebesar 6.10^{10} CFU/ml. *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas diminuta* lebih selektif daripada *Bacillus sp.* dengan kemampuan melarutkan fosfat mencapai 93.34 ppm dan 91.35 ppm. Bakteri Pelarut Fosfat dalam media kombinasi

senyawa humik, molase dan zeolit yang diinokulasikan ke tanah masam dapat memperbaiki sifat-sifat kimia tanah antara lain KTK, P-larut, dan Al-dd tanah.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GRAFIK | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Kondisi Umum Daerah Penelitian | 3 |
| 2.1.1 Jenis Tanah..... | 3 |
| 2.1.2 Teknik Konservasi..... | 3 |
| 2.1.3 Penggunaan Lahan..... | 4 |
| 2.1.4 Pola Tanam..... | 5 |
| 2.2 Erosi dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Erosi..... | 5 |
| 2.2.1 Erosi..... | 5 |
| 2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Erosi..... | 6 |
| 2.3 Erodibilitas dan Erosivitas | 7 |
| 2.4 Bahan Organik | 8 |
| 2.5 Unsur Hara..... | 8 |
| 2.5.1 pH | 9 |
| 2.5.2 Nitrogen | 10 |
| 2.5.3 Fosfor..... | 10 |
| 2.5.4 Kalium | 11 |
| 2.5.5 Kalsium dan Magnesium | 11 |
| 2.5.6 Kapasitas Tukar Kation..... | 11 |
| 2.5.7 Kejenuhan Basa..... | 12 |

| | |
|--|----|
| 2.6 Kesuburan Tanah | 12 |
| II. METODOLOGI PENELITIAN | 13 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 13 |
| 3.2 Bahan dan Alat..... | 13 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 13 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 16 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 18 |
| V. SIMPULAN DAN SARAN | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN | 46 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Judul | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1 | Komposisi rata-rata bahan Mollase (Tetes Tebu)..... | 19 |
| 2 | Penambahan Hara dan Sumber hara P-sukar larut Pada Media Senyawa Humik, Mollase dan Zeolit..... | |
| 3 | Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik, Mollase (%C) Isolat Dan Zeolit (%) Terhadap Jumlah Populasi BPP..... | |
| 4 | Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik, Mollase (%C) Isolat dan Zeolit (%) Terhadap pH Media..... | |
| 5 | Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humuk, Mollase (%C) Isolat dan Zeolit terhadap P-Larutan Media (ppm)..... | |
| 6 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Jumlah Populasi BPF (CFU/ml) | |
| 7 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphatase Terhadap P. Terlarut Tanah (ppm) | |
| 8 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Al-dd Tanah (Cmol/Kg)..... | |
| 9 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate pada Nilai pH Tanah. | |
| 10 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phospate terhadap Nilai KTK Tanah (me/100 gram)..... | |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul | Halaman |
|--------------|--|----------------|
| 1 | Komposisi rata-rata bahan mollase Nilai Aliran Permukaan dan 4 | |
| 2.2 | Kehilangan Tanah dan Unsur Hara Akibat Erosi oleh Air Hujan | 9 |
| 4.1 | Satuan Pemetaan Terkecil, Luas, Panjang Lereng, Kemiringan Lereng, Penggunaan Lahan dan Pola Tanam Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 18 |
| 4.2 | Nilai Erosivitas, Erodibilitas, Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng, Tingkat Erosi dan Teknik Konservasi Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 21 |
| 4.3 | Matrik Korelasi Erosi dan Faktor-Faktor Penyebab Erosi..... | 22 |
| 4.4 | Nilai pH, C-organik, N, P, K, Ca, Na, Mg, KTK, dan Kejenuhan Basa Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 24 |
| 4.5 | Status Kesuburan Tanah Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 36 |
| 4.6 | Matrik Korelasi Sifat Kimia Tanah | 37 |
| 4.7 | Alternatif Penggunaan Lahan dan Teknik Konservasi Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember..... | 39 |

DAFTAR GRAFIK

| Nomor | Judul | Halaman |
|--------------|--|----------------|
| 4.1.a | Keragaman Nilai Erosi Tanah dan C-organik | 25 |
| 4.1.b | Hubungan Erosi dan C-organik | 26 |
| 4.2.a | Keragaman Nilai Erosi Tanah dan N total | 27 |
| 4.2.b | Hubungan Erosi dan N total | 28 |
| 4.3.a | Keragaman Nilai Erosi Tanah dan P tersedia | 29 |
| 4.3.b | Hubungan Erosi dan P tersedia | 30 |
| 4.4.a | Keragaman Nilai Erosi Tanah dan K tersedia | 31 |
| 4.4.b | Hubungan Erosi dan K tersedia | 32 |
| 4.5.a | Keragaman Nilai Erosi Tanah dan KTK | 33 |
| 4.5.b | Hubungan Erosi dan KTK | 33 |
| 4.6.a | Keragaman Nilai Erosi Tanah dan Kejenuhan Basa | 34 |
| 4.6.b | Hubungan Erosi dan Kejenuhan Basa | 35 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Judul | Halaman |
|--------------|--|----------------|
| 4.1 | Peta Satuan Pemetaan Terkecil Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 19 |
| 4.2 | Hubungan Curah Hujan dan Alternatif Pola Tanam di Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember..... | 40 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Judul | Halaman |
|--------------|--|----------------|
| 1. | Curah Hujan dan Hari Hujan Rata-Rata Bulanan Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 46 |
| 2. | Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Bulanan Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 47 |
| 3. | Nilai Erosivitas Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 48 |
| 4. | Kelas Tingkat Bahaya Erosi | 49 |
| 5. | Klasifikasi Status Sifat Kimia Tanah | 50 |
| 6. | Kombinasi Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan | 51 |
| 7. | Nilai Pengelolaan Tanaman (C) | 52 |
| 8. | Nilai Tindakan Konservasi Tanah Khusus (P) | 53 |
| 9. | Kelas Tekstur Tanah Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 54 |
| 10. | Kelas Permeabilitas Tanah Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 55 |
| 11. | Nilai dan Tingkat Erodibilitas Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 56 |
| 12. | Data Kuisisioner Daerah Tangkapan Motakan Arjasa Jember | 57 |

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | x |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.4 Hipotesis..... | 4 |
| II. TINJAUAN PUSATAKA | |
| 2.1 Keberadaan Fosfat dalam Tanah | 5 |
| 2.2 Kemampuan Bakteri Melarutkan Fosfat | 6 |
| 2.3 Media Pembawa | 7 |
| 2.4 Pemakaian Zeolit dalam Bidang Pertanian..... | 10 |
| 2.5 Karakteristik Tanah Oxisol..... | 11 |
| III. METODOLOGI | 12 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 12 |
| 3.2 Bahan dan Alat Penelitian | 12 |
| 3.2.1 Bahan..... | 12 |
| 3.2.2 Alat | 12 |
| 3.3 Persiapan Penelitian | 12 |
| 3.4 Metode Penelitian | 13 |
| 3.4.1 Tahap Peremajaan Bakteri..... | 13 |
| 3.4.2 Perhitungan Kurva Baku Populasi | 13 |
| 3.4.3 Tahap Persiapan Media Senyawa Humik, Mollase, Zeolit .. | 14 |
| 3.4.4 Tahap Inokulasi Bakteri pada Media | 15 |
| 3.4.5 Tahap Uji Efektivitas pada Tanah Masam Steril | 16 |
| 3.5 Analisis Data | 17 |

| | |
|---|----|
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 18 |
| 4.1 Viabilitas Bakteri Pelarut Fosfat pada Media Kombinasi Senyawa Humik, Mollase dan zeolit | 18 |
| 4.1.1 Kemasaman pH Media Selama Inkubasi..... | 21 |
| 4.1.2 Jumlah P Larut dalam Media Selama Inkubasi..... | 24 |
| 4.2 Efektivitas Bakteri Pelarut fosfat dalam Media Senyawa Humik, Mollase dan zeolit pada Tanah Oxisol | 28 |
| 4.2.1 Jumlah Populasi Bakteri Pelarut Fosfat dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi..... | 28 |
| 4.2.2. Jumlah P Larut dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi..... | 31 |
| 4.2.3 Respirasi Bakteri Pelarut Fosfat dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi | 34 |
| 4.3 Pengaruh Isolat dalam Media Kombinasi Senyawa Humik, Mollase Dengan dan Tanpa Zeolit Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah | 35 |
| 4.3.1 Al-dd Tanah Selama Inkubasi..... | 36 |
| 4.3.2 pH Tanah Selama Inkubasi | 38 |
| 4.3.3 KTK Tanah Selama Inkubasi | 39 |
| 4.4 Pembahasan Umum..... | 41 |
| V. SIMPULAN DAN SARAN | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| LAMPIRAN | 49 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1 | Komposisi Rata-Rata Bahan Mollase (Tetes Tebu) | 9 |
| 2 | Penambahan Hara dan Sumber hara P-sukar larut pada Media Senyawa Humik, Mollase dan Zeolit..... | 14 |
| 3 | Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik, Mollase (%C) dan Isolat Terhadap Populasi Bakteri (CFU/ml) pada hari ke 30..... | 20 |
| 4 | Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik, Mollase (%C) dan Zeolit (%) Terhadap Populasi Bakteri (CFU/ml) pada hari ke 30..... | 20 |
| 5 | Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik, Mollase (%C) Isolat dan Zeolit (%) Terhadap pH Media pada Hari Ke 20 | 23 |
| 6 | Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik, Mollase (%C) Isolat dan Zeolit Terhadap P-Larut Media (ppm) pada Hari Ke 40..... | 25 |
| 7 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Jumlah Populasi BPF (CFU/ml) pada Minggu Ke 3..... | 30 |
| 8 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap P Terlarut Tanah (ppm) pada Minggu Ke 6..... | 31 |
| 9 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Al-dd Tanah (me/100 gram) pada Minggu Ke 6 dan 9 | 36 |
| 10 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate pada Nilai pH Tanah pada Minggu Ke 3..... | 39 |
| 11 | Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phospate Terhadap Nilai KTKTanah (me/100 gram) pada Minggu Ke 3 | 40 |

DAFTAR GRAFIK

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1 | Pola Pertumbuhan <i>Pseudomonas putida</i> 27.4B, <i>Pseudomonas diminuta</i> , dan <i>Bacillus sp.</i> dalam Media Senyawa Humik, Mollase dan Zeolit Selama Masa Inkubasi | 18 |
| 2 | Perubahan pH Media Selama Inkubasi | 22 |
| 3 | Tingkat Pelarutan P dalam Media Selama Inkubasi..... | 27 |
| 4 | Hubungan Antara Populasi Bakteri dalam Media dengan P-larut dalam Media | 28 |
| 5 | Pola Pertumbuhan <i>Pseudomonas putida</i> 27.4B dan <i>Pseudomonas diminuta</i> dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi..... | 29 |
| 6 | Jumlah P Terlarut pada Tanah Oxisol Selama Inkubasi..... | 32 |
| 7 | Hubungan Antara Populasi Bakteri dalam Tanah dengan P-larut dalam Tanah | 33 |
| 8 | Aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi | 34 |
| 9 | Nilai Al-dd Tanah pada Tanah Oxisol Selama Inkubasi | 35 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1 | Jumlah Koloni BPF dalam Media Selama Inkubasi | 49 |
| 2. | Nilai pH Media Selama Inkubasi..... | 57 |
| 3 | Nilai ppm P-Larut Media Selama Inkubasi..... | 65 |
| 4. | Data Koloni BPF (10^6 CFU/gr tanah) pada Tanah Selama Inkubasi. | 73 |
| 5. | Nilai P Tanah Terlarut (ppm) Selama Inkubasi..... | 76 |
| 6. | Data Respirasi Bakteri Pelarut Fosfat Selama Inkubasi | 79 |
| 7. | Nilai Al-dd Tanah Selama Inkubasi | 80 |
| 8. | Nilai pH Tanah Selama Inkubasi..... | 83 |
| 9. | Nilai KTK Tanah Selama inkubasi..... | 86 |
| 10. | Hasil Analisis Analisis Pendahuluan Contoh Tanah Komposit Lapisan Atas (0-20 cm) dari Tanah Oxisol asal Cigudeg | 89 |
| 11. | Hasil Analisis C-Organik Senyawa Humik dan Mollase serta pH Awal Media Kombinasi Senyawa Humik dan Mollase | 90 |
| 12 | Hasil Analisis Kandungan Zeolit Deposit Bayah..... | 91 |
| 13. | Hasil Analisis Kandungan Rock Phosphate Ciamis dan Crismas | 92 |
| 14. | Komposisi Media Pikosvaya | 93 |
| 15. | Komposisi Preaksi PB dan PC untuk Analisis P-larut..... | 98 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan mikroba pelarut fosfat di dalam tanah secara umum diharapkan mampu menjaga keseimbangan unsur hara, khususnya unsur hara fosfat. Aktifitas mikroba pelarut fosfat secara langsung atau tidak langsung mampu menyebabkan persenyawaan fosfat yang tidak larut menjadi ion-ion orthofosfat yang larut dan tersedia. Menurut Alexander (1977) tanah banyak mengandung mikroorganisme pelarut fosfat. Sepersepuluh sampai setengah dari isolat bakteri yang diisolasi menunjukkan kemampuan melarutkan fosfat, jumlahnya berkisar antara 1.10^5 sampai 1.10^7 sel per gram tanah kering. Kisaran jumlah 1.10^4 - 1.10^6 sel tiap gram tanah kering didapat oleh Gaur (1980) dan dominan di daerah perakaran.

Kemampuan mikroba untuk tetap bertahan hidup tanpa banyak mengalami banyak perubahan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang diberi perlakuan garam (NaCl), hasilnya menunjukkan bahwa bakteri tersebut tidak memberikan respon negatif, bahkan menunjukkan peningkatan pada jumlahnya. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa pertumbuhan *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida* menjadi terhambat pada konsentrasi CO_2 yang lebih rendah dari 20% selama 70 hari pada temperatur $5^\circ C$ dan $15^\circ C$ (Eyles, Moir dan Davey dalam Setyawati 1999). Sedangkan Penelitian tentang kemampuan Bakteri Pelarut Fosfat dalam melarutkan P sukar larut sudah banyak dilakukan. Inokulasi Bakteri Pelarut Fosfat *Pseudomonas aerogenusa* mampu melarutkan P tanah sebesar 40,15% - 56,90% dan *Chromobacterium violaceum* sebesar 33,50% - 47,60% (Ali, 2001). Suidiana (2002); Mahmudah (2002) ; Trisbyanto (2004) juga melakukan penelitian yang sama.

Pemanfaatan Bakteri Pelarut Fosfat dengan teknik inokulasi agar lebih efektif baik ke tanah maupun tanaman diperlukan lingkungan hidup yang mendukung sebagai medium pembawa atau carrier. Berbagai bahan pembawa telah diuji diantaranya : kompos, gambut, guano, vermikulit, zeolit, bentonit,

minyak kacang tanah dan molase. Salah satu media pembawa yang pernah dilakukan adalah media cair asam humik (Mahmudah, 2002). *Pseudomonas putida* yang diinokulasikan ke dalam asam humik dengan konsentrasi 23,4 ppm dan 116,8 ppm mampu melarutkan fosfat hingga 42,14 ppm P dengan jumlah populasi sampai 10^{14} CFU/ml selama 8 minggu. Media cair lainnya yang pernah diujicobakan adalah media cair molase (Ali, 2001). *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aerogenosa* yang diinokulasikan pada media molase dengan konsentrasi media yang mengandung 8 ml dan 10 ml molase setiap liternya mampu melarutkan fosfat sebesar 197,5 ppm dan 175,95 ppm P.

Selain asam humik pengujian terhadap media pembawa untuk Bakteri Pelarut Fosfat juga telah dilakukan dengan menggunakan zeolit. Media kompos dengan kombinasi zeolit 10% pada suhu inkubasi 28°C merupakan media terbaik bagi perkembangan populasi *Pseudomonas putida* dan kemampuannya dalam melarutkan fosfat (Premono dan Widyastuti, 1994). Menurut Trisbyanto (2004) *Pseudomonas putida* 27,4B mampu melarutkan fosfat sebesar 106,24 ppm sedangkan *Bacillus sp.* mampu melarutkan P dalam media sebesar 87,24 ppm dengan populasi yang hampir sama, yaitu 10^{13} CFU/ml yang diinokulasikan pada media senyawa humik dan zeolit dan mampu berkembang sampai hari ke 30.

Kelebihan dari asam humik sebagai media pembawa adalah lebih mudah memanipulasi syarat tumbuh dan persiapan peralatan dibandingkan dengan media padat. Karakteristik utama senyawa humik adalah kemampuannya untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidroksida dan mineral organik termasuk di dalamnya bahan pencemar beracun untuk membentuk asosiasi baik yang larut dalam air maupun tidak larut dalam air. Selain itu isu lingkungan yang sedang berkembang saat ini adalah pemanfaatan produk alam limbah organik untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang salah satunya adalah senyawa humik.

Molase atau yang dikenal dengan tetes tebu merupakan bahan sisa dari pembuatan gula. Bahan ini dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk organik, berbentuk cairan kental yang berwarna hitam kecoklatan dan umumnya mengandung protein, gula, asam amino dan lain-lain. Molase dapat berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah apabila diaplikasikan ke dalam

tanah. Mikroorganisme akan cepat sekali berkembang biak, sehingga pembusukan sisa-sisa tanaman dan hewan yang terdapat pada tanah tersebut akan berjalan lebih cepat sambil melepaskan unsur hara yang dikandungnya, dan akhirnya dapat digunakan sebagai sumber hara tanaman (Munthoyah *et al.*, 1994).

Pemakaian zeolit menurut Sugana *et al.* (1991) mampu memperbaiki sifat kimia tanah terutama tanah yang bersifat masam. Pada perbaikan sifat kimia tanah, zeolit mampu meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan memperbaiki pH tanah (Mallarangan, 1990). Selain itu mineral zeolit juga mempunyai keunggulan sifat yaitu sebagai penukar ion, penyerap dan penyaring molekul (Komar, 1990).

Melalui pemanfaatan media cair dari senyawa humik, mollase yang dikombinasikan dengan zeolit diharapkan dapat melihat kemampuan bertahan dan berkembang (viabilitas) bagi Bakteri Pelarut Fosfat, serta efektivitas Bakteri dalam melarutkan fosfat dalam media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit yang diinokulasikan pada tanah masam sebagai upaya memperbaiki sifat-sifat kimia tanah masam.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menguji viabilitas Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dalam media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit pada berbagai taraf.
2. Menguji efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit dalam memperbaiki sifat-sifat kimia pada tanah masam.

1.3 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk:

1. Pengembangan Bakteri Pelarut Fosfat pada media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit.
2. Sebagai alternatif untuk memperbaiki permasalahan sifat-sifat kimia pada tanah masam.

1.4 Hipotesis

1. Bakteri Pelarut Fosfat mampu hidup dalam media pembawa yaitu media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit.
2. Bakteri Pelarut Fosfat yang diinokulasikan dalam media kombinasi senyawa humik, mollase, dan zeolit efektif memperbaiki sifat-sifat kimia tanah Oxisol.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keberadaan Fosfat dalam Tanah

Dalam tanah fosfat yang diserap tanaman berupa ion yang keberadaannya dipengaruhi oleh pH tanah. Pada tanah masam bentuk ion H_2PO_4^- merupakan ion yang larut, sedang pada tanah alkalis maka HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} akan ditemukan, semakin rendah pH tanahnya semakin dominan ion H_2PO_4^- (Goeswono, 1983). Kekurangan unsur fosfat dalam tanah dapat disebabkan oleh dua hal. Pertama, unsur fosfat tidak terdapat dalam bahan induk tanah, dan kedua fosfat yang tersedia ataupun yang ditambahkan untuk tanaman dengan segera diserap oleh bentuk-bentuk Al maupun Fe yang terdapat dalam tanah. Pemupukan P secara terus-menerus dapat mengakibatkan terjadinya akumulasi residu P yang tinggi, karena hara P mempunyai mobilitas yang kecil dan efisiensinya hanya sekitar 20% (Adiningsih *et al.*, 1990).

Fosfat bersama N dan K digolongkan sebagai unsur utama walau P di absorpsi lebih kecil dari kedua unsur tersebut (Rinsema, 1983). Dan menurut Setyomijoyo (1986) bahwa fosfat di dalam tanah berperan dalam pembentukan protein-protein inti, berbagai proses fisiologis tanaman seperti asimilasi dan pernafasan, memacu perkecambahan dan pemanjangan akar serta membantu pembentukan sistem perakaran baik pada bibit dan tanaman muda maupun sebagai penyusun inti sel, lemak, dan protein.

Persoalan yang umum dihadapi oleh fosfat dalam tanah adalah tidak semua bentuk fosfat dalam tanah dapat mengalami transformasi dari satu bentuk ke bentuk yang lain tergantung pada lingkungan dan praktek pengelolaan tanah. Bentuk senyawa fosfat yang ada dalam tanah akan mempengaruhi ketersediaan fosfat. Faktor yang mempengaruhi ketersediaan fosfat bagi tanaman yang terpenting adalah pH tanah, adanya besi dan aluminium dapat larut dalam kondisi sangat masam atau adanya kalsium pada nilai pH tinggi, berpengaruh nyata terhadap ketersediaan fosfat. Fosfat paling mudah diserap tanaman pada pH sekitar netral (pH 6-7). Ion fosfor baik yang berasal dari tanah itu sendiri maupun

dari pupuk terikat oleh unsur Al dan Fe sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Hardjowigeno, 1992).

2.2 Kemampuan Bakteri Melarutkan Fosfat

Bakteri Pelarut Fosfat merupakan bakteri yang hidup dalam tanah yang dapat melarutkan fosfat melalui aktifitas biologi yang mempengaruhi proses kimia lingkungan. Waksman (1952) melaporkan bahwa berbagai fungi dan bakteri mampu membebaskan fosfat kompleks organik ke dalam bentuk anorganik.

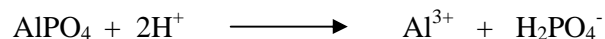
Peranan mikroorganisme dalam mentransformasi fosfat diantaranya dengan 1) melarutkan senyawa fosfat anorganik, 2) mineralisasi senyawa organik dengan membebaskan fosfat anorganik, 3) mobilisasi fosfat anorganik ke dalam sel mikrobial dan 4) menyebabkan proses oksidasi dan reduksi senyawa fosfat anorganik (Premono, 1994).

Berbagai penelitian tentang pemanfaatan mikroorganisme pelarut fosfat sudah sering dilakukan seperti Gerretzen pada tahun (1948) memanfaatkan bakteri pelarut fosfat untuk melarutkan fosfat yang tidak larut, Sen dan Paul (1957) menggunakan mikroorganisme pelarut fosfat dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman gandum dan kedelai.

Mikroorganisme tanah mempengaruhi kelarutan senyawa fosfat melalui sekresi asam-asam organik, mineralisasi senyawa organik fosfat yang menghasilkan fosfat anorganik, dan mobilisasi fosfat anorganik untuk keperluan mikroorganisme sendiri (Rao, 1982). Beberapa isolat melarutkan fosfat sebanyak jumlah yang dipakai dalam metabolisme dirinya, sehingga jumlah fosfat yang terlarut dalam medium yang diinokulasi isolat hampir sama dengan kontrol (Supadi, 1993).

Bakteri Pelarut Fosfat menghasilkan asam-asam organik seperti asam sitrat, glutamat, suksinat, laktat, oksalat, glioksalat, malat, fumarat, tartrat, dan alpha ketobutirat. Asam-asam organik tersebut bereaksi dengan aluminium fosfat, besi fosfat, dan kalsium fosfat. Dari reaksi tersebut terbentuk khelat organik dari aluminium, besi, dan kalsium, sehingga fosfat terbebaskan dan larut. Selanjutnya fosfat menjadi tersedia bagi tanaman (Rao, 1994). Namun pelarutan fosfat dapat

juga dilakukan oleh jasad renik yang tidak menghasilkan asam-asam organik, yaitu melalui mekanisme pelepasan proton pada proses respirasi dan asimilasi amonium (Ilmer dan Schinner, 1994). Mekanisme tersebut diuraikan melalui reaksi sebagai berikut :



Mikroba pelarut fosfat sebelum dimanfaatkan pada tanah dan tanaman perlu diuji terlebih dahulu kemampuannya pada media selektif dengan sumber P yang berbeda. Mikroba pelarut fosfat dari beberapa lokasi di Indonesia telah diuji kemampuannya oleh Premono, Widyastuti, dan Anas (1991) yang menghasilkan bahwa *Pseudomonas putida* mampu melarutkan senyawa AlPO_4 hampir 20 kali lebih banyak dibanding kontrol pada medium pikosvaya cair, sedangkan isolat lain mampu melarutkan batuan fosfat 13 kali dibandingkan kontrol.

2.3 Media Pembawa

Menurut Meikle *et al.* (1995) daya tahan hidup serta aktivitas mikroba sangat tergantung pada habitat hidupnya, seperti kondisi lingkungan yang optimal serta ketersediaan nutrien yang dibutuhkan dalam aktivitasnya. Untuk itu perlunya suatu cara dalam memperbanyak mikroba pelarut fosfat pada suatu media yang mampu meningkatkan populasi biomass tanpa mengurangi kemampuannya dalam melarutkan fosfat di dalam tanah.

Pengembangbiakan populasi mikroorganisme pelarut fosfat dalam media padat kompos dan gambut telah dilakukan oleh Premono dan Widyastuti (1994). Media kompos dan zeolit 10% pada suhu inkubasi 28°C merupakan media terbaik bagi *Pseudomonas putida* yang dapat menggandakan selnya sampai 10^{10} CFU/gram media. Endriana (2001) juga melaporkan bahwa media kompos merupakan media terbaik untuk meningkatkan dan mempertahankan stabilitas bakteri pelarut fosfat. Populasi bakteri pelarut fosfat yang diinokulasikan meningkat hingga 10^{11} CFU/gram media dengan melarutkan fosfat sebesar 2246,73 ppm P_2O_5 selama 30 hari.

Pemanfaatan media cair bagi pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat masih jarang dikembangkan. Media cair asam humik digunakan oleh Mahmudah (2002) menunjukkan bahwa *Pseudomonas putida* yang diinokulasikan ke dalam asam humik dengan konsentrasi 23,4 ppm mampu melarutkan fosfat hingga 42,14 ppm dengan jumlah populasi sampai 10^{14} CFU/ml selama 8 minggu.

Senyawa humik dapat digolongkan menjadi (1) asam humik, yaitu fraksi yang larut dalam basa, (2) asam krenik dan apokrenik, yaitu fraksi yang larut dalam air dan (3) humin, merupakan bagian yang tidak dapat larut dalam air, basa, maupun asam (Tan, 1998).

Karakteristik utama senyawa humik adalah kemampuannya untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidroksida, dan mineral organik, termasuk didalamnya bahan pencemar beracun untuk membentuk asosiasi baik yang larut air maupun tidak larut dalam air (Schnitzer, 1997).

Media lain yang digunakan dan dikembangkan untuk pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat adalah media cair molase. Pemanfaatan media cair molase bagi pertumbuhan bakteri pelarut fosfat masih jarang dikembangkan. Seperti pengujian terhadap media cair molase yang diinokulasikan *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aerogenosa* (Ali, 2001). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aerogenosa* lebih selektif kemampuannya dalam melarutkan P pada media molase mencapai 195,97 ppm dan 175,95 ppm.

Tetes tebu atau molase adalah sisa sirup terakhir dari nira yang telah mengalami pengolahan dari pabrik gula dan telah dipisahkan gulanya melalui kristalisasi berulang kali sehingga sudah tidak mungkin menghasilkan gula kristal melalui kristalisasi secara konvensional (Tedjowahjono, 1978). Tetes tebu (molase) merupakan salah satu hasil samping industri gula yang dihasilkan pada saat kristalisasi gula putih. Tetes dihasilkan sekitar 4,1% dari total tebu yang digiling. Tetes mengandung 55-60% gula total sehingga biasanya dimanfaatkan sebagai bahan baku fermentasi dalam industri etanol, spiritus, Monosodium Glutamat (MSG), Glutamic Acid (GA), asam asetat, L-lysine dan berbagai produk lainnya (Toharisman dan Santoso, 1997). Molases banyak mengandung unsur-

unsur seperti kalium, kalsium, klorida dan sulfit. Berdasarkan komponen tersebut tetes seringkali harus mendapatkan perlakuan pendahuluan terutama untuk menurunkan kadar komponen yang merugikan pertumbuhan mikroorganisme, seperti pada pembentukan produk fermentasi (Mochtar dan Kurniawan, 1996).

Tabel 1. Komposisi Rata-Rata Bahan Mollase (Tetes Tebu)

| Komposisi | % |
|--|------|
| Air | 20 |
| Bahan Organik | |
| Gula : | |
| Sakarosa | 32 |
| Glukosa | 14 |
| Fruktosa | 16 |
| Bukan Gula : | |
| Senyawa N, asam bebas dan terikat, Soluble gummy substances | 10 |
| Bahan anorganik (abu) | |
| SiO ₂ | 0.52 |
| K ₂ O | 3.50 |
| CaO | 1.50 |
| P ₂ O ₅ | 0.28 |
| MgO | 1.10 |
| Sisa Sulfat | 1.60 |
| Lain-lain | 0.60 |
| Total | 100 |

Sumber : Olbrich (1963).

Penggunaan tetes lainnya adalah dengan proses pengambilan gula cair. Menurut Herve (1973) dalam Sirait (1984), sukrosa yang terdapat pada tetes tebu dapat dipisahkan dengan mendaur ulang tetes di pabrik gula atau dengan proses pertukaran ion. Proses kimia yang disadarkan pada pembentukan senyawa

kompleks antara sukrosa dengan oksida kalsium, strontium dan barium telah dilakukan oleh Olbrich (1963) dalam Sirait (1984). Komposisi molase dipengaruhi oleh keadaan tebu (mutu, jenis, dan umur panen), kesuburan tanah, musim, pemupukan, proses pengolahan tebu dan sebagainya. Variasi komposisi molase yang besar dipengaruhi oleh banyak faktor (Sudajanto, 1978). Adapun komposisi rata-rata molase menurut Olbrich (1963) dalam Munthoyah *et al.* (1994) dapat disajikan pada tabel 1.

2.4 Pemakaian Zeolit dalam Bidang Pertanian

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari alumino silikat terhidratasi yang mengandung kation alkali tanah. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel. Zeolit merupakan mineral aluminosilikat terhidrat dan tersusun dari satuan kerangka tiga dimensi SiO_4 tetrahedra disebelahnya. Hal ini memberikan perimbangan antara Si dan O menjadi 1:2. Ion sentral dari tetrahedra mengalami penggantian Si^{4+} dan Al^{3+} , penggantian ini menyebabkan zeolit akan bermuatan negatif yang akan dinetralkan oleh logam alkali dan alkali tanah seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Widjaja-Adhi, 1996).

Sifat utama zeolit adalah kemampuan pertukaran kation yang sangat tinggi berkisar antara 80-180 me/100 gram. Nilai kapasitas tukar kation yang tinggi tersebut menunjukkan kemampuan zeolit untuk dapat menjerap kation yang tinggi pula. Kation dalam rongga zeolit sangat mudah dipertukarkan dengan kation yang lain karena keadaannya bebas ataupun terikat dengan ikatan yang lemah di dalam struktur rongga zeolit (Sastiono dan Suwardi, 1999).

Beberapa negara telah menetapkan teknologi mineral zeolit untuk meningkatkan produktivitas pada tanah-tanah pertanian dan telah memberikan hasil yang nyata pada peningkatan produksi tanaman pangan dan hortikultura (Syarief *et al.*, 1986). Negara Jepang telah menerapkan teknologi mineral zeolit untuk meningkatkan mutu produksi pertanian (Mariam, 1991).

Pemakaian zeolit dalam bidang pertanian adalah untuk menjaga kelembaban tanah, karena zeolit mempunyai rongga atau pori yang terisi oleh

molekul air. Dengan demikian zeolit dapat memperpanjang fungsi mineral pupuk dalam tanah (Sutarti dan Rahmawati, 1994). Sedangkan menurut Mumpton *cit* Hoerudin (1997) penggunaan zeolit dalam bidang pertanian antara lain sebagai media tumbuh yang baik bagi perkecambahan bibit atau pertumbuhan tanaman, bahan untuk meningkatkan kualitas pupuk organik karena zeolit mempunyai kemampuan dalam menyerap air dan nilai kapasitas tukar kation yang tinggi serta pengontrol cadangan air.

Di bidang pertanian zeolit juga dapat digunakan sebagai pupuk campuran untuk meningkatkan kualitas kompos dan sebagai media tumbuh tanaman (Suwardi, 2000). Di samping itu zeolit dapat digunakan untuk memperbaiki sifat kimia tanah, terutama tanah yang bersifat masam. Sifat lain yang menguntungkan dalam bidang pertanian adalah zeolit mampu mengontrol pelepasan amonium dan kalsium secara perlahan-lahan sehingga akan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk buatan (Suganal *et al.*, 1991).

2.5 Karakteristik Tanah Oxisol

Oxisol merupakan tanah yang mengalami pelapukan lanjut dan banyak terdapat di daerah tropis atau sub tropis. Biasanya dijumpai pada permukaan tanah yang telah berumur tua atau tanah yang terbentuk dari bahan-bahan sedimen tua. Tanah oxisol pada umumnya berada pada kondisi iklim yang cukup basah untuk merombak hasil pelapukan yang menghasilkan konsentrasi residu sesquoksida dan mineral kaolinit (Munir, 1997).

Ciri utama yang paling penting dari tanah oxisol adalah adanya horison oksik, yaitu horison yang umumnya mengandung butir berukuran liat (mengandung liat tipe 1:1, seperti kaolinit) yang banyak didominasi oleh oksida besi, aluminium dan silikat. Hancuran dan pencucian yang hebat telah menghilangkan sebagian besar silikat dari mineral silikat dalam horison tersebut, sehingga meninggalkan perbandingan besi dan aluminium oksida terhadap silikat yang tinggi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan April sampai dengan November 2004 di Laboratorium Biologi dan Kesuburan Tanah di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah : jerami padi, senyawa humik, bakteri *Pseudomonas putida* 27.4B (koleksi Lab. Biologi Tanah IPB), *Bacillus sp.* (koleksi Lab. Biologi Tanah UNEJ), *Pseudomonas diminuta*, zeolit, rock phosphate asal Ciamis dan Crismas, tanah Oxisol (Cigudeg), mollase (PG Prajekan), dan bahan – bahan yang digunakan untuk analisa.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : autoclave, spektrofotometer, erlenmeyer, tabung reaksi, pipet, cawan petri, dan alat-alat yang digunakan untuk analisis.

3.3. Persiapan Penelitian

Senyawa humik yang dipakai dalam penelitian diperoleh dari ekstrak kompos jerami padi yang dilakukan dan diambil secara konvensional yang didasarkan pada metode Schuppli and McKeague (1984). Dilakukan pemerasan terhadap tumpukan jerami padi bagian bawah yang telah mengalami dekomposisi selama dua bulan untuk memperoleh filtrat senyawa humik sesuai dengan kebutuhan. Kemudian filtrat ditampung dalam bak, dan air yang menetes merupakan hasil dari dekomposisi bahan organik di atasnya.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Tahap Peremajaan Bakteri

Pada tahap ini bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas putida* 27.4B, *Pseudomonas diminuta*, dan *Bacillus sp.*) diremajakan pada Nutrient Broth (NB) yang berasal dari biakan isolat murni. Pembuatan media NB dengan melarutkan NB sebanyak 8 gram NB ke dalam 1 L aquadest. Selanjutnya 50 mL dari larutan ini dituangkan ke dalam erlenmeyer 100 ml, dan disterilkan selama 20 menit pada suhu 126°C tekanan 1 atm. Selanjutnya dilakukan pengambilan koloni bakteri yang berada pada media agar sebanyak dua ose, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang sudah diisi media NB steril dan diinkubasi selama kurang lebih tiga hari.

3.4.2 Perhitungan Kurva Baku Piopulasi

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui jumlah populasi mikroba berdasarkan kurva baku populasi, yang merupakan hubungan antara rapat optis suspensi mikroba dengan satuan pembentuk koloni (Colony Farming Unit) yang ditentukan dengan metode cawan tuang.

Isolat yang digunakan diinokulasikan ke dalam media NB dan dinkubasi selama 3 hari. Suspensi dieencerkan pada pengenceran berturut-turut 2, 3, 4, 8, dan 10 kali. Setiap pengenceran diukur nilai rapat optis dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 mm, populasi mikroba masing-masing pengenceran dihitung dengan metode cawan tuang. Setiap pengenceran suspensi mikroba diencerkan lagi dengan larutan fisiologis 0,85% hingga pengenceran 10^8 , 10^9 , 10^{10} , 10^{11} , 10^{12} , 10^{13} . Perhitungan populasi dilakukan 3 hari setelah inkubasi suspensi mikroba pada media NA. Populasi dan nilai rapat optis kemudian dihubungkan dengan persamaan regresi linier yang digunakan sebagai kurva baku populasi mikroba di dalam media tersebut (Premono, 1994).

Persamaan dinyatakan dalam :

$$Y = A + BX$$

Y = Prediksi jumlah populasi (CFU/ml suspensi) B = Koefisien regresi
 X = absorban suspensi mikroba A = Koefisien intersepsi

3.4.3 Tahap Persiapan Media Senyawa Humik, Mollase, dan Zeolit

Media yang digunakan dalam penelitian adalah senyawa humik, mollase (PG Prajekan) yang dikombinasikan dengan zeolit deposit Bayah Jawa Barat. Untuk media cair senyawa humik dengan mollase konsentrasi yang diujicobakan adalah : 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% C-Organik. Setelah itu pada masing-masing konsentrasi ditambahkan zeolit 0% dan 10%. Dari komposisi tersebut nantinya akan diperoleh media dengan komposisi senyawa humik, mollase, dan zeolit yang terbaik. Selanjutnya masing-masing konsentrasi dimasukkan ke dalam botol percobaan yang diisi 500 ml larutan dengan diperkaya P-sukar larut bukan apatit. Dan unsur hara lainnya dengan mengadopsi media Pikosvaya (Rao, 1982). Penambahan hara pada media seperti yang tertera dalam tabel berikut:

Tabel 2. Penambahan Hara dan Sumber Hara P-Sukar Larut pada Media Senyawa Humik, Mollase, dan Zeolit

| Jenis Hara | Jumlah (gr/L) |
|---|---------------|
| $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | 2 |
| Yeast extract | 0,5 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0,05 |
| NaCl | 0,05 |
| MnSO_4 | 0,001 |
| FeSO_4 | 0,001 |

Sumber : Diadaptasi dari komposisi media Pikosvaya

Sterilisasi media dilakukan pada suhu 126°C selama 20 menit yang dilakukan sebanyak 3 kali. Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan autoclave yang berfungsi untuk mematikan seluruh organisme yang ada di dalamnya. Media siap digunakan setelah didinginkan hingga mencapai suhu ruangan.

Analisis pendahuluan pada media meliputi pH H_2O dan C-Organik. Analisis pendahuluan pada contoh tanah meliputi pH H_2O , pH KCl, C-Organik

(Walkey and Black), KTK (NH₄Oac pH 7), P-tersedia (Bray 1), P-total (HCl 25%), dan kadar Al-dd tanah (HCl 1N).

3.4.4 Tahap Inokulasi Bakteri pada Media

Inokulasi bakteri pada media dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui viabilitas masing-masing BPF dalam senyawa humik dan mollase yang dikombinasikan dengan zeolit, serta mendapatkan komposisi terbaik dari media tersebut. Komposisi tersebut selanjutnya diujikan pada tanah Oxisol asal Cigudeg.

Inokulasi bakteri dalam bentuk suspensi dari media NB yang diinokulasikan 3 hari. Botol-botol yang berisi media ini diletakkan pada tempat yang dapat mempertahankan suhu kamar untuk melangsungkan hidup bakteri. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali dan diinkubasi selama 40 hari atau 1,5 bulan, dan setiap 10 hari sekali dianalisis pH H₂O dalam media, P-larut dalam media, dan jumlah populasi bakteri dalam media tersebut.

Penelitian pada tahap ini menggunakan RAL faktorial yang terdiri dari 3 faktor, yaitu :

Faktor pertama, isolat (I) terdiri dari :

1. I0 : tanpa isolat
2. I1 : *Pseudomonas putida* 27.4B
3. I2 : *Pseudomonas diminuta*
4. I3 : *Bacillus sp.*

Faktor kedua adalah konsentrasi senyawa humik dan mollase (K), yaitu terdiri dari :

1. K0 : 0% C-Organik
2. K1 : 5% C-Organik
3. K2 : 10% C-Organik
4. K3 : 15% C-Organik
5. K4 : 20% C-Organik

Faktor ketiga adalah konsentrasi zeolit (Z), terdiri dari :

1. Z0 : tanpa zeolit
2. Z1 : 10% zeolit

3.4.5 Tahap Uji Efektivitas pada Tanah Masam Steril

Tahap kedua BPF diuji kemampuan pertumbuhannya dan dalam melarutkan fosfat pada tanah masam Oxisol asal Cigudeg. Setiap toples diisi tanah sebanyak 250 gram dan kelembaban dijaga 70% kapasitas lapang dengan penambahan larutan aquadest steril. Kemudian bakteri yang berasal dari media terbaik pada tahap pertama diinokulasikan ke dalam tanah Oxisol dan ditambahkan sumber P dari rock phosphate.

Rancangan penelitian yang dipakai pada tahap ini adalah RAL (Rancangan acak Lengkap) faktorial dengan dua faktor, yaitu ;

Faktor pertama konsentrasi media terbaik, terdiri dari :

1. H1 : Komposisi media terbaik pertama (*Pseudomonas putida* 27.4B) yaitu K2Z0I1
2. H2 : Komposisi media terbaik kedua (*Pseudomonas diminuta*) yaitu K2Z1I2
3. H3 : Komposisi media terbaik ketiga (*Pseudomonas putida* 27.4B) yaitu K4Z0I1

Faktor kedua adalah sumber fosfat (P) terdiri dari :

1. R0 : tanpa rock phosphate
2. R1 : Rock phosphate deposit Ciamis
3. R2 : Rock phosphate Crismas

Ketiga komposisi tersebut merupakan komposisi terbaik yang dipilih setelah uji pada tahap pertama. Penentuan komposisi terbaik berdasarkan jumlah populasi bakteri pelarut fosfat tertinggi pada inkubasi terakhir (hari ke 40) untuk perlakuan. Selanjutnya konsentrasi tersebut diinokulasikan pada tanah Oxisol untuk diujicoba kemampuan tumbuh dan dalam melarutkan fosfat.

Analisis dilakukan setiap 3 minggu sekali selama 9 minggu. Analisis tersebut meliputi : P-tersedia (Bray-1), populasi bakteri (Plate Count), pH H₂O(pH meter), Al-dd (titrasi HCl 0,1N), KTK (NH₄Oac pH 7), dan respirasi.

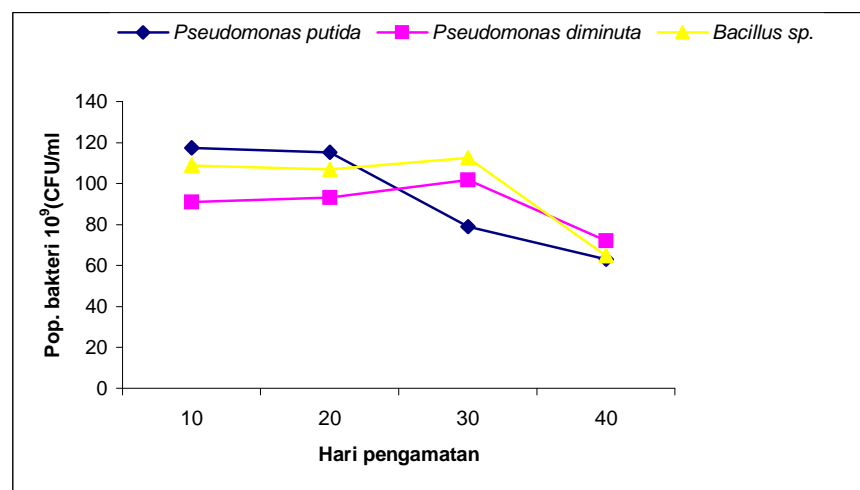
3.5 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan maka dilakukan analisis varian. Sedangkan untuk membedakan pengaruh rata-rata perlakuan diuji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Viabilitas Bakteri Pelarut Fosfat pada Media Kombinasi Senyawa Humik, Mollase dan Zeolit

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah senyawa humik dari jerami padi yang dicampur dengan mollase dan dikombinasikan dengan zeolit. Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing perlakuan dilakukan analisis varian pada setiap parameter yang diamati. Setelah dianalisis varian kemudian diadakan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



Grafik 1. Pola Pertumbuhan *Pseudomonas putida* 27.4B, *Pseudomonas diminuta*, dan *Bacillus sp* dalam Media Senyawa Humik, Mollase dan Zeolit Selama Masa Inkubasi

Kombinasi media senyawa humik, mollase ditambah zeolit ternyata mampu membuat bakteri pelarut fosfat bertahan hidup (Grafik 1.). Aktivitas bakteri pelarut fosfat dalam suatu media pembawa, apabila ditumbuhkan pada medium padat Pikosvaya dapat diamati dengan melihat adanya halo zone atau zona bening yang melingkar mengelilingi mikroorganisme tersebut. Peningkatan populasi terjadi mulai hari ke 10 yaitu $11,75 \cdot 10^{10}$ CFU/ml untuk *Pseudomonas putida* 27.4B, untuk *Pseudomonas diminuta* yaitu $9,08 \cdot 10^9$ CFU/ml sedangkan *Bacillus sp.* yaitu $10,89 \cdot 10^{10}$ CFU/ml dari inokulasi awal yaitu sebesar $1 \cdot 10^{10}$ CFU/ml. Pada hari ke 20 *Pseudomonas putida* 27.4B mengalami sedikit

penurunan yaitu sebesar $11,52 \cdot 10^{10}$ CFU/ml demikian pula dengan *Bacillus sp.* yaitu sebesar $10,7 \cdot 10^{10}$ CFU/ml. Sedangkan untuk *Pseudomonas diminuta* mengalami peningkatan yaitu $93,13 \cdot 10^9$ CFU/ml. Peningkatan kembali terjadi mulai hari ke 30 untuk isolat *Pseudomonas diminuta*, yaitu $10,16 \cdot 10^{10}$ CFU/ml dan *Bacillus sp.* yaitu sebesar $11,26 \cdot 10^{10}$ CFU/ml. Sedangkan untuk *Pseudomonas putida* 27.4B sedikit mengalami penurunan yaitu sebesar $79 \cdot 10^9$ CFU/ml. Pada hari ke 40 terjadi penurunan pada semua isolat. Penurunan populasi pada akhir inkubasi diduga karena nutrisi atau makanan sebagai sumber energi untuk bakteri yang terdapat pada media kurang sehingga persediaan makanan kurang mencukupi untuk pertumbuhan bakteri sehingga perkembangan bakteri mengalami penurunan (Widianti, 2004).

Ketiga isolat mempunyai kemampuan yang berbeda-beda untuk tumbuh dan berkembang dilingkungan baru yang ditempatinya. *Pseudomonas diminuta* lebih mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya dibandingkan dengan *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas putida* 27.4B. Pada hari terakhir pengamatan (H-40) jumlah populasi *Pseudomonas diminuta* yaitu sebesar $72,00 \cdot 10^9$ CFU/ml, sedangkan *Bacillus sp.* $63,02 \cdot 10^9$ CFU/ml dan *Pseudomonas putida* 27.4B sebesar $64,7 \cdot 10^9$ CFU/ml.

Isolat *Pseudomonas putida* 27.4B, *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus sp.* mampu hidup dan berkembang didalam media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit sampai dengan $6 \cdot 10^{10}$ CFU/ml (Grafik 1.). Hal ini sesuai dengan Rida (2004) adanya sumber makanan dan nutrisi yang terkandung dalam media berpengaruh terhadap jumlah populasi yang diinokulasikan.

Pengaruh dari tiap-tiap faktor perlakuan dapat dilihat dengan menggunakan analisis varian dan uji Duncan taraf kepercayaan 95% (lampiran 1). Interaksi antara perlakuan konsentrasi senyawa humik dan mollase, isolat dan zeolit menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap populasi bakteri pada hari 10, 20, 30, maupun 40 (lampiran 1). Pada hari ke 10 faktor yang paling berpengaruh terhadap populasi bakteri adalah faktor konsentrasi humik dan mollase serta faktor isolat. Pada hari ke 20 dan ke 40 faktor yang paling berpengaruh terhadap populasi bakteri adalah faktor isolat.

Tabel 3. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik dan Mollase (%C) serta Isolat Terhadap Populasi Bakteri (CFU/ml) pada Hari Ke 30

| Perlakuan | Konsentrasi Humik (K) | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | Ko (0%) | K1 (5%) | K2 (10%) | K3 (15%) | K4(20%) |
| Io (Kontrol) | 0.00f | 0.00f | 0.00f | 0.00f | 0.00f |
| I1 (<i>P. putida</i>) | 82.50cde | 77.67de | 74.25de | 65.83e | 94.75bcde |
| I2 (<i>P. diminuta</i>) | 133.17ab | 127.33abc | 98.67bcde | 56.58e | 92.50bcde |
| I3 (<i>Bacillus sp.</i>) | 71.75de | 167.83a | 131.58abc | 122.25abcd | 69.50e |

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

Tabel 4. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Humik dan Mollase (%C) serta Zeolit (%) Terhadap Populasi Bakteri (CFU/ml) pada Hari Ke 30

| Konsentrasi Zeolit | Konsentrasi Humik dan Mollase (K) | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|---------|----------|----------|---------|
| | Ko (0%) | K1 (5%) | K2 (10%) | K3 (15%) | K4(20%) |
| Z0 (0%) | 97.42ab | 76.58bc | 73.58bc | 61.04bc | 68.17bc |
| Z1 (10%) | 46.29c | 109.83a | 78.67abc | 61.29bc | 60.21bc |

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

Sedangkan pada hari ke 30 faktor yang paling berpengaruh terhadap populasi adalah faktor kombinasi media senyawa humik dan mollase serta isolat serta kombinasi media senyawa humik, mollase dan zeolit. Penambahan ketiga isolat yaitu *Pseudomonas putida* 27.4B, *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus sp.* menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata dengan kontrol atau tanpa penambahan isolat pada semua konsentrasi media kombinasi terhadap populasi bakteri (Tabel 3.). Perlakuan kombinasi humik dan mollase pada konsentrasi 20%

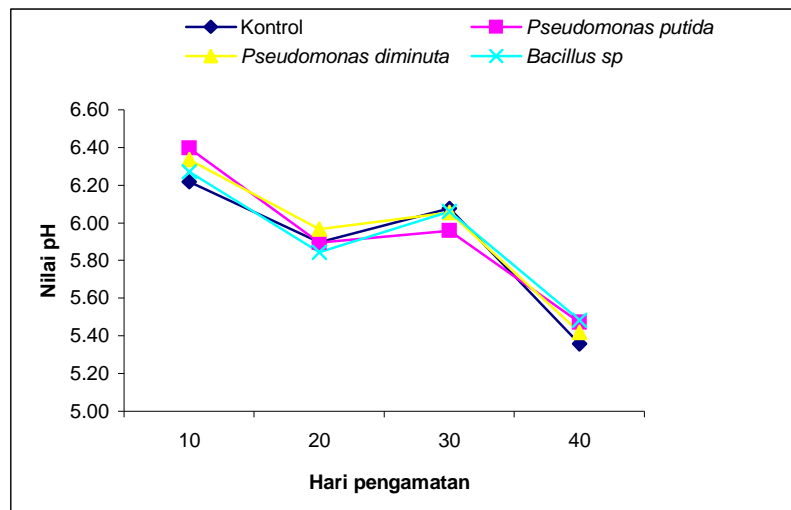
(K4) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan semua konsentrasi kombinasi humik, mollase kecuali pada perlakuan konsentrasi humik, mollase 0% (K0) pada perlakuan isolat *Bacillus sp.* Selain faktor interaksi senyawa humik, mollase dan isolat faktor lain yang mempunyai pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi bakteri adalah faktor interaksi antara senyawa humik, mollase dan zeolit (Tabel 4.). Penambahan zeolit pada konsentrasi 10% menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa penambahan zeolit (0%) pada konsentrasi humik dan mollase 0% dan 5% C-Organik terhadap populasi bakteri.

Faktor yang paling berpengaruh nyata terhadap populasi bakteri sampai hari ke 40 adalah faktor isolat, hal ini disebabkan tiap-tiap isolat mempunyai kemampuan yang berbeda dalam tumbuh dan berkembang dalam lingkungan baru yang ditempatinya.

4.1.1 Kemasaman pH Media Selama Inkubasi

Potensial Hidrogen (pH) menunjukkan tingkat kemasaman dalam suatu media. Makin tinggi kandungan ion OH^- maka media tersebut menjadi alkalin, sedangkan bila makin tinggi kandungan ion H^+ maka media tersebut menjadi asam. Kemasaman senyawa humik dan mollase yang dikombinasikan dengan zeolit awal (sebelum perlakuan) memiliki nilai pH sebesar 6,27 (lampiran 11). Nilai ini termasuk dalam kategori masam.

Nilai pH media senyawa humik, mollase dan zeolit selama inkubasi cenderung menurun sampai dengan hari terakhir pengamatan (H-40) (Grafik 2.). Menurut Subba Rao (1982) penurunan pH pada media disebabkan oleh asam-asam organik yang dikeluarkan oleh Bakteri Pelarut Fosfat dalam aktivitasnya. Bakteri Pelarut Fosfat akan membebaskan sejumlah asam-asam organik antara lain asam sitrat, glutamat, suksinat, laktat, oksalat, glikooksalat, malat, fumarat, tartarat, dan alpha ketobutirat. Meningkatnya asam-asam organik tersebut disebabkan juga oleh populasi yang sampai tinggi dan kemudian diikuti oleh penurunan pH tanah yang sangat tajam.



Grafik 2. Perubahan pH Media Selama Inkubasi

Interaksi antara perlakuan konsentrasi humik dengan mollase, isolat, dan konsentrasi zeolit menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap pH media pada hari ke 10, 30, dan 40 (lampiran 2). Pada hari ke 10 yang paling berpengaruh terhadap pH media adalah faktor konsentrasi humik dan mollase, isolat dan interaksi antara konsentrasi zeolit dan isolat. Pada hari ke 30 yang paling berpengaruh terhadap pH media adalah faktor konsentrasi humik dan mollase serta interaksi antara konsentrasi humik, mollase dan isolat.

Pada hari ke 40 faktor yang paling berpengaruh terhadap pH media adalah faktor konsentrasi humik, mollase dan isolat serta interaksi antara konsentrasi humik mollase dan isolat. Sedangkan pada hari ke 20 interaksi antara konsentrasi humik mollase, isolat dan konsentrasi zeolit menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pH media.

Pada hari ke 20 semua penambahan dari masing-masing ketiga isolat yaitu *Pseudomonas putida* 27.4B, *Pseudomonas diminuta*, dan *Bacillus sp.* pada konsentrasi media senyawa humik, mollase 0% (K1) baik dengan penambahan zeolit 10% maupun tanpa penambahan zeolit menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan semua perlakuan media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit (K1, K2, K3, dan K4) terhadap pH media (Tabel 5.).

Nilai pH media berbeda disebabkan adanya perbedaan kandungan C-organik dalam media dimana semakin tinggi konsentrasi C-organik media kombinasi yang digunakan mempunyai kecenderungan nilai pH juga semakin rendah dari media kontrol. *Pseudomonas putida* 27.4B menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas diminuta* terhadap pH media pada konsentrasi media senyawa humik, mollase 15% (K3) disemua konsentrasi zeolit, sedangkan *Bacillus sp.* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pula dengan *Pseudomonas putida* 27.4B pada konsentrasi senyawa humik, mollase 15% dengan penambahan zeolit 10% (K3Z1) dan konsentrasi senyawa humik, mollase 20% tanpa penambahan zeolit (K4Z0).

4.1.2 Jumlah P Larut dalam Media Selama Inkubasi

Sumber P yang ditambahkan kedalam media senyawa humik mollase dan zeolit berasal dari $\text{Ca}_3(\text{PO})_4$ sebanyak 1 gram atau setara dengan 2000 ppm P. Hasil analisis varian (lampiran 3) menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi senyawa humik mollase dan zeolit menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap jumlah P yang terlarut dalam media pada hari ke 10 dan ke 20 semua faktor perlakuan baik konsentrasi media, isolat, dan zeolit serta interaksinya menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap jumlah P yang terlarut dalam media.

Pada hari ke 30 faktor yang paling berpengaruh terhadap P-larut adalah konsentrasi humik, mollase, faktor isolat serta interaksi antara konsentrasi humik, mollase dan isolat. Sedangkan pada hari ke 40 interaksi isolat dan media kombinasi senyawa humik, molasse dan zeolit menunjukkan pengaruh yang sangat nyata (lampiran 3). Pada perlakuan konsentrasi media senyawa humik, mollase 15% dengan penambahan zeolit 10% (K3Z1) dan tanpa penambahan zeolit (K3Z0) perlakuan penambahan ketiga isolat yaitu *Pseudomonas putida* 27.4B, *Pseudomonas diminuta*, dan *Bacillus sp.* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan kontrol atau tanpa isolat terhadap P-larut media demikian pula pada konsentrasi media senyawa humik, mollase 20% (K4) disemua konsentrasi zeolit (Tabel 6.). Isolat *Pseudomonas putida* 27.4B menunjukkan pengaruh yang

berbeda nyata dengan *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus sp.* pada perlakuan media pada konsentrasi senyawa humik, molase 15% dan zeolit 10% (K3Z1).

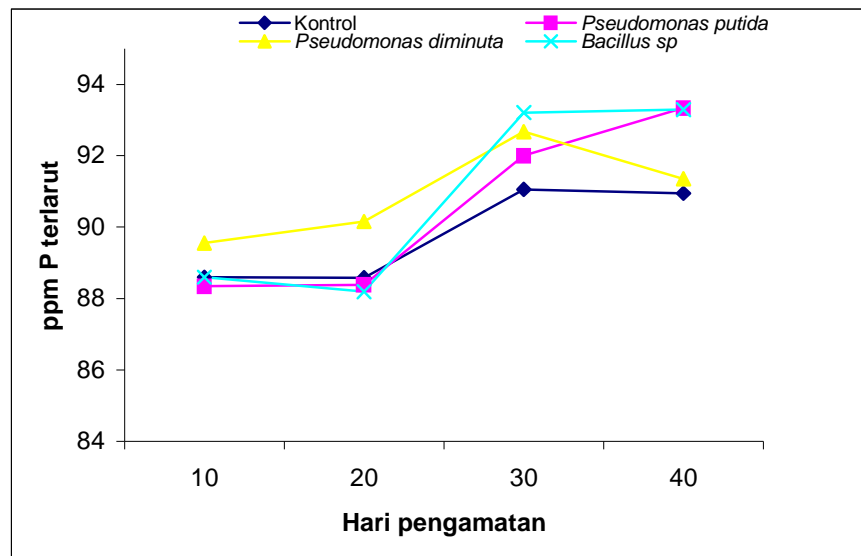
Tingkat pelarutan P oleh ketiga isolat memiliki pola kecenderungan yang sama (Grafik 3.). Puncak peningkatan pelarutan P terjadi pada hari ke 40 terkecuali *Pseudomonas diminuta* yang mengalami puncak peningkatan pada hari ke 30 dan kemudian menurun pada hari ke 40. Kelarutan P tertinggi oleh *Pseudomonas putida* 27.4B yaitu sebesar 93,34 ppm atau 2.63% dari kontrol dari kontrol. Sedangkan *Bacillus sp.* mampu melarutkan P sebesar 93,29 ppm atau 2.57% kali dari kontrol.

Pada hari ke 10 tingkat pelarutan P oleh isolat hampir sama, dengan kontrol, kecuali pada isolat *Pseudomonas diminuta* yang memiliki tingkat pelarutan paling tinggi dibandingkan dengan kedua isolat lainnya yaitu sebesar 89,56 ppm atau 1.08% dari kontrol (Grafik 3.). *Pseudomonas putida* 27.4B mempunyai pelarutan P sebesar 88,35 ppm, sedangkan *Bacillus sp.* Pelarutan P nya sebesar 88,60 ppm.

Pada hari ke 20 kandungan P larut mengalami peningkatan dibandingkan dengan hari sebelumnya. *Pseudomonas diminuta* meningkat sebesar 90,16 ppm, *Pseudomonas putida* 27.4B meningkat sebesar 88,38 ppm dan *Bacillus sp.* mengalami penurunan yaitu sebesar 88,19 ppm.

Pada hari ke 30 *Pseudomonas diminuta* mengalami puncak peningkatan pelarutan P yaitu sebesar 92,68 ppm atau 1.77% dari kontrol, sedangkan *Pseudomonas putida* 27.4B mampu melarutkan P sebesar 92 ppm atau sebesar 1.02% dari kontrol dan *Bacillus sp.* mampu melarutkan P sebesar 93.22 ppm atau 2.36% dari kontrol.

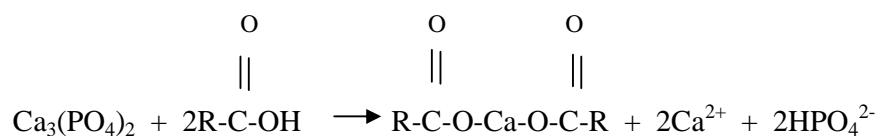
Pseudomonas putida 27.4B mampu melarutkan P tertinggi pada hari ke 40, *Bacillus sp.* mampu melarutkan P tertinggi yaitu sebesar 93,29 ppm. Sedangkan *Pseudomonas diminuta* mengalami penurunan pelarutan P yaitu sebesar 91,35 ppm. Penurunan kelarutan fosfat pada inkubasi terakhir kemungkinan disebabkan karena pemanfaatan kembali fosfat yang tersedia oleh mikroba yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroba pelarut fosfat.



Grafik 3. Tingkat Pelarutan P dalam Media Selama Inkubasi

Perbedaan P yang terlarut pada media senyawa humik, mollase dan zeolit sangat tergantung pada kemampuan dari masing-masing isolat yang digunakan, ha ini disebabkan setiap isolat mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam melarutkan P, begitu pula waktu yang dibutuhkan untuk mencapai pelarutan yang maksimal. Perbedaan-perbedaan dalam kemampuan meningkatkan kelarutan fosfat dari setiap bakteri bisa disebabkan perbedaan pola pertumbuhan bakteri. Setiap spesies bakteri mempunyai kemampuan secara genetik yang berbeda dalam menghasilkan asam-asam organik baik dalam jumlah dan jenisnya selama pertumbuhan. Hal inilah yang mempunyai peranan dalam menentukan tinggi dan rendahnya pelarutan P (Tatiek, 1991).

Sumber fosfat yang berada dalam media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit seperti diketahui adalah merupakan bentuk P yang sukar larut (Ca-P) maka secara langsung maupun tidak langsung aktivitas bakteri mempengaruhi reaksi yang terjadi dalam membantu pelepasan fosfor. Salah satu reaksi yang dapat terjadi yaitu :



Berdasarkan pola perkembangan populasi Bakteri Pelarut Fosfat dalam media dan pola pelarutan P dalam media, dapat menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif diantara keduanya sampai hari ke 40. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $r = 0,58864$, dimana semakin tinggi jumlah populasi bakteri Pelarut Fosfat dalam media maka jumlah P yang terlarut dalam media juga semakin meningkat.

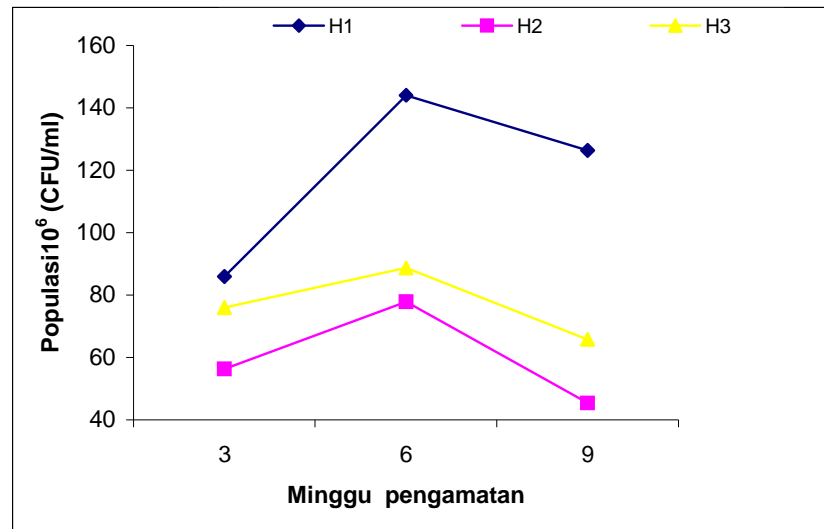
4.2 Efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam Media Senyawa Humik, Mollase, dan Zeolit pada Tanah Oxisol

Uji efektivitas bakteri pelarut fosfat pada tanah Oxisol dilakukan setelah inkubasi isolat dalam media senyawa humik, molase, dan zeolit selama 40 hari yaitu pada perlakuan K2Z0I1 (senyawa humik, mollase 10% dan 0% zeolit dan *Pseudomonas putida* 27.4B), K2Z1I2 (senyawa humik, mollase 10% dan 10% zeolit dan *Pseudomonas diminuta*), dan K4Z0I1 (senyawa humik, mollase 20% dan 0% zeolit dan *Pseudomonas putida* 27.4B) yang terpilih berdasarkan jumlah populasi bakteri pelarut fosfat pada inkubasi terakhir (hari ke 40). Kombinasi terbaik dan terpilih dimasukkan ke dalam tanah oxisol dengan penambahan rock phosphate asal Ciamis dan Crismas dan diinkubasi. Variabel yang diamati untuk uji efektivitas yaitu aktivitas isolat antara lain kemampuannya dalam melarutkan P, populasi, dan respirasi pada tanah Oxisol.

4.2.1 Jumlah Populasi Bakteri Pelarut Fosfat dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi

Perkembangan Bakteri Pelarut Fosfat dalam tanah Oxisol dapat dilihat pada grafik 5. Perkembangan kedua isolat dengan konsentrasi media yang berbeda pada jenis tanah Oxisol menunjukkan variasi yang hampir sama. Pada minggu pengamatan ke 3 semua isolat terlihat turun populasinya dari populasi awal. *Pseudomonas putida* 27.4B pada H1 (senyawa humik, mollase 10% + zeolit 0%) turun yaitu sebesar $85,94 \cdot 10^6$ CFU/ml dari inokulasi awal sebesar $53,125 \cdot 10^7$ CFU/ml, demikian pula dengan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 (senyawa humik, mollase 20% + zeolit 0%) turun dari inokulasi awal sebesar $58,75 \cdot 10^7$ CFU/ml menjadi $76,06 \cdot 10^6$ CFU/ml. Sedangkan *Pseudomonas diminuta* dalam H2

(senyawa humik, molase 10% + zeolit 10%) mengalami penurunan sebesar $56.33.10^6$ CFU/ ml dari inokulasi awal $59,5.10^7$ CFU/ml. Penurunan ini disebabkan bakteri yang diinokulasikan ke dalam tanah Oxisol masih dalam tahap adaptasi dengan lingkungannya, karena lingkungan yang baru belum tentu serupa dengan lingkungan asal bakteri.



Grafik 5. Pola Pertumbuhan *Pseudomonas putida* 27.4B dan *Pseudomonas diminuta* dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi

Semua Isolat mengalami puncak peningkatan pada minggu pengamatan ke 6 (Grafik 5.). *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1 memiliki tingkat populasi tertinggi yaitu sebesar $14,406.10^7$ CFU/ml, sedangkan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 mengalami peningkatan yaitu sebesar $8,87.10^7$ CFU/ml dan *Pseudomonas diminuta* dalam H2 sebesar $7,79.10^7$ CFU/ml. Pada minggu pengamatan ke 9 semua isolat mulai menunjukkan penurunan.

Penurunan jumlah populasi ini dikarenakan kandungan hara dan nutrisi untuk isolat tersebut setelah inokulasi dalam media, sehingga pada waktu dimasukkan dalam tanah Oxisol nutrisi yang dikandung media semakin habis. Tetapi jumlah populasi bakteri pelarut fosfat ini masih berada pada kondisi yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan bakteri. Tanah Oxisol yang dipakai merupakan tanah yang disterilisasi dan kahat unsur hara sehingga nutrisi yang terbatas juga mempengaruhi isolat untuk berkembang. Hal ini sesuai dengan

Alexander (1977) pada tanah-tanah yang subur isolat bakteri yang diinokulasi menunjukkan kemampuan melarutkan fosfat, jumlahnya sebesar 1.10^5 - 1.10^7 sel per gram tanah kering.

Tabel 7. Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Jumlah Populasi BPF (CFU/ml) pada Minggu Ke 3

| Minggu | Perlakuan | Asal Rock Phosphate | | |
|--------|-----------|---------------------|-------------|--------------|
| | | Kontrol/tanpa P(R0) | Ciamis (R1) | Crismas (R2) |
| 3 | H1 | 123.33a | 71.42bc | 63.08bc |
| | H2 | 41.25c | 67.83bc | 59.92bc |
| | H3 | 54.17c | 76.42bc | 97.58ab |

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

Pengaruh dari tiap-tiap perlakuan dapat dilihat dari hasil analisis varian (lampiran 4). Interaksi antara konsentrasi media (H) dengan penambahan rock phosphate (R) menunjukkan pengaruh yang sangat nyata pada minggu ke 3, sedangkan pada minggu pengamatan ke 6 dan ke 9 menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap populasi bakteri. Pada minggu pengamatan ke 9 faktor yang paling berpengaruh terhadap populasi bakteri dalam tanah adalah faktor penambahan media (K).

Pada pengamatan minggu ke 3 penambahan rock phosphate asal Ciamis (R1) dan asal Crismas (R2) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan kontrol pada perlakuan kombinasi media H1 terhadap populasi bakteri pelarut fosfat pada tanah Oxisol (Tabel 7.). *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1 (humik, mollase 10% + 0% zeolit) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas diminuta* dalam media H2 (humik, mollase 10% dan 10% zeolit) dan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 (humik, mollase 20% dan 0% zeolit) pada konsentrasi rock phosphate kontrol (R0). Penambahan rock phosphate asal Crismas (R2) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan kontrol (tanpa penambahan rock phosphate) pada penambahan media H3 terhadap populasi bakteri dalam tanah.

4.2.2 Jumlah P Larut dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi

Pada perlakuan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan penambahan media ke dalam tanah Oxisol yang ditambahkan sumber fosfat alami (rock phosphate) terhadap P-larut. Pada minggu pengamatan ke 3 dan ke 9 interaksi antara perlakuan media dengan penambahan rock phosphate menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata (lampiran 5). Sedangkan pada minggu pengamatan ke 6 interaksi keduanya menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap P- larut tanah . Pada minggu pengamatan ke 9 faktor yang paling berpengaruh sangat nyata terhadap P-larut tanah adalah faktor penambahan media dan faktor penambahan sumber fosfat.

Pada pengamatan minggu ke 6 isolat *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1(humik, mollase 10% dan 0% zeolit) dan *Pseudomonas diminuta* dalam H2 (humik, mollase 10% dan 0% zeolit) pada konsentrasi rock phosphate asal Ciamis atau R1 (Tabel 8.).

Tabel 8. Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap P Terlarut Tanah (ppm) pada Minggu Ke 6

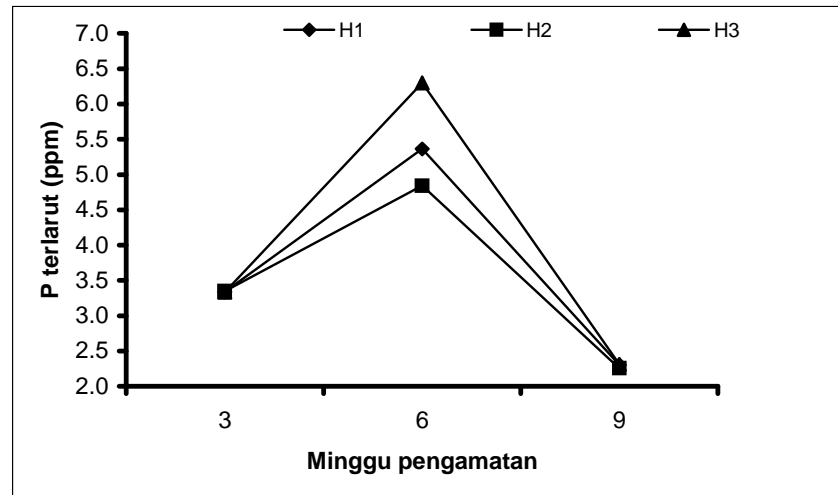
| Minggu | Perlakuan | Asal Rock Phosphate | | |
|--------|-----------|---------------------|-------------|--------------|
| | | Kontrol/tanpa P(R0) | Ciamis (R1) | Crismas (R2) |
| 6 | H1 | 4.54cd | 4.7cd | 6.85ab |
| | H2 | 4.2d | 4.71cd | 5.6bcd |
| | H3 | 5.65bcd | 7.28a | 5.97abc |

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

Pada konsentrasi H1 (humik, mollase 10%, tanpa zeolit dan isolat *Pseudomonas putida* 27.4B) penambahan R2 (rock phosphate Ciamis) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan R0 (kontrol) dan R1 (rock phosphate Crismas) terhadap P-larut tanah, hal ini disebabkan adanya sumber P berbeda yang ditambahkan juga mempunyai tingkat kelarutan yang berbeda pula.

Fluktuasi yang ditunjukkan oleh beberapa media dengan berbagai sumber rock phosphate yang ditambahkan menunjukkan pola yang hampir sama, dimana

P yang terlarut mengalami puncak peningkatan pada minggu pengamatan ke 6 yaitu sebesar 6,29 ppm oleh isolat *Pseudomonas putida* 27.4B pada media kombinasi senyawa humik, mollase 20% tanpa zeolit H3 (Grafik 5.).



Grafik 5. Jumlah P Terlarut pada Tanah Oxisol Selama Inkubasi

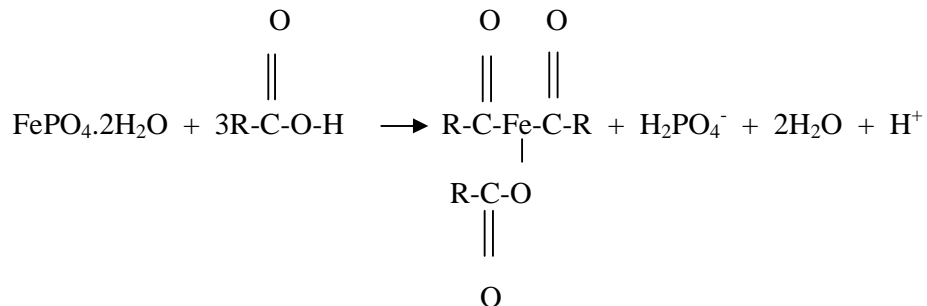
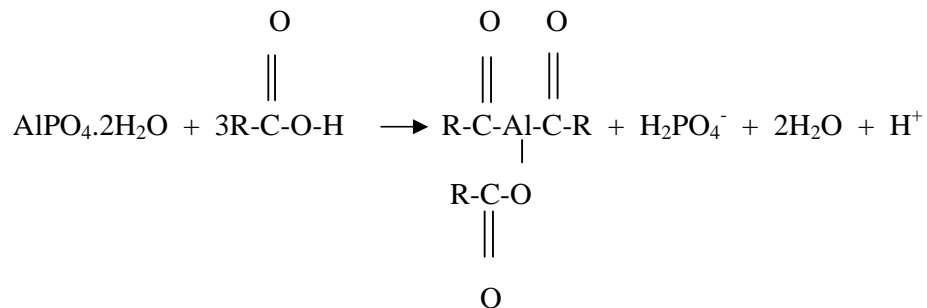
Pada pengamatan minggu ke 3 penambahan isolat ke dalam tanah Oxisol menyebabkan nilai P tersedia dalam tanah menurun dari nilai P tersedia tanah awal, yaitu 5,7 ppm (lampiran10.). Hal ini disebabkan bentuk P tersedia dalam tanah terkelat oleh ion Al sehingga menjadi bentuk yang tidak tersedia ($AlPO_4$). Nilai P tersedia tanah secara umum mulai mengalami peningkatan pada minggu pengamatan ke 6 yaitu sebesar 6,8 ppm (Grafik 6). Peningkatan ini disebabkan adanya aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam mengeluarkan asam-asam organik yang menyebabkan terlepasnya kompleks ikatan P dengan Al. Reabsorpsi ion Al dengan ion PO_4 terjadi kembali pada pengamatan minggu ke 9 yang menyebabkan nilai P tersedia tanah menurun. Hal ini disebabkan konsentrasi ion Al jauh lebih tinggi dari konsentrasi asam organik yang dikeluarkan bakteri

Isolat *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H2 mampu melarutkan P tanah sebesar 5,36 ppm dan *Pseudomonas diminuta* dalam H1 melarutkan P tanah sebesar 4,84 ppm. Peningkatan P larut ini diikuti dengan peningkatan populasi Bakteri Pelarut Fosfat, dimana semakin tinggi populasi semakin banyak pula asam-asam organik yang dilarutkan oleh Bakteri Pelarut Fosfat. Asam-asam

organik inilah yang menentukan tingginya pelarutan fosfat (Rao, 1982). Asam organik mampu meningkatkan P tersedia tanah melalui beberapa mekanisme, diantaranya adalah : (1) anion organik bersaing dengan ion ortofosfat pada permukaan tapak jerapan koloid yang bermuatan positif, (2) pelepasan ortofosfat dari ikatan logam-P melalui pembentukan kompleks logam organik, (3) modifikasi muatan permukaan tapak jerapan oleh ligan organik. Selain menghasilkan asam organik mikroba *Aspergillus*, *Penicilium*, *Rhizopus*, *Cunninghamella*, *Arthobacter*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* dan *Bacillus* juga menghasilkan enzim-enzim yang dapat melarutkan bentuk P-organik dalam tanah (Alexander, 1978). Secara sederhana enzim fosfatase mengkatalis dengan reaksi sebagai berikut (reaksi 1):



Pelarutan fosfat oleh asam-asam organik (reaksi 2):



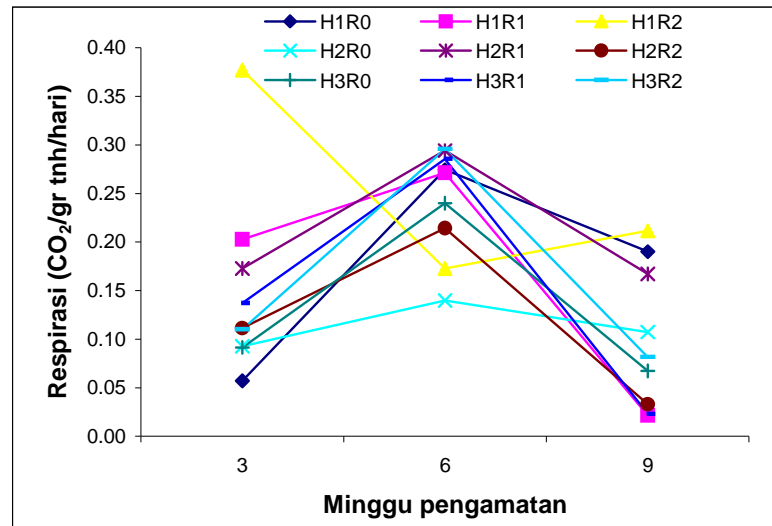
Isolat *Pseudomonas putida* 27.4B sedikit lebih banyak melarutkan P pada tanah Oxisol terutama pada perlakuan penambahan sumber P rock phosphate asal Ciamis dibandingkan dengan Isolat *Pseudomonas diminuta* pada berbagai perlakuan rock phosphate sampai minggu pengamatan ke 9 (lampiran 5c). Hal ini disebabkan rock phosphate asal Ciamis mempunyai kandungan P larut dalam asam sitrat yang lebih tinggi dari rock phosphate asal Crismas (lampiran 11). Menurut Setiawati (1998) rock phosphate lebih mampu dilepas dari ikatannya apabila mempunyai kadar P larut asam sitrat tinggi.

Perbedaan P-larut tanah yang disebabkan pengaruh penambahan media kombinasi dan rock phosphate ini masih berada di atas P terlarut tanah sebelum penelitian, yaitu 5.7 ppm ppm (lampiran 10). Hal ini membuktikan bahwa terjadi peningkatan pelarutan P tanah Oxisol setelah inokulasi Bakteri Pelarut Fosfat dibandingkan sebelum inokulasi Bakteri Pelarut Fosfat. Aktivitas bakteri sangat berpengaruh terhadap tingkat pelarutan P. Berdasarkan pola yang ditunjukkan oleh jumlah populasi bakteri dalam tanah dengan P larut dalam tanah menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan jumlah populasi bakteri dalam tanah dengan peningkatan P larut tanah. Hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi atau $r = 0.5692$ dimana semakin tinggi populasi maka tingkat pelarutan P nya semakin tinggi pula.

4.2.3 Respirasi Bakteri Pelarut Fosfat dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi

Respirasi merupakan proses pembongkaran atau katabolisme dimana energi yang tersimpan ditimbulkan kembali untuk melakukan kehidupan, respirasi menghasilkan gas karbondioksida (CO_2). Karbondioksida yang dihasilkan dalam proses respirasi akan menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk beraktivitas. Kandungan CO_2 pada minggu pengamatan ke 3 turun yaitu sebesar $0.06 \text{ CO}_2/250 \text{ gr tanah/ hari}$ (Grafik 8.).

Pada pengamatan minggu ke 6 semua isolat menunjukkan peningkatan kandungan CO_2 pada semua perlakuan kecuali pada isolat *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1(humik, mollase 10% dan 0% zeolit) dengan penambahan rock fosfat asal Crismas (R2) turun yaitu sebesar $0.17 \text{ CO}_2/250\text{gr tanah/hari}$.



Grafik 8. Aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam Tanah Oxisol Selama Inkubasi

Puncak peningkatan terjadi pada minggu ke 6 yaitu isolat *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 (humik, mollase 20% dan 0% zeolit) dengan penambahan rock phosphate asal Crismas yaitu sebesar 0.30 CO₂/250gr tanah/hari. Sedangkan puncak peningkatan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1R2 terjadi pada minggu ketiga yaitu sebesar 0.38 CO₂/250gr tanah/hari.

Secara umum fluktuasi yang ditunjukkan oleh aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam tanah menunjukkan pola yang hampir sama dimana puncak aktivitas terjadi pada pengamatan minggu ke 6. Kandungan CO₂ yang meningkat disebabkan karena aktivitas lebih besar sehingga CO₂ yang dikeluarkan meningkat pula walaupun jumlah populasi menurun dari minggu sebelumnya.

Pada minggu pengamatan ke 9 kandungan CO₂ semua isolat mengalami penurunan, kecuali isolat *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3R2 yang mengalami peningkatan kembali yaitu sebesar 0.21 CO₂/250gr tanah/hari.

4.3 Pengaruh Isolat dalam Media Kombinasi Senyawa Humik, Mollase dengan dan tanpa Zeolit terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah

Setelah diamati bagaimana efektivitas kombinasi media terhadap tanah Oxisol dilanjutkan dengan uji analisis beberapa sifat kimia tanah untuk

mengetahui perubahan beberapa sifat kimia akibat penambahan kombinasi isolat pada media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit. Variabel yang diamati antara lain adalah : Al-dd tanah, pH tanah selama inkubasi, KTK tanah selama inkubasi.

4.3.1 Al-dd Tanah Selama Inkubasi

Aluminium dapat ditukar merupakan suatu indikator untuk mengetahui kadar Al dalam tanah. Keberadaannya dalam tanah perlu diketahui agar tidak sampai pada tingkat yang meracuni bagi tanaman. Berdasarkan hasil analisis varian (lampiran 7) dapat dilihat bahwa interaksi antara H (kombinasi isolat dengan senyawa humik, mollase dan zeolit) dan R (rock phosphate) menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata pada minggu ke 3. Sedangkan pada minggu pengamatan ke 6 dan 9 interaksi keduanya menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap Al-dd tanah.

Tabel 9. Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Al-dd Tanah (me/100 gram) pada Minggu Ke 6 dan 9

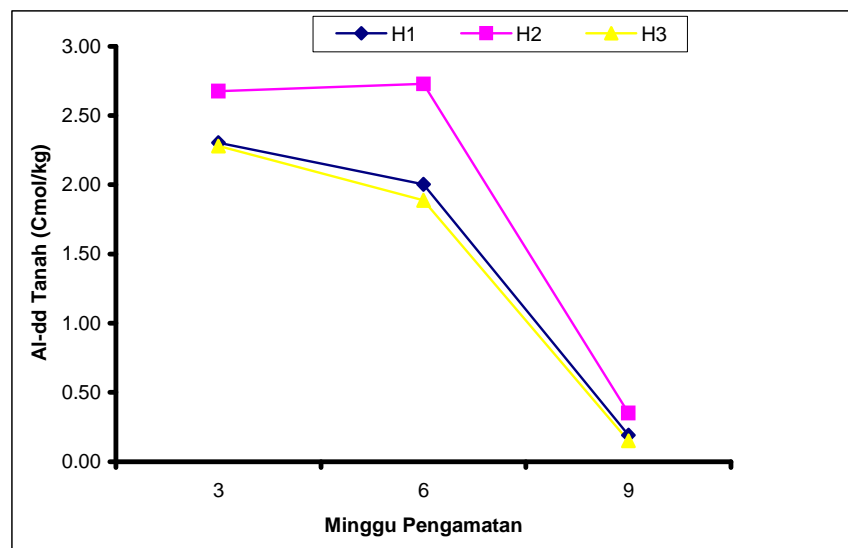
| Minggu | Perlakuan | Asal Rock Phosphate | | |
|--------|-----------|---------------------|-------------|--------------|
| | | Kontrol/tanpa P(R0) | Ciamis (R1) | Crismas (R2) |
| 6 | H1 | 0.99bc | 2.16ab | 2.85 a |
| | H2 | 2.95a | 2.42 a | 2.82 a |
| | H3 | 2.18ab | 0.87 c | 2.61 a |
| 9 | H1 | 0.16b | 0.21b | 0.21b |
| | H2 | 0.45a | 0.20b | 0.40a |
| | H3 | 0.21b | 0.16b | 0.08b |

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

Pada minggu ke 6 penambahan R2 (rock phosphate asal Crismas) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan kontrol (R0) pada konsentrasi H1 (*Pseudomonas putida* 27.4B dalam humik, mollase 10% dan 0% zeolit) terhadap Al-dd tanah (Tabel 9.). Isolat *Pseudomonas diminuta* dalam H2 (humik,mollase 10% dan 10% zeolit) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 (humik,mollase 20% dan 0% zeolit) pada penambahan rock phosphate asal Ciamis (R1). Penambahan R1 (rock phosphate asal Ciamis) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan

penambahan R2 (rock phosphate asal Crismas) dan R0 (kontrol) pada konsentrasi H3. *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas diminuta* dalam H2 pada konsentrasi rock phosphate 0% (kontrol).

Pada minggu ke 9 isolat *Pseudomonas diminuta* dalam H2 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 dan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1 pada perlakuan penambahan R0 (kontrol), demikian pula pada perlakuan penambahan R2 (Tabel 9.), hal ini disebabkan secara genetik setiap isolat mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan asam organik dimana asam organik ini yang menyebabkan Al terkelat sehingga menyebabkan Al-dd tanah cenderung menjadi semakin kecil. Penambahan R1 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan penambahan R2 dan R0 pada konsentrasi H2 (*Pseudomonas diminuta* dalam humik, mollase 10% dan 10% zeolit). *Pseudomonas putida* dalam H1 dan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata pada semua penambahan rock phosphate terhadap Al-dd tanah. Sesuai dengan hasil pengamatan dapat dilihat bahwa kadar Al-dd tanah selama inkubasi terus mengalami penurunan sampai minggu pengamatan ke 9, yaitu sebesar 0.08 me/100 gram tanah.



Grafik 9. Nilai Al-dd Tanah pada Tanah Oxisol Selama Inkubasi

Nilai Al-dd tanah meningkat dari nilai Al-dd tanah awal pada pengamatan minggu ke 3 (Grafik 9.). Hal ini disebabkan ion Al sudah mulai terlepas dari ikatan $AlPO_4$ akan tetapi belum dikompleks secara keseluruhan oleh anion organik dari senyawa humik dan mollase. Nilai Al-dd tanah Oxisol terus mengalami penurunan sampai minggu terakhir pengamatan atau minggu ke 9 .

Tanah Oxisol pada analisis awal mempunyai kandungan Al-dd yang cukup tinggi, yaitu sebesar 1,78 Cmol/kg (lampiran 10). Pemberian isolat dalam media kombinasi senyawa humik, mollase dan zeolit pada tanah Oxisol sampai minggu terakhir pengamatan mampu menurunkan nilai Al-dd tanah hingga 0,08 me/100 gram tanah (Grafik 9.). Hal ini disebabkan karena adanya asam-asam organik yang dikeluarkan oleh bakteri mampu mengkelat Al-dd dalam tanah (Reaksi 2.). Asam-asam organik yang dikeluarkan oleh bakteri tersebut antara lain asam suksinat, asam malat, asam oksalat, asam sitrat, asam alfa ketobutirat, asam fumarat, dan asam asetat (Alexander, 1977 dan Premono, 1994). Jumlah asam-asam organik yang dikeluarkan oleh *Pseudomonas putida* 27.4B lebih besar dari jumlah asam-asam organik yang dihasilkan oleh *Pseudomonas diminuta* yaitu sebesar 70,3 ppm dan 61,9 ppm (Setiawati, 2004).

4.3.2 pH Tanah Selama Inkubasi

Potensial Hidrogen (pH) dapat berfungsi sebagai salah satu indikator untuk mengetahui kondisi tanah secara kimiawi. Kemasaman dan kebasaaan tanah penting untuk diketahui karena akan berpengaruh pada aktivitas mikroba tanah. Pada minggu pengamatan ke 3 faktor H (media kombinasi senyawa humik, mollase, zeolit dan isolat) dan faktor R (rock phosphate) menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH tanah (lampiran 8). Sedangkan pada minggu pengamatan ke 6 dan ke 9 interaksi keduanya menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata. Pada minggu pengamatan ke 6 dan ke 9 faktor kombinasi media terbaik atau H berpengaruh nyata terhadap nilai pH tanah.

Pada pengamatan minggu ke 3 faktor penambahan R1 (rock phosphate asal Ciamis) dan R2 (rock phosphate asal Crismas) menunjukkan pengaruh yang

sangat berbeda nyata dengan R0 (kontrol) pada konsentrasi H3 (*Pseudomonas putida* 27.4B dalam humik, molase 20% dan 0% zeolit) (Tabel 10.).

Tabel 10. Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Nilai pH Tanah pada Minggu Ke 3

| Minggu | Perlakuan | Asal Rock Phosphate | | |
|--------|-----------|---------------------|-------------|--------------|
| | | Kontrol/tanpa P(R0) | Ciamis (R1) | Crismas (R2) |
| 3 | H1 | 5.01 b | 4.68 b | 4.84 b |
| | H2 | 4.84 b | 4.71 b | 4.88 b |
| | H3 | 5.86 a | 4.90 b | 4.88 b |

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

Isolat *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1 (humik, molase 10% dan 0% zeolit) dan *Pseudomonas diminuta* dalam H2 (humik, molase 10% dan 5% zeolit) pada perlakuan R0 (kontrol). Secara umum penambahan sumber P (rock phosphate) memiliki kecenderungan nilai pH tanah yang lebih rendah daripada tanah dengan perlakuan tanpa perlakuan rock phosphate (kontrol). Nilai pH tanah Oxisol cenderung semakin menurun sampai hari terakhir pengamatan, hal ini disebabkan adanya asam-asam organik yang dikeluarkan oleh bakteri dimana nilai pH semakin rendah diikuti oleh nilai P-larut tanah yang semakin meningkat, dimana pada reaksi pelarutan fosfat oleh asam organik ion H^+ terlepas (Reaksi 2.).

4.3.3 KTK Tanah Selama Inkubasi

Pada minggu pengamatan 3 dan 9 interaksi antara H dan R menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata, sedangkan pada minggu ke 6 interaksi keduanya menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap KTK tanah (lampiran 9). Pada minggu pengamatan ke 3 faktor yang berpengaruh nyata terhadap KTK tanah adalah faktor penambahan rock phosphate (R), sedangkan pada minggu pengamatan ke 9 faktor yang paling berpengaruh nyata adalah faktor penambahan rock phosphate (R) dan faktor H (kombinasi media terbaik).

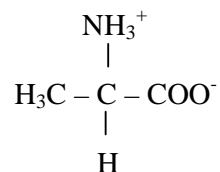
Tabel 11. Pengaruh Interaksi Media dan Rock Phosphate Terhadap Nilai KTK Tanah (me/100 gr) pada Minggu Ke 6

| Minggu | Perlakuan | Asal Rock Phosphate | | |
|--------|-----------|---------------------|-------------|--------------|
| | | Kontrol/tanpa P(R0) | Ciamis (R1) | Crismas (R2) |
| 6 | H1 | 19.01b | 29.31ab | 52.21a |
| | H2 | 17.79b | 29.64ab | 32.85ab |
| | H3 | 41.65ab | 26.27b | 25.29b |

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

Pada minggu ke 6 penambahan rock phosphate asal Crismas (R2) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan kontrol (tanpa penambahan rock phosphate) pada perlakuan kombinasi humik, mollase 10% dan 0% zeolit serta isolat *Pseudomonas putida* 27.4B atau H1 (Tabel 11.). Isolat *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H1 (humik, mollase 10% dan 0% zeolit) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan *Pseudomonas putida* 27.4B dalam H3 (humik, mollase 20% dan 0% zeolit) pada perlakuan penambahan rock phosphate asal Crismas (R2). Penambahan rock phosphate asal Ciamis dan Crismas menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata disemua konsentrasi perlakuan.

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan tanah (lampiran 10.) diketahui bahwa nilai KTK tanah Oxisol tergolong rendah yaitu sebesar 11,04 Cmol/kg (lampiran 10). Nilai KTK tanah Oxisol secara umum mengalami peningkatan secara terus-menerus pada minggu pengamatan ke 3 dan 6. Puncak peningkatan KTK terjadi pada minggu pengamatan ke 6 yaitu sebesar 33.51 me/100 gram tanah. Kenaikan nilai KTK ini disebabkan gugus amina yang bermuatan positif dalam senyawa humik dan mollase pada kondisi masam akan bergerak kearah katode negatif, sehingga memungkinkan kapasitas dalam tapak jerapan tanah semakin besar. Hal ini yang menyebabkan kation-kation semakin banyak yang menempel dalam tapak jerapan (Tan, 1998).



4.4 Pembahasan Umum

Dalam penelitian ini pertumbuhan dan perkembangan Bakteri Pelarut Fosfat diuji dengan menggunakan media kombinasi senyawa humik dari jerami padi, molase atau tetes tebu dan zeolit deposit Bayah. Kerapatan populasi bakteri pada inokulasi awal pada media kombinasi tersebut adalah 1.10^{10} CFU/ml.

Ketiga isolat yang diinokulasikan ke dalam media mempunyai perbedaan tumbuh dan berkembang yang berbeda-beda dalam beradaptasi dengan lingkungan baru yang ditempatinya. *Pseudomonas diminuta* mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam beradaptasi dalam media kombinasi senyawa humik, molase dan zeolit dibandingkan dengan *Pseudomonas putida* 27.4B dan *Bacillus sp.*, yaitu $72,00.10^9$ CFU/ml untuk *Pseudomonas diminuta*, $64,70.10^9$ CFU/ml untuk *Pseudomonas putida* 27.4B dan $63,02.10^9$ CFU/ml untuk *Bacillus sp.* (Grafik 1.)

Bakteri *Pseudomonas diminuta* sampai hari ke-40 dapat tumbuh paling baik pada media kombinasi senyawa humik, molase 10% dan zeolit 10%, sedangkan *Pseudomonas putida* 27.4B tumbuh paling baik pada media kombinasi senyawa humik, molase 10% dan 20% pada perlakuan tanpa penambahan zeolit. Pertumbuhan bakteri yang terbaik akan diuji kemampuannya pada tanah Oxisol dengan penambahan sumber P rock phosphate asal Ciamis dan Crismas.

Tingkat pelarutan P dalam media oleh isolat *Pseudomonas putida* 27.4B, *Pseudomonas diminuta*, dan *Bacillus sp.* selama hari pengamatan menunjukkan pola yang hampir sama (Grafik 2.). Pelarutan P tertinggi terjadi pada hari ke-40, kecuali *Pseudomonas diminuta* yang mengalami puncak pelarutan P tertinggi pada hari ke-30 yaitu sebesar 92,68 ppm atau 1,77% dari kontrol dan kemudian menurun pada hari ke 40 yaitu sebesar 91,35 ppm. *Pseudomonas putida* 27.4B mencapai puncak pelarutan P tertinggi yaitu sebesar 93,34 ppm atau 2,63% dari kontrol dan *Bacillus sp.* melarutkan P sebesar 93,29 ppm atau 2,57% dari kontrol di hari pengamatan ke-40.

Pada perlakuan kontrol (tanpa isolat) terjadi pula pelarutan P, terbukti sampai hari terakhir pengamatan (H-40) masih terdapat P yang larut. Hal ini disebabkan senyawa humik yang membentuk khelat dengan Ca yang ada pada

media sehingga P media pada perlakuan kontrol masih bisa terlarut. Jumlah P yang dilarutkan oleh ketiga isolat tetapi masih berada diatas jumlah P terlarut dalam media tanpa isolat. Hal ini membuktikan bahwa penambahan isolat Bakteri Pelarut Fosfat ke dalam media kombinasi akan melarutkan P lebih efektif daripada tanpa penambahan isolat.

Nilai pH media sampai hari terakhir pengamatan (H-40) terus mengalami penurunan (Grafik 3.). Penurunan pH media diikuti dengan peningkatan P larut dalam media, hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi antara pH media dengan P-larut sebesar 0,9439. Hal ini disebabkan adanya aktivitas isolat dalam mengeluarkan asam-asam organik sehingga mengakibatkan pH semakin turun dan P yang terlarut juga semakin tinggi.

Setelah tahap pertama inkubasi dalam media selama 40 hari, selanjutnya menguji media terbaik yang diperoleh pada tanah Oxisol dengan menambahkan sumber P rock phosphate asal Ciamis dan Crismas. Populasi bakteri dalam tanah mengalami penurunan dari inokulasi awal sampai minggu pengamatan ke 9, hal ini disebabkan kedua isolat dalam ketiga media kombinasi masih dalam tahap beradaptasi dengan lingkungan barunya. Selain itu nutrisi yang tersedia untuk kehidupan bakteri yang berasal dari media kombinasi sudah mulai menurun karena aktivitas pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat sebelumnya dalam media.

Populasi bakteri mengalami puncak peningkatan pada minggu pengamatan ke 6 dan mengalami penurunan pada minggu pengamatan ke 9 (Grafik 4.). Peningkatan populasi ini juga diikuti dengan peningkatan pelarutan P tanah, dimana puncak pelarutan P juga terjadi pada minggu pengamatan ke 6 dan menurun pada minggu pengamatan ke 9. Penurunan pelarutan P pada inkubasi minggu terakhir kemungkinan disebabkan pemanfaatan kembali fosfat yang tersedia untuk mikroba, karena sumber P yang ditambahkan dalam tanah adalah bentuk P yang sukar larut (rock phosphate) maka untuk memanfaatkan unsur fosfor tersebut bakteri harus merubah bentuk P yang tidak larut menjadi P yang mudah larut (Ali, 2001).

Pola pertumbuhan populasi bakteri pelarut fosfat dalam media kombinasi terbaik yang diinokulasikan pada tanah masam Oxisol mempunyai hubungan yang

positif dengan pelarutan P dalam tanah. Hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi atau $r = 0.5692$ dimana semakin tinggi populasi bakteri maka pelarutan P dalam tanah juga semakin tinggi. Nilai Al-dd tanah sampai minggu pengamatan minggu terakhir terus mengalami penurunan, hal ini disebabkan adanya asam-asam organik yang dikeluarkan oleh bakteri sehingga menyebabkan Al terkelat oleh asam organik tersebut. Penurunan nilai Al-dd tanah akibat asam-asam organik tersebut diikuti oleh penurunan nilai pH tanah juga. Sedangkan penurunan nilai Al-dd tanah diikuti dengan nilai peningkatan nilai KTK tanah. Pada kondisi masam pada saat ada penambahan senyawa humik yang bersifat amfoter maka gugus COO^- akan terbuka sehingga memungkinkan meningkatkan kapasitas tukar kation dalam tanah.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Ketiga jenis bakteri yang diinokulasikan ke dalam media kombinasi senyawa humik, molase, dan zeolit mempunyai viabilitas sampai 40 hari dengan populasi sebesar 6.10^{10} CFU/ml.
2. *Pseudomonas putida* 27.4B dan *Pseudomonas diminuta* lebih efektif dalam melarutkan fosfat daripada *Bacillus sp.* dengan kemampuan melarutkan fosfat mencapai 93.34 ppm dan 91.35 ppm.
3. Konsentrasi media campuran terbaik untuk media pembawa BPF adalah 10% dan 20% senyawa humik, molase tanpa zeolit untuk *Pseudomonas putida* 27.4B serta 10% senyawa humik, molase + 10% zeolit untuk *Pseudomonas diminuta*.
4. Pelarutan P tertinggi oleh BPF dalam media kombinasi yang diinokulasikan ke dalam tanah Oxisol yaitu *Pseudomonas putida* 27.4B dalam 20% senyawa humik, molase tanpa zeolit sebesar 6.29 ppm.
5. Inokulasi BPF pada tanah Oxisol mampu menurunkan kandungan Al-dd tanah yaitu sampai 0.08 me/100 gram tanah dan mampu meningkatkan KTK tanah hingga 33.51 me/100 gr tanah.

5.2 SARAN

1. Sebaiknya perlu dilakukan pengukuran kandungan C-organik baik pada media dan tanah agar diperoleh berapa besar energi yang digunakan oleh isolat
2. Dilakukan peningkatan kadar zeolit dalam media agar diperoleh pengaruh yang lebih nyata terhadap perkembangan isolat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J. S., M. Sedyarso, M. Sudjadi, dan A. M. Fagi. 1990. *Evaluasi Keperluan Fosfat Pada Lahan Sawah Intensifikasi di Jawa dalam* Sudjadi, S. Adiningsih, U. Kurnia, Suwanto, dan A. Mulyani (Ed.). Prosiding Lokakarya Nasional dan Efisiensi Penggunaan Pupuk. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Alexander, 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Ali. 2001. Uji Selektivitas Mikroba Pelarut Fosfat Pada Media Cair (Mollase) Dengan Beberapa Konsentrasi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNEJ, Jember.
- Endriana, W., 2001. Stabilitas Mikroba Pelarut Fosfat Dalam beberapa Media Pembawa serta Pengaruhnya Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Jagung (*Zea mays*, L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNEJ, Jember.
- Eyles, Moir & Davey dalam Setiawati. 1999. *Uji Efektivitas Mikroba Pelarut P Dalam Meningkatkan Ketersediaan P*. Lembaga Penelitian Universitas Jember, Jember.
- Gaur, A. C. 1980. Phospho Microorganism and Various Transfer Mations. *In Compost Technology Project Field Document*. **13**
- Gaur dalam Setiawati, 1999. *Uji Efektivitas Mikroba Pelarut Fosfat dalam Meningkatkan Ketersediaan P*. Lembaga Penelitian UNEJ, Jember.
- Gerretsen, A. F. C., 1947. The Influence of Microorganism on Phosphate Intake by The Plant. *Plant and Soil*. **1**:51-58.
- Goeswono, S. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardjowigeno, S., 1992. *Ilmu Tanah*. Meditama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hartatik, W. 2003. Penggunaan Fosfat Alam dan SP-36 pada Tanah Gambut yang diberi Bahan Amelioran Tanah Mineral dalam Kaitannya dengan Pertumbuhan Tanaman Padi. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hastowo, S. dan Lay, B. W., 1992. *Mikrobiologi*. Rajawali Press, Jakarta.
- Illmer, P. and Schinner, F. 1994. Solubilization Calcium Phosphatases Solubilization Mechanisms. *Soil Biology and Biochem*. **27**: 3.

- Komar. 1990. *Prospek Pemakaian Zeolit Bayah Sebagai Penjerap NH_4^+ dalam Air Limbah*. Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Lay, B. W., 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT. Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Mahmudah. 2002. Penggunaan Media Cair Senyawa Humik Guna Menguji Viabilitas dan Kapabilitas Bakteri Pelarut Fosfat Pada Tanah Ultisol dan Inceptisol. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNEJ, Jember.
- Mariam, S., 1991. *Pengaruh Metode Aktivasi dan Dosis Zeolit Pada Tanah Jenis Ultisol terhadap pH, Kation-Kation Basa Dapat diTukar dan Hasil Kedelai (*Glicine max (L.) Merr*)*. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Mumpton, F. A. 1984. The Role of Natural Zeolites in Agriculture and Agricul. *Journal of Animal Science*: 3 – 24.
- Munir. 1997. *Tanah-Tanah Utama Indonesia. Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya*. Pustaka Jaya, Jakarta.
- Munthoyah, D. S. dan G. N. Wididana. 1994. Mollase Sebagai Sumber Bahan Organik Alternatif Untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah. *Buletin Kyusei Nature farming*. **9**:192-200p.
- Murniwati, E. dan Welas. 1992. *Pemanfaataan Mineral Zeolit Alam Untuk Memperbaiki Sifat Tanah Sebagai Upaya Mencegah Degradasi Tanah Ultisol*. Fakultas Pertanian Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto.
- Olbrich dalam Munthoyah, et al. 1994. Molasse Sebagai Sumber Bahan Organik Alternatif Untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah. *Bulletin Kyusei Nature Farming*. **9**: 192 – 200 P
- Premono, E. M., 1994. *Jasad Renik Pelarut P, Pengaruhnya Terhadap P Tanah dan Efisiensi P Tanaman Tebu*. IPB, Bogor.
- Premono dan Widyastuti, R. 1994. Stabilitas *Pseudomonas putida* dalam Bahan Pembawa dan Peranannya Sebagai Pupuk Hayati. *P3GI*, Pasuruan.
- Rao, S. 1982. *Bofertilizers in Agriculture*. Oxford & IBH, New Delhi.
- Rao, S., 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Terjemahan. Herawati Susilo. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Rinsema, W. T. 1986. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Bhatara Karya Aksara, Jakarta.

- Sastiono, A. Suwardi. 1999. Pemanfaatan Zeolit Alam Untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah. *Makalah* dalam Seminar Pembuatan dan Pemanfaatan Zeolit Agro Untuk Meningkatkan Produksi Industri Pertanian, Tanaman Pangan dan Perkebunan. Departemen Pertambangan dan Energi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Bandung.
- Schnitzer, M. 1997. Pengikatan Bahan Humat Oleh Koloid Mineral Tanah. *Dalam* Huang, P. M Dan Schnitzer, M. (ed). Interaksi Mineral Tanah Dengan Organik Alami Dan Mikroba. *Terjemahan*. Didiek H. Goenadi. Gadjahmada University Press, Yogyakarta
- Setyomidjoyo, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Simplek, Jakarta.
- Setiawati, T. C., 1999. *Pengaruh Penambahan Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Kalium Pada Tanah Vertisol*. Lembaga Penelitian UNEJ, Jember.
- Setiawati, T. C. dan Paniman, 2004. Identifikasi dan Kuantifikasi Metabolit dalam Culture Media dari BPF dan Pengaruhnya pada Penghambatan Aktivitas *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kedelai. *Laporan Kegiatan Penelitian Dasar*. Faperta UNEJ, Jember.
- Sudajanto. 1978. Diversifikasi Penggunaan Tebu. *Majalah Perusahaan Gula XIV*. Balai Penelitian dan Pengembangan Perusahaan Gula Pasuruan.
- Sudiana, M. I., 2002. Phosphatase Activity Of *Bacillus sp.* Isolated from Foresty Soil of Gunung Alimun National Park. *Berita Biologi*. **6**: 1.
- Supadi, T. H. 1993. Efektivitas BPF Dalam Melarutkan Fosfat Tidak Larut Secara Invitro. *Majalah Ilmiah Universitas Jendral Soedirman*, Purwokerto.
- Sutarti, M. dan Rahmawati, M. 1994. *Zeolit: Tinjauan Literatur*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah. LIPI, Jakarta.
- Suwardi. 2000. Pemanfaatan Mineral Zeolit Alam di Bidang Pertanian dan Lingkungan Indonesia (belum diterbitkan). *Makalah* dalam The First Indonesian Seminar on Zeolite.
- Tan, K. H., 1995. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Terjemahan Didiek H. Goenadi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tatiek, H. 1991. Bakteri Pelarut Fosfat Asal Beberapa Jenis Tanah dan Efeknya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays*, L.). *Disertasi* Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Tedjowahjono. 1978. Diversifikasi Penggunaan Tetes. *Majalah Penelitian Gula P3GI XIV*. No. 3, Pasuruan

- Toharisman dan Santoso. 1997. Fermentasi Etanol Menggunakan Fraksi Gula Reduksi (Sisa Separasi Sukrosa Dari Tetes Tebu). *Majalah Penelitian Gula P3GI XXXIII*. No. 4, Pasuruan
- Trisbyanto, R., 2004. Uji Viabilitas dan Kapabilitas Bakteri Pelarut Fosfat Pada Tanah ultisol dan Oxisol Dengan Menggunakan Media Kombinasi Senyawa Humik dan Zeolit. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNEJ, Jember.
- Waksman. 1952. *Soil Microbiology*. John Willey and Sons. Inc. New York.
- Widianti, D. U. 2004. Dekolorisasi Limbah Cair Pabrik Gula (Mollase) Dengan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas facilis* dan *Bacillus stearothermophilus*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNEJ, Jember.
- Widjaja – Adhi IP. G., 1996. *Penggunaan Zeolit Sebagai Amelioran dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Masam Marginal dan Efisiensi Pemupukan*. Makalah dalam Seminar Sehari Pembuatan dan Pemanfaatan Zeolit Agro untuk Meningkatkan Produksi Industri Pertanian Tanaman Pangan dan Perkebunan, Bandung.

Lampiran 1a. Jumlah Koloni BPF (10^{-9} CFU/ml) dalam Media pada H-10

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z0I1 | 114.50 | 62.00 | 163.50 | 340.00 | 113.33 |
| K0Z0I2 | 33.00 | 126.00 | 49.50 | 208.50 | 69.50 |
| K0Z0I3 | 42.00 | 46.00 | 118.50 | 206.50 | 68.83 |
| K0Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z1I1 | 60.00 | 55.50 | 31.00 | 146.50 | 48.83 |
| K0Z1I2 | 62.00 | 86.00 | 75.50 | 223.50 | 74.50 |
| K0Z1I3 | 86.50 | 73.50 | 30.00 | 190.00 | 63.33 |
| K1Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z0I1 | 105.50 | 60.50 | 80.00 | 246.00 | 82.00 |
| K1Z0I2 | 35.00 | 98.50 | 98.50 | 232.00 | 77.33 |
| K1Z0I3 | 68.00 | 60.00 | 76.50 | 204.50 | 68.17 |
| K1Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z1I1 | 58.50 | 75.50 | 149.00 | 283.00 | 94.33 |
| K1Z1I2 | 34.00 | 47.50 | 77.50 | 159.00 | 53.00 |
| K1Z1I3 | 130.00 | 69.50 | 94.00 | 293.50 | 97.83 |
| K2Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z0I1 | 60.00 | 100.00 | 120.00 | 280.00 | 93.33 |
| K2Z0I2 | 50.00 | 80.50 | 73.50 | 204.00 | 68.00 |
| K2Z0I3 | 91.00 | 70.00 | 95.50 | 256.50 | 85.50 |
| K2Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z1I1 | 127.00 | 148.00 | 69.50 | 344.50 | 114.83 |
| K2Z1I2 | 84.00 | 112.50 | 174.00 | 370.50 | 123.50 |
| K2Z1I3 | 52.00 | 222.00 | 172.00 | 446.00 | 148.67 |
| K3Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z0I1 | 179.00 | 38.00 | 189.50 | 406.50 | 135.50 |
| K3Z0I2 | 95.00 | 66.50 | 61.50 | 223.00 | 74.33 |
| K3Z0I3 | 90.00 | 147.00 | 109.00 | 346.00 | 115.33 |
| K3Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z1I1 | 282.50 | 169.50 | 160.50 | 612.50 | 204.17 |
| K3Z1I2 | 122.00 | 152.50 | 33.00 | 307.50 | 102.50 |
| K3Z1I3 | 116.50 | 32.00 | 156.50 | 305.00 | 101.67 |
| K4Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z0I1 | 306.50 | 150.00 | 90.00 | 546.50 | 182.17 |
| K4Z0I2 | 137.50 | 226.50 | 78.00 | 442.00 | 147.33 |
| K4Z0I3 | 281.00 | 140.50 | 134.00 | 555.50 | 185.17 |
| K4Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z1I1 | 84.00 | 141.50 | 93.50 | 319.00 | 106.33 |
| K4Z1I2 | 171.50 | 51.50 | 132.50 | 355.50 | 118.50 |
| K4Z1I3 | 165.50 | 139.00 | 159.00 | 463.50 | 154.50 |
| Jumlah | 3324.00 | 3048.00 | 3145.00 | 9517.00 | |
| Rerata | 83.10 | 76.20 | 78.63 | | 79.31 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|-----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 980.217 | 490.108 | | | |
| Perlakuan | 39 | 392082.925 | 10053.408 | 5.105 ** | 1.553 | 1.863 |
| K | 4 | 53179.904 | 13294.976 | 6.751 ** | 2.489 | 3.570 |
| Z | 1 | 124.033 | 124.033 | 0.063 ns | 3.963 | 6.971 |
| I | 3 | 262680.575 | 87560.192 | 44.460 ** | 2.722 | 4.043 |
| KZ | 4 | 18406.821 | 4601.705 | 2.337 ns | 2.489 | 3.570 |
| KI | 12 | 36337.279 | 3028.107 | 1.538 ns | 1.878 | 2.421 |
| ZI | 3 | 1238.150 | 412.717 | 0.210 ns | 2.722 | 4.043 |
| KZI | 12 | 20116.162 | 1676.347 | 0.851 ns | 1.878 | 2.421 |
| Galat | 78 | 153615.950 | 1969.435 | | | |
| Total | 119 | 546679.092 | | | | |

Keterangan ns = berbeda tidak nyata
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

Lampiran 1b. Jumlah Koloni BPF (10^{-9} CFU/ml) dalam Media pada H-20

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|---------|----------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z0I1 | 87.00 | 50.00 | 116.00 | 253.00 | 84.33 |
| K0Z0I2 | 125.00 | 114.00 | 68.00 | 307.00 | 102.33 |
| K0Z0I3 | 40.50 | 49.50 | 104.50 | 194.50 | 64.83 |
| K0Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z1I1 | 114.00 | 130.00 | 58.50 | 302.50 | 100.83 |
| K0Z1I2 | 44.50 | 82.50 | 81.50 | 208.50 | 69.50 |
| K0Z1I3 | 70.00 | 52.5.00 | 48.00 | 170.50 | 56.83 |
| K1Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z0I1 | 40.00 | 31.50 | 105.00 | 176.50 | 58.83 |
| K1Z0I2 | 37.00 | 105.50 | 129.50 | 272.00 | 90.67 |
| K1Z0I3 | 35.00 | 58.50 | 188.00 | 281.50 | 93.83 |
| K1Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z1I1 | 154.50 | 52.00 | 278.5.00 | 485.00 | 161.67 |
| K1Z1I2 | 50.50 | 109.00 | 161.50 | 321.00 | 107.00 |
| K1Z1I3 | 100.50 | 124.00 | 70.00 | 294.50 | 98.17 |
| K2Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z0I1 | 168.50 | 179.00 | 44.00 | 391.50 | 130.50 |
| K2Z0I2 | 78.50 | 56.50 | 110.50 | 245.50 | 81.83 |
| K2Z0I3 | 108.50 | 133.00 | 258.50 | 500.00 | 166.67 |
| K2Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z1I1 | 205.00 | 88.00 | 55.00 | 348.00 | 116.00 |
| K2Z1I2 | 45.00 | 69.50 | 98.00 | 212.50 | 70.83 |
| K2Z1I3 | 89.50 | 151.00 | 228.50 | 469.00 | 156.33 |
| K3Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z0I1 | 229.50 | 73.50 | 123.50 | 426.50 | 142.17 |
| K3Z0I2 | 149.50 | 220.00 | 91.50 | 461.00 | 153.67 |
| K3Z0I3 | 64.50 | 62.00 | 232.00 | 358.50 | 119.50 |
| K3Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z1I1 | 94.50 | 245.00 | 163.00 | 502.50 | 167.50 |
| K3Z1I2 | 58.50 | 189.50 | 83.50 | 331.50 | 110.50 |
| K3Z1I3 | 143.50 | 83.50 | 40.00 | 267.00 | 89.00 |
| K4Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z0I1 | 105.00 | 42.50 | 104.00 | 251.50 | 83.83 |
| K4Z0I2 | 34.00 | 41.50 | 37.50 | 113.00 | 37.67 |
| K4Z0I3 | 163.00 | 96.50 | 85.50 | 345.00 | 115.00 |
| K4Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z1I1 | 161.00 | 103.00 | 55.00 | 319.00 | 106.33 |
| K4Z1I2 | 82.50 | 128.00 | 111.50 | 322.00 | 107.33 |
| K4Z1I3 | 131.50 | 103.00 | 95.00 | 329.50 | 109.83 |
| Jumlah | 3010.50 | 3024.00 | 3425.50 | 9460.00 | |
| Rerata | 75.26 | 75.60 | 85.64 | | 78.83 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|-----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 2780.079 | 1390.040 | | | |
| Perlakuan | 39 | 349226.667 | 8954.530 | 3.645 ** | 1.553 | 1.863 |
| K | 4 | 22459.896 | 5614.974 | 2.286 ns | 2.489 | 3.570 |
| Z | 1 | 780.300 | 780.300 | 0.318 ns | 3.963 | 6.971 |
| I | 3 | 256052.400 | 85350.800 | 34.744 ** | 2.722 | 4.043 |
| KZ | 4 | 9357.263 | 2339.316 | 0.952 ns | 2.489 | 3.570 |
| KI | 12 | 38412.871 | 3201.073 | 1.303 ns | 1.878 | 2.421 |
| ZI | 3 | 6952.167 | 2317.389 | 0.943 ns | 2.722 | 4.043 |
| KZI | 12 | 15211.771 | 1267.648 | 0.516 ns | 1.878 | 2.421 |
| Galat | 78 | 191612.421 | 2456.569 | | | |
| Total | 119 | 543619.167 | | | | |

Keterangan ns = berbeda tidak nyata

* = berbeda nyata

** = berbeda sangat nyata

Lampiran 1c. Jumlah Koloni BPF (10^9 CFU/ml) dalam Media pada H-30

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z0I1 | 75.50 | 95.00 | 143.50 | 314.00 | 104.67 |
| K0Z0I2 | 277.50 | 139.00 | 197.50 | 614.00 | 204.67 |
| K0Z0I3 | 71.00 | 100.00 | 70.00 | 241.00 | 80.33 |
| K0Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z1I1 | 77.00 | 59.00 | 45.00 | 181.00 | 60.33 |
| K0Z1I2 | 57.50 | 60.00 | 67.50 | 185.00 | 61.67 |
| K0Z1I3 | 84.00 | 46.00 | 59.50 | 189.50 | 63.17 |
| K1Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z0I1 | 55.00 | 59.00 | 85.50 | 199.50 | 66.50 |
| K1Z0I2 | 136.00 | 140.00 | 129.50 | 405.50 | 135.17 |
| K1Z0I3 | 70.00 | 135.00 | 109.00 | 314.00 | 104.67 |
| K1Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z1I1 | 160.50 | 66.00 | 40.00 | 266.50 | 88.83 |
| K1Z1I2 | 128.00 | 120.00 | 110.50 | 358.50 | 119.50 |
| K1Z1I3 | 282.00 | 195.50 | 215.50 | 693.00 | 231.00 |
| K2Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z0I1 | 38.50 | 65.00 | 117.00 | 220.50 | 73.50 |
| K2Z0I2 | 95.50 | 37.50 | 155.50 | 288.50 | 96.17 |
| K2Z0I3 | 93.50 | 131.50 | 149.00 | 374.00 | 124.67 |
| K2Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z1I1 | 114.00 | 60.00 | 51.00 | 225.00 | 75.00 |
| K2Z1I2 | 35.00 | 77.50 | 191.00 | 303.50 | 101.17 |
| K2Z1I3 | 265.00 | 66.00 | 84.50 | 415.50 | 138.50 |
| K3Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z0I1 | 41.50 | 53.50 | 70.00 | 165.00 | 55.00 |
| K3Z0I2 | 48.50 | 48.00 | 70.00 | 166.50 | 55.50 |
| K3Z0I3 | 256.50 | 61.00 | 83.50 | 401.00 | 133.67 |
| K3Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z1I1 | 123.50 | 53.00 | 53.50 | 230.00 | 76.67 |
| K3Z1I2 | 66.50 | 76.50 | 30.00 | 173.00 | 57.67 |
| K3Z1I3 | 149.50 | 97.00 | 86.00 | 332.50 | 110.83 |
| K4Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z0I1 | 104.50 | 92.00 | 165.00 | 361.50 | 120.50 |
| K4Z0I2 | 49.50 | 88.00 | 115.50 | 253.00 | 84.33 |
| K4Z0I3 | 40.50 | 61.00 | 102.00 | 203.50 | 67.83 |
| K4Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z1I1 | 128.50 | 34.50 | 44.00 | 207.00 | 69.00 |
| K4Z1I2 | 60.50 | 94.50 | 147.00 | 302.00 | 100.67 |
| K4Z1I3 | 50.00 | 111.50 | 52.00 | 213.50 | 71.17 |
| Jumlah | 3235.00 | 2522.50 | 3039.50 | 8797.00 | |
| Rerata | 80.88 | 63.06 | 75.99 | | 73.31 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | | |
|------------------|-----|----------------|----------------|----------|---------|-------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ulangan | 2 | 6776.379 | 3388.190 | | | | |
| Perlakuan | 39 | 365495.758 | 9371.686 | 5.955 | ** | 1.553 | 1.863 |
| K | 4 | 15280.029 | 3820.007 | 2.427 | ns | 2.489 | 3.570 |
| Z | 1 | 504.300 | 504.300 | 0.320 | ns | 3.963 | 6.971 |
| I | 3 | 232568.475 | 77522.825 | 49.260 | ** | 2.722 | 4.043 |
| KZ | 4 | 22347.096 | 5586.774 | 3.550 | * | 2.489 | 3.570 |
| KI | 12 | 52310.671 | 4359.223 | 2.770 | ** | 1.878 | 2.421 |
| ZI | 3 | 8950.417 | 2983.472 | 1.896 | ns | 2.722 | 4.043 |
| KZI | 12 | 33534.771 | 2794.564 | 1.776 | ns | 1.878 | 2.421 |
| Galat | 78 | 122751.454 | 1573.737 | | | | |
| Total | 119 | 495023.592 | | | | | |

Keterangan ns = berbeda tidak nyata

* = berbeda nyata

** = berbeda sangat nyata

Lampiran 1d. Jumlah Koloni BPF (10^{-9} CFU/ml) dalam Media pada H-40

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z0I1 | 57.00 | 44.50 | 56.00 | 157.50 | 52.50 |
| K0Z0I2 | 71.00 | 144.00 | 55.50 | 270.50 | 90.17 |
| K0Z0I3 | 40.50 | 30.00 | 68.50 | 139.00 | 46.33 |
| K0Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K0Z1I1 | 79.50 | 35.50 | 118.50 | 233.50 | 77.83 |
| K0Z1I2 | 55.00 | 83.00 | 69.50 | 207.50 | 69.17 |
| K0Z1I3 | 52.00 | 101.00 | 95.00 | 248.00 | 82.67 |
| K1Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z0I1 | 55.50 | 35.00 | 31.50 | 122.00 | 40.67 |
| K1Z0I2 | 57.50 | 38.00 | 40.00 | 135.50 | 45.17 |
| K1Z0I3 | 77.50 | 62.00 | 92.00 | 231.50 | 77.17 |
| K1Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K1Z1I1 | 42.00 | 42.00 | 37.00 | 121.00 | 40.33 |
| K1Z1I2 | 30.50 | 30.00 | 49.50 | 110.00 | 36.67 |
| K1Z1I3 | 50.00 | 76.50 | 49.00 | 175.50 | 58.50 |
| K2Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z0I1 | 157.00 | 31.00 | 57.00 | 245.00 | 81.67 |
| K2Z0I2 | 40.50 | 64.50 | 30.00 | 135.00 | 45.00 |
| K2Z0I3 | 35.00 | 101.50 | 85.00 | 221.50 | 73.83 |
| K2Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K2Z1I1 | 51.00 | 71.00 | 50.00 | 172.00 | 57.33 |
| K2Z1I2 | 30.00 | 209.00 | 157.50 | 396.50 | 132.17 |
| K2Z1I3 | 78.50 | 59.00 | 30.00 | 167.50 | 55.83 |
| K3Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z0I1 | 40.00 | 59.50 | 59.00 | 158.50 | 52.83 |
| K3Z0I2 | 30.00 | 49.50 | 116.00 | 195.50 | 65.17 |
| K3Z0I3 | 38.50 | 60.00 | 149.50 | 248.00 | 82.67 |
| K3Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K3Z1I1 | 70.50 | 64.00 | 46.50 | 181.00 | 60.33 |
| K3Z1I2 | 54.50 | 115.00 | 74.00 | 243.50 | 81.17 |
| K3Z1I3 | 66.00 | 68.00 | 37.00 | 171.00 | 57.00 |
| K4Z0I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z0I1 | 66.00 | 72.50 | 170.50 | 309.00 | 103.00 |
| K4Z0I2 | 56.50 | 40.00 | 101.00 | 197.50 | 65.83 |
| K4Z0I3 | 62.50 | 35.50 | 31.00 | 129.00 | 43.00 |
| K4Z1I0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K4Z1I1 | 80.00 | 51.50 | 59.50 | 191.00 | 63.67 |
| K4Z1I2 | 49.00 | 165.00 | 54.50 | 268.50 | 89.50 |
| K4Z1I3 | 70.50 | 93.50 | 46.00 | 210.00 | 70.00 |
| Jumlah | 1744.00 | 2131.50 | 2116.00 | 5991.50 | |
| Rerata | 43.60 | 53.29 | 52.90 | | 49.93 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|-----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 2406.504 | 1203.252 | | | |
| Perlakuan | 39 | 138470.981 | 3550.538 | 3.746 ** | 1.553 | 1.863 |
| K | 4 | 5240.804 | 1310.201 | 1.382 ns | 2.489 | 3.570 |
| Z | 1 | 338.352 | 338.352 | 0.357 ns | 3.963 | 6.971 |
| I | 3 | 101085.106 | 33695.035 | 35.550 ** | 2.722 | 4.043 |
| KZ | 4 | 1369.096 | 342.274 | 0.361 ns | 2.489 | 3.570 |
| KI | 12 | 9427.446 | 785.620 | 0.829 ns | 1.878 | 2.421 |
| ZI | 3 | 2795.490 | 931.830 | 0.983 ns | 2.722 | 4.043 |
| KZI | 12 | 18214.687 | 1517.891 | 1.601 ns | 1.878 | 2.421 |
| Galat | 78 | 73930.163 | 947.823 | | | |
| Total | 119 | 214807.648 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

Lampiran 2a. Nilai pH Media pada H-10

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 7.55 | 7.66 | 7.61 | 22.82 | 7.61 |
| K0Z0I1 | 8.18 | 7.76 | 8.24 | 24.18 | 8.06 |
| K0Z0I2 | 8.02 | 8.01 | 7.81 | 23.84 | 7.95 |
| K0Z0I3 | 8.07 | 7.96 | 7.98 | 24.01 | 8.00 |
| K0Z1I0 | 7.44 | 7.52 | 7.48 | 22.44 | 7.48 |
| K0Z1I1 | 8.11 | 8.07 | 8.11 | 24.29 | 8.10 |
| K0Z1I2 | 7.97 | 8.22 | 8.07 | 24.26 | 8.09 |
| K0Z1I3 | 8.24 | 7.77 | 7.88 | 23.89 | 7.96 |
| K1Z0I0 | 5.91 | 6.14 | 6.01 | 18.06 | 6.02 |
| K1Z0I1 | 5.69 | 5.69 | 6.01 | 17.39 | 5.80 |
| K1Z0I2 | 5.84 | 5.63 | 6.04 | 17.51 | 5.84 |
| K1Z0I3 | 5.35 | 5.44 | 5.65 | 16.44 | 5.48 |
| K1Z1I0 | 5.39 | 5.45 | 5.42 | 16.26 | 5.42 |
| K1Z1I1 | 5.44 | 5.93 | 5.86 | 17.23 | 5.74 |
| K1Z1I2 | 6.33 | 5.52 | 5.69 | 17.54 | 5.85 |
| K1Z1I3 | 6.14 | 5.66 | 6.06 | 17.86 | 5.95 |
| K2Z0I0 | 5.92 | 5.73 | 5.83 | 17.48 | 5.83 |
| K2Z0I1 | 5.86 | 5.75 | 5.75 | 17.36 | 5.79 |
| K2Z0I2 | 5.67 | 5.58 | 6.20 | 17.45 | 5.82 |
| K2Z0I3 | 6.27 | 5.47 | 5.60 | 17.34 | 5.78 |
| K2Z1I0 | 5.43 | 5.69 | 5.56 | 16.68 | 5.56 |
| K2Z1I1 | 5.95 | 5.67 | 5.80 | 17.42 | 5.81 |
| K2Z1I2 | 5.76 | 5.44 | 5.53 | 16.73 | 5.58 |
| K2Z1I3 | 5.63 | 5.55 | 5.47 | 16.65 | 5.55 |
| K3Z0I0 | 6.18 | 5.63 | 5.91 | 17.72 | 5.91 |
| K3Z0I1 | 6.01 | 5.79 | 5.91 | 17.71 | 5.90 |
| K3Z0I2 | 6.12 | 5.94 | 5.76 | 17.82 | 5.94 |
| K3Z0I3 | 5.68 | 5.86 | 6.60 | 18.14 | 6.05 |
| K3Z1I0 | 6.54 | 5.62 | 6.08 | 18.24 | 6.08 |
| K3Z1I1 | 6.28 | 6.04 | 6.50 | 18.82 | 6.27 |
| K3Z1I2 | 6.18 | 5.97 | 5.85 | 18.00 | 6.00 |
| K3Z1I3 | 6.09 | 5.86 | 6.02 | 17.97 | 5.99 |
| K4Z0I0 | 6.39 | 6.21 | 6.30 | 18.90 | 6.30 |
| K4Z0I1 | 6.70 | 5.89 | 6.01 | 18.60 | 6.20 |
| K4Z0I2 | 5.86 | 6.30 | 6.19 | 18.35 | 6.12 |
| K4Z0I3 | 6.20 | 5.85 | 5.78 | 17.83 | 5.94 |
| K4Z1I0 | 5.82 | 6.13 | 5.98 | 17.93 | 5.98 |
| K4Z1I1 | 6.43 | 5.93 | 6.52 | 18.88 | 6.29 |
| K4Z1I2 | 5.99 | 6.00 | 6.61 | 18.60 | 6.20 |
| K4Z1I3 | 6.39 | 5.89 | 5.72 | 18.00 | 6.00 |
| Jumlah | 255.02 | 248.22 | 253.40 | 756.64 | |
| Rerata | 6.38 | 6.21 | 6.34 | | 6.31 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|------------|----------|----------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.631 | 0.315 | | | |
| Perlakuan | 39 | 82.828 | 2.124 | 41.342 ** | 1.553239 | 1.863114 |
| K | 4 | 79.689 | 19.922 | 387.806 ** | 2.488889 | 3.569653 |
| Z | 1 | 0.013 | 0.013 | 0.258 ns | 3.963464 | 6.971391 |
| I | 3 | 0.542 | 0.181 | 3.517 * | 2.721784 | 4.043102 |
| KZ | 4 | 0.305 | 0.076 | 1.486 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| KI | 12 | 0.940 | 0.078 | 1.525 ns | 1.878483 | 2.421288 |
| ZI | 3 | 0.458 | 0.153 | 2.969 * | 2.721784 | 4.043102 |
| KZI | 12 | 0.881 | 0.073 | 1.429 ns | 1.878483 | 2.421288 |
| Galat | 78 | 4.007 | 0.051 | | | |
| Total | 119 | 87.466 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.59%

Lampiran 2b. Nilai pH Media pada H-20

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 7.62 | 7.93 | 7.76 | 23.31 | 7.77 |
| K0Z0I1 | 8.53 | 8.00 | 8.69 | 25.22 | 8.41 |
| K0Z0I2 | 8.28 | 8.26 | 8.22 | 24.76 | 8.25 |
| K0Z0I3 | 8.53 | 8.52 | 8.43 | 25.48 | 8.49 |
| K0Z1I0 | 7.82 | 8.05 | 7.92 | 23.79 | 7.93 |
| K0Z1I1 | 8.43 | 8.33 | 8.48 | 25.24 | 8.41 |
| K0Z1I2 | 8.29 | 8.54 | 8.57 | 25.40 | 8.47 |
| K0Z1I3 | 8.38 | 8.32 | 8.25 | 24.95 | 8.32 |
| K1Z0I0 | 5.22 | 5.32 | 5.41 | 15.95 | 5.32 |
| K1Z0I1 | 4.89 | 4.94 | 5.22 | 15.05 | 5.02 |
| K1Z0I2 | 5.03 | 5.28 | 4.86 | 15.17 | 5.06 |
| K1Z0I3 | 4.99 | 5.03 | 5.14 | 15.16 | 5.05 |
| K1Z1I0 | 5.01 | 5.07 | 4.98 | 15.06 | 5.02 |
| K1Z1I1 | 4.89 | 5.21 | 5.04 | 15.14 | 5.05 |
| K1Z1I2 | 5.12 | 5.03 | 5.34 | 15.49 | 5.16 |
| K1Z1I3 | 4.91 | 5.17 | 5.01 | 15.09 | 5.03 |
| K2Z0I0 | 5.71 | 5.32 | 5.11 | 16.14 | 5.38 |
| K2Z0I1 | 5.14 | 5.31 | 5.15 | 15.60 | 5.20 |
| K2Z0I2 | 5.68 | 5.31 | 4.92 | 15.91 | 5.30 |
| K2Z0I3 | 4.85 | 5.00 | 5.06 | 14.91 | 4.97 |
| K2Z1I0 | 5.31 | 5.33 | 5.25 | 15.89 | 5.30 |
| K2Z1I1 | 4.98 | 5.07 | 5.34 | 15.39 | 5.13 |
| K2Z1I2 | 5.51 | 5.30 | 5.21 | 16.02 | 5.34 |
| K2Z1I3 | 5.28 | 5.17 | 5.07 | 15.52 | 5.17 |
| K3Z0I0 | 5.31 | 5.29 | 5.10 | 15.70 | 5.23 |
| K3Z0I1 | 5.39 | 5.36 | 5.49 | 16.24 | 5.41 |
| K3Z0I2 | 5.10 | 4.88 | 5.15 | 15.13 | 5.04 |
| K3Z0I3 | 5.14 | 5.23 | 5.00 | 15.37 | 5.12 |
| K3Z1I0 | 5.39 | 5.43 | 5.37 | 16.19 | 5.40 |
| K3Z1I1 | 4.92 | 4.95 | 4.85 | 14.72 | 4.91 |
| K3Z1I2 | 5.67 | 5.39 | 5.57 | 16.63 | 5.54 |
| K3Z1I3 | 5.69 | 5.18 | 5.69 | 16.56 | 5.52 |
| K4Z0I0 | 6.20 | 5.73 | 5.98 | 17.91 | 5.97 |
| K4Z0I1 | 6.07 | 5.53 | 5.60 | 17.20 | 5.73 |
| K4Z0I2 | 5.68 | 5.73 | 5.52 | 16.93 | 5.64 |
| K4Z0I3 | 5.31 | 5.34 | 5.41 | 16.06 | 5.35 |
| K4Z1I0 | 5.58 | 5.74 | 5.67 | 16.99 | 5.66 |
| K4Z1I1 | 5.13 | 5.79 | 6.16 | 17.08 | 5.69 |
| K4Z1I2 | 5.78 | 5.49 | 6.28 | 17.55 | 5.85 |
| K4Z1I3 | 5.35 | 5.52 | 5.37 | 16.24 | 5.41 |
| Jumlah | 236.11 | 235.39 | 236.64 | 708.14 | |
| Rerata | 5.90 | 5.88 | 5.92 | | 5.90 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|-------------|----------|----------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.020 | 0.010 | | | |
| Perlakuan | 39 | 174.917 | 4.485 | 120.417 ** | 1.553239 | 1.863114 |
| K | 4 | 170.811 | 42.703 | 1146.506 ** | 2.488889 | 3.569653 |
| Z | 1 | 0.025 | 0.025 | 0.677 ns | 3.963464 | 6.971391 |
| I | 3 | 0.224 | 0.075 | 2.008 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZ | 4 | 0.123 | 0.031 | 0.825 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| KI | 12 | 2.246 | 0.187 | 5.026 ** | 1.878483 | 2.421288 |
| ZI | 3 | 0.518 | 0.173 | 4.636 ** | 2.721784 | 4.043102 |
| KZI | 12 | 0.970 | 0.081 | 2.169 * | 1.878483 | 2.421288 |
| Galat | 78 | 2.905 | 0.037 | | | |
| Total | 119 | 177.842 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.27%

Lampiran 2c. Nilai pH Media pada H-30

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 8.00 | 8.01 | 8.11 | 24.12 | 8.04 |
| K0Z0I1 | 8.41 | 7.72 | 8.73 | 24.86 | 8.29 |
| K0Z0I2 | 8.48 | 8.44 | 8.31 | 25.23 | 8.41 |
| K0Z0I3 | 8.11 | 8.30 | 8.26 | 24.67 | 8.22 |
| K0Z1I0 | 8.06 | 8.17 | 8.20 | 24.43 | 8.14 |
| K0Z1I1 | 8.45 | 8.34 | 8.52 | 25.31 | 8.44 |
| K0Z1I2 | 8.47 | 8.62 | 8.53 | 25.62 | 8.54 |
| K0Z1I3 | 8.41 | 8.23 | 7.35 | 23.99 | 8.00 |
| K1Z0I0 | 5.66 | 5.24 | 5.54 | 16.44 | 5.48 |
| K1Z0I1 | 5.03 | 5.13 | 5.02 | 15.18 | 5.06 |
| K1Z0I2 | 4.97 | 5.22 | 5.00 | 15.19 | 5.06 |
| K1Z0I3 | 5.30 | 5.80 | 5.53 | 16.63 | 5.54 |
| K1Z1I0 | 5.44 | 5.46 | 5.49 | 16.39 | 5.46 |
| K1Z1I1 | 5.09 | 5.04 | 4.96 | 15.09 | 5.03 |
| K1Z1I2 | 4.98 | 5.16 | 5.19 | 15.33 | 5.11 |
| K1Z1I3 | 5.24 | 5.04 | 5.27 | 15.55 | 5.18 |
| K2Z0I0 | 5.69 | 5.42 | 5.53 | 16.64 | 5.55 |
| K2Z0I1 | 5.30 | 5.43 | 5.32 | 16.05 | 5.35 |
| K2Z0I2 | 5.52 | 5.39 | 5.06 | 15.97 | 5.32 |
| K2Z0I3 | 5.17 | 5.52 | 5.52 | 16.21 | 5.40 |
| K2Z1I0 | 5.48 | 5.44 | 5.45 | 16.37 | 5.46 |
| K2Z1I1 | 5.06 | 5.28 | 5.50 | 15.84 | 5.28 |
| K2Z1I2 | 5.59 | 5.43 | 5.44 | 16.46 | 5.49 |
| K2Z1I3 | 5.57 | 5.56 | 5.41 | 16.54 | 5.51 |
| K3Z0I0 | 5.16 | 5.54 | 5.45 | 16.15 | 5.38 |
| K3Z0I1 | 5.55 | 5.46 | 5.56 | 16.57 | 5.52 |
| K3Z0I2 | 5.10 | 5.30 | 5.47 | 15.87 | 5.29 |
| K3Z0I3 | 5.42 | 5.43 | 5.32 | 16.17 | 5.39 |
| K3Z1I0 | 5.38 | 5.27 | 5.32 | 15.97 | 5.32 |
| K3Z1I1 | 5.16 | 5.11 | 5.11 | 15.38 | 5.13 |
| K3Z1I2 | 5.29 | 5.64 | 5.44 | 16.37 | 5.46 |
| K3Z1I3 | 5.43 | 5.54 | 6.08 | 17.05 | 5.68 |
| K4Z0I0 | 6.27 | 5.88 | 5.9 | 18.05 | 6.02 |
| K4Z0I1 | 5.92 | 5.75 | 5.33 | 17.00 | 5.67 |
| K4Z0I2 | 5.80 | 5.78 | 5.77 | 17.35 | 5.78 |
| K4Z0I3 | 5.90 | 5.57 | 5.61 | 17.08 | 5.69 |
| K4Z1I0 | 5.90 | 5.92 | 5.89 | 17.71 | 5.90 |
| K4Z1I1 | 5.36 | 5.92 | 6.20 | 17.48 | 5.83 |
| K4Z1I2 | 6.18 | 5.74 | 6.31 | 18.23 | 6.08 |
| K4Z1I3 | 5.56 | 5.76 | 6.62 | 17.94 | 5.98 |
| Jumlah | 240.86 | 241.00 | 242.62 | 724.48 | |
| Rerata | 6.02 | 6.03 | 6.07 | | 6.04 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|------------|----------|----------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.048 | 0.024 | | | |
| Perlakuan | 39 | 156.411 | 4.011 | 80.018 ** | 1.553239 | 1.863114 |
| K | 4 | 153.385 | 38.346 | 765.079 ** | 2.488889 | 3.569653 |
| Z | 1 | 0.022 | 0.022 | 0.436 ns | 3.963464 | 6.971391 |
| I | 3 | 0.255 | 0.085 | 1.695 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZ | 4 | 0.188 | 0.047 | 0.938 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| KI | 12 | 1.619 | 0.135 | 2.692 ** | 1.878483 | 2.421288 |
| ZI | 3 | 0.193 | 0.064 | 1.285 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZI | 12 | 0.748 | 0.062 | 1.244 ns | 1.878483 | 2.421288 |
| Galat | 78 | 3.909 | 0.050 | | | |
| Total | 119 | 160.368 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.71%

Lampiran 2d. Nilai pH Media pada H-40

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 6.89 | 6.94 | 6.85 | 20.68 | 6.89 |
| K0Z0I1 | 7.75 | 6.94 | 7.96 | 22.65 | 7.55 |
| K0Z0I2 | 7.75 | 7.26 | 7.47 | 22.48 | 7.49 |
| K0Z0I3 | 7.58 | 7.58 | 7.56 | 22.72 | 7.57 |
| K0Z1I0 | 7.21 | 7.06 | 7.20 | 21.47 | 7.16 |
| K0Z1I1 | 7.56 | 7.70 | 7.65 | 22.91 | 7.64 |
| K0Z1I2 | 7.70 | 7.72 | 7.63 | 23.05 | 7.68 |
| K0Z1I3 | 7.63 | 7.59 | 7.68 | 22.90 | 7.63 |
| K1Z0I0 | 4.70 | 4.48 | 4.30 | 13.48 | 4.49 |
| K1Z0I1 | 4.53 | 4.74 | 4.56 | 13.83 | 4.61 |
| K1Z0I2 | 4.56 | 4.69 | 4.68 | 13.93 | 4.64 |
| K1Z0I3 | 4.73 | 5.02 | 4.90 | 14.65 | 4.88 |
| K1Z1I0 | 4.80 | 4.51 | 4.70 | 14.01 | 4.67 |
| K1Z1I1 | 4.66 | 4.88 | 4.44 | 13.98 | 4.66 |
| K1Z1I2 | 4.38 | 4.47 | 4.66 | 13.51 | 4.50 |
| K1Z1I3 | 4.82 | 4.93 | 4.79 | 14.54 | 4.85 |
| K2Z0I0 | 4.99 | 4.91 | 4.89 | 14.79 | 4.93 |
| K2Z0I1 | 4.84 | 5.11 | 4.86 | 14.81 | 4.94 |
| K2Z0I2 | 4.77 | 4.87 | 4.66 | 14.30 | 4.77 |
| K2Z0I3 | 4.58 | 4.81 | 4.86 | 14.25 | 4.75 |
| K2Z1I0 | 4.96 | 4.84 | 4.80 | 14.60 | 4.87 |
| K2Z1I1 | 4.91 | 4.81 | 5.02 | 14.74 | 4.91 |
| K2Z1I2 | 4.77 | 4.86 | 4.83 | 14.46 | 4.82 |
| K2Z1I3 | 4.65 | 4.92 | 5.01 | 14.58 | 4.86 |
| K3Z0I0 | 4.66 | 4.87 | 4.65 | 14.18 | 4.73 |
| K3Z0I1 | 4.99 | 5.11 | 5.08 | 15.18 | 5.06 |
| K3Z0I2 | 4.74 | 4.64 | 5.07 | 14.45 | 4.82 |
| K3Z0I3 | 5.14 | 4.96 | 4.98 | 15.08 | 5.03 |
| K3Z1I0 | 5.00 | 4.96 | 4.99 | 14.95 | 4.98 |
| K3Z1I1 | 4.70 | 4.83 | 4.68 | 14.21 | 4.74 |
| K3Z1I2 | 4.83 | 5.01 | 4.91 | 14.75 | 4.92 |
| K3Z1I3 | 5.22 | 5.01 | 4.98 | 15.21 | 5.07 |
| K4Z0I0 | 5.59 | 5.42 | 5.49 | 16.50 | 5.50 |
| K4Z0I1 | 5.33 | 5.43 | 5.23 | 15.99 | 5.33 |
| K4Z0I2 | 5.18 | 5.19 | 5.25 | 15.62 | 5.21 |
| K4Z0I3 | 5.33 | 5.01 | 5.10 | 15.44 | 5.15 |
| K4Z1I0 | 5.29 | 5.41 | 5.39 | 16.09 | 5.36 |
| K4Z1I1 | 4.91 | 5.38 | 5.57 | 15.86 | 5.29 |
| K4Z1I2 | 5.34 | 5.15 | 5.54 | 16.03 | 5.34 |
| K4Z1I3 | 4.92 | 5.18 | 5.06 | 15.16 | 5.05 |
| Jumlah | 216.89 | 217.20 | 217.93 | 652.02 | |
| Rerata | 5.42 | 5.43 | 5.45 | | 5.43 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|-------------|----------|----------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.014 | 0.007 | | | |
| Perlakuan | 39 | 130.040 | 3.334 | 132.180 ** | 1.553239 | 1.863114 |
| K | 4 | 127.049 | 31.762 | 1259.114 ** | 2.488889 | 3.569653 |
| Z | 1 | 0.033 | 0.033 | 1.321 ns | 3.963464 | 6.971391 |
| I | 3 | 0.298 | 0.099 | 3.931 * | 2.721784 | 4.043102 |
| KZ | 4 | 0.114 | 0.029 | 1.130 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| KI | 12 | 2.062 | 0.172 | 6.813 ** | 1.878483 | 2.421288 |
| ZI | 3 | 0.097 | 0.032 | 1.278 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZI | 12 | 0.387 | 0.032 | 1.280 ns | 1.878483 | 2.421288 |
| Galat | 78 | 1.968 | 0.025 | | | |
| Total | 119 | 132.022 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 2.92%

Lampiran 3a. Nilai ppm P Media pada H-10

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|---------|---------|----------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 87.71 | 87.95 | 87.83 | 263.49 | 87.83 |
| K0Z0I1 | 87.58 | 88.14 | 87.89 | 263.61 | 87.87 |
| K0Z0I2 | 88.38 | 87.65 | 127.83 | 303.85 | 101.28 |
| K0Z0I3 | 88.20 | 88.26 | 88.50 | 264.96 | 88.32 |
| K0Z1I0 | 88.32 | 87.77 | 87.03 | 263.12 | 87.71 |
| K0Z1I1 | 88.50 | 88.75 | 88.50 | 265.75 | 88.58 |
| K0Z1I2 | 88.50 | 88.07 | 89.54 | 266.12 | 88.71 |
| K0Z1I3 | 87.65 | 87.65 | 87.71 | 263.00 | 87.67 |
| K1Z0I0 | 88.14 | 87.58 | 88.38 | 264.10 | 88.03 |
| K1Z0I1 | 91.38 | 89.36 | 88.14 | 268.88 | 89.63 |
| K1Z0I2 | 88.38 | 88.93 | 88.01 | 265.32 | 88.44 |
| K1Z0I3 | 89.61 | 87.89 | 87.77 | 265.26 | 88.42 |
| K1Z1I0 | 89.42 | 89.79 | 88.99 | 268.20 | 89.40 |
| K1Z1I1 | 88.50 | 87.89 | 87.89 | 264.28 | 88.09 |
| K1Z1I2 | 87.40 | 87.89 | 87.89 | 263.18 | 87.73 |
| K1Z1I3 | 87.09 | 88.26 | 88.01 | 263.36 | 87.79 |
| K2Z0I0 | 87.52 | 93.22 | 89.36 | 270.10 | 90.03 |
| K2Z0I1 | 90.40 | 88.38 | 87.89 | 266.67 | 88.89 |
| K2Z0I2 | 88.63 | 87.09 | 87.71 | 263.43 | 87.81 |
| K2Z0I3 | 87.58 | 88.32 | 88.01 | 263.92 | 87.97 |
| K2Z1I0 | 87.89 | 94.02 | 87.95 | 269.86 | 89.95 |
| K2Z1I1 | 87.16 | 87.83 | 87.95 | 262.94 | 87.65 |
| K2Z1I2 | 87.40 | 88.81 | 88.63 | 264.83 | 88.28 |
| K2Z1I3 | 88.32 | 88.26 | 88.26 | 264.83 | 88.28 |
| K3Z0I0 | 87.71 | 87.65 | 87.71 | 263.06 | 87.69 |
| K3Z0I1 | 88.20 | 88.07 | 88.01 | 264.28 | 88.09 |
| K3Z0I2 | 87.34 | 88.44 | 87.89 | 263.67 | 87.89 |
| K3Z0I3 | 89.12 | 88.26 | 88.01 | 265.39 | 88.46 |
| K3Z1I0 | 88.38 | 88.14 | 88.38 | 264.90 | 88.30 |
| K3Z1I1 | 87.34 | 88.14 | 87.71 | 263.18 | 87.73 |
| K3Z1I2 | 87.77 | 87.52 | 87.77 | 263.06 | 87.69 |
| K3Z1I3 | 88.20 | 88.50 | 87.89 | 264.59 | 88.20 |
| K4Z0I0 | 88.56 | 88.20 | 88.01 | 264.77 | 88.26 |
| K4Z0I1 | 88.07 | 88.50 | 88.32 | 264.90 | 88.30 |
| K4Z0I2 | 88.56 | 89.12 | 88.63 | 266.30 | 88.77 |
| K4Z0I3 | 100.81 | 89.67 | 87.95 | 278.43 | 92.81 |
| K4Z1I0 | 89.24 | 89.36 | 87.89 | 266.49 | 88.83 |
| K4Z1I1 | 88.63 | 88.69 | 88.63 | 265.94 | 88.65 |
| K4Z1I2 | 90.71 | 88.63 | 87.77 | 267.10 | 89.03 |
| K4Z1I3 | 88.26 | 88.01 | 87.89 | 264.16 | 88.05 |
| Jumlah | 3546.53 | 3542.61 | 3564.11 | 10653.25 | |
| Rerata | 88.66 | 88.57 | 89.10 | | 88.78 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 6.555 | 3.277 | | | |
| Perlakuan | 39 | 583.005 | 14.949 | 0.959 ns | 1.553 | 1.863 |
| K | 4 | 42.518 | 10.630 | 0.682 ns | 2.489 | 3.570 |
| Z | 1 | 25.662 | 25.662 | 1.645 ns | 3.963 | 6.971 |
| I | 3 | 25.922 | 8.641 | 0.554 ns | 2.722 | 4.043 |
| KZ | 4 | 40.008 | 10.002 | 0.641 ns | 2.489 | 3.570 |
| KI | 12 | 229.723 | 19.144 | 1.228 ns | 1.878 | 2.421 |
| ZI | 3 | 36.951 | 12.317 | 0.790 ns | 2.722 | 4.043 |
| KZI | 12 | 182.221 | 15.185 | 0.974 ns | 1.878 | 2.421 |
| Galat | 78 | 1216.442 | 15.595 | | | |
| Total | 119 | 1806.002 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 4.45%

Lampiran 3b. Nilai ppm P Media pada H-20

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|---------|---------|----------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 88.07 | 88.32 | 87.89 | 264.28 | 88.09 |
| K0Z0I1 | 88.32 | 88.44 | 87.95 | 264.71 | 88.24 |
| K0Z0I2 | 88.87 | 86.97 | 87.95 | 263.79 | 87.93 |
| K0Z0I3 | 87.09 | 87.16 | 89.18 | 263.43 | 87.81 |
| K0Z1I0 | 87.77 | 88.38 | 88.07 | 264.22 | 88.07 |
| K0Z1I1 | 88.38 | 88.44 | 89.48 | 266.30 | 88.77 |
| K0Z1I2 | 140.69 | 89.54 | 87.89 | 318.12 | 106.04 |
| K0Z1I3 | 87.58 | 88.01 | 86.97 | 262.57 | 87.52 |
| K1Z0I0 | 89.61 | 88.07 | 88.56 | 266.24 | 88.75 |
| K1Z0I1 | 88.01 | 88.07 | 87.83 | 263.92 | 87.97 |
| K1Z0I2 | 88.20 | 88.01 | 88.01 | 264.22 | 88.07 |
| K1Z0I3 | 87.77 | 87.95 | 89.24 | 264.96 | 88.32 |
| K1Z1I0 | 88.99 | 88.93 | 88.38 | 266.30 | 88.77 |
| K1Z1I1 | 88.69 | 88.50 | 88.32 | 265.51 | 88.50 |
| K1Z1I2 | 88.38 | 87.89 | 87.89 | 264.16 | 88.05 |
| K1Z1I3 | 88.81 | 90.10 | 88.63 | 267.53 | 89.18 |
| K2Z0I0 | 88.50 | 88.01 | 95.00 | 271.51 | 90.50 |
| K2Z0I1 | 87.95 | 88.07 | 88.14 | 264.16 | 88.05 |
| K2Z0I2 | 88.07 | 88.56 | 87.77 | 264.41 | 88.14 |
| K2Z0I3 | 87.95 | 88.01 | 87.58 | 263.55 | 87.85 |
| K2Z1I0 | 88.14 | 87.95 | 88.44 | 264.53 | 88.18 |
| K2Z1I1 | 88.75 | 87.89 | 88.14 | 264.77 | 88.26 |
| K2Z1I2 | 89.05 | 87.89 | 89.30 | 266.24 | 88.75 |
| K2Z1I3 | 87.95 | 88.50 | 88.26 | 264.71 | 88.24 |
| K3Z0I0 | 88.99 | 88.69 | 88.56 | 266.24 | 88.75 |
| K3Z0I1 | 87.83 | 88.44 | 88.75 | 265.02 | 88.34 |
| K3Z0I2 | 88.99 | 88.69 | 87.83 | 265.51 | 88.50 |
| K3Z0I3 | 88.14 | 88.69 | 88.14 | 264.96 | 88.32 |
| K3Z1I0 | 88.44 | 88.32 | 88.56 | 265.32 | 88.44 |
| K3Z1I1 | 88.44 | 87.65 | 87.71 | 263.79 | 87.93 |
| K3Z1I2 | 88.07 | 88.50 | 89.24 | 265.81 | 88.60 |
| K3Z1I3 | 89.12 | 87.89 | 88.01 | 265.02 | 88.34 |
| K4Z0I0 | 87.95 | 88.01 | 88.14 | 264.10 | 88.03 |
| K4Z0I1 | 88.14 | 88.38 | 88.93 | 265.45 | 88.48 |
| K4Z0I2 | 88.32 | 88.93 | 88.93 | 266.18 | 88.73 |
| K4Z0I3 | 87.83 | 88.07 | 88.26 | 264.16 | 88.05 |
| K4Z1I0 | 88.63 | 87.89 | 88.44 | 264.96 | 88.32 |
| K4Z1I1 | 89.54 | 90.22 | 88.07 | 267.84 | 89.28 |
| K4Z1I2 | 87.83 | 90.65 | 87.95 | 266.43 | 88.81 |
| K4Z1I3 | 88.32 | 88.63 | 87.95 | 264.90 | 88.30 |
| Jumlah | 3586.16 | 3535.32 | 3538.32 | 10659.81 | |
| Rerata | 89.65 | 88.38 | 88.46 | | 88.83 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|----------|----------|----------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 40.681 | 20.341 | | | |
| Perlakuan | 39 | 940.757 | 24.122 | 1.036 ns | 1.553239 | 1.863114 |
| K | 4 | 65.651 | 16.413 | 0.705 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| Z | 1 | 28.274 | 28.274 | 1.214 ns | 3.963464 | 6.971391 |
| I | 3 | 73.205 | 24.402 | 1.048 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZ | 4 | 99.850 | 24.963 | 1.072 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| KI | 12 | 297.336 | 24.778 | 1.064 ns | 1.878483 | 2.421288 |
| ZI | 3 | 81.648 | 27.216 | 1.168 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZI | 12 | 294.793 | 24.566 | 1.055 ns | 1.878483 | 2.421288 |
| Galat | 78 | 1816.762 | 23.292 | | | |
| Total | 119 | 2798.201 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 5.43%

Lampiran 3c. Nilai ppm P Media pada H-30

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|---------|---------|----------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 88.26 | 90.34 | 88.81 | 267.41 | 89.14 |
| K0Z0I1 | 102.96 | 98.61 | 96.16 | 297.73 | 99.24 |
| K0Z0I2 | 89.30 | 89.73 | 88.93 | 267.96 | 89.32 |
| K0Z0I3 | 95.73 | 90.52 | 94.69 | 280.94 | 93.65 |
| K0Z1I0 | 91.44 | 96.53 | 92.97 | 280.94 | 93.65 |
| K0Z1I1 | 94.81 | 90.59 | 94.69 | 280.09 | 93.36 |
| K0Z1I2 | 92.42 | 93.04 | 98.79 | 284.25 | 94.75 |
| K0Z1I3 | 90.77 | 92.61 | 91.93 | 275.31 | 91.77 |
| K1Z0I0 | 89.79 | 93.40 | 91.26 | 274.45 | 91.48 |
| K1Z0I1 | 90.34 | 91.20 | 103.14 | 284.68 | 94.89 |
| K1Z0I2 | 89.73 | 88.87 | 92.36 | 270.96 | 90.32 |
| K1Z0I3 | 93.04 | 91.38 | 91.32 | 275.74 | 91.91 |
| K1Z1I0 | 90.40 | 89.85 | 90.52 | 270.78 | 90.26 |
| K1Z1I1 | 89.67 | 91.08 | 89.18 | 269.92 | 89.97 |
| K1Z1I2 | 92.97 | 91.08 | 89.61 | 273.65 | 91.22 |
| K1Z1I3 | 90.46 | 92.18 | 91.99 | 274.63 | 91.54 |
| K2Z0I0 | 92.79 | 89.79 | 90.52 | 273.10 | 91.03 |
| K2Z0I1 | 90.22 | 90.52 | 91.32 | 272.06 | 90.69 |
| K2Z0I2 | 88.81 | 97.32 | 89.24 | 275.37 | 91.79 |
| K2Z0I3 | 95.00 | 94.51 | 93.89 | 283.39 | 94.46 |
| K2Z1I0 | 89.12 | 89.54 | 89.24 | 267.90 | 89.30 |
| K2Z1I1 | 89.24 | 89.24 | 90.46 | 268.94 | 89.65 |
| K2Z1I2 | 91.93 | 91.99 | 93.28 | 277.21 | 92.40 |
| K2Z1I3 | 97.02 | 90.46 | 93.34 | 280.82 | 93.61 |
| K3Z0I0 | 88.69 | 89.61 | 89.18 | 267.47 | 89.16 |
| K3Z0I1 | 90.10 | 89.61 | 90.40 | 270.10 | 90.03 |
| K3Z0I2 | 90.40 | 89.42 | 90.34 | 270.16 | 90.05 |
| K3Z0I3 | 92.30 | 92.73 | 92.91 | 277.94 | 92.65 |
| K3Z1I0 | 90.03 | 91.08 | 90.59 | 271.69 | 90.56 |
| K3Z1I1 | 89.73 | 89.12 | 89.36 | 268.20 | 89.40 |
| K3Z1I2 | 95.55 | 95.12 | 89.97 | 280.64 | 93.55 |
| K3Z1I3 | 91.63 | 92.42 | 93.95 | 278.00 | 92.67 |
| K4Z0I0 | 97.57 | 90.65 | 93.28 | 281.49 | 93.83 |
| K4Z0I1 | 92.67 | 91.01 | 92.18 | 275.86 | 91.95 |
| K4Z0I2 | 106.94 | 91.69 | 100.81 | 299.44 | 99.81 |
| K4Z0I3 | 95.36 | 92.67 | 94.51 | 282.54 | 94.18 |
| K4Z1I0 | 92.24 | 92.36 | 92.18 | 276.78 | 92.26 |
| K4Z1I1 | 90.40 | 90.52 | 91.44 | 272.37 | 90.79 |
| K4Z1I2 | 95.98 | 93.83 | 90.89 | 280.70 | 93.57 |
| K4Z1I3 | 91.26 | 106.27 | 89.73 | 287.25 | 95.75 |
| Jumlah | 3697.02 | 3682.45 | 3689.37 | 11068.83 | |
| Rerata | 92.43 | 92.06 | 92.23 | | 92.24 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|----------|----------|----------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 2.659 | 1.329 | | | |
| Perlakuan | 39 | 717.657 | 18.401 | 2.221 ** | 1.553239 | 1.863114 |
| K | 4 | 154.663 | 38.666 | 4.667 ** | 2.488889 | 3.569653 |
| Z | 1 | 6.877 | 6.877 | 0.830 ns | 3.963464 | 6.971391 |
| I | 3 | 77.535 | 25.845 | 3.120 * | 2.721784 | 4.043102 |
| KZ | 4 | 37.649 | 9.412 | 1.136 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| KI | 12 | 215.883 | 17.990 | 2.172 * | 1.878483 | 2.421288 |
| ZI | 3 | 55.443 | 18.481 | 2.231 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZI | 12 | 169.608 | 14.134 | 1.706 ns | 1.878483 | 2.421288 |
| Galat | 78 | 646.164 | 8.284 | | | |
| Total | 119 | 1366.480 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.12%

Lampiran 3d. Nilai ppm P Media pada H-40

| Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|----------|----------|----------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| K0Z0I0 | 93.34 | 94.44 | 93.83 | 281.62 | 93.87 |
| K0Z0I1 | 99.83 | 95.06 | 95.24 | 290.13 | 96.71 |
| K0Z0I2 | 86.18 | 91.93 | 90.65 | 268.75 | 89.58 |
| K0Z0I3 | 91.20 | 91.69 | 91.01 | 273.90 | 91.30 |
| K0Z1I0 | 92.12 | 94.20 | 89.18 | 275.49 | 91.83 |
| K0Z1I1 | 93.04 | 95.24 | 96.53 | 284.80 | 94.93 |
| K0Z1I2 | 93.34 | 92.79 | 90.83 | 276.96 | 92.32 |
| K0Z1I3 | 95.98 | 95.98 | 93.28 | 285.23 | 95.08 |
| K1Z0I0 | 90.10 | 91.69 | 91.81 | 273.59 | 91.20 |
| K1Z0I1 | 91.32 | 92.24 | 90.10 | 273.65 | 91.22 |
| K1Z0I2 | 90.89 | 86.48 | 91.75 | 269.12 | 89.71 |
| K1Z0I3 | 91.69 | 91.75 | 89.97 | 273.41 | 91.14 |
| K1Z1I0 | 90.40 | 86.30 | 90.65 | 267.35 | 89.12 |
| K1Z1I1 | 87.83 | 91.20 | 91.26 | 270.29 | 90.10 |
| K1Z1I2 | 91.32 | 94.08 | 89.91 | 275.31 | 91.77 |
| K1Z1I3 | 90.95 | 91.08 | 92.85 | 274.88 | 91.63 |
| K2Z0I0 | 89.18 | 91.57 | 90.95 | 271.69 | 90.56 |
| K2Z0I1 | 91.57 | 91.87 | 91.69 | 275.12 | 91.71 |
| K2Z0I2 | 91.01 | 93.59 | 94.93 | 279.53 | 93.18 |
| K2Z0I3 | 92.12 | 90.83 | 90.52 | 273.47 | 91.16 |
| K2Z1I0 | 88.99 | 89.24 | 89.18 | 267.41 | 89.14 |
| K2Z1I1 | 91.20 | 90.65 | 93.40 | 275.25 | 91.75 |
| K2Z1I2 | 89.73 | 90.10 | 90.46 | 270.29 | 90.10 |
| K2Z1I3 | 92.06 | 90.59 | 92.06 | 274.70 | 91.57 |
| K3Z0I0 | 91.81 | 86.54 | 91.69 | 270.04 | 90.01 |
| K3Z0I1 | 91.32 | 91.63 | 91.44 | 274.39 | 91.46 |
| K3Z0I2 | 92.73 | 91.81 | 93.22 | 277.76 | 92.59 |
| K3Z0I3 | 98.18 | 102.71 | 122.37 | 323.26 | 107.75 |
| K3Z1I0 | 92.55 | 89.61 | 89.54 | 271.69 | 90.56 |
| K3Z1I1 | 92.18 | 91.08 | 91.50 | 274.76 | 91.59 |
| K3Z1I2 | 91.26 | 93.46 | 89.91 | 274.63 | 91.54 |
| K3Z1I3 | 91.75 | 90.71 | 89.05 | 271.51 | 90.50 |
| K4Z0I0 | 95.67 | 91.32 | 91.69 | 278.68 | 92.89 |
| K4Z0I1 | 91.75 | 112.76 | 96.40 | 300.91 | 100.30 |
| K4Z0I2 | 86.67 | 91.69 | 94.08 | 272.43 | 90.81 |
| K4Z0I3 | 92.30 | 90.34 | 92.48 | 275.12 | 91.71 |
| K4Z1I0 | 90.59 | 89.85 | 90.65 | 271.08 | 90.36 |
| K4Z1I1 | 93.65 | 93.04 | 94.32 | 281.00 | 93.67 |
| K4Z1I2 | 90.40 | 91.57 | 93.83 | 275.80 | 91.93 |
| K4Z1I3 | 90.34 | 91.87125 | 91.13625 | 273.35 | 91.12 |
| Jumlah | 3668.48 | 3694.51 | 3705.35 | 11068.34 | |
| Rerata | 91.71 | 92.36 | 92.63 | | 92.24 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----|----------------|----------------|----------|----------|----------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 17.955 | 8.977 | | | |
| Perlakuan | 39 | 1255.951 | 32.204 | 3.236 ** | 1.553239 | 1.863114 |
| K | 4 | 139.069 | 34.767 | 3.493 * | 2.488889 | 3.569653 |
| Z | 1 | 59.961 | 59.961 | 6.024 * | 3.963464 | 6.971391 |
| I | 3 | 143.042 | 47.681 | 4.791 ** | 2.721784 | 4.043102 |
| KZ | 4 | 93.474 | 23.369 | 2.348 ns | 2.488889 | 3.569653 |
| KI | 12 | 370.996 | 30.916 | 3.106 ** | 1.878483 | 2.421288 |
| ZI | 3 | 36.390 | 12.130 | 1.219 ns | 2.721784 | 4.043102 |
| KZI | 12 | 413.020 | 34.418 | 3.458 ** | 1.878483 | 2.421288 |
| Galat | 78 | 776.333 | 9.953 | | | |
| Total | 119 | 2050.239 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.42%

Lampiran 4a. Data Koloni BPF (10^{-6} CFU/gr tanah) pada Minggu ke -3

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|
| K1R0 | 106.50 | 134.00 | 129.50 | 370.00 | 123.33 |
| K1R1 | 56.25 | 58.25 | 99.75 | 214.25 | 71.42 |
| K1R2 | 81.75 | 59.25 | 48.25 | 189.25 | 63.08 |
| K2R0 | 20.00 | 52.50 | 51.25 | 123.75 | 41.25 |
| K2R1 | 42.50 | 81.75 | 79.25 | 203.50 | 67.83 |
| K2R2 | 60.00 | 70.00 | 49.75 | 179.75 | 59.92 |
| K3R0 | 52.75 | 45.00 | 64.75 | 162.50 | 54.17 |
| K3R1 | 99.50 | 69.25 | 60.50 | 229.25 | 76.42 |
| K3R2 | 49.25 | 127.50 | 116.00 | 292.75 | 97.58 |
| Jumlah | 568.50 | 697.50 | 699.00 | 1965.00 | |
| Rerata | 63.17 | 77.50 | 77.67 | | 72.78 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-----------|----------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 1247.167 | 623.583 | 1.510 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 14431.458 | 1803.932 | 4.369 ** | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 4090.722 | 2045.361 | 4.954 * | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 12.347 | 6.174 | 0.015 ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 10328.389 | 2582.097 | 6.254 ** | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 7432.167 | 412.898 | | | |
| Jumlah | 26 | 23110.792 | | | | |

Keterangan
 ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 2.79%

Lampiran 4b. Data Koloni BPF (10^{-6} CFU/gr tanah) pada Minggu ke -6

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|---------|--------|--------|---------|--------|
| K1R0 | 250.00 | 214.50 | 50.50 | 515.00 | 171.67 |
| K1R1 | 75.50 | 179.50 | 138.50 | 393.50 | 131.17 |
| K1R2 | 106.00 | 97.50 | 184.50 | 388.00 | 129.33 |
| K2R0 | 67.50 | 43.50 | 48.50 | 159.50 | 53.17 |
| K2R1 | 142.50 | 58.50 | 172.00 | 373.00 | 124.33 |
| K2R2 | 65.50 | 45.50 | 57.50 | 168.50 | 56.17 |
| K3R0 | 31.50 | 93.00 | 176.50 | 301.00 | 100.33 |
| K3R1 | 35.00 | 31.00 | 80.00 | 146.00 | 48.67 |
| K3R2 | 234.50 | 72.50 | 44.50 | 351.50 | 117.17 |
| Jumlah | 1008.00 | 835.50 | 952.50 | 2796.00 | |
| Rerata | 112.00 | 92.83 | 105.83 | | 103.56 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|------------|-----------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 1723.167 | 861.583 | 0.217 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 43472.667 | 5434.083 | 1.366 ns | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 22671.500 | 11335.750 | 2.850 ns | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 316.500 | 158.250 | 0.040 ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 20484.667 | 5121.167 | 1.288 ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 71594.833 | 3977.491 | | | |
| Jumlah | 26 | 116790.667 | | | | |

Keterangan
 ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 6.09%

Lampiran 4c. Data Koloni BPF (10^{-6} CFU/gr tanah) pada Minggu ke -9

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|
| K1R0 | 118.50 | 50.00 | 146.00 | 314.50 | 104.83 |
| K1R1 | 84.50 | 237.00 | 117.50 | 439.00 | 146.33 |
| K1R2 | 162.50 | 157.50 | 64.00 | 384.00 | 128.00 |
| K2R0 | 30.00 | 35.00 | 35.00 | 100.00 | 33.33 |
| K2R1 | 126.00 | 38.00 | 42.00 | 206.00 | 68.67 |
| K2R2 | 30.00 | 40.00 | 33.00 | 103.00 | 34.33 |
| K3R0 | 137.50 | 35.00 | 87.50 | 260.00 | 86.67 |
| K3R1 | 35.00 | 78.00 | 122.50 | 235.50 | 78.50 |
| K3R2 | 30.00 | 35.00 | 32.00 | 97.00 | 32.33 |
| Jumlah | 754.00 | 705.50 | 679.50 | 2139.00 | |
| Rerata | 83.78 | 78.39 | 75.50 | | 79.22 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-----------|-----------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 317.722 | 158.861 | 0.076 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 42077.500 | 5259.688 | 2.511 * | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 31904.056 | 15952.028 | 7.615 ** | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 5131.056 | 2565.528 | 1.225 ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 5042.389 | 1260.597 | 0.602 ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 37705.444 | 2094.747 | | | |
| Jumlah | 26 | 80100.667 | | | | |

Keterangan
 ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 5.78%

Lampiran 5a. Nilai P Tanah Terlarut (ppm) pada Minggu ke-3

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 3.30 | 3.30 | 3.35 | 9.95 | 3.32 |
| K1R1 | 3.44 | 3.31 | 3.41 | 10.16 | 3.39 |
| K1R2 | 3.32 | 3.32 | 3.30 | 9.94 | 3.31 |
| K2R0 | 3.29 | 3.25 | 3.28 | 9.82 | 3.27 |
| K2R1 | 3.54 | 3.27 | 3.25 | 10.06 | 3.35 |
| K2R2 | 3.40 | 3.30 | 3.53 | 10.23 | 3.41 |
| K3R0 | 3.38 | 3.29 | 3.23 | 9.90 | 3.30 |
| K3R1 | 3.31 | 3.42 | 3.41 | 10.14 | 3.38 |
| K3R2 | 3.26 | 3.39 | 3.31 | 9.96 | 3.32 |
| Jumlah | 30.24 | 29.85 | 30.07 | 90.16 | |
| Rerata | 3.36 | 3.32 | 3.34 | | 3.34 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-------|-------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.008 | 0.004 | 0.695 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 0.050 | 0.006 | 1.015 ns | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 0.001 | 0.000 | 0.055 ns | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 0.027 | 0.014 | 2.243 ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 0.022 | 0.005 | 0.881 ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 0.110 | 0.006 | | | |
| Jumlah | 26 | 0.168 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 2.34%

Lampiran 5b. Nilai P Tanah Terlarut (ppm) pada Minggu ke-6

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 4.04 | 5.44 | 4.15 | 13.63 | 4.54 |
| K1R1 | 4.23 | 4.18 | 5.70 | 14.11 | 4.70 |
| K1R2 | 7.37 | 6.53 | 6.64 | 20.54 | 6.85 |
| K2R0 | 3.42 | 4.73 | 4.46 | 12.61 | 4.20 |
| K2R1 | 5.04 | 4.20 | 4.90 | 14.14 | 4.71 |
| K2R2 | 3.48 | 6.52 | 6.83 | 16.83 | 5.61 |
| K3R0 | 5.64 | 5.42 | 5.88 | 16.94 | 5.65 |
| K3R1 | 7.04 | 7.84 | 6.96 | 21.84 | 7.28 |
| K3R2 | 5.86 | 6.32 | 5.72 | 17.90 | 5.97 |
| Jumlah | 46.12 | 51.18 | 51.24 | 148.54 | |
| Rerata | 5.12 | 5.69 | 5.69 | | 5.50 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|--------|-------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 1.919 | 0.960 | 1.695 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 27.250 | 3.406 | 6.015 ** | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 9.787 | 4.894 | 8.642 ** | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 8.176 | 4.088 | 7.219 ** | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 9.287 | 2.322 | 4.100 * | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 10.193 | 0.566 | | | |
| Jumlah | 26 | 39.362 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

KK 13.68%

Lampiran 5c. Nilai P Tanah Terlarut (ppm) pada Minggu ke-9

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 2.22 | 2.25 | 2.27 | 6.74 | 2.25 |
| K1R1 | 2.38 | 2.40 | 2.37 | 7.15 | 2.38 |
| K1R2 | 2.31 | 2.26 | 2.26 | 6.83 | 2.28 |
| K2R0 | 2.21 | 2.24 | 2.22 | 6.67 | 2.22 |
| K2R1 | 2.35 | 2.28 | 2.30 | 6.93 | 2.31 |
| K2R2 | 2.22 | 2.23 | 2.24 | 6.69 | 2.23 |
| K3R0 | 2.29 | 2.25 | 2.26 | 6.80 | 2.27 |
| K3R1 | 2.40 | 2.42 | 2.37 | 7.19 | 2.40 |
| K3R2 | 2.25 | 2.27 | 2.30 | 6.82 | 2.27 |
| Jumlah | 20.63 | 20.60 | 20.59 | 61.82 | |
| Rerata | 2.29 | 2.29 | 2.29 | | 2.29 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-------|-------|-----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.000 | 0.000 | 0.087 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 0.094 | 0.012 | 21.265 ** | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 0.017 | 0.009 | 15.493 ** | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 0.074 | 0.037 | 67.045 ** | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 0.003 | 0.001 | 1.260 ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 0.010 | 0.001 | | | |
| Jumlah | 26 | 0.104 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 1.03%

Lampiran 6a. Data Respirasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Minggu ke-3

| Perlakuan | Ulangan | | | respirasi gr/tanah |
|-----------|---------|------|------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| K1R0 | -0.02 | 0.91 | 0.31 | 0.40 |
| K1R1 | 0.96 | 1.89 | 1.41 | 1.42 |
| K1R2 | 0.79 | 3.53 | 3.6 | 2.64 |
| K2R0 | 1.17 | 0.45 | 0.34 | 0.65 |
| K2R1 | 1.17 | 1.46 | 0.99 | 1.21 |
| K2R2 | 0.03 | 0.96 | 1.35 | 0.78 |
| K3R0 | -0.21 | 0.86 | 1.27 | 0.64 |
| K3R1 | 0.96 | 1.41 | 0.51 | 0.96 |
| K3R2 | 0.65 | 1.13 | 0.51 | 0.77 |

Lampiran 6b. Data Respirasi Bakteri Pelarut fosfat pada Minggu ke-6

| Perlakuan | ulangan | | | respirasi/gr tnh |
|-----------|---------|------|------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| K1R0 | 1.58 | 1.82 | 2.37 | 1.92 |
| K1R1 | 1.71 | 2.09 | 1.89 | 1.90 |
| K1R2 | 1.44 | 0.94 | 1.23 | 1.21 |
| K2R0 | 1.34 | 0.48 | 1.13 | 0.98 |
| K2R1 | 2.06 | 1.75 | 2.37 | 2.06 |
| K2R2 | 1.51 | 1.85 | 1.13 | 1.50 |
| K3R0 | 1.37 | 1.82 | 1.85 | 1.68 |
| K3R1 | 2.30 | 2.23 | 1.47 | 2.00 |
| K3R2 | 1.78 | 2.16 | 2.26 | 2.07 |

Lampiran 7a. Nilai Al-dd Tanah pada Minggu ke-3

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 2.78 | 0.61 | 1.89 | 5.28 | 1.76 |
| K1R1 | 2.90 | 2.64 | 1.59 | 7.13 | 2.38 |
| K1R2 | 2.31 | 4.25 | 1.76 | 8.32 | 2.77 |
| K2R0 | 2.57 | 3.20 | 2.05 | 7.82 | 2.61 |
| K2R1 | 2.13 | 2.21 | 3.23 | 7.57 | 2.52 |
| K2R2 | 2.31 | 3.21 | 3.17 | 8.69 | 2.90 |
| K3R0 | 2.61 | 1.49 | 4.25 | 8.35 | 2.78 |
| K3R1 | 2.92 | 2.13 | 0.20 | 5.25 | 1.75 |
| K3R2 | 3.18 | 2.40 | 1.33 | 6.91 | 2.30 |
| Jumlah | 23.71 | 22.14 | 19.47 | 65.32 | |
| Rerata | 2.63 | 2.46 | 2.16 | | 2.42 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|--------|-------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 1.021 | 0.511 | 0.535 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 4.289 | 0.536 | 0.562 ns | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 0.889 | 0.445 | 0.466 ns | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 0.893 | 0.447 | 0.468 ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 2.506 | 0.627 | 0.657 ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 17.170 | 0.954 | | | |
| Jumlah | 26 | 22.480 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 4.04%

Lampiran 7b. Nilai Al-dd Tanah pada Minggu ke-6

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 0.30 | 1.52 | 1.15 | 2.97 | 0.99 |
| K1R1 | 3.10 | 1.90 | 1.49 | 6.49 | 2.16 |
| K1R2 | 2.92 | 2.90 | 2.74 | 8.56 | 2.85 |
| K2R0 | 2.47 | 3.10 | 3.28 | 8.85 | 2.95 |
| K2R1 | 2.13 | 2.91 | 2.21 | 7.25 | 2.42 |
| K2R2 | 2.85 | 3.31 | 2.29 | 8.45 | 2.82 |
| K3R0 | 1.49 | 2.57 | 2.49 | 6.55 | 2.18 |
| K3R1 | 2.01 | 0.61 | 0.09 | 2.62 | 0.87 |
| K3R2 | 2.39 | 3.69 | 1.74 | 7.82 | 2.61 |
| Jumlah | 19.66 | 22.51 | 17.39 | 59.56 | |
| Rerata | 2.18 | 2.50 | 1.93 | | 2.21 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|--------|-------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 1.463 | 0.731 | 1.933 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 14.422 | 1.803 | 4.764 ** | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 3.735 | 1.868 | 4.936 * | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 4.352 | 2.176 | 5.751 * | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 6.334 | 1.584 | 4.185 * | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 6.811 | 0.378 | | | |
| Jumlah | 26 | 22.696 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 2.79%

Lampiran 7c. Nilai Al-dd Tanah pada Minggu ke-9

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|------|------|------|--------|--------|
| K1R0 | 0.19 | 0.18 | 0.10 | 0.47 | 0.16 |
| K1R1 | 0.33 | 0.20 | 0.10 | 0.63 | 0.21 |
| K1R2 | 0.28 | 0.27 | 0.08 | 0.63 | 0.21 |
| K2R0 | 0.44 | 0.48 | 0.43 | 1.35 | 0.45 |
| K2R1 | 0.14 | 0.10 | 0.36 | 0.60 | 0.20 |
| K2R2 | 0.29 | 0.40 | 0.51 | 1.20 | 0.40 |
| K3R0 | 0.26 | 0.23 | 0.15 | 0.64 | 0.21 |
| K3R1 | 0.11 | 0.21 | 0.15 | 0.47 | 0.16 |
| K3R2 | 0.11 | 0.10 | 0.04 | 0.25 | 0.08 |
| Jumlah | 2.15 | 2.17 | 1.92 | 6.24 | |
| Rerata | 0.24 | 0.24 | 0.21 | | 0.23 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-------|-------|-----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.004 | 0.002 | 0.293 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 0.335 | 0.042 | 5.713 ** | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 0.198 | 0.099 | 13.552 ** | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 0.032 | 0.016 | 2.192 ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 0.104 | 0.026 | 3.554 * | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 0.132 | 0.007 | | | |
| Jumlah | 26 | 0.471 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.70%

Lampiran 8a. Nilai pH Tanah pada Minggu ke-3

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 4.90 | 5.03 | 5.11 | 15.04 | 5.01 |
| K1R1 | 4.73 | 4.56 | 4.74 | 14.03 | 4.68 |
| K1R2 | 4.68 | 4.95 | 4.90 | 14.53 | 4.84 |
| K2R0 | 4.93 | 4.77 | 4.81 | 14.51 | 4.84 |
| K2R1 | 4.69 | 4.68 | 4.76 | 14.13 | 4.71 |
| K2R2 | 4.94 | 4.97 | 4.73 | 14.64 | 4.88 |
| K3R0 | 6.39 | 5.55 | 5.63 | 17.57 | 5.86 |
| K3R1 | 4.66 | 5.09 | 4.96 | 14.71 | 4.90 |
| K3R2 | 4.85 | 4.92 | 4.86 | 14.63 | 4.88 |
| Jumlah | 44.77 | 44.52 | 44.50 | 133.79 | |
| Rerata | 4.97 | 4.95 | 4.94 | | 4.96 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-------|-------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.005 | 0.003 | 0.068ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 2.984 | 0.373 | 10.158** | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 0.898 | 0.449 | 12.221** | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 1.109 | 0.555 | 15.102** | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 0.978 | 0.244 | 6.655** | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 0.661 | 0.037 | | | |
| Jumlah | 26 | 3.650 | | | | |

Keterangan
 ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.87%

Lampiran 8b. Nilai pH Tanah pada Minggu ke-6

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 5.06 | 4.95 | 5.07 | 15.08 | 5.03 |
| K1R1 | 4.80 | 4.88 | 5.13 | 14.81 | 4.94 |
| K1R2 | 4.83 | 4.94 | 4.89 | 14.66 | 4.89 |
| K2R0 | 4.74 | 4.84 | 4.84 | 14.42 | 4.81 |
| K2R1 | 4.69 | 4.66 | 4.74 | 14.09 | 4.70 |
| K2R2 | 4.76 | 4.70 | 4.82 | 14.28 | 4.76 |
| K3R0 | 4.72 | 4.88 | 5.28 | 14.88 | 4.96 |
| K3R1 | 4.85 | 4.87 | 5.44 | 15.16 | 5.05 |
| K3R2 | 5.04 | 4.97 | 5.17 | 15.18 | 5.06 |
| Jumlah | 43.49 | 43.69 | 45.38 | 132.56 | |
| Rerata | 4.83 | 4.85 | 5.04 | | 4.91 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-------|-------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.240 | 0.120 | 8.191** | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 0.417 | 0.052 | 3.567* | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 0.350 | 0.175 | 11.968** | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 0.006 | 0.003 | 0.220ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 0.061 | 0.015 | 1.040ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 0.263 | 0.015 | | | |
| Jumlah | 26 | 0.920 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 2.46%

Lampiran 8c. Nilai pH Tanah pada Minggu ke-9

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 4.86 | 4.69 | 4.77 | 14.32 | 4.77 |
| K1R1 | 4.45 | 4.73 | 4.81 | 13.99 | 4.66 |
| K1R2 | 4.95 | 4.49 | 4.74 | 14.18 | 4.73 |
| K2R0 | 3.93 | 4.63 | 4.22 | 12.78 | 4.26 |
| K2R1 | 4.25 | 4.20 | 4.55 | 13.00 | 4.33 |
| K2R2 | 4.29 | 4.14 | 4.07 | 12.50 | 4.17 |
| K3R0 | 4.41 | 4.50 | 4.48 | 13.39 | 4.46 |
| K3R1 | 4.79 | 5.12 | 5.01 | 14.92 | 4.97 |
| K3R2 | 4.77 | 4.62 | 5.69 | 15.08 | 5.03 |
| Jumlah | 40.70 | 41.12 | 42.34 | 124.16 | |
| Rerata | 4.52 | 4.57 | 4.70 | | 4.60 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|-------|-------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 0.161 | 0.081 | 1.311ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 2.294 | 0.287 | 4.662** | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 1.654 | 0.827 | 13.440** | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 0.135 | 0.068 | 1.099ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 0.505 | 0.126 | 2.053ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 1.107 | 0.062 | | | |
| Jumlah | 26 | 3.563 | | | | |

Keterangan
 ns = berbeda tidak nyata
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

KK 5.39%

Lampiran 9a. Nilai KTK Tanah pada Minggu ke-3

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K1R0 | 23.76 | 28.84 | 19.66 | 72.26 | 24.09 |
| K1R1 | 13.19 | 19.39 | 8.38 | 40.96 | 13.65 |
| K1R2 | 49.68 | 41.96 | 30.97 | 122.61 | 40.87 |
| K2R0 | 19.37 | 25.00 | 21.82 | 66.19 | 22.06 |
| K2R1 | 10.21 | 22.03 | 35.05 | 67.29 | 22.43 |
| K2R2 | 11.63 | 11.58 | 42.95 | 66.16 | 22.05 |
| K3R0 | 29.38 | 39.62 | 20.57 | 89.57 | 29.86 |
| K3R1 | 9.90 | 13.69 | 19.44 | 43.03 | 14.34 |
| K3R2 | 19.78 | 27.69 | 19.89 | 67.36 | 22.45 |
| Jumlah | 186.90 | 229.80 | 218.73 | 635.43 | |
| Rerata | 20.77 | 25.53 | 24.30 | | 23.53 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|----------|---------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 110.226 | 55.113 | 0.699 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 1588.969 | 198.621 | 2.520 * | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 96.166 | 48.083 | 0.610 ns | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 654.545 | 327.273 | 4.153 * | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 838.258 | 209.564 | 2.659 ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 1418.592 | 78.811 | | | |
| Jumlah | 26 | 3117.787 | | | | |

Keterangan
 ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 3.77%

Lampiran 9b. Nilai KTK Tanah pada Minggu ke-6

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K1R0 | 10.09 | 29.13 | 17.82 | 57.04 | 19.01 |
| K1R1 | 19.56 | 32.82 | 35.56 | 87.94 | 29.31 |
| K1R2 | 62.90 | 62.39 | 31.33 | 156.62 | 52.21 |
| K2R0 | 11.27 | 13.48 | 28.64 | 53.39 | 17.80 |
| K2R1 | 18.75 | 32.20 | 37.98 | 88.93 | 29.64 |
| K2R2 | 53.72 | 5.05 | 39.77 | 98.54 | 32.85 |
| K3R0 | 46.67 | 39.62 | 38.67 | 124.96 | 41.65 |
| K3R1 | 20.95 | 23.54 | 34.31 | 78.80 | 26.27 |
| K3R2 | 27.33 | 23.64 | 24.92 | 75.89 | 25.30 |
| Jumlah | 271.24 | 261.87 | 289.00 | 822.11 | |
| Rerata | 30.14 | 29.10 | 32.11 | | 30.45 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|----------|---------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 42.194 | 21.097 | 0.140 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 2824.546 | 353.068 | 2.339 ns | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 210.215 | 105.108 | 0.696 ns | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 564.602 | 282.301 | 1.870 ns | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 2049.728 | 512.432 | 3.395 * | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 2716.943 | 150.941 | | | |
| Jumlah | 26 | 5583.683 | | | | |

Keterangan
 ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK 4.03%

Lampiran 9c. Nilai KTK Tanah pada Minggu ke-9

| Perlakuan | I | II | III | Jumlah | Rerata |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| K1R0 | 10.40 | 7.80 | 10.88 | 29.08 | 9.69 |
| K1R1 | 7.66 | 9.80 | 12.02 | 29.48 | 9.83 |
| K1R2 | 11.31 | 10.97 | 10.77 | 33.05 | 11.02 |
| K2R0 | 9.05 | 8.73 | 12.68 | 30.46 | 10.15 |
| K2R1 | 10.53 | 6.61 | 6.99 | 24.13 | 8.04 |
| K2R2 | 14.52 | 13.77 | 8.91 | 37.20 | 12.40 |
| K3R0 | 7.87 | 7.37 | 7.81 | 23.05 | 7.68 |
| K3R1 | 8.06 | 5.14 | 7.70 | 20.90 | 6.97 |
| K3R2 | 11.32 | 9.19 | 6.45 | 26.96 | 8.99 |
| Jumlah | 90.72 | 79.38 | 84.21 | 254.31 | |
| Rerata | 10.08 | 8.82 | 9.36 | | 9.42 |

Anova

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F hitung | F Tabel | |
|------------------|----|---------|--------|----------|---------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Ulangan | 2 | 7.196 | 3.598 | 1.034 ns | 3.555 | 6.013 |
| Perlakuan | 8 | 69.976 | 8.747 | 2.514 * | 2.510 | 3.705 |
| K | 2 | 32.018 | 16.009 | 4.602 * | 3.555 | 6.013 |
| R | 2 | 29.419 | 14.710 | 4.229 * | 3.555 | 6.013 |
| K x R | 4 | 8.539 | 2.135 | 0.614 ns | 2.928 | 4.579 |
| Galat | 18 | 62.616 | 3.479 | | | |
| Jumlah | 26 | 139.789 | | | | |

Keterangan ns= berbeda tidak nyata
 *= berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

KK**1.98%**

Lampiran 10. Hasil Analisis Pendahuluan Contoh Tanah Komposit Lapisan Atas (0 – 20 cm) Tanah Oxisol (Cigudeg)

| Ciri fisik/kimia tanah | Satuan | Oxisol (Cigudeg) | Harkat |
|---|------------|------------------|---------------|
| Tekstur tanah: | | | |
| -pasir | % | 7 | |
| -debu | % | 9 | |
| -liat | % | 84 | |
| Ph tanah: | | | |
| -H ₂ O (1:5) | | 4.3 | Asam |
| -KCl (1:5) | | 4.0 | Asam |
| Bahan organik: | | | |
| -C | % | 1.78 | Sangat rendah |
| -N | % | 0.2 | Rendah |
| -C/N | | 9 | |
| P₂O₅: | | | |
| -ekstrak HCl 25% | mg/100g | 38 | Rendah |
| -ekstrak Bray I | ppm | 5.7 | Sangat rendah |
| K ₂ O (ekstrak HCl 5%) | mg/100g | 5 | Rendah |
| NTK (NH₄-asetat 1N pH 7): | | | |
| | | 2.8 | |
| -Ca | Cmol(+)/kg | 0.75 | |
| -Mg | Cmol(+)/kg | 0.05 | |
| -K | Cmol(+)/kg | 0.17 | |
| -Na | Cmol(+)/kg | 3.77 | |
| KTK: | | | |
| -NH ₄ -asetat 1N pH7 | Cmol(+)/kg | 11.04 | Rendah |
| -NH ₄ Cl | Cmol(+)/kg | 7.11 | |
| Kejenuhan basa | % | 34 | Rendah |
| Al ³⁺ (KCl 1N) | Cmol(+)/kg | 1.78 | Tinggi |
| H ⁺ (KCl 1N) | Cmol(+)/kg | 0.26 | Tinggi |
| Kejenuhan Al | % | 30.1 | Tinggi |

Sumber: I Gusti Made Subiksa, Program Pasca Sarjana IPB, 2002

Lampiran 11. Hasil Analisis C-Organik Senyawa Humik dan Mollase serta pH Awal Media Kombinasi Senyawa Humik, dan Mollase

- Kandungan C-Organik Senyawa Humik : 3.4%
- Kandungan C-Organik Mollase : 38.4%
- pH Awal Media : 6.27
- pH Senyawa Humik : 8,45
- pH Mollase : 6,02

Lampiran 12. Hasil Analisis Kandungan Zeolit Deposit Bayah

| Deposit asal | KTK | K-dd | Ca-dd | Na-dd | Mg-dd |
|--------------|-------|--------|----------|-------|--------|
| | | | me/100gr | | |
| Bayah | 97.03 | 10.117 | 23.7 | 4.419 | 17.972 |

Sumber : Winarso, 2001

Lampiran 13. Hasil Analisis Kandungan Rock Phosphate Ciamis dan Crismas

| Kandungan | satuan | RP asal Ciamis | RP asal Crismas |
|---|--------|----------------|-----------------|
| P ₂ O ₅ a. total (asam mineral) | % | 34.38 | 30.22 |
| b. larut dalam asam sitrat 2% | % | 28.24 | 12.00 |
| CaO | % | 45.65 | 26.15 |
| MgO | % | 0.13 | 0.47 |
| R ₂ O ₃ a. Al ₂ O ₃ | % | 1.43 | 14.77 |
| b. Fe ₂ O ₃ | % | 0.39 | 6.3 |
| Mn | ppm | 1680 | 619 |
| Cu | ppm | 558 | 76 |
| Zn | ppm | 4746 | 414 |
| Cd | ppm | 12 | 25 |
| Cr | ppm | 22 | 322 |
| Pb | ppm | tu | tu |

Keterangan : Semua analisis atas dasar bahan kering
tu : tidak terukur

Sumber : Hartatik (2003)

Lampiran 14. Komposisi Media Pikovskaya

| Komposisi | Kadar (gram) dalam 1 liter aquadest |
|--|-------------------------------------|
| $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | 5 |
| Glukosa | 10 |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | 0.5 |
| KCl | 0.2 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 0.1 |
| MnSO_4 | sedikit |
| FeSO_4 | sedikit |
| Yeast ekstrak | 0.5 |
| Agar | 15 |

Sumber: Subba Rao (1982)

Lampiran 15. Komposisi Pereaksi PB dan PC untuk Analisis P-larut

| Pereaksi | Komposisi dan cara pembuatan |
|----------|--|
| PB | <p>A= 3.8 g <i>Amonium heptamolybdat</i> larutkan dalam 300ml H₂O suhu 60°C.</p> <p>B = 5 g H₃BO₃ dilarutkan dalam 500ml H₂O dan tambahkan 75ml HCl pekat.</p> <p>Campurkan larutan A dan B, tambahkan H₂O sampai 1 liter.</p> |
| PC | <p>X= 2.5 g <i>1-amino-2-naphtol sulfanic acid</i>, 5 g Na₂SO₃ dan 146 g Na₂S₂O₅ campurkan dan giling bersamaan.</p> <p>Y = 8 g serbuk X larutkan dalam 50ml H₂O panas dan biarkan 12-16 jam sebelum digunakan. Simpan larutan dalam botol gelap dan tertutup rapat.</p> |

Sumber: Premono (1994)