



**UJI EFEKTIVITAS *BIOFERTILIZER* BAKTERI PELARUT FOSFAT (BPF)
DAN PUPUK FOSFAT (SP-36 DAN *ROCK PHOSPHATE*) TERHADAP
KETERSEDIAAN P TANAH DAN KADAR P JARINGAN
TANAMAN TOMAT**

SKRIPSI

Oleh

**RETNO PURNAMASARI
NIM.131510501114**

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



**UJI EFEKTIVITAS *BIOFERTILIZER* BAKTERI PELARUT FOSFAT (BPF)
DAN PUPUK FOSFAT (SP-36 DAN *ROCK PHOSPHATE*) TERHADAP
KETERSEDIAAN P TANAH DAN KADAR P JARINGAN
TANAMAN TOMAT**

SKRIPSI

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

Oleh

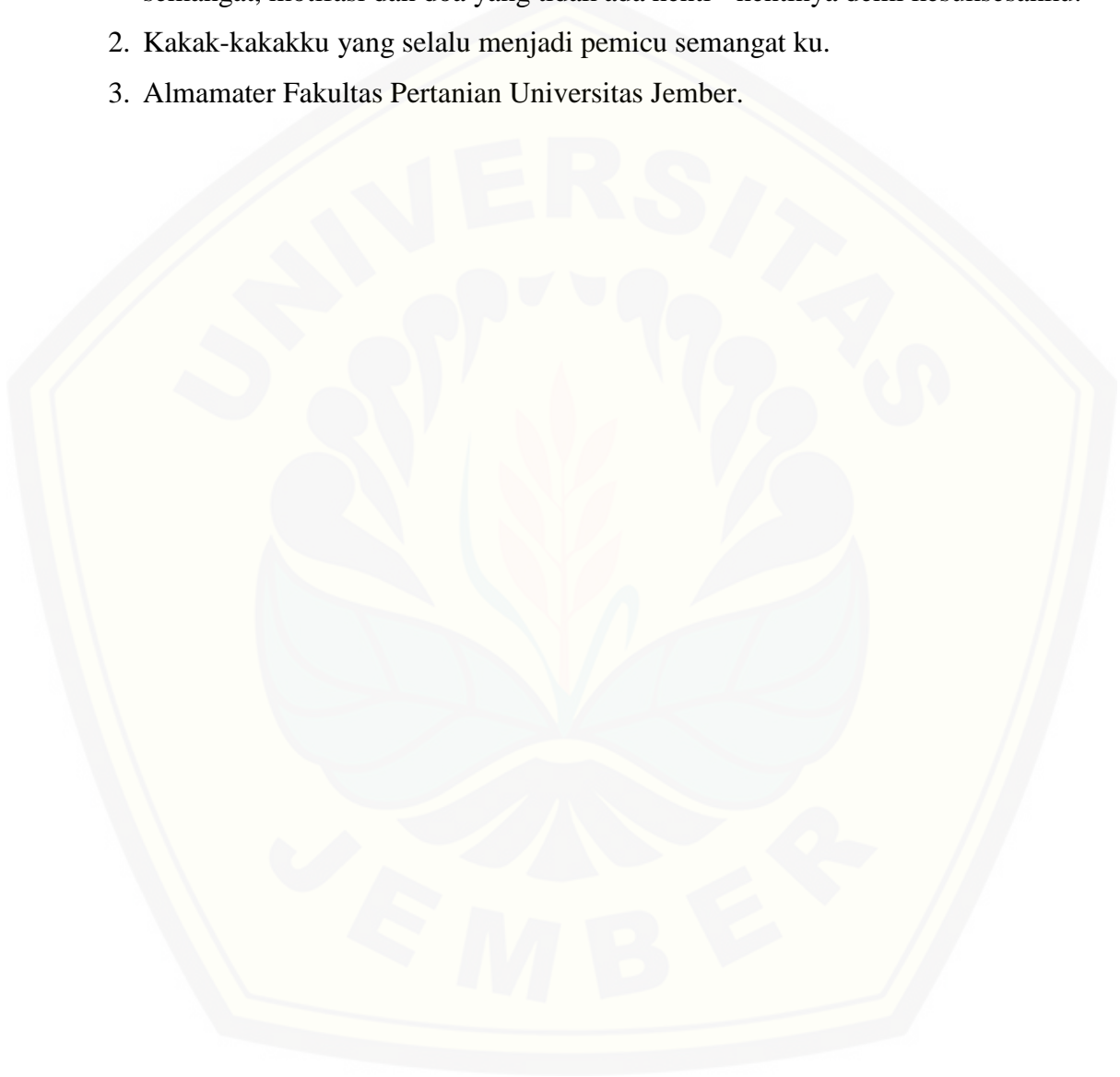
**RETNO PURNAMASARI
NIM.131510501114**

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

PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Siti Fatimahdan Ayahanda Sutrisno atas segala usaha, dorongan semangat, motifasi dan doa yang tidak ada henti - hentinya demi kesuksesanku.
2. Kakak-kakakku yang selalu menjadi pemicu semangat ku.
3. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Barang siapa menginginkan kebahagiaan didunia dan diakhirat maka haruslah memiliki banyak ilmu”

(HR. Ibnu Asakir)

“Visi tanpa tindakan hanyalah sebuah mimpi. Tindakan tanpa visi hanyalah membuang waktu. Visi dengan tindakan akan mengubah dunia”

(Joel Arthur Barker)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Heather Pryor)

Entah akan berkarir atau menjadi ibu rumah tangga, seorang wanita wajib berpendidikan tinggi, karna ia akan menjadi ibu. Ibu-ibu cerdas menghasilkan anak-anak cerdas

(Dian Sastrowardoyo, 2015)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Retno Purnama sari

NIM : 131510501114

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Uji Efektivitas *Biofertilizer* Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Pupuk Fosfat (SP-36 dan *Rock Phosphate*) Terhadap Ketersediaan P Tanah dan Kadar P Jaringan Tanaman Tomat**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 04 September 2017
yang menyatakan.

Retno Purnamasari
NIM. 131510501114

SKRIPSI

**UJI EFEKTIVITAS *BIOFERTILIZER* BAKTERI PELARUT FOSFAT (BPF)
DAN PUPUK FOSFAT (SP-36 DAN *ROCK PHOSPHATE*) TERHADAP
KETERSEDIAAN P TANAH DAN KADAR P JARINGAN
TANAMAN TOMAT**

Oleh :

RETNO PURNAMASARI

NIM. 131510501114

Pembimbing :

- Pembimbing Utama : Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M. Si.
NIP. 196505231993022001
- Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
NIP. 19611110 1988021001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Uji Efektivitas *Biofertilizer* Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Dan Pupuk Fosfat (SP-36 Dan *Rock Phosphate*) Terhadap Ketersediaan P Tanah Dan Kadar P Jaringan Tanaman Tomat**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin
Tanggal : 04 September 2017
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
NIP. 19611110 1988021001

Dosen Penguji 1,

Dosen Penguji II,

Ir. Niken Sulistyaningsih, MS
NIP. 195608221984032001

Dr. Ir. Cahyoadi Bowo
NIP. 196103161989021001

Mengesahkan

Dekan,

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

RINGKASAN

Uji Efektivitas *Biofertilizer* Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Pupuk Fosfat (SP-36 dan *Rock Phosphate*) Terhadap Ketersediaan P Tanah dan Kadar P Jaringan Tanaman Tomat; Retno Purnamasari; 131510501114; 2017; 79 halaman; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara makro yang ketersediaannya lebih rendah dibandingkan dengan unsur hara yang lainnya. Secara umum P total di dalam tanah tinggi dan dirasa cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman, akan tetapi 20-80% dari P total yang ada dalam bentuk organik dan anorganik yang tidak tersedia bagi tanaman, sehingga kecukupan unsur P untuk tanaman belum dapat tercukupi. Unsur P memiliki peran penting dalam proses metabolisme yang dilakukan oleh tanaman, salah satunya yaitu pada tanaman tomat. Cara pemenuhan unsur fosfor yang banyak dilakukan yaitu dengan melakukan pemupukan P. Akan tetapi hanya 10-30% dari jumlah P yang diberikan dapat diserap oleh tanaman, sisanya dikonversikan ke dalam bentuk senyawa yang tidak larut. Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi pemupukan menjadi rendah dan akumulasi P dalam tanah tinggi. Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menambang P dalam tanah melalui peningkatan kelarutan P tanah tersebut.

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah inokulasi bakteri pelarut fosfat dengan dua level yaitu tanpa inokulasi *Pseudomonas* sp. dan dengan inokulasi *Pseudomonas* sp. Faktor kedua adalah aplikasi pupuk fosfat dengan lima level yaitu kontrol; pupuk SP-36 0,32 g/tanaman; pupuk SP-36 0,63 g/tanaman; pupuk *rock phosphate* 0,41 g/tanaman; dan pupuk *rock phosphate* 0,81 g/tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan inokulasi bakteri pelarut fosfat dan aplikasi pupuk fosfat dalam meningkatkan ketersediaan P tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat. Adapun kegiatan yang dilakukan sebelum penelitian berlangsung yakni analisis pendahuluan media tanam berupa analisis pH tanah dan P-tersedia serta peremajaan dan perkembangbiakan isolat

bakteri pelarut fosfat. Pengamatan parameter yang dilakukan saat pemanenan tanaman tomat yaitu P-tersedia menggunakan metode Olsen, kadar P jaringan menggunakan metode dekstruksi basah, tinggi tanaman yang dilakukan setiap minggu sampai panen menggunakan metode pengukuran dengan alat ukur berupa mistar, berat basah, berat kering dan produksi tanaman tomat menggunakan metode penimbangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi bakteri pelarut fosfat (BPF) dan pupuk fosfat (SP-36 dan *rock phosphate*) mampu meningkatkan tinggi tanaman dan berat kering tanaman tomat. Pemberian bakteri pelarut fosfat (BPF) meningkatkan secara efektif P-tersedia, P jaringan tanaman tomat, berat basah tanaman, pH tanah dan produksi tanaman dibandingkan tanpa bakteri pelarut fosfat (BPF). Pemberian pupuk SP-36 dan *rock phosphate* meningkatkan P-tersedia dan P jaringan tanaman tomat, sedangkan pemberian pupuk SP-36 memberikan peningkatan secara efektif produksi tanaman tomat, dengan dosis terbaik yaitu 0,63 g/tanaman.

SUMMARY

The Effectiveness Test of Biofertilizer Phosphate-Solubilizing Bacteria (PSB) and Phosphate Fertilizer On The P availability in the Soil and P Content in Tomato Plant Tissue. Retno Purnamasari; 131510501114; 2017; 79 pages; Study Program of Agrotechnology; Faculty of Agriculture; University of Jember

Phosphorus (P) is one of the macro nutrients whose availability is lower than other nutrients. In general, total P in the soil is high and deemed sufficient to meet the needs of the plant, but 20-80% of the total P is present in an organic form or is not available to the plant so that the sufficiency of the P element for the plant can not yet be fulfilled. Element P has an important role in the metabolism process undertaken by plants, one of which is in tomato plants. The method of the fulfillment of the P element is mostly done by fertilizing P. Whereas only 10-30% of the amount of P given can be absorbed by the plant, the rest is converted into insoluble compound form. This condition causes low fertilization efficiency and accumulation of P in high soil. Utilization of phosphate solvent bacteria is one effective way of increasing solubility of P in the soil.

The research was performed using Factorial Randomized Block Complete Design (RBCD) consisted of two factors with three replication. The first factor is the isolation of bacterial solvent phosphate with two levels ie without isolates *Pseudomonas* sp. And *Pseudomonas* sp. The second factor is phosphate fertilizer with five levels of control; SP-36 0.312 g/plant; SP-36 0.623 g/plant; Rock Phosphate 0.325 g/plant; And Rock Phosphate 0.65 g/plant. This aims of this study to determine the effectiveness of phosphate solubilizing bacteria and phosphate fertilizer in increasing the availability phosphor in the soil and phosphor content of tomato plant tissue. The activities undertaken before the research took place is preliminary analysis of planting media in the form of soil pH analysis and P-available as well as rejuvenation and breeding of bacterial solvent of phosphate solvent. The parameters observed during harvesting of tomato plants are P-available using Olsen method, P content of tissue using wet

decomposition method, plant height done every week until harvest using measurement method with ruler, heavy weight, dry weight and tomato plant production using weighing method.

The results showed that the combination of Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) and phosphate fertilizer (SP-36 and rock phosphate) was able to increase plant height and dry weight of tomato plants. The administration of bacterial solvent phosphate effectively increases P-available, P content in tomato plant tissue, wet weight of the plant, soil pH and crop production compared without phosphate solubilizing bacteria. The application of rock phosphate fertilizer increase P-available and P content in tissue of tomato plant effectively with dose 0,41 g/plant, while SP-36 fertilizer give effective increase of tomato plant production with best dose 0, 65 g/plant

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Uji Efektivitas *Biofertilizer* Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Dan Pupuk Fosfat (SP-36 Dan *Rock Phosphate*) Terhadap Ketersediaan P Tanah Dan Kadar P Jaringan Tanaman Tomat”** dengan baik.

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

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Joko Sudibya, M.Si selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama; Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP. selaku Dosen Pembimbing Anggota; Ir. Niken Sulistyarningsih, M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Ir. Cahyoadi Bowo. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Ir. Tarcisius Sutikto, M. Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Orang tua ku Ibunda Siti Fatimah dan Ayahanda Sutrisno serta kakakku Siswanto, Lilik Winarsih, Enik Suryani dan Tri Kusmiati yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Rekan penelitian sekaligus sahabatku Widya, Khoirunnisa, Lintang, Anisak, Najmi, Farkhan, Rifa dan Mbak momo atas suka, duka, kerja keras, bantuan, motivasi dan masukan ide-ide penulisan, serta kerjasamanya dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Keluarga Agrosera, rekan-rekan di HIMAHITA serta Agroteknologi 2013 yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan, serta begitu banyaknya pengalaman
9. Kawan KKN 93 yaitu Farah, Rahma, Dina, Fatih, Dini, Himma, Mas Davin, Gandi, dan Alvin yang telah mengajarkan arti sebuah keluarga, kebersamaan, kesederhanaan dan cara berfikir yang lebih baik dan bijak dalam menghadapi keadaan.
10. Teknisi laboratorium yaitu Pak Ilham dan Pak Jimmy yang banyak membantu, memberi masukan serta mengajarkan bagaimana menutupi kekurangan-kekurangan selama penelitian.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Jember, 04 Sptember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Hipotesis.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Fosfor (P)	5
2.2 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF).....	8
2.3 Pupuk Fosfat	11
2.3.1 Batuan Fosfat Alam (<i>Rock Phosphate</i>).....	12
2.3.2 SP-36.....	14
2.4 Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>)	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Persiapan Penelitian	17

3.2.1	Persiapan Media Tanam.....	17
3.2.2	Persiapan Bakteri <i>Pseudomonas</i> sp.....	17
3.2.3	Persiapan Bibit Tanaman Tomat.....	18
3.3	Pelaksanaan Riset.....	19
3.3.1	Rancangan Percobaan, Perlakuan dan Ulangan	19
3.3.2	Prosedur Penelitian.....	19
3.4	Variabel Pengamatan	21
3.5	Analisis Data	21
3.6	Diagram Alir	22
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1	Analisis Pendahuluan	23
4.2	Pengaruh Penambahan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Pupuk Fosfat	24
4.2.1	Kandungan P-Tersedia Tanah	24
4.2.2	Kandungan Fosfor pada Jaringan Tanaman Tomat	28
4.2.3	Tinggi Tanaman	30
4.2.4	Berat Basah Tanaman	32
4.2.5	Berat Kering Tanaman	33
4.2.6	Produksi Tanaman Tomat	35
4.3	Pembahasan Umum.....	38
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rekomendasi pemupukan tanaman tomat.....	20
Tabel 3.2 Variabel pengamatan.....	21
Tabel 4.1 Sifat tanah awal yang digunakan	23
Tabel 4.2 Hasil analisis keragaman variabel pengamatan	24



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 4.1 Pengaruh isolat BPF pada kandungan P-tersedia dalam tanah	25
Gambar 4.2 Pengaruh pupuk fosfat pada kandungan P-tersedia dalam tanah	27
Gambar 4.3 Pengaruh isolat BPF pada kandungan P jaringan tanaman tomat.....	28
Gambar 4.4 Pengaruh pupuk fosfat pada kandungan P jaringan tanaman tomat..	29
Gambar 4.5 Tinggi tanaman tomat pada minggu ke-9 (akhir).....	30
Gambar 4.6 Berat basah tanaman tomat pada minggu ke-9 (akhir).....	32
Gambar 4.7 Berat kering tanaman tomat pada minggu ke-9 (akhir).....	33
Gambar 4.8 Pengaruh isolat BPF pada produksi per tanaman tomat pada umur 78 HST	36
Gambar 4.9 Pengaruh pupuk fosfat pada produksi per tanaman tomat pada umur 78 HST	37
Gambar 4.10 Mekanisme pelarutan P oleh asam-asam organik	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah	498
Lampiran 2. Kandungan Batuan Fosfat Ciamis Jawa Barat	49
Lampiran 3. Hasil Peremajaan dan Pengembangbiakan Bakteri <i>Pseudomonas</i> sp.....	50
Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	51
Lampiran 5. Denah Percobaan	543
Lampiran 6. Peta Jenis Tanah Kabupaten Jember	54
Lampiran 7. Hasil Analisis pH Tanah.....	565
Lampiran 8. Hasil Analisis P-Tersedia Tanah	56
Lampiran 9. Hasil Analisis P-Jaringan Tanaman Tomat	57
Lampiran 10. Hasil Analisis Tinggi Tanaman	58
Lampiran 11. Hasil Analisis Berat Basah Tanaman Tomat.....	59
Lampiran 12. Hasil Analisis Berat Kering Tanaman Tomat.....	60
Lampiran 13. Hasil Analisis Produksi Tanaman Tomat	61

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unsur fosfat (P) merupakan salah satu unsur hara esensial yang berperan penting dalam proses fotosintesis dan perkembangan akar tanaman. Kebutuhan unsur fosfat setiap tanaman berbeda-beda tergantung jenis tanaman dan kondisi tempat tumbuhnya. Namun kebutuhan P oleh tanaman cukup besar sedikit dibawah kebutuhan nitrogen. Fosfat mutlak dibutuhkan tanaman untuk proses metabolisme sel serta secara umum untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, sehingga ketersediaan unsur fosfat (P) bagi tanaman harus cukup dan berimbang. Sumber fosfat bagi tanaman dapat berasal langsung dari dalam tanah maupun melalui pemupukan. Namun penyediaan yang tinggi lebih ditekankan dari dalam tanah tempat tanaman tumbuh.

Fosfor di dalam tanah dalam bentuk organik dan anorganik. Fosfor organik banyak terdapat dalam bahan organik dan humus yang harus dimineralisasi terlebih dahulu sebelum dapat digunakan tanaman. Unsur P organik masih belum bisa diserap oleh tanaman karena masih berbentuk senyawa yang kompleks. Semua unsur hara di dalam tanah dapat diserap tanaman dalam bentuk ion begitu juga unsur P. Disisi lain unsur fosfat dalam bentuk ion yang siap diserap tanaman sangat kecil. Fosfor anorganik terdapat pada larutan tanah yang pada umumnya bermuatan negatif yang dapat secara langsung diserap tanaman. Bentuk P anorganik yang terdapat dalam larutan tanah yaitu H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} . Dari ketiga bentuk ion fosfat ion H_2PO_4^- lebih cepat diserap tanaman dibandingkan dengan $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, hal tersebut terkait dengan besar muatannya. Ketiga bentuk ion tersebut akan tersedia pada kondisi tanah yang berbeda karena pada kondisi tanah alkalin maka ion $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ yang banyak tersedia, sedangkan pada kondisi masam H_2PO_4^- yang lebih banyak tersedia (Chen *et al.* dalam Nejad *et al.*, 2013).

Secara umum P total dalam tanah tinggi dan dirasa cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman, namun pada kenyataannya petani setiap musim tanam selalu melakukan pemupukan fosfat. Hal tersebut dikarenakan ketersediaan P dalam

bentuk P anorganik yang dapat dimanfaatkan tanaman jarang yang melebihi 0,01% dari total P (Umaternate dkk., 2014). Sebagian besar P di dalam tanah dalam bentuk organik yang terikat kuat oleh koloid tanah. Kandungan P organik di dalam tanah dapat mencapai 20-80% dari P total tergantung kondisi tanahnya. Hasil penelitian Jones dalam Roni dkk. (2013) menunjukkan bahwa 10-30% dari jumlah P yang diberikan dapat diserap oleh tanaman, sedangkan sisanya dikonversi ke dalam bentuk senyawa yang tidak larut dan tidak tersedia bagi tanaman dan tetap berada dalam tanah, namun terdapat sebagian kecil hilang melalui air perkolasi. Kenyataan tersebut belum sepenuhnya diketahui para petani sehingga peningkatan dosis pupuk fosfat selalu dilakukan disetiap musim tanam. Disisi lain pupuk yang diberikan merupakan pupuk anorganik yang secara nyata dapat mencemari lingkungan serta menurunkan daya dukung lahan. Pupuk fosfat yang banyak digunakan para petani di Indonesia yaitu pupuk SP-36.

Ketersediaan P dalam tanah sangat beragam tergantung oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya seperti jenis tanah, populasi mikroba dalam tanah serta kondisi lingkungannya khususnya pH tanah. Peningkatan penggunaan input anorganik menyebabkan kesuburan tanah menurun karena kandungan bahan organik yang semakin rendah. Kondisi tersebut secara tidak langsung mempengaruhi aktivitas serta populasi mikroba dalam tanah. Salah satu peran mikroba yaitu meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Saat ini tanah yang dikelola untuk pertanaman sebenarnya sudah kaya akan unsur P namun masih belum tersedia bagi tanaman. Hal ini dikarenakan populasi mikroorganisme pelarut fosfat sangat kecil akibat rendahnya bahan organik tanah dan tingginya masukan bahan anorganik seperti pupuk kimia dan pestisida (Subowo, 2014).

Salah satu cara untuk meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah yaitu dengan peningkatan aktivitas mikroba dalam tanah khususnya bakteri pelarut fosfat. Bakteri pelarut fosfat mampu melarutkan fosfat dari bentuk organik menjadi bentuk anorganik yang dapat digunakan tanaman. Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat yang diaplikasikan ke batuan fosfat akan melarutkan fosfat organik menjadi anorganik sehingga para petani dapat secara langsung mengaplikasikan ke lahan. Kombinasi BPF dengan *rock phosphate* dapat menurunkan konsumsi

pupuk P anorganik dan secara tidak langsung dapat mewujudkan konsep pertanian berkelanjutan. Pemanfaatan BPF akan secara langsung meningkatkan P tersedia di dalam tanah, dan secara tidak langsung akan meningkatkan kualitas serta kadar P pada jaringan tanaman. peningkatan P tersedia dalam tanah berkorelasi nyata terhadap kadar P jaringan tanaman yang tumbuh di atasnya. Tanaman tomat merupakan salah satu tanaman yang membutuhkan P tinggi setelah kebutuhan nitrogen (N). Tanaman tomat dijadikan sebagai indikator untuk mengetahui apakah pemanfaatan BPF dapat secara efektif melarutkan P kedalam bentuk anorganik yang tersedia bagi tanaman, dengan melihat kadar P dalam jaringan tanaman tomat. Hal tersebut dikarenakan apabila jumlah P tersedia dalam tanah tinggi maka kadar P jaringan pun demikian.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat keefektifan pemanfaatan bakteri pelarut fosfat dalam melarutkan Fosfor (P) tanah. Keefektifan kinerja BPF dapat dilihat dari peningkatan P tersedia dalam tanah dan kadar P dalam jaringan tanaman tomat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah pemberian bakteri pelarut fosfat (BPF) dan pupuk fosfat (SP-36 dan *rock phosphate*) dapat meningkatkan secara signifikan (efektif) ketersediaan P tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat?
2. Bagaimana pengaruh inokulasi bakteri pelarut fosfat (BPF) terhadap ketersediaan P tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat?
3. Bagaimana pengaruh pemberian masing-masing pupuk fosfat (SP-36 dan *rock phosphate*) terhadap ketersediaan P tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat?

1.3 Tujuan

Adapun penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui keefektifan pemberian bakteri pelarut fosfat (BPF) dan pupuk fosfat dalam meningkatkan ketersediaan P tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat?

2. Untuk mengetahui pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat (BPF) terhadap ketersediaan P dalam tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat
3. Untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk fosfat (SP-36 dan *rock phosphate*) terhadap ketersediaan P dalam tanah dan kadar P dalam jaringan tanaman tomat.

1.4 Manfaat

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai ketersediaan P dalam tanah dan kadar P dalam jaringan tanaman tomat
2. Memberikan informasi mengenai dasar pemupukan P yang efektif dan efisien guna memperoleh hasil yang optimal.
3. Memberikan informasi bagi peneliti guna mengembangkan penelitian dimasa yang akan datang.

1.5 Hipotesis

1. Pemberian bakteri pelarut fosfat (BPF) dan pupuk fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat secara signifikan (efektif).
2. Pengaplikasian BPF meningkatkan kadar P tersedia dalam tanah dan kadar P jaringan tanaman tomat.
3. Pengaplikasian pupuk P (SP-36 dan *rock phosphate*) memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan ketersediaan P dalam tanah dan kadar P dalam jaringan tanaman tomat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara makro yang mutlak dibutuhkan tanaman dan berperan penting dalam proses metabolisme. Unsur P dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak namun tetap dibawah kebutuhan nitrogen. Fosfor memegang peran penting dalam berbagai proses metabolisme tubuh tanaman seperti fotosintesis, asimilasi dan respirasi. Hal tersebut dikarenakan fosfor berperan sebagai salah satu komponen struktural dari senyawa molekul dalam proses metabolisme tersebut seperti energi ADP, ATP, NAD dan NADH. Selain itu fosfor dibutuhkan tanaman untuk proses pembentukan sel pada jaringan akar dan tunas yang sedang mengalami pertumbuhan serta untuk memperkuat batang. Peranan fosfor sangat besar dalam proses pertumbuhan tanaman sehingga ketersediaannya bagi tanaman harus tetap terjaga (Liferdi, 2010). Fosfor merupakan unsur hara esensial yang bersifat *mobile* pada jaringan tanaman dan ketersediaannya dalam tanah lebih rendah dibandingkan unsur hara esensial lainnya (Thakur dkk., 2014).

Fosfor di dalam tanah dalam bentuk fosfor organik dan fosfor anorganik. Kandungan P total dalam tanah rata-rata sangat tinggi akan tetapi kandungan P tersedia yang dapat diserap tanaman sangat rendah (Mudjiharjati dkk., 2012), hampir 70% dari total fosfor yang ada dalam keadaan tidak larut atau dalam bentuk organik (Sharma *et al.*, 2013). Fosfor organik dalam tanah berasal dari sisa tanaman, hewan dan mikroba. Adapun bentuk senyawa fosfor organik dalam tanah diantaranya yaitu inositol fosfat (fitin) (10-30%), fosfolipid (lesitin dan fosfatidilkolin)(1-5%), dan asam nukleat (RNA dan DNA) (0,2-2,5%). Ketersediaan P-organik dalam tanah tergantung pada aktivitas mikroba untuk memineralisasikannya, sedangkan bentuk P dalam tanah lain yaitu P-anorganik. Bentuk P-anorganik dibedakan menjadi dua diantaranya P aktif yang meliputi Ca-P, Fe-P, dan Al-P dan P tidak aktif yang meliputi *occluded-P*, *reductant-P* dan mineral P primer (Havlin *et al.*, 1999).

Ketersediaan P di dalam tanah bagi tanaman sangat rendah dibandingkan dengan unsur hara lainnya. Walaupun jumlah total fosfor dalam tanah tinggi namun tidak seluruhnya dapat dimanfaatkan oleh tanaman, hanya sedikit dari jumlahnya yang dapat dimanfaatkan tanaman secara langsung. Apabila serapan P oleh tanaman menjadi faktor pembatas maka akan sangat berpengaruh terhadap serapan hara yang lain. Ketersediaan P dalam tanah tergantung pada aktivitas biologi tanah (Widawati dan Suliasih, 2006). Penurunan populasi mikroba di dalam tanah seiring dengan penurunan bahan organik tanah berpengaruh nyata terhadap ketersediaan P dalam tanah (Ginting dkk., 2010).

Tanaman menyerap P dalam bentuk anorganik seperti H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} , namun lebih tersedia pada bentuk HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} . Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. Ion H_2PO_4^- lebih banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam, sedangkan pH yang lebih tinggi (>7) dalam bentuk HPO_4^{2-} . Proses penyerapan P oleh tanaman umumnya disebabkan proses difusi, tetapi jika kandungan P pada larutan tanah cukup tinggi maka proses aliran massa yang berlangsung dalam transpotasi unsur tersebut. Ion yang sudah berada di permukaan akar akan menuju rongga luar akar melalui proses difusi sederhana, jerapan pertukaran dan kegiatan bahan pembawa. Selanjutnya ion memasuki rongga akar dengan melibatkan energi metabolisme yang dikenal dengan serapan aktif. Unsur P merupakan unsur hara esensial yang sangat sensitif ketersediaan terhadap kondisi lingkungan. Ketersediaan P dalam tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi pH tanah, populasi serta aktivitas mikroba yang ada di dalam tanah. Kondisi pH yang berbeda akan secara langsung mempengaruhi kelarutan dari fosfor dalam larutan tanah, karena saat kondisi pH tanah masam maka P akan diikat kuat oleh Fe dan Al menjadi senyawa kuat Fe-P dan Al-P yang sukar dilepas. Disisi lain saat kondisi pH tanah basa maka P akan diikat oleh Ca dan Mg. Unsur fosfor tersedia banyak dalam kondisi pH yang netral (Suliasih dan Rahmat, 2007). Disisi lain P juga diikat oleh kisi tanah sehingga P tidak dapat tersedia bagi tanaman. Ketersediaan P dalam bentuk P anorganik yang dapat

dimanfaatkan tanaman jarang yang melebihi 0,01% dari total P (Umaternate dkk., 2014).

Kadar fosfor di dalam jaringan tanaman berbanding lurus dengan kadar fosfor dalam tanah. Konsentrasi fosfor tersedia di dalam tanah tinggi maka tanaman akan secara mudah mencukupi kebutuhannya untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Noor (2005) bahwa peningkatan serapan P oleh tanaman disebabkan karena membaiknya keadaan sifat kimia tanah seperti meningkatnya P tersedia dalam tanah. Adapun fungsi dari fosfor dalam tanaman diantaranya dapat mempercepat pertumbuhan akar semai dan dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa pada umumnya. Sebagai bahan pembentuk, fosfor terpencair-pencar dalam tubuh tanaman, semua inti mengandung fosfor dan selanjutnya sebagai senyawa-senyawa fosfat di dalam sitoplasma dan membran sel.

Konsentrasi fosfor (P) pada tanaman umumnya antara 0,1%-0,4%, namun sebagian besar hanya sebesar 0,2 % dari berat kering tanaman (Schachtman dkk., 1998). Unsur fosfor berperan sebagai penyusun fosfolipid yang merupakan komponen membran sitoplasma dan kloroplas, fitin yang merupakan simpanan phosphat dalam biji, gula phosphat yang merupakan senyawa antara dalam berbagai proses metabolisme, nukleoprotein merupakan komponen utama DNA dan RNA, ATP, ADP, AMP dan senyawa sejenis sebagai senyawa berenergi tinggi untuk metabolisme, NAD dan NADP merupakan koenzim penting dalam proses reduksi dan oksidasi serta FAD dan senyawa lainnya berfungsi sebagai pelengkap enzim tanaman (Salisbury dan Ross, 1995).

Tanaman menyerap fosfor untuk dioksidasi ke dalam senyawa-senyawa organik dan anorganik. Fosfor anorganik banyak terdapat di cairan sel sebagai komponen sistem penyangga tanaman antara lain fosfolipid, fitin, gula fosfat, nukleoprotein, dan ATP. Semakin banyak fosfor yang dihasilkan oleh bakteri maka memperbanyak fosfor anorganik di dalam tanaman yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Astuti dkk (2013) menyatakan bahwa pemberian kombinasi bakteri pelarut fosfat dan bakteri penambat N

mampu meningkatkan bobot basah tanaman, tinggi dan jumlah daun tanaman tomat. Hal tersebut dikarenakan unsur fosfor digunakan tanaman untuk pengembangan sel serta akar sehingga penyerapan unsur hara semakin baik dan proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman semakin meningkat akhirnya mampu meningkatkan bobot basah tanaman.

2.2 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Kelarutan unsur fosfat di dalam tanah sangat rendah dimana P di dalam tanah sangat tergantung oleh kondisi pH tanah, populasi mikroba serta kandungan P dalam tanah. salah satu cara untuk meningkatkan kelarutan P secara efektif dan efisien yaitu dengan pemanfaatan mikroba pelarut fosfat. Mikroba pelarut fosfat merupakan sekelompok mikroba yang memiliki kemampuan untuk melarutkan P dalam tanah, dimana mikroba pelarut fosfat dapat dibagi atas dua kelompok yaitu kelompok fungi dan bakteri. Bakteri pelarut fosfat merupakan mikroba yang mampu mengubah fosfat organik kedalam bentuk anorganik (Yelti dkk., 2014). Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan efisiensi pemupukan P yang diberikan ke tanaman melalui mekanisme secara biologi dan kimia. Mekanisme ini hanya dapat dilakukan oleh sejumlah mikroba pelarut fosfat (Fitriatin dkk., 2009). Bakteri pelarut fosfat (BPF) antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Streptomyces*, dan *Flavobacterium*. Beberapa kelompok fungi juga berperan aktif dalam melarutkan fosfat dalam tanah antara lain *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. mampu melarutkan Al-P dan Fe-P. Mikroba tanah didaerah perakaran tanaman pangan memiliki kemampuan untuk melarutkan P organik diantaranya yaitu *Pseudomonas* sp., *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger* dan *Penicillium* sp. (Fitriatin *et al.*, 2006) yang telah diisolasi dan dikarakterisasi aktivitas fosfatase secara biokimiawi.

Pelarutan senyawa fosfat secara biologis oleh bakteri pelarut fosfat dengan menghasilkan enzim-enzim seperti enzim fosfatase dan enzim fitase. Enzim fosfatase merupakan enzim yang dihasilkan mikroba apabila ketersediaan fosfat di dalam tanah rendah. Enzim ini juga dapat diekskresikan oleh tanaman namun di dalam tanah yang lebih dominan yang berasal dari mikroorganisme. Mekanisme

mikroorganisme secara biologis yaitu senyawa fosfat organik diuraikan menjadi fosfat anorganik yang tersedia bagi tanaman dengan bantuan enzim fosfatase karena enzim ini dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk tersedia (Ginting, 2007). Bakteri pelarut fosfat juga menghasilkan enzim selain enzim fosfatase dan fitase yaitu enzim fosfonatase yang mampu mengubah P organik menjadi P yang tersedia bagi tanaman (Khan dkk., 2014).

Mekanisme pelarutan fosfat secara kimia yaitu dengan memproduksi asam-asam organik seperti asam sitrat, glutamat, suksinat, laktat, oksalat, glioksalat, malat, fumarat, tartrat, dan α -ketobutirat (Suliasih dkk., 2010). Produksi asam-asam organik tersebut berperan langsung dalam pelarutan P dalam tanah melalui mekanisme: perubahan pH tanah, pengikatan logam membentuk logam organik dan khelat oleh ligan organik. Produksi asam organik akan menyebabkan pH tanah menurun dan secara tidak langsung akan menyebabkan P akan mudah terikat oleh Al ataupun Fe. Asam-asam organik yang dihasilkan tersebut akan terionisasi membentuk ion COO^- dan H^+ . Anion tersebut akan berlomba dengan ion fosfat menuju permukaan tapak jerapan koloid yang bermuatan positif seperti Al dan Fe, sehingga fosfat akan terhindar dari ikatan dengan Al maupun Fe. Asam-asam organik khususnya asam sitrat mempunyai konsentrasi yang besar dalam memineralisasi P organik menjadi P anorganik. Disisi lain asam organik tersebut akan membentuk khelat dengan kation yang berikatan dengan P seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} ataupun Ca^{2+} sehingga fosfat yang terikat akan terlepas dan tersedia bagi tanaman (Setiawati dan Mihardja, 2008). Reaksi pengkhelatan yang terjadi antara asam-asam organik dengan ion logam yang mengikat P karena adanya satu gugus karboksil dan satu gugus fenolik. Kedua gugus karboksil yang berdekatan tersebut akan bereaksi dengan ion logam yang ada. Besarnya P yang terlarut memiliki korelasi dengan Ca dan Mg yang dilepaskan dan membuktikan bahwa sebelumnya P terikat oleh ion Ca dan Mg (Saraswati dan Husein, 2008). Berdasarkan kemampuan yang dimiliki masing-masing asam organik dapat digolongkan beberapa kelompok, dimana asam sitrat dan oksalat digolongkan

sangat efektif dalam menurunkan retensi P sedangkan asam malonat, tartarat dan malat tergolong sedang, dan asam asetat dan suksinat tergolong kurang efektif.

Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan P tersedia dalam tanah. peningkatan P tersedia dalam tanah akan berkorelasi nyata terhadap kadar P jaringan tanaman yang tumbuh di atasnya. Sehingga dapat diketahui bahwa pelarutan P oleh bakteri pelarut fosfat dapat dilihat juga dari kadar P jaringan tanaman. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Noor (2005) bahwa penggunaan *rock phosphate* dan BPF dapat meningkatkan kandungan P tanaman kedelai sebesar 94%. Meningkatnya kandungan P pada jaringan tanaman disebabkan oleh meningkatnya ketersediaan P dalam tanah. Hal ini dikarenakan bakteri BPF mampu melarutkan fosfor tidak tersedia dalam tanah menjadi fosfor tersedia bagi tanaman (Saraswati dan Husen, 2008). Berdasarkan hasil penelitian Rahman dkk (2015) menyatakan bahwa aplikasi BPF pada tanaman cabai mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat kering tanaman, laju pertumbuhan tanaman, laju asimilasi bersih dan indeks luas daun. Pemberian bakteri pelarut fosfat pada tanaman cabai mampu meningkatkan tinggi tanaman sebesar 92,67 cm dan juga berat kering tanaman sebesar 1,602 g/tanaman. Berat kering tanaman mencerminkan pertumbuhan tanaman dan banyaknya unsur hara yang terserap per satuan bobot biomassa yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai berat kering tanaman yang dihasilkan, maka pertumbuhan tanaman semakin baik dan unsur hara yang terserap semakin banyak (Musfal, 2010), dengan adanya penambahan inokulan mikroba, maka kehadiran unsur hara di dalam tanah dapat meningkat sehingga mampu memacu pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan keberadaan BPF akan meningkatkan ketersediaan dan serapan unsur P.

Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat memiliki beberapa keunggulan diantaranya yaitu hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu membantu meningkatkan kelarutan P yang terjerap, menghalangi terjerapnya pupuk P oleh unsur penjerap dan mengurangi toksisitas Al, Fe dan Mn pada tanaman (Novriani, 2010). Adapun sebagian dari kelompok bakteri pelarut fosfat yang memiliki kinerja lebih tinggi dalam melarutkan unsur P yang terikat oleh unsur lain dibandingkan yang lain yaitu *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Bacillus megaterium*

dan *Chromobacterium* sp. Bakteri tersebut dapat melarutkan P yang ada di dalam tanah baik P organik maupun P anorganik sehingga dapat tersedia bagi tanaman (Widawati dan Suliasih, 2006). Mekanisme pelarutan unsur P oleh *Pseudomonas* sp. dalam tanah terjadi secara kimia dan biologi (Fankem *et al.* dalam Sharma *et al.*, 2013).

Menurut Widiawati dan Suliasih (2006) menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan bakteri pelarut fosfat yang memiliki kemampuan terbesar sebagai *biofertilizer* dengan cara melarutkan unsur fosfat yang terikat pada unsur lain (Ca, Mg, Fe dan Al). Bakteri *Pseudomonas* sp. banyak ditemukan di daerah akar dan rizosfer tanaman pohon berminyak (Thakur dkk., 2014). *Biofertilizer* merupakan pupuk yang mengandung beberapa jenis mikroorganisme di dalamnya yang bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan tanaman (Masfufah dkk., 2015). Hasil penelitian Gmaa (2015) menyatakan bahwa pemanfaatan *biofertilizer* pada budidaya tanaman tomat mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan dibandingkan dengan penerapan sistem konvensional dengan menggunakan pupuk kimia. Adapun pertumbuhan tanaman yang dimaksudkan yaitu berat basah tanaman dan jumlah daun.

2.3 Pupuk Fosfat

Pemupukan merupakan suatu kegiatan pemberian unsur hara atau nutrisi pada tanaman sesuai dengan dosis yang dianjurkan. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat dibagi atas unsur hara esensial dan unsur hara non esensial. Unsur hara esensial merupakan suatu unsur hara yang mutlak dibutuhkan tanaman dan ketersediaannya harus ada dan cukup bagi tanaman serta tidak dapat digantikan fungsinya oleh unsur hara yang lain. Hal tersebut dikarenakan apabila unsur hara esensial tersebut tidak ada ataupun kurang akan secara langsung menghambat metabolisme tanaman (Prado dan Vara, 2011). Salah satu unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman yaitu unsur fosfor. Jenis pupuk P dibagi atas pupuk organik dan pupuk anorganik. Salah satu pupuk organik dan anorganik yang digunakan para petani yaitu batuan fosfat alam (*rock phosphate*) dan SP-36.

2.3.1 Batuan Fosfat Alam (*Rock Phosphate*)

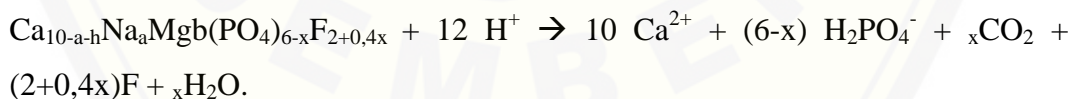
Batuan fosfat alam merupakan batuan yang terbentuk secara alami yang tersusun oleh mineral apatit yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan pupuk P anorganik di pabrikan. Berdasarkan proses pembentukannya fosfat alam dapat dibedakan atas tiga diantaranya yaitu:

- a. Fosfat primer, terbentuk dari pembekuan magma alkali yang mengandung mineral fosfat apatit
- b. Fosfat sedimentasi (marin), terbentuk dari endapan fosfat sedimen yang terendapkan di laut dalam, pada lingkungan alkali dan lingkungan yang tenang. Fosfat alam terbentuk di laut dalam bentuk *calcium phosphate* yang disebut phosphorit.
- c. Fosfat guano, terbentuk dari hasil akumulasi sekresi burung pemakan ikan dan kelelawar yang terlarut dan bereaksi dengan batu gamping akibat pengaruh air hujan dan air tanah.

Adapun beberapa pupuk *rock phosphate* yang banyak digunakan sebagai pengganti pupuk kimiawi seperti SP-36 dan TSP yaitu pupuk *rock phosphate* Maroko, Ciamis, Christmas dan lainnya. *Rock phosphate* Ciamis merupakan salah satu pupuk *rock phosphate* yang banyak dimanfaatkan dalam budidaya pertanian dengan kandungan total P_2O_5 yaitu 34,38 %, sedangkan yang larut dalam asam sitrat 2 % yaitu 28,24 %. Pupuk *Rock Phosphate* Ciamis termasuk kedalam fosfat marin yang memiliki daya reaktivitas cukup tinggi (Hartatik dan Idris, 2008). Pupuk ini bersifat *slow release* atau daya larutnya rendah tidak seperti pupuk kimiawi pada umumnya, sehingga saat aplikasi dibutuhkan waktu inkubasi dalam media tanam sebelum dilakukan penanaman agar kandungan fosfor yang diberikan tersedia bagi tanaman. Penggunaan batuan fosfat dapat menunjang terwujudnya pertanian berkelanjutan karena sifatnya yang tidak mencemari tanah. Akan tetapi, batuan fosfat alam umumnya mempunyai kelarutan fosfat yang relatif rendah jika dibandingkan dengan kelarutan SP-36, sehingga dalam pengaplikasiannya dibutuhkan kombinnasi mikroba pelarut fosfat yang dapat berupa pupuk hayati.

Pupuk *rock phosphate* bersifat *slow release* yang kelarutannya bertahap atau rendah, sehingga efisiensi pemupukannya lebih tinggi dibandingkan pupuk kimiawi (Maryanto dan Ismangil, 2010). Pupuk *rock phosphate* yang memiliki sifat *slow release* maka residunya dapat dimanfaatkan untuk musim tanam berikutnya, serta mengandung hara Ca, Mg dan hara mikro lainnya (Hartani, 2012). Pupuk *rock phosphate* membutuhkan waktu untuk dapat melarutkan unsur fosfor yang terkandung didalamnya. Menurut Hartatik dan Idris (2008) menyatakan bahwa unsur fosfat yang ada dalam pupuk *rock phosphate* dapat terlarut dalam tanah pada waktu mulai 2 minggu setelah inkubasi, sehingga apabila menggunakan pupuk tersebut dalam budidaya pertanian dibutuhkan inkubasi pupuk terlebih dahulu pada media tanam yang digunakan.

Penggunaan pupuk *rock phosphate* lebih diperuntukkan pada lahan yang bersifat masam. Hal tersebut dikarenakan sifat fosfat alam (*rock phosphate*) yang mudah larut dalam kondisi masam. Pada kondisi tanah masam maka kandungan ion hidrogen tinggi dimana ion hidrogen tersebut berfungsi untuk melemahkan ikatan kimia pada permukaan kristal francolit. Efektivitas pupuk *rock phosphate* dipengaruhi secara langsung oleh sifat fisik dan kimia pupuk (reaktivitas, kelarutan dan ukiran butir pupuk), faktor tanah dan lingkungan (kadar air tanah, kemasaman tanah, konsentrasi dan status Ca^{2+} dan P serta kadar bahan organik) serta faktor tanaman. Berikut proses pelarutan *rock phosphate* di dalam tanah (Hartatik dan idris, 2008):



Pemanfaatan batuan fosfat (*rock phosphate*) dengan dikombinasikan bakteri pelarut fosfat memberikan peningkatan P tersedia secara nyata di dalam tanah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Noor (2005) bahwa pemupukan P menggunakan *rock phosphate* dengan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan kadar P tanaman dari 0,77% menjadi 0,94%. Pemberian *rock phosphate* 30-90

kg/ha P dan bakteri pelarut fosfat rata-rata mampu meningkatkan P tersedia tanah 7,68-8,95 mg/kg P_2O_5 dibandingkan tanpa bakteri pelarut fosfat (Noor, 2003).

2.3.2 SP-36

Salah satu pupuk P anorganik yaitu SP-36 (super fosfat 36% P_2O_5), merupakan pupuk P yang banyak digunakan petani yang dapat secara langsung menyediakan P bagi tanaman. Unsur P sangat dibutuhkan tanaman untuk merangsang pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman, karena unsur P sangat dibutuhkan dalam pembentukan akar tanaman dan juga dalam pembentukan buah pada tanaman tomat. Pupuk SP-36 merupakan pupuk anorganik dengan kandungan unsur hara tunggal P dalam bentuk P_2O_5 . Pupuk ini memiliki kandungan hara yang cukup tinggi, yaitu 36% P_2O_5 . Pupuk SP-36 umumnya berbentuk granul berwarna abu-abu kehitaman yang banyak digunakan oleh petani sebagai pupuk dasar, baik untuk tanaman pangan maupun hortikultura untuk memenuhi kebutuhan unsur hara P pada tanaman (Sutejo dan Kartasapoetra, 1990). Kekurangan unsur P akan menghambat proses metabolisme tanaman serta akan menghambat serapan hara-hara yang lain seperti K (Ispandi, 2003). Menurut Subhan dkk (2009) menyatakan bahwa kekurangan fosfor bagi tanaman dapat menyebabkan tanaman kerdil, pelambatan waktu panen, perubahan daun menjadi kebiruan dan akan nampak keunguan pada daun tua. Pemupukan SP-36 yang diberikan hanya 10-30 % yang diserap tanaman sedangkan sisanya terakumulasi di dalam tanah (Jones, 1982). Hal tersebut menyebabkan efisiensi pemupukan P menjadi rendah.

2.4 Tomat (*Solanum lycopersicum*)

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang sangat familiar di masyarakat seluruh dunia, khususnya di Indonesia. Menurut Harianto (2007), Tanaman tomat termasuk kedalam tanaman semusim karena hanya satu kali produksi dan setelah itu mati. Secara morfologi tanaman tomat memiliki akar tunggang yang dapat tumbuh kesegala arah, batang

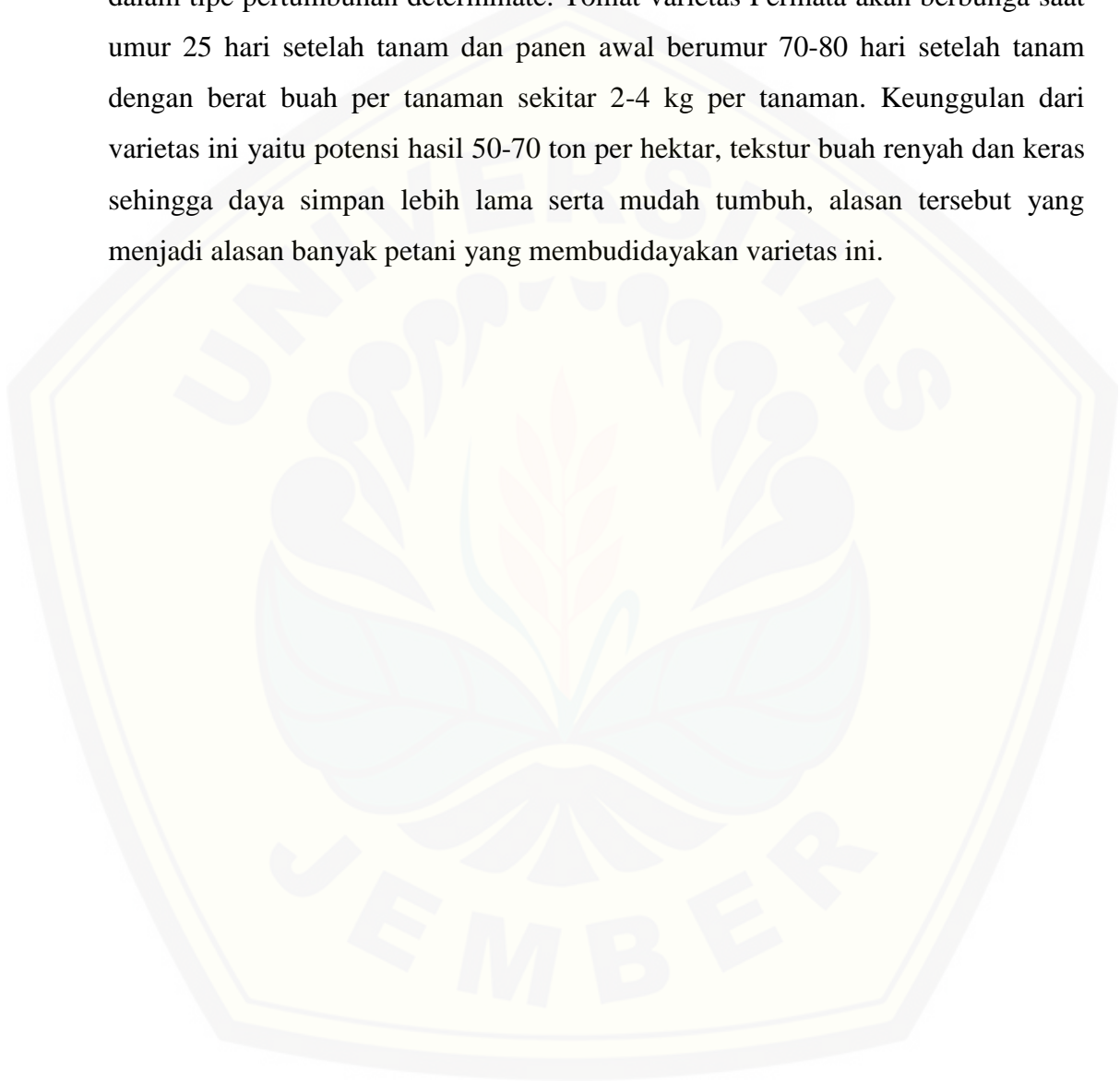
berwarna hijau berbentuk persegi empat hingga bulat dan berbulu/berambut dimaa diantara bulu tersebut terdapat rambut kelenjar. Berikut taksonomi tanaman tomat:

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesies	: <i>Solanum lycopersicum</i>

Tomat dapat dikatakan sebagai sayuran dan juga buah karena dapat dijadikan sebagai bumbu masak dan sebagai jus buah tomat. Banyak inovasi pengelolaan dari tomat baik yang disajikan langsung maupun dalam bentuk makanan kaleng. Tanaman tomat merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Salah satu alasannya yaitu karena tanaman tomat termasuk kedalam tanaman yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi sehingga potensi untuk membudidayakannya juga relatif tinggi (Rehatta dkk., 2014). Namun produktivitas nasional tomat di Indonesia masih rendah, dikarenakan aplikasi teknologi budidaya yang masih belum dilakukan secara optimal (Izhar dkk., 2012). Disisi lain kebutuhan masyarakat akan tomat cenderung meningkat begitu pun perluasan pasar (ekspor). Tomat merupakan tanaman yang membutuhkan asupan pupuk yang relatif banyak. Kebutuhan hara dari tanaman ini tidak hanya sebatas unsur hara makro (N,P, dan K) melainkan unsur mikro. Menurut hasil penelitian Candilo dan Silvestri (1994) menyatakan bahwa pemberian Sulfur (S), Kalsium (K), dan Magnesium (Mg) yang berimbang dapat meningkatkan hasil yang nyata pada tanaman tomat serta memperbaiki pematangan dan kadar padatan terlarut. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tomat yaitu dengan sistem pemupukan yang berimbang.

Varietas tanaman tomat yang telah beredar di masyarakat sangatlah beragam, dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Salah

satu varietas tomat yang banyak dibudidayakan petani di Indonesia yaitu varietas Permata. Tomat varietas Permata merupakan varietas hibrida yang diterbitkan oleh salah satu pabrik di Indonesia. Secara morfologi memiliki tinggi 125-150 cm, warna daun dan batang hijau dengan bentuk bunga seperti bintang dan termasuk dalam tipe pertumbuhan determinate. Tomat varietas Permata akan berbunga saat umur 25 hari setelah tanam dan panen awal berumur 70-80 hari setelah tanam dengan berat buah per tanaman sekitar 2-4 kg per tanaman. Keunggulan dari varietas ini yaitu potensi hasil 50-70 ton per hektar, tekstur buah renyah dan keras sehingga daya simpan lebih lama serta mudah tumbuh, alasan tersebut yang menjadi alasan banyak petani yang membudidayakan varietas ini.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang Uji Efektivitas *Biofertilizer* Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Pupuk Fosfat (SP-36 dan *Rock phosphate*) Terhadap Ketersediaan P Tanah dan Kadar P Jaringan Tanaman Tomat dilaksanakan pada bulan Maret 2017 sampai dengan Juni 2017 yang bertempat di Greenhouse Fakultas Pertanian dan Laboratorium Kesuburan Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Persiapan Penelitian

3.2.1 Persiapan Media Tanam

Percobaan ini dimulai dengan menyiapkan media tanam yang berupa tanah lapisan atas (top soil) yang diambil dari Desa Kesilir, Kecamatan Wuluhan, Kabupaten Jember. Jenis tanah tempat pengambilan media tanam termasuk kedalam Asosiasi glei humus rendah dan Aluvial kelabu (Lampiran L), sedangkan berdasarkan USDA termasuk kedalam jenis tanah Inceptisol. Tanah yang digunakan sebagai media tanam diambil di daerah kesilir dengan alasan kandungan P total tinggi sedangkan kandungan P tersedia dalam tanah masih rendah. Sebelum dimasukkan dalam polybag terlebih dahulu tanah digemburkan, dibersihkan dan dikering anginkan terlebih dahulu. Tanah yang akan dijadikan sebagai media tanam di ayak terlebih dahulu menggunakan ayakan. Berat media tanam yang digunakan yaitu 5 kg. Media tanam yang digunakan di sterilkan terlebih dahulu dengan metode uap panas bertekanan tinggi selama 2x4 jam, sehingga sterilisasi tanah membutuhkan waktu 8 jam. Tanah yang disterilkan di masukkan ke dalam polybag dan ditimbang 5 kg dan diberi label perlakuan.

3.2.2 Persiapan Bakteri *Pseudomonas* sp.

Persiapan bakteri *Pseudomonas* sp. dilakukan dengan melakukan peremajaan pada isolat bakteri serta menumbuhkannya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Bakteri *Pseudomonas* sp. ditumbuhkan terlebih dahulu di media NA dengan mengambil isolat dengan jarum ose kemudian di goreskan pada media NA dalam petri dan diinkubasi selama 48 jam.
2. Setelah 48 jam isolat *Pseudomonas* sp. di tanam di media NB dengan mengambil isolat menggunakan jarum ose. Isolat *Pseudomonas* sp. diinkubasi selama 3-5 hari di dalam media NB.
3. Saat inkubasi hari ke-3 isolat di media NB di pindah ke media selektif pikovskaya dengan menyiapkan tabung reaksi sebanyak 9 buah berisi larutan fisiologis 9ml untuk dilakukan pemipetan dari 10^{-1} sampai 10^{-9} . Isolat yang dipipet di media selektif hanya 10^{-7} , 10^{-8} dan 10^{-9} . Isolat bakteri hanya dipipet sebanyak 1 ml dari media NB ke tabung reaksi. Begitu juga masing-masing tabung 10^{-7} , 10^{-8} dan 10^{-9} hanya diambil 1ml dan isolat ditanam di media selektif.
4. Tabung reaksi berisi larutan fisiologis beserta alat penunjang lainnya seperti petri disk dan *blue tip* di autoklaf terlebih dahulu.
5. Bakteri *Pseudomonas* sp. yang ditumbuhkan pada media Pikovskaya diinkubasi selama 3-5 hari, setelah itu dihitung populasi bakterinya..
6. Bakteri *Pseudomonas* sp. yang telah diremajakan selanjutnya diperbanyak pada media NB cair dengan mengambil isolat bakteri yang ditumbuhkan pada tabung miring menggunakan jarum ose ke media NB.
7. Menginkubasikan pada temperatur yang sesuai selama 3-5 hari dan bakteri siap digunakan.

Isolat bakteri *Pseudomonas* sp. yang sudah siap digunakan di aplikasikan di kompos steril 50 g sebanyak 10ml. Kompos dan isolat diinkubasi selama 7hari.

3.2.3 Persiapan Bibit Tanaman Tomat

Bibit tomat yang digunakan adalah bibit tomat varietas permata yang diperoleh dari penyemaian benih. Bibit yang digunakan adalah bibit yang berumur 25 HSS (hari setelah semai), pertumbuhan baik, seragam dan tidak terserang penyakit.

3.3 Pelaksanaan Riset

3.3.1 Rancangan Percobaan, Perlakuan dan Ulangan

Rancangan yang digunakan pada setiap lingkungan adalah rancangan acak kelompok (RAK) faktorial, yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan diulang 3 kali setiap perlakuannya.

Faktor pertama isolat bakteri pelarut fosfat (BPF) yang terdiri dari:

I0 : Tanpa isolat *Pseudomonas* sp

I1 : Isolat *Pseudomonas* sp

Faktor kedua jenis pupuk P yang terdiri dari:

P0 = Kontrol

P1 = Perlakuan pupuk SP-36 0,32 g/tanaman (1/2 dosis anjuran)

P2 = Perlakuan pupuk SP-36 0,63 g/tanaman (Dosis anjuran)

P3 = Perlakuan pupuk *rock phosphate* 0,41 g/tanaman (1/2 dosis anjuran)

P4 = Perlakuan pupuk *rock phosphate* 0,81 g/tanaman (Dosis anjuran)

Percobaan menggunakan Rancangan acak Kelompok (RAK) faktorial, data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Ragam (Anova) dan apabila terjadi perbedaan dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf kepercayaan sebesar 95 persen.

3.3.2 Prosedur Penelitian

a. Analisis Pendahuluan

Sebelum kegiatan penelitian dimulai terlebih dahulu melakukan analisis pendahuluan yaitu menganalisis kondisi awal media tanam yang digunakan saat penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kadar fosfor tersedia dalam tanah dengan berbagai perlakuan, sehingga unsur hara yang dianalisis yaitu unsur fosfor. selain P tersedia saat analisis pendahuluan juga menganalisis pH tanah dengan menggunakan pH meter. Hal tersebut dikarenakan salah satu sifat tanah yang berpengaruh langsung terhadap ketersediaan P yaitu pH tanah. Analisis pendahuluan dilakukan untuk dapat mengetahui perubahan dari perlakuan yang diberikan serta sebagai data pendukung.

b. Pelaksanaan Percobaan

Setelah media tanam siap selanjutnya yaitu penanaman bibit tanaman tomat yang menggunakan bibit yang sehat dan seragam, waktu penanaman dilakukan saat sore hari dengan menanam 3 bibit setiap polybag, setelah tanaman dapat tumbuh dengan baik maka memilih 1 tanaman terbaik untuk disisakan di polybag. Tahap pemeliharaan yang dilakukan berupa penyiraman yang dilakukan setiap hari pada sore hari, penyiangan gulma, dan pemasangan turus yang dilakukan bersamaan saat tanam namun tanaman tomat akan diikat diturus setelah berumur 3 minggu.

c. Aplikasi Perlakuan

Aplikasi isolat BPF dan pupuk P dilakukan pada saat awal tanam, dengan isolat BPF sebanyak 10 ml/polybag dengan populasi BPF 12×10^8 CFU/ml, sedangkan pupuk fosfat sesuai dengan anjuran yang sarankan untuk budidaya tanaman tomat. Aplikasi perlakuan dilakukan 7 hari sebelum tanam sehingga isolat BPF dan pupuk fosfat diinkubasi terlebih dahulu.

Pemupukan pada tanaman dilakukan sesuai dengan ajuran yang di rekomendasikan oleh PT Petrokimia Gresik (2013) ditunjukkan pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Rekomendasi pemupukan tanaman tomat

Pupuk	Dosis (kg/ha)	Waktu Aplikasi dan Takaran Pupuk
Urea	150	100 kg (Dasar) + 50 Kg (15 HST)
ZA	400	150 kg (15 HST) + 250 kg (30 HST)
SP-36	300	300 kg (Dasar)
KCl	200	200 kg (Dasar)

Dosis pupuk dasar yaitu Urea 0,21 g/tanaman, SP-36 0,63 g/tanaman dan KCl 0,42 g/tanaman. Pemupukan I (pertama) pupuk diberikan bersamaan dengan penanaman bibit dengan cara membuat larikan berbentuk lingkaran dengan jarak ± 5 cm dari lubang tanam. Pupuk *rock phosphate* yang digunakan merupakan pupuk *rock phosphate* Ciamis berbentuk tepung yang sudah dihaluskan dan disaring dengan saringan 80 mesh. Dosis pupuk *rock phosphate* yaitu 0,41

g/tanaman (1/2 dosis anjuran) dan 0,81g/tanaman (sesuai anjuran) dalam bentuk tepung yang sudah dihaluskan yang diberikan saat awal tanam.

Aplikasi perlakuan pupuk fosfat (SP-36 dan *rock phosphate*) dilakukan 7 hari sebelum tanam, sedangkan untuk kompos karier saat tanam bibit tomat. Pemupukan ke II dilakukan saat tanaman berumur 15 HST yaitu 0,11 g/tanaman Urea dan 0,32 ZA, sedangkan dosis ZA pada pemupukan ke III atau 30 HST yaitu 0,55 g/tanaman. Pengamatan parameter dilakukan saat pemanenan tanaman tomat yakni 9 MST.

d. Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat tanaman berumur 78 HST yakni saat sebagian besar dari tanaman sudah siap untuk di panen buahnya. Pemanenan dilakukan dengan melihat kriteria fisik buah tomat yakni berwarna kemerahan. Pemanenan dilakukan dengan mengambil buah yang siap panen yang berwarna merah sekaligus buah yang masih hijau, sehingga pemanenan yang dilakukan hanya pada panen pertama.

3.4 Variabel Pengamatan

Dapat dilihat pada Tabel 3.2, variabel yang diamati meliputi:

Tabel 3.2 Variabel pengamatan

Variabel	Metode	Waktu Pengamatan
pH	pH Meter	Awal & akhir (9 MST)
P-Tersedia	Olsen	Akhir (9MST)
P (Jaringan)	Pengabuan basah H ₂ SO ₄ dan H ₂ O ₂	Akhir (9MST)
Berat Basah Tanaman	Penimbangan	Akhir (9MST)
Berat Kering Tanaman	Penimbangan	Akhir (9MST)
Tinggi Tanaman	Pengukuran	Setiap Minggu
Produksi Tanaman	Penimbangan	Akhir (9MST)

3.5 Analisis Data

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, model linier Aditif RAK Faktorial yaitu :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2 \quad j = 1, 2, 3, 4, 5 \quad k = 1, 2, 3$$

Keterangan:

Y_{ij} = pengamatan pada satuan percobaan pada blok ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-i dari faktor B dan taraf ke-j dari faktor D

μ =rata-rata umum (rata-rata populasi)

α_i =pengaruh taraf ke-i dari faktor B

β_j =pengaruh taraf ke-j dari faktor D

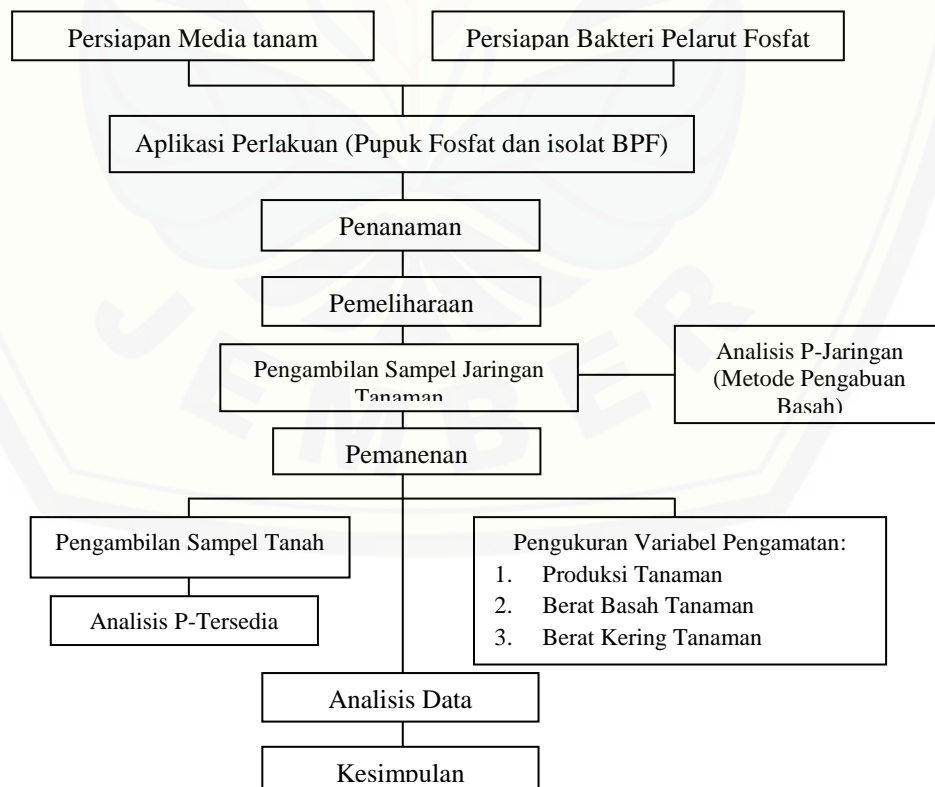
$(\alpha\beta)_{ij}$ =pengaruh taraf ke-i dari faktor B dengan taraf ke-j dari faktor D

ρ_k =pengaruh taraf ke-k dari faktor kelompok

ε_{ijk} =pengaruh acak dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij. $\varepsilon_{ijk} \sim \text{DNI}(0, \sigma^2)$.

Data hasil pengamatan akan dianalisis secara statistika dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Ketika terdapat perlakuan yang berbeda nyata perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

3.6 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi *Biofertilizer* Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan pupuk fosfat (SP-36 dan *rock phosphate*) meningkatkan tinggi dan berat kering tanaman tomat.
2. Pemberian isolat Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) mampu meningkatkan P-tersedia, P jaringan, berat basah dan produksi tanaman tomat dibandingkan dengan kontrol bakteri pelarut fosfat.
3. Pemberian pupuk SP-36 dan *rock phosphate* mampu meningkatkan P-tersedia dan P jaringan tanaman tomat.
4. Pemberian pupuk SP-36 memberikan peningkatan produksi tanaman tomat, dengan dosis terbaik yaitu 0,63 g/tanaman

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut tentang uji efektivitas *biofertilizer* bakteri pelarut fosfat (BPF) dan pupuk fosfat (SP-36 dan *rock phosphate*) terhadap ketersediaan p tanah dan kadar p jaringan tanaman tomat dapat dilakukan pada area yang lebih luas dan sampai pada produksi terakhir tanaman tomat sehingga mengetahui secara lengkap pengaruh perlakuan terhadap produksi tanaman, juga dapat dilakukan pada tanaman lainnya sehingga mengetahui pengaruh kinerja dari perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Y. W., L. U. Widodo, dan I. Budisantosa. 2013. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat Dan Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah Masam. *Agrikultura*, 1(1): 1-9.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Berg, L. 2008. *Introductory Botany : Plants, People, and The Enviroment*. USA : Thomson Corporation.
- Candilo D. M., and G.P., Silvestri. 1994. Sulfur Calcium and Magnesium in Processing Tomatoes Gown in Sub-Alkaline or Sub-Acid Soils. *Acta Horticulturae* 376, 207–214.
- Chaudhry, U.K., S. Shahzad, M.N. Naqqash, A. Saboor, S. Yaqoob, M. Salim dan M. Khalid. 2016. Integation Of Biochar And Chemical Fertilizer To Enhance Quality Of Soil And Wheat Crop (*Triticum Aestivum* L.). *PeerJ Preprints*. Institute of Soil and Environmental Sciences.
- Damanik, M. M. B., Hasibuan, B. E., Sarifuddin., Fauzi., Hanum, H. 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU-Press, Medan.
- Fitriatin, B.N., R. Hindersah dan P.Suryatmana. 2006. Aktivitas Enzim Fosfatase dan Status Hara P Tanah Ultisols pada Pola Tumpangsari Tanaman Pangan dan Jati (*Tectona gandis* L.f.) yang dipengaruhi oleh Pupuk Hayati. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran.
- Fitriatin, B. N., A. Yuniarti, O. Mulyani, F. S. Fauziyah dan M. D. Tiara. 2009. Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat dan Pupuk P terhadap P Tersedia, Aktivitas Fosfatase, P Tanaman dan Hasil Padi Gogo (*Oryza sativa*. L) pada Ultisol. *Agrikultura*, 20(3): 210-215.
- Ginting, R. 2007. *Mikroorganisme Pelarut Fosfat*. Jakarta : Aneka Aksara.
- Ginting, R., R. Saraswati, dan E. Husen. 2010. *Mikroba Pelarut Fosfat*. Jakarta: Aneka Aksara.
- Gmaa, S. 2015. Effect of organic and bio-fertilization on tomato production. *Advanced Research*, 3(10): 1-7.
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hariato, Bagus. 2010. *Panduan Lengkap Budidaya Tomat*. Jakarta: PT. Ago Media Pustaka.

- Hartani, I. 2012. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan *rock phosphate* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata Sturt*). *ProduksiTanaman*, 2(1): 23-31.
- Hartatik, W., dan K. Idris. 2008. Kelarutan Fosfat Alam dan SP-36 dalam Gambut yang diberi Bahan Amelioran Tanah Mineral. *Tanah Dan Iklim*, 1 (27): 1-12.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S. L. Tisdale, dan W. L. Nelson. 1999. *Soil Fertility And Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management*. Sixth ed. Prentice Hall, New Jersey
- Ispandi, A. 2003. Pemupukan P, K dan Waktu Pemberian Pupuk K pada Tanaman Ubikayu di Lahan Kering Vertisol. *Ilmu Pertanian*, 10(2) : 35-50.
- Izhar, Susila, Purwoko, Sutandi, dan Mangku. 2012. Penentuan Metode Terbaik Uji Fosfor untuk Tanaman Tomat pada Tanah Inceptisol. *Hort*, 22(2): 139-147.
- Jones, U. S. 1982. *Fertilizer and Soil Fertility*. 2nd ed. Reston Publ. Co. Reston Virginia.
- Khan, A. A., G. Jilani, M. S. Akhtar, S. M. S. Naqvi and M. Rasheed. 2014. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production. *Agric Biol Sci*, 1 (1) : 48-58.
- Liferdi, L. 2009. Analisis Jaringan Daun sebagai Alat untuk Menentukan Status Hara Fosfor pada Tanaman Manggis. *Hort*, 19(3): 324-333.
- Liferdi, L. 2010. Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. *Hort*, 20(1): 1-9.
- Masfufah, A., A. Supriyanto, dan T. Surtiningsih. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) Pada Berbagai Dosis Pupuk Dan Media Tanam Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Tomat (*LycopersiconEsculentum*) Pada Polybag. *Ilmu Biologi*, 3(1): 1-12.
- Maryanto, Joko dan Ismangil. 2010. Pengaruh Pupuk Hayati dan Batuan Fosfat Alam terhadap Ketersediaan Fosfor dan Pertumbuhan Stroberi pada Tanah Andisol. *Hort*, 1(2): 66-73.
- Mudjiharjati, A., T. C. Setiawati dan M. H. Pandutama. 2012. Improving Phosphate Efficiency by Phosphate Solubilizing Bacteria and Organic Matter Estimated by Radio Isotop (³²P) Technique in Some Soils. *Trop Soils*, 17(3): 245-252.

- Musfal, 2010. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *Agista*, 16 (1):154-158.
- Nejad, R. A. K., F. Najafi and C. Tofghi. 2013. The Effects of Nitrate and Phosphate Deficiencies on Certain Biochemical Metabolites in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. c.v. Urbana V.F.) Plant. *Stress Physiology & Biochemistry*, 9 (3) : 64-73.
- Niswati, A., S. Yusnaini, dan A. Arif. 2008. Populasi Mikroba Pelarut Fosfat dan P-tersedia pada Rizosfirbeberapa Umur dan Jarak dari Pusat Perakaran Jagung (*Zea mays* L.). *tanah Trop*, 13(2): 123-130.
- Noor, A. 2003. Pengaruh Fosfat Alam dan Kombinasi Bakteri Pelarut Fosfat dengan Pupuk Kandang terhadap P tersedia dan Pertumbuhan Kedelai pada Ultisol. *Bul. Argon*, 31(3): 100-106.
- Noor, A. 2005. Peranan Fosfat Alam dan Kombinasi Bakteri Pelarut Fosfat dengan Pupuk Kandang dalam Meningkatkan Serapan Hara dan Hasil Kedelai. *Tanah dan Lingkungan*, 7(2): 41-47.
- Novriani. 2010. Alternatif Pengelolaan Unsur Hara P (Fosfor) Pada Budidaya Jagung. *Agonobis*, 2(3): 1-8.
- Pertamawati. 2010. Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara Invitro. *JSTI*, 12(1) : 31-37.
- Prado, R. M, dan E. A. Vara. 2011. Tolerance to iron chlorosis in non-gafted quince seedlings and in pear grafted onto quince plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, 11(4) : 119-128.
- Rahman, R., M. Anshar dan Bahrudin. 2015. Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat, Bakteri Penambat Nitrogen dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Agotekbis*, 3 (3) : 316-328.
- Rehatta, H., A. Mahulete, dan A. M. Pelu. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Bioliz Dan Pemangkasan Tunas Air/Wiwilan Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum* Miller). *Budidaya Pertanian*, 10(2): 88-92.
- Roni, N. G. K., N. M. Witariadi, N. N. Candraasih dan N. W. Siti. 2013. Pemanfaatan Bakteri Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Produktivitas Kudzu Tropika (*Pueraria phaseoloides* Benth.). *Pastura*, 3 (1) : 13-16.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung : ITB.

- Saraswati, R dan E. Husen. 2008. Prospek Penggunaan Pupuk Hayati Pada Sawah Bukaan Baru. *Lahan Sawah Bukaan Baru*, 2 (1): 151-170.
- Schachtman, D., R. Reid, dan S. M. Ayling. 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiol*, 116(1): 1-7.
- Setiawati, T. C. 2012. Biofertilizer Utilization to Increase P Availability on Acid Soil and Calculation of Phosphate Use Efficiency on Corn by Radioisotope Technique. *Environmental Science and Engineering*, 1(1): 1-9
- Setiawati, T. C., dan P. A. Mihardja. 2008. Identifikasi dan Kuantifikasi Metabolit Bakteri Pelarut Fosfat dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Rhizoctonia solani pada Tanaman Kedelai. *Tanah Trop*, 13(3): 233-240.
- Sharma, S. B., R. Z. Sayyed, M. H. Trivedi and T. A. Ghobi. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2 (587) : 1-14.
- Subhan, N. Nurtika, dan N. Gunadi. 2009. Respons Tanaman Tomat terhadap Penggunaan Pupuk Majemuk NPK 15-15-15 pada Tanah Latosol pada Musim Kemarau. *Hort*, 19(1): 40-48.
- Subowo, G. 2014. *Pemberdayaan Organisme Tanah untuk Pertanian Ramah Lingkungan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suliasih dan Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. *Biodiversitas*, 8(1): 23-26.
- Suliasih, S. Widawati, dan A. Muharam. 2010. Aplikasi Pupuk Organik dan Bakteri Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Aktivitas Mikroba Tanah. *Hort*, 20(3):241-246.
- Supriyadi, S. Hartati, dan A. Aminudin. 2014. Kajian Pemberian Pupuk P, Pupuk Mikro dan Pupuk Organik Terhadap Serapan P dan Hasil Kedelai (*Glycine Max L.*) Varietas Kaba Di Inseptisol Gunung Gajah Klaten. *Ilmu-Ilmu Pertanian*, 29(2) : 81-87.
- Sutejo dan Kartasapoetra. 1990. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Thakur, D., R. Kaushal, dan V. Shyam. 2014. Phosphate Solubilising Microorganisms: Role In Phosphorus Nutrition Of Crop Plants- A Review. *Agi*, 35(3): 159-171.

- Umaternate, G., J. Abidjulu dan A. Wuntu. 2014. Uji Metode Olsen dan Bray dalam Menganalisis Kandungan Fosfat Tersedia pada Tanah Sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Mipa Unsrat*, 3(1): 6-10.
- Widawati, Sri Dan Suliasih. 2006. Augmentasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Caysin (*Brasica caventis* Oed.) di Tanah Marginal. *Biodiversitas*, 7(1): 10-14.
- Widawati, Sri dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat. *Biodiversitas*, 7(2): 109-113.
- Winarsih, Tatik. 2012. Efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat Dalam Melarutkan Unsur P Dari Rock Phosphate untuk Mendukung Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Yelti, S., D. Zul, dan B. Fibriarti. 2014. Formulasi Biofertilizer Cair Menggunakan Bakteri Pelarut Fosfat Indigenus Asal Tanah Gambut Riau. *JOM FMIPA*, 1(2): 1-12.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

Parameter tanah	Nilai					
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5	
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75	
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25	
P ₂ O ₅ HCl (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm)	<10	10-15	16-25	26-35	>35	
P ₂ O ₅ Olsen (ppm)	<10	10-25	26-45	46-60	>60	
K ₂ O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
KTK (me/100g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40	
Susunan Kation :						
K (me/100g)	<0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-1,0	>1,0	
Na (me/100g)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1	
Mg (me/100g)	<0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	>8	
Ca (me/100g)	<0,2	2-5	6-10	11-20	>20	
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70	
Aluminium (%)	<10	10-20	21-30	31-60	>60	
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Alkalis
pH H ₂ O	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

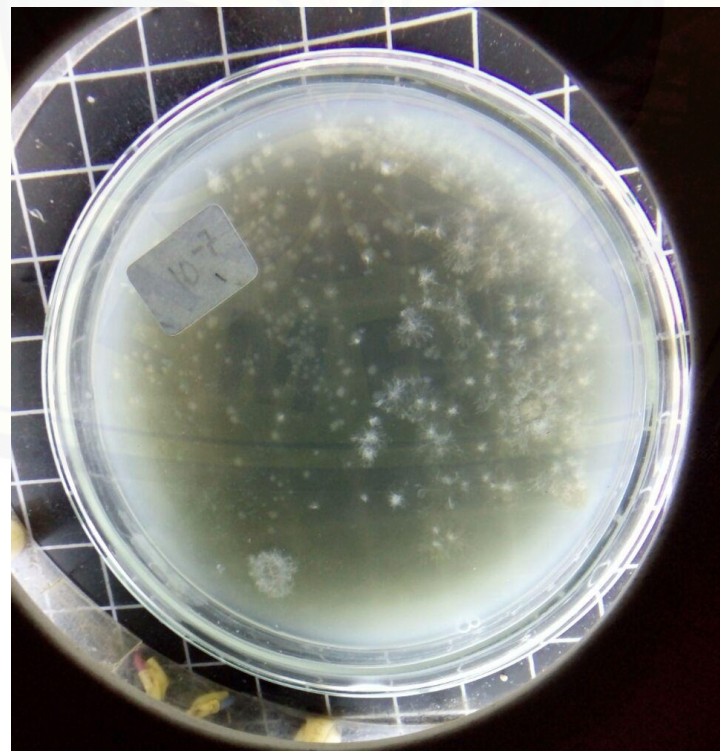
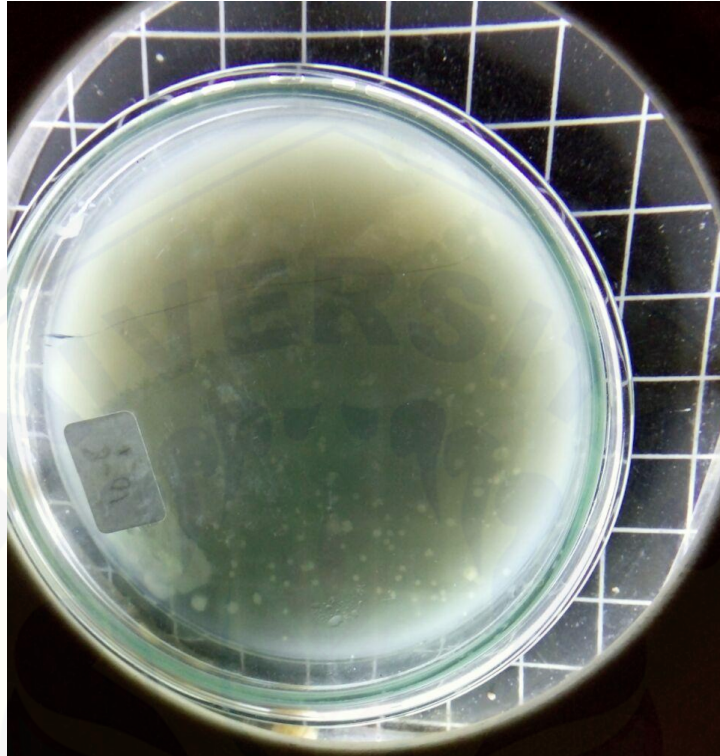
Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005)

Lampiran 2. Kandungan Batuan Fosfat Ciamis Jawa Barat

No	Karakteristi kimia	Satuan	Hasil analisis
1	Kadar unsur hara fosfor sebagai P_2O_5		
	a. Total (asam mineral)	% b/b	34,38
	b. Larut dalam asam sitrat 2%	% b/b	28,24
2	Kadar Ca setara CaO	% b/b	45,65
3	Kadar Mg setara MgO	% b/b	0,13
4	Kadar seskuioksida (R_2O_3)		
	a. Al_2O_3	% b/b	1,43
	b. Fe_2O_3	% b/b	0,39
5	Kadar air	% b/b	2,88
6	Kandungan logam		
	a. Mangan (Mn)	ppm	1,68
	b. Tembaga (Cu)	ppm	5,58
	c. Seng (Zn)	ppm	4,74

Sumber: Hartatik (2002)

Lampiran 3. Hasil Peremajaan dan Pengembangbiakan Bakteri *Pseudomonas* sp.



Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



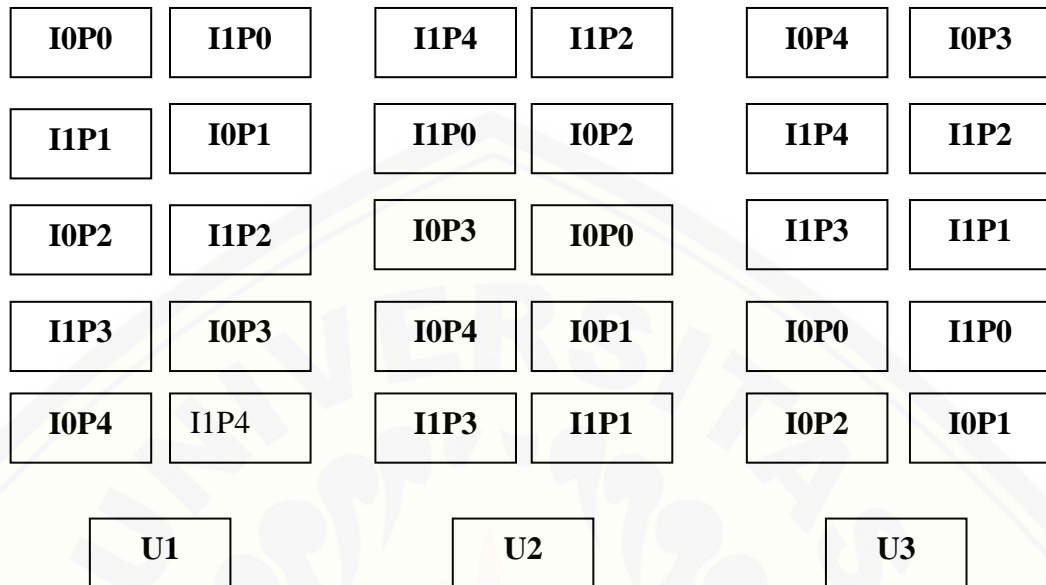
Gambar 1. Tanaman Tomat Umur 0 HST



Gambar 2. Kombinasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Fosfat (78 HST)



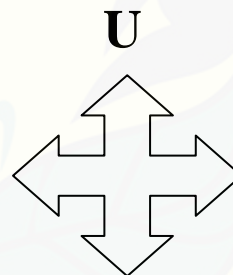
Gambar 3. Perbandingan Kontrol dengan Kombinasi Isolat BPF dan Pupuk Fosfat (78 HST)

Lampiran 5. Denah Percobaan

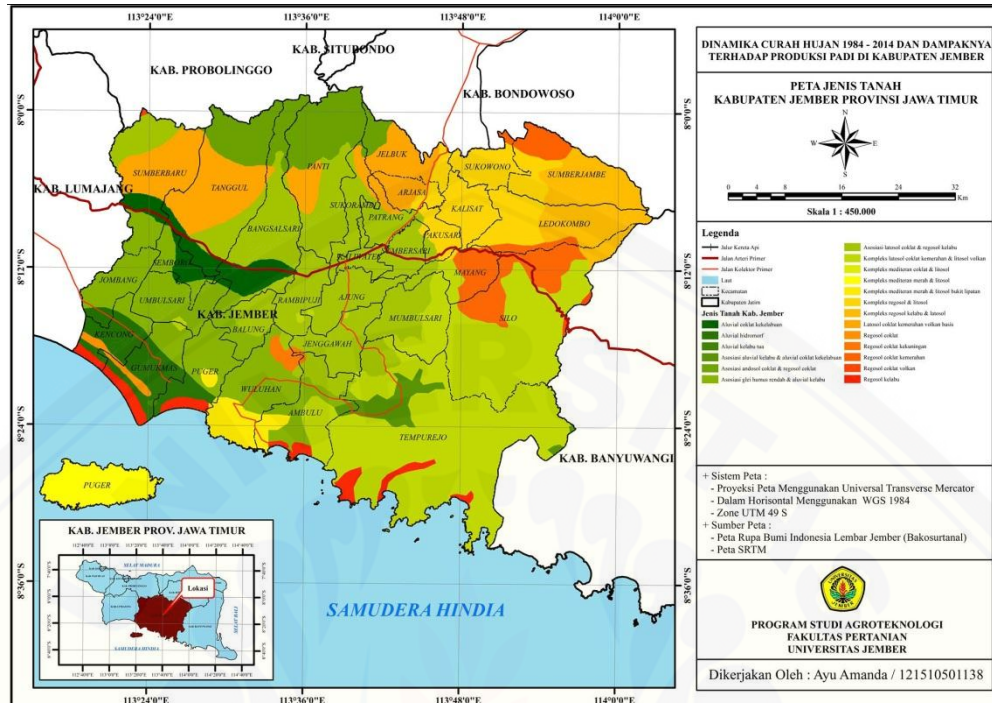
Keterangan :

Jarak antar plot : 30 cm

Jarak antar blok : 50 cm



Lampiran 6. Peta Jenis Tanah Kabupaten Jember



Lampiran 7. Hasil Analisis pH Tanah

1. Data pH Tanah

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
IOP0	6,55	6,7	6,5	19,75	6,58
IOP1	6,77	6,9	6,88	20,55	6,85
IOP2	6,5	6,55	6,7	19,75	6,58
IOP3	6,85	6,67	6,5	20,02	6,67
IOP4	6,62	6,64	6,81	20,07	6,69
IIP0	7,04	7,49	6,52	21,05	7,02
IIP1	7,11	6,94	6,76	20,81	6,94
IIP2	6,82	6,72	6,85	20,39	6,80
IIP3	7,01	6,89	7,02	20,92	6,97
IIP4	6,87	7,16	6,9	20,93	6,98
Total	68,14	68,66	67,44	204,24	
Rata-rata	6,814	6,866	6,744	6,81	

2. Anova pH tanah

SK	Db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5%	F-tabel 1%
Ulangan	2	0,07	0,04	1,02	ns	3,55	6,01
Perlakuan	9	0,75	0,08	2,26	ns	2,46	3,60
BPF	1	0,52	0,52	14,16	**	4,41	8,29
Pupuk P	4	0,13	0,03	0,90	ns	2,93	4,58
BPF x Pupuk P	4	0,10	0,02	0,66	ns	2,93	4,58
Error	18	0,66	0,04				
Total	29	1,49					
KK	2,82	%					

Keterangan:

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

Lampiran 8. Hasil Analisis P-Tersedia Tanah

1. Data P-Tersedia Tanah

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
IOP0	18,32	20	17,98	56,30	18,77
IOP1	21,520	22,040	30,870	74,43	24,81
IOP2	26,658	24,578	21,847	73,08	24,36
IOP3	23,638	28,670	29,465	81,77	27,26
IOP4	25,090	23,579	22,893	71,56	23,85
IIP0	24,263	27,593	27,123	78,98	26,33
IIP1	26,056	27,676	27,043	80,78	26,93
IIP2	29,603	31,763	30,697	92,06	30,69
IIP3	29,680	31,550	31,478	92,71	30,90
IIP4	29,066	30,430	28,994	88,49	29,50
Total	253,89	267,88	268,39	790,16	
Rata-rata	25,39	26,79	26,84	26,34	

2. Anova P-Tersedia Tanah

SK	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5%	F-tabel 1%
Ulangan	2	13,53	6,77	1,33	ns	3,55	6,01
Perlakuan	9	361,99	40,22	7,88	**	2,46	3,60
BPF	1	191,69	191,69	37,55	**	4,41	8,29
Pupuk P	4	141,56	35,39	6,93	**	2,93	4,58
BPF x Pupuk P	4	28,74	7,18	1,41	ns	2,93	4,58
Error	18	91,89	5,11				
Total	29	467,41					

KK 8,58 %

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 9. Hasil Analisis P-Jaringan Tanaman Tomat

1. Data P-Jaringan Tanaman Tomat

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
IOP0	0,40	0,39	0,41	1,20	0,40
IOP1	0,54	0,39	0,57	1,50	0,50
IOP2	0,55	0,64	0,55	1,74	0,58
IOP3	0,54	0,56	0,49	1,59	0,53
IOP4	0,63	0,55	0,50	1,68	0,56
IIP0	0,49	0,57	0,54	1,60	0,53
IIP1	0,55	0,67	0,58	1,80	0,60
IIP2	0,69	0,78	0,66	2,13	0,71
IIP3	0,60	0,89	0,63	2,15	0,72
IIP4	0,60	0,68	0,71	1,99	0,66
Total	5,59	6,12	5,66	17,38	
Rata-rata	0,56	0,61	0,57	0,58	

2. Anova P-Jaringan Tanaman Tomat

SK	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5%	F-tabel 1%
Ulangan	2	0,0165	0,00824	1,63	ns	3,55	6,01
Perlakuan	9	0,2590	0,02878	5,70	**	2,46	3,60
BPF	1	0,1275	0,12746	25,23	**	4,41	8,29
Pupuk P	4	0,1245	0,03112	6,16	**	2,93	4,58
BPF x Pupuk P	4	0,0071	0,00176	0,35	ns	2,93	4,58
Error	18	0,0909	0,00505				
Total	29	0,3664					

KK 12,27 %

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 10. Hasil Analisis Tinggi Tanaman

1. Data Tinggi Tanaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
IOP0	81	100	99	280	93,33
IOP1	86	104	91	281	93,67
IOP2	103	139	88	330	110,00
IOP3	94	83	98	275	91,67
IOP4	115	122	108	345	115,00
IIP0	139	101	100	340	113,33
IIP1	76	90	75	241	80,33
IIP2	84	109	86	279	93,00
IIP3	118	110	146	374	124,67
IIP4	117	85	100	302	100,67
Total	1013	1043	991	3047	
Rata-rata	101,30	104,30	99,10	101,57	

2. Anova Tinggi Tanaman

SK	db	JK	KT	F- hitung	F- tabel 5%	F- tabel 1%
Perlakuan	9	3382763,47	375862,61	2169,53 **	2,46	3,60
BPF	1	309150,61	309150,61	1784,46 **	4,41	8,29
Pupuk P BPF x	4	310918,64	77729,66	448,67 **	2,93	4,58
Pupuk P	4	2762694,23	690673,56	3986,66 **	2,93	4,58
Error	18	3118,43	173,25			
Total	29	3388634,14				

KK 12,96 %

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 11. Hasil Analisis Berat Basah Tanaman Tomat

1. Data Berat Basah Tanaman Tomat

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
IOP0	88,74	85,25	95,12	269,11	89,70
IOP1	67,22	72,00	80,20	219,42	73,14
IOP2	100,00	101,33	93,56	294,89	98,30
IOP3	80,08	103,94	74,14	258,16	86,05
IOP4	110,03	109,86	90,74	310,63	103,54
IIP0	146,46	95,58	120,64	362,68	120,89
IIP1	105,86	100,84	112,92	319,62	106,54
IIP2	144,72	135,51	100,01	380,24	126,75
IIP3	150,02	134,30	122,04	406,36	135,45
IIP4	126,16	112,14	100,00	338,30	112,77
Total	1119,29	1050,75	989,37	3159,41	
Rata-rata	111,93	105,08	98,94	105,31	

2. Anova Berat Basah Tanaman Tomat

SK	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5%	F-tabel 1%
Ulangan	2	844,81	422,41	2,31	ns	3,55	6,01
Perlakuan	9	10109,13	1123,24	6,15	**	2,46	3,60
BPF	1	6900,53	6900,53	37,77	**	4,41	8,29
Pupuk P	4	1974,32	493,58	2,70	ns	2,93	4,58
BPF x Pupuk P	4	1234,28	308,57	1,69	ns	2,93	4,58
Error	18	3288,48	182,69				
Total	29	14242,43					

KK 12,83 %

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 12. Hasil Analisis Berat Kering Tanaman Tomat

1. Data Berat Kering Tanaman Tomat

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
IOP0	12,14	15,25	13,02	40,41	13,47
IOP1	14,07	10,28	15,64	39,99	13,33
IOP2	16,42	17,32	15,98	49,72	16,57
IOP3	13,88	15	14,21	43,09	14,36
IOP4	16,02	15,05	14,87	45,94	15,31
IIP0	20,52	15,3	16,32	52,14	17,38
IIP1	16,26	18,09	17,28	51,63	17,21
IIP2	20,97	21,09	22,78	64,84	21,61
IIP3	20,42	23	22,03	65,45	21,82
IIP4	15,98	15,84	17,32	49,14	16,38
Total	166,68	166,22	169,45	502,35	
Rata-rata	16,67	16,62	16,95	16,75	

2. Anova Berat Kering Tanaman Tomat

SK	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5%	F-tabel 1%
Ulangan	2	0,61	0,31	0,12	ns	3,55	6,01
Perlakuan	9	240,94	26,77	10,51	**	2,46	3,60
BPF	1	136,75	136,75	53,69	**	4,41	8,29
Pupuk P	4	72,29	18,07	7,10	**	2,93	4,58
BPF x Pupuk P	4	31,90	7,98	3,13	*	2,93	4,58
Error	18	45,85	2,55				
Total	29	287,40					
KK	9,53	%					

Keterangan:

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

Lampiran 13. Hasil Analisis Produksi Tanaman Tomat

1. Data Produksi Tanaman Tomat

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
IOP0	50,05	55,05	60,55	165,65	55,22
IOP1	70,25	80,04	65,05	215,34	71,78
IOP2	90	95	100	285,00	95,00
IOP3	100	89	90	279,00	93,00
IOP4	79	110	85	274,00	91,33
IIP0	90	105,52	100	295,52	98,51
IIP1	91,84	110	90,25	292,09	97,36
IIP2	145	150	130	425,00	141,67
IIP3	100	110	120	330,00	110,00
IIP4	130	100	120,05	350,05	116,68
Total	946,14	1004,61	960,90	2911,65	
Rata-rata	94,61	100,46	96,09	97,06	

2. Anova Produksi Tanaman Tomat

SK	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5%	F-tabel 1%
Ulangan	2	184,91	92,45	0,88	ns	3,55	6,01
Perlakuan	9	14963,77	1662,64	15,76	**	2,46	3,60
BPF	1	7478,78	7478,78	70,89	**	4,41	8,29
Pupuk P	4	6506,87	1626,72	15,42	**	2,93	4,58
BPF x Pupuk P	4	978,12	244,53	2,32	ns	2,93	4,58
Error	18	1899,03	105,50				
Total	29	17047,70					
KK	10,58	%					

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %