

**PENGARUH APLIKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT  
DAN PUPUK KANDANG SEBAGAI BIOFERTILIZER TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN HASIL PRODUKSI TANAMAN TOMAT**  
*(Lycopersicon esculentum Mill.)*

**SKRIPSI**

Oleh:

**FATHIYYA NUR RACHMAN**

**NIM. 13620088**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**PENGARUH APLIKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT  
DAN PUPUK KANDANG SEBAGAI BIOFERTILIZER TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN HASIL PRODUKSI TANAMAN TOMAT  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam  
memperoleh gelar sarjana Biologi**

**Oleh :  
FATHIYYA NUR RACHMAN  
NIM. 13620088**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**PENGARUH APLIKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT  
DAN PUPUK KANDANG SEBAGAI BIOFERTILIZER TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN HASIL PRODUKSI TANAMAN TOMAT**  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)

**SKRIPSI**

Oleh :

**FATHIYYA NUR RACHMAN**

**NIM. 13620088**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal 28 Desember 2017

Pembimbing I



Suyono, M.P

NIP. 19710622 200312 1 002

Pembimbing II



Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

NIP. 19731212 199803 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Romadi, M. Si., D.Sc

NIP. 19810201 200901 1 019

**PENGARUH APLIKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT  
DAN PUPUK KANDANG SEBAGAI BIOFERTILIZER TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN HASIL PRODUKSI TANAMAN TOMAT**  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)

**SKRIPSI**

Oleh :

**FATHIYYA NUR RACHMAN**

**NIM. 13620088**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal Pengesahan: 28 Desember 2017

Penguji Utama :	<u>Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.</u> NIP. 19741018 200312 2 002	
Ketua Penguji :	<u>Dr. Romaidi, M. Si., D.Sc</u> NIP. 19810201 200901 1 019	
Sekretaris Penguji :	<u>Suyono, M.P</u> NIP. 19710622 200312 1 002	
Anggota Penguji :	<u>Dr. H. Ahmad Barizi, M.A</u> NIP. 19731212 199803 1 001	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Romaidi, M. Si., D.Sc  
NIP. 19810201 200901 1 019

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fathiyya Nur Rachman

NIM : 13620088

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul skripsi : Pengaruh Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Kandang sebagai Biofertilizer terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan beberapa cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 04 Januari 2018

Yang membuat pernyataan,



METERAI  
TEMPEL  
C7F63AEF2790E3756  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH

Fathiyya Nur Rachman

NIM. 13620088

## MOTTO

مَا مِنْ رَجُلٍ يَغْرِسُ غَرْسًا إِلَّا كَتَبَ اللَّهُ لَهُ مِنْ أَجْرِ قَدْرَمَا يَخْرُجُ مِنْ تَمْرِ ذَلِكَ الْغَرْسِ  
(رواه الامام عن ابي ايوب)

“Tidak ada seorang laki-laki yang menanam tanaman kecuali dituliskan oleh Allah SWT baginya ganjaran (pahala) sebanyak kadar buah yang dikeluarkannya”.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
 الحمد لله الذي فضل على بنى آدم بالعلم والعمل على جميع العالم  
 اللهم صل على سيدنا محمد وعلى آله واصحابه

Segala puji tersanjung kehadiran Allah SWT yang telah mengangkat harkat derajat manusia dengan ilmu dan amal, atas seluruh alam.

Sholawat dan salam semoga terlimpah atas Nabi Muhammad SAW sebagai pemimpin seluruh ummat, termasuk pula untuk para keluarga dan sahabatnya yang menjadi sumber ilmu dan hikmah.

\* \* \* \* \*

Persembahan terindah diberikan untuk orang tua tercinta Bapak Endang Rachman dan Mamah Sri Susiawati seiring do'a dan ridho yang telah mereka panjatkan dan tidak pernah berhenti hingga saat ini. Serta kakak dan adik terkasih, Sayyid Abdullah, Abdurrachman Kahfi, dan Abdullah Multazzam. Terimakasih atas do'a dan kasih sayangnya sehingga saya dapat merasakan nikmat dan kebermanfaatannya ilmu yang tak terkira.

\* \* \* \* \*

Terimakasih saya sampaikan dengan tulus atas sikap waro' dan kesabarannya kepada para perantara ilmu, yakni para dosen, sahabat, dan pihak-pihak yang telah membantu selama proses belajar ini. Semoga Allah SWT membalas segala keikhlasan dengan sebaik-baiknya pembalasan.

\* \* \* \* \*

شكرا جزيلا، والله اعلم بالصواب

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Segala puji hanya milik Allah SWT. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan studi dan tugas akhir/ skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Kandang sebagai Biofertilizer terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pada Tanah Andosol”**.*

*Dalam penyusunan tugas akhir/ skripsi ini, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa semua ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dari semua pihak yang telah membantu. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan banyak ucapan terima kasih teriring do'a untuk:*

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si, D.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi, fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Suyono, M.P selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah banyak memberikan ilmu, nasihat, arahan dan pengalaman yang sangat berharga.
5. Dr. H. Ahmad Barizi, M.A selaku dosen pembimbing agama, yang telah memberikan arahan mengenai sains dalam perspektif islam.
6. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Romaidi, M.Si, D.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga membantu terselesaikannya tugas akhir/skripsi ini.
7. drg. Tyas Pramesti Griana dan Shinta S.Si, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan arahan, semangat, dan motivasi selama mengemban ilmu di jurusan Biologi, fakultas Sains dan Teknologi.
8. Seluruh dosen, laboran, dan staf administrasi jurusan Biologi yang dengan ikhlas telah menyampaikan ilmunya, memberikan bimbingan, dan kemudahan selama proses menuntut ilmu berlangsung.
9. Bapak dan mamah tercinta yang senantiasa tak pernah berhenti memberikan do'a dan restunya kepada penulis selama menuntut ilmu. Tak lupa juga untuk kakak dan adik tercinta yang selalu memberikan semangat pada penulis untuk menyelesaikan studi ini.
10. Teman penulis yang berkatnya pula terbuka jalan untuk menimba ilmu di perantauan, Vicky Felistiany. Terimakasih sudah menjadi pendengar yang baik di setiap susah dan senang.



11. Teman satu penelitian, Ana Faiqotul Maghfiroh dan Nurullah Aliffiatin Nisa' yang sudah sama-sama berjuang selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
12. Teman-teman yang selama ini selalu ada Biologi 2013, Biologi D 2013, khususnya nofadila, mbak oqi, herlina, ami, teraya, faizah, amel, dyah dan masih banyak lagi yang tidak bisa disebut satu persatu, semoga Allah membalas kebaikan kalian.
13. Keluarga besar Ma'had 'Ali Daarul Ulum Al-Fadhli, dengan penuh hormat ta'dzim, ibu nyai Siti Aminah, dan untuk keluarga besar komplek E, khususnya mbak dina, mbak isti, mbak isna, mbak nana, dan mbak tyas. Terimakasih atas semua kebaikan dan pengertian kalian.
14. Serta semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

*Penulis sadar bahwa tulisan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga tulisan ini bermanfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Aamiin Ya Rabbal 'Alamin.*

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 04 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>مختص البحث</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Rumusan Masalah .....	9
1.3.Tujuan .....	9
1.4.Hipotesis .....	10
1.5.Batasan Masalah .....	10
1.6.Manfaat Penelitian .....	11
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>12</b>
2.1 Kajian Penelitian dalam Perspektif Islam .....	12
2.1.1 Mikroorganisme Tanah dalam Islam .....	12

2.1.2	Kesuburan Tanah dalam Al-Qur'an dan Hadist .....	13
2.2	Biologi Tanaman Tomat .....	15
2.2.1	Klasifikasi Tanaman Tomat .....	15
2.2.2	Morfologi Tanaman Tomat .....	16
2.2.3	Syarat Tumbuh .....	17
2.3	Kesuburan Tanah dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi .....	19
2.4	Peranan Fosfat bagi Kehidupan Tanaman .....	21
2.5	Ketersediaan Fosfat dalam Tanah .....	22
2.6	Pengaruh Pupuk Kandang bagi Kesuburan Tanah .....	24
2.7	Bakteri Pelarut Fosfat dan Pengaruhnya bagi Tanaman .....	26
2.8	Interaksi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Tanaman .....	30
2.9	Tanah Andosol .....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>33</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	33
3.2	Alat dan Bahan .....	33
3.3	Rancangan Percobaan .....	34
3.4	Variabel Penelitian .....	36
3.3.1	Variabel Bebas .....	36
3.3.2	Variabel Terikat .....	36
3.3.3	Variabel Terkontrol .....	36
3.5	Prosedur Kerja .....	36
3.5.1	Analisis Kandungan Fosfat dalam Tanah .....	36
3.5.2	Pengamatan Morfologi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pengujian Gram .....	36
3.5.3	Uji Kemampuan BPF Melarutkan Fosfat dalam Media Pikovskaya Padat .....	37
3.5.4	Pembuatan Inokulum Cair .....	37
3.5.5	Persiapan Media Tanam .....	38
3.5.6	Persiapan Benih Tomat .....	39

3.5.7	Proses Penanaman .....	39
3.5.8	Pemeliharaan Tanaman .....	39
3.5.9	Variabel Pengamatan .....	40
1.	Tinggi Tanaman .....	40
2.	Bobot Basah Tanaman .....	40
3.	Bobot Kering Tanaman .....	40
4.	Jumlah Buah per Tanaman .....	41
5.	Bobot Rata-rata Buah .....	41
3.5.10	Analisis Data .....	41
3.6	Alur Penelitian .....	42
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1	Hasil Analisis Kandungan P Tanah Pertanian Organik Desa Sumberejo Kota Batu .....	43
4.2	Hasil Pengamatan Morfologi, Pewarnaan Gram, dan Pengukuran Indeks Pelarutan Fosfat .....	44
4.3	Pengaruh Isolat Bakteri Pelrut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat .....	46
4.4	Pengaruh Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat ...	50
4.5	Pengaruh Interaksi antara Isolat Bakteri Pelarut Fosfat dan Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat .....	54
4.6	Kajian tentang Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam .....	58
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>61</b>
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Analisis P-Total Tanah .....	43
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Indeks Pelarutan Fosfat .....	45
Tabel 4.3 Ringkasan hasil analisis variasi (anova) pada pemberian isolat bakteri pelarut fosfat terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah buah, dan bobot buah tomat .....	46
Tabel 4.4 Pengaruh pemberian isolat bakteri pelarut fosfat terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman .....	47
Tabel 4.5 Ringkasan hasil analisis variasi (anova) pada pemberian berbagai jenis pupuk kandang terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah buah, dan bobot buah tomat .....	50
Tabel 4.6 Pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk kandang terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman .....	51
Tabel 4.7 Ringkasan hasil analisis variasi (anova) pada pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dan berbagai jenis pupuk kandang terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah buah, dan bobot buah tomat .....	54
Tabel 4.8 Pengaruh pemberian isolat bakteri pelarut fosfat terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus P dalam Tanah .....	23
Gambar 2.2 Reaksi Kimia Pelarutan P .....	29
Gambar 4.1 Zona Bening pada Tiga Isolat Bakteri Pelarut Fosfat .....	45
Gambar 4.2. Grafik Hasil Pemberian Kombinasi antara Isolat Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Kandang terhadap Jumlah Buah dan Bobot Buah .....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Tomat Varietas Permata F1 .....	71
Lampiran 2. Tabel Analisis Kimia P-Total Tanah .....	72
Lampiran 3. Konversi Kebutuhan Pupuk .....	73
Lampiran 4. Penentuan Konsentrasi Inokulan Cair .....	74
Lampiran 4. Data Hasil Analisis Variasi (anova) .....	75
1. Hasil Analisis Indeks Pelarutan Fosfat .....	75
2. Tinggi Tanaman .....	76
3. Berat Basah Tanaman .....	78
4. Berat Kering Tanaman .....	80
5. Jumlah Buah .....	82
6. Bobot Buah .....	84
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian .....	86

## ABSTRAK

Rachman, Fathiyya Nur. 2018. **Pengaruh Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Kandang sebagai *Biofertilizer* Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum* Mill.).** Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Suyono, M.P, (II) Dr. H. Ahmad Barizi, M.A.

**Kata kunci:** Bakteri pelarut fosfat; Pupuk kandang; *Lycopersicon esculentum* Mill.

Unsur P di dalam tanah diperlukan dalam jumlah yang tinggi bagi kehidupan tanaman. Hal ini dikarenakan unsur P merupakan komponen yang penting sebagai bahan penyusun inti sel (asam nukleat); penyusun protein (protein struktural atau fungsional); pembangun utama dalam pembentukan membran sel (fosfolipid bilayer); komponen utama dalam proses transfer energi pada semua aktivitas sel, yakni ATP, ADP, dan AMP. Fosfat pada tanah terdapat dalam bentuk organik dan anorganik yang masih belum tersedia bagi tanaman. Oleh karena itu, kehadiran bakteri pelarut fosfat di lingkungan pertanaman akan membantu proses pelepasan unsur P dari sumbernya di alam sebagai nutrisi yang siap diserap oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat varietas Permata F1 pada tanah andosol asal pertanian organik desa Sumberejo, Batu.

Penelitian dilaksanakan selama  $\pm$  6 bulan dari bulan Juni – Oktober 2017 di *Greenhouse*, jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan 3 ulangan, yaitu faktor 1 (pemberian isolat bakteri pelarut fosfat) diantaranya; B<sub>0</sub> = tanpa isolat (kontrol), B<sub>1</sub> = BPFbt1, B<sub>2</sub> = BPFbt2, B<sub>3</sub> = BPFbt3; dan faktor 2 (pemberian pupuk kandang) diantaranya; P<sub>0</sub> = tanpa pupuk (kontrol), P<sub>1</sub> = kotoran ayam, P<sub>2</sub> = kotoran kambing, P<sub>3</sub> = kotoran sapi. Isolat bakteri pelarut fosfat yang digunakan berasal dari tanah pertanian organik desa Sumberejo, Batu.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat kering tanaman, dan berat basah tanaman, sedangkan pada jumlah buah, dan bobot buah berpengaruh tidak nyata. Pada pemberian isolat bakteri pelarut fosfat, BPFbt1 (B1) memberikan nilai tinggi tanaman tertinggi (123,34 cm); berat basah tanaman tertinggi (112,91 gram); dan berat kering tanaman tertinggi (21,25 gram). Pemberian pupuk kandang ayam (P1) memberikan nilai tinggi tanaman tertinggi (117,67 cm); berat basah tanaman tertinggi sebesar (110,16 gram); dan berat kering tanaman tertinggi (21,91 gram). Pemberian perlakuan kombinasi isolat 1 dan pupuk kandang ayam (B1P1) memberikan nilai tinggi tanaman tertinggi (131 cm); berat basah tanaman tertinggi (121,34 gram); dan berat kering tanaman tertinggi (31 gram). Dengan demikian, implementasi isolat bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang diharapkan dapat mengurangi permasalahan lahan kritis dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat.



## ABSTRACT

Rachman, Fathiyya Nur. 2018. **Effect of Application Phosphate Solubilizing Bacteria and Manure as a Biofertilizer for Growth and Yield Production of Tomato Plant (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Counselor: (I) Suyono, M.P, (II) Dr. H. Ahmad Barizi, M.A.

**Keywords:** Phosphate Solubilizing Bacteria; Manure; *Lycopersicon esculentum* Mill.

P element in the soil is required in high amounts for plant life. This is the case that the P element is an important component as the substance of the cell nucleus (nucleic acid); protein constituents (structural or functional proteins); major builders in the formation of cell membranes (bilayer phospholipids); ATP, ADP, and AMP processes. Phosphate in soil in organic and inorganic forms that are not yet available for plants. Therefore, visible phosphate solubilizing bacteria in the planting environment will help the release of elements from the source in nature as nutrients ready to be absorbed by the plant. This study aims to determine the effect of bacteria on the growth and yield of tomato plants varieties Permata F1 on andosol soil from organic farming Sumberejo village, Batu.

The study was conducted for  $\pm$  6 months from June - October 2017 at Green House, Biology department, Science and Technology Faculty, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. The experimental design used in this study was a Factorial Randomized Complete Random (RAL) consisting of 2 treatment factors and 3 replications, ie factor 1 (administration of bacterial solvent phosphate solvent); B<sub>0</sub> = no isolate (control), B<sub>1</sub> = BPFbt1, B<sub>2</sub> = BPFbt2, B<sub>3</sub> = BPFbt3; and factor 2 (manure); P<sub>0</sub> = no fertilizer (control), P<sub>1</sub> = chicken manure, P<sub>2</sub> = goat dung, P<sub>3</sub> = cow dung. The phosphate solubilizing bacteria isolates used were from the organic farmland of Sumberejo village, Batu.

Result of experiment of phosphate solubilizing bacteria and manure on tomato plant (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Real to high crop, dry weight of plant, and wet weight of plant, while at number of fruit, and weight of moral fruit is not real. In the isolation of phosphate solubilizing bacteria, BPFbt1 (B<sub>1</sub>) gave the highest plant height (123,34 cm); highest wet weight of plant (112.91 gram); and highest dry weight of plants (21.25 grams). Provision of chicken manure (P<sub>1</sub>) gave the highest plant highest (117.67 cm); wet weight of plant (110.16 gram); and highest dry weight of plants (21,91 grams). The combination treatment of isolate 1 and chicken manure (B<sub>1</sub>P<sub>1</sub>) gave the highest plant height (131 cm); highest wet weight of plants (121,34 grams); and highest dry weight of plants (31 grams). Thus, the application of phosphate solubilizing bacteria and manure is expected to reduce yields and yields of tomato plants.

## مستخلص البحث

رحمن، فطية نور. 2017. أثر تطبيق بكتيرية مذيب الفوسفاتية والبعر كالأسمدة الحيوية بنمو ونتيجة نبات الطماطم (*Lycopersicon Esculentum Mill.*) البحث الجامعي. قسم الحياة كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: سويونو الماجستير، المشرف الثاني: أحمد بارزي الماجستير.

الكلمات الأساسية: بكتيرية مذيب الفوسفاتية، البعر، *Lycopersicon esculentum Mill.*

أن حياة النبات يحتاج إلى عنصر P في عدد الكبير في الأرض. من أجل أن عنصر P من المكونات المهمة لمادة تاليف جوهر الخلية (حمض النووي)، تاليف البروتينية، (البروتينية البنيوية والوظيفية)، منشئ الأساسي في تشكيل غشاء الخلية (fosfolipid bilayer)، المكون الأساسي في عملية انتقال الطاقة على جميع أنشطة الخلية، وهي ATP و ADP و AMP. أن الفوسفاتية في الأرض لم يتوافر على شكل العضوية وغير العضوية للنبات. من أجل ذلك، وجود بكتيرية مذيب الفوسفاتية في بيئة النبات يساعد لعملية انفصال عنصر P من مصدرها في العالم كالقوة الاستعداد لاستيعابها للنبات. تهدف هذه الدراسة لمعرفة أثر تطبيق بكتيري مذيب الفوسفاتية والبعر بنمو ونتيجة نبات الطماطم الأصناف جوهرة P في الأرض.... من فلاح عضوية قرية سومبرجو باتو.

تقوم هذه الدراسة بستة أشهر من شهر يونيو حتى أكتوبر سنة 2017 في المنزل الخضراء قسم الحياة كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. أما خطة التجريبي المستخدمة فهي خطة العشوائية الشاملة (RAL) المضروبة التي تحتوي على معاملتين وثلاث اعادات وهي العامل الأول (اعطاء عازل بكتيرية مذيب الفوسفاتية) ومنها: B<sub>0</sub> = دون العازل (قبضة)، B<sub>1</sub> = BPFbt1، B<sub>2</sub> = BPFbt2، B<sub>3</sub> = BPFbt3، والعامل الثاني (اعطاء البعر) منها: P<sub>0</sub> = دون البعر (قبضة)، P<sub>1</sub> = بعير الدجاجة، P<sub>2</sub> = بعير المعز، P<sub>3</sub> = بعير البقر. عازل البكتيري مذيب الفوسفاتية مستخدم من الأرض الفلاح العضوي قرية سومبرجو باتو.

تظهر نتائج الدراسة أن اعطاء بكتيرية مذيب الفوسفاتية والبعير لنبات الطماطم (*Lycopersicon esculentum Mill.*) يتأثر أثرا واقعا بارتفاع النبات وثقل النبات الجاف والرطب، وعلى حين عدد الفواكه وثقل الفواكه غير الواقع. على اعطاء عازل بكتيري مذيب الفوسفاتية، BPFbt1 (B1) يعطى الدرجة الاعالية للنبات المرتفعة (123,34 cm)، ثقل النبات الرطب الاعالية (112.91 gram) وقلل النبات الجافي الاعالي (21.25 grams). اعطاء البعر الدجاجة (P1) يعطى الدرجة الاعالية للنبات المرتفع (117.67 cm) ثقل النبات الرطب (110.16 gram) وقلل النبات الجافي الاعالي (21.91 grams). اعطاء العاملات المتنوعة العازل 1 وبعير الدجاجة (B1P1) يعطى الدرجة الاعالية للنبات الاعالية (131 cm)، ثقل النبات الرطب الاعالي (121,34 grams) وقلل النبات الجافي الاعالي (31 grams). إضافة إلى ذلك، تطوير عازل بكتيري مذيب الفوسفاتية البعر يستطيع أن ينقص مشكلات الأرض الخطيرة وترقية نمو ونتيجة نبات الطماطم.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Allah SWT telah menciptakan bumi ini dengan segala keistimewaannya, salah satunya adalah dengan ditumbuhkannya sayuran, buah-buahan dan berbagai macam tanaman agar manusia dapat memanfaatkannya. Sebagaimana firman-Nya dalam QS. Al-Baqarah/2 ayat 22:

وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ

*“Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezki untukmu; Karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kamu Mengetahui”*  
(Al-Baqarah/2: 22)

Sesungguhnya Allah SWT. telah mempersiapkan bumi dengan kekuasaannya. Dalam hal ini Allah SWT memberikan air dari langit (hujan) sebagai sumber kehidupan, dan darinya tanaman dapat tumbuh, serta pepohonan dapat berbuah (Ibnu Katsir, 2003). Hal tersebut merupakan rizki bagi manusia atau hewan ternak untuk kemudian dapat diambil manfaatnya, salah satu diantaranya adalah buah tomat. Tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*) mulai dikonsumsi sejak tahun 1821. Penyebaran tomat di Indonesia dimulai sejak abad ke-18 dan produktivitasnya terus mengalami peningkatan hingga sekarang, sehingga tomat termasuk salah satu dari 29 komoditas unggulan di tahun 2008 (Zulkarnain, 2010). Tanaman tomat ini banyak ditanam untuk digunakan sebagai buah segar,

sayuran dan bahan baku industri seperti saus, kosmetik, serta berbagai obat-obatan (Anjani, 2013; Raharjo, 2007; Iswari, 2015).

Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) menunjukkan bahwa angka konsumsi tomat di Indonesia tahun 2016 adalah 1,92 kg/kapita dengan angka ketersediaan tomat mencapai 3,63 kg/kapita di tahun 2016 (Pusat data dan sistem informasi pertanian, 2014). Adapun hasil produksi tomat di Jawa Timur mencapai 64.851 ton/tahun dari luasan areal sekitar 4.555 Ha (Dirjen Hortikultura, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa hasil produksi tanaman tomat di Jawa Timur masih belum optimal sehingga diperlukan adanya peningkatan.

Ditinjau dari aspek tanah dan iklim, tanaman tomat umumnya cocok untuk dibudidayakan di Indonesia, khususnya daerah dataran tinggi dengan curah hujan yang tinggi (>1.500 mm/tahun), tingkat kelembapan 65-70%, dan suhu udara <25°C (Raharjeng, 2015). Produksi tanaman tomat merupakan fungsi dari faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik merupakan faktor keturunan yang diwariskan secara turun temurun antar generasi tanaman, sedangkan faktor lingkungan merupakan komponen biotik dan abiotik yang berinteraksi dengan tanaman sehingga mempengaruhi proses fisiologi tanaman yakni pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dengan demikian, peningkatan hasil tanaman dapat diupayakan dengan meningkatkan kemampuan genetik yakni melalui perakitan varietas unggul; dan memperbaiki kualitas lingkungan dengan menginvestasikan berbagai agen hayati tanah guna meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Arinong dkk., 2011).

Permasalahan lahan kritis yang semakin bertambah luas di Indonesia disebabkan oleh erosi atau menurunnya tingkat kesuburan tanah karena banyaknya petani yang menggunakan pupuk kimiawi secara terus menerus. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi kesalahan yang mendasar dalam pengelolaan lahan pertanian. Pengelolaan lahan yang ada saat ini hanya semata-mata bertumpu pada perbaikan pertumbuhan tanaman dan peningkatan hasil produksi dalam jangka pendek tanpa mempertimbangkan dampak yang terjadi dalam jangka panjang (Sugito, 1999).

Allah SWT. berfirman dalam Al-Qur'an Surat Al-A'raf/7 ayat 58:

وَالْبَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبْتٌ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ  
يَشْكُرُونَ

*Artinya: dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-‘A’raf/7: 58).*

Imam Jalaluddin al-Mahali dalam tafsir jalalain menjelaskan bahwa ( وَالْبَدُ ) (وَالَّذِي خَبْتٌ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا) ditafsirkan sebagai seorang mukmin yang mau mendengar nasihat dan ia mengambil manfaat dari nasihat itu (Jalaluddin, 2002). Sifat dari seorang mukmin tersebut kemudian diibaratkan dengan tumbuhnya tanaman yang subur dari tanah yang juga baik (subur). Adapun (وَالَّذِي خَبْتٌ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا) menurut Jalaluddin (2002) ditafsirkan sebagai orang kafir, yakni orang yang tidak mau menerima nasihat dan petunjuk akan kebenaran Islam. Sehingga dalam hal ini juga diibaratkan seperti tanah yang tidak subur, yakni tanah yang tidak akan menumbuhkan tanaman yang juga subur.

Pengelolaan tanah harus didasarkan atas tujuan perbaikan dan pemeliharaan kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Sehingga tanaman yang kita tanam akan tumbuh baik secara alami. Kesuburan fisik mencakup pada struktur, tekstur, dan kemampuan tanah dalam memegang air; kesuburan kimia meliputi reaksi tanah (pH tanah), KTK, kejenuhan basa, bahan organik, dan kandungan unsur hara pada tanah; dan secara biologis, kesuburan tanah mencakup adanya aktivitas makroorganisme dan mikroorganisme dalam tanah yang terkait dengan kandungan bahan organik tanah. Dalam hal ini peranan bahan organik tanah menjadi sangat erat kaitannya dengan kesuburan tanah dalam jangka waktu panjang. Melalui aktivitas makroorganisme dan mikroorganisme tanah ini bahan organik dalam tanah akan mengalami proses perombakan, sehingga akan terbentuk struktur tanah yang gembur dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air dan hara (Safrianto dkk., 2015).

Tanah andosol adalah salah satu jenis tanah berasal dari hasil pelapukan abu vulkanik, dan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Tanah andosol memiliki kandungan bahan organik tinggi yakni; kalsium  $7,32 \text{ t/ha}^{-1}$ , magnesium  $1,21 \text{ t/ha}^{-1}$ , kalium  $2,44 \text{ t/ha}^{-1}$ , dan fosfor  $0,24 \text{ t/ha}^{-1}$ . Selain itu kandungan alumunium, besi, dan silika juga mengatur reaksi kimia pada tanah andosol, sehingga retensi fosfat pada tanah andosol cukup tinggi. Tanah andosol ini sering dijumpai di dataran tinggi, yaitu pada ketinggian 750 – 3000 mdpl, dan terkadang juga dijumpai di dataran rendah. Di Jawa, tanah andosol tersebar mulai dari gunung salak di Jawa Barat hingga pegunungan ijen di Jawa Timur

(Sukarman dkk., 2015). Praktik pertanian pada tanah andosol harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan agar tidak berdampak pada penurunan angka produktivitas tomat baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu, pengaplikasian sistem pertanian organik dapat menjadi upaya dalam perbaikan sistem pengolahan lahan (Sugito, 1999).

Pemanfaatan pupuk organik yang tepat pada media tanam dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pupuk yang berasal dari sisa-sisa bahan organik akan mengalami proses dekomposisi dan mineralisasi untuk melepaskan nutrisi tanah, baik unsur hara makro maupun mikro. Disamping itu pupuk organik juga mampu memperbaiki sifat-sifat fisik pada tanah seperti permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya serap atau daya pegang terhadap air, dan kation-kation tanah (Safrianto dkk., 2015). Jenis pupuk organik sangat beragam berdasarkan asal bahan pembentuknya, seperti pupuk yang berasal dari kotoran hewan atau pupuk yang menyediakan mikroba hidup sebagai inokulan (Simanungkalit, 2001).

Pupuk kandang merupakan salah satu bentuk bahan organik yang terdiri dari kotoran padat dan cair hewan ternak. Pupuk kandang memiliki peranan yang besar dalam meningkatkan kesuburan tanah baik secara fisika, kimia, maupun biologi. Pupuk kandang yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah pupuk kandang ayam, kambing, dan sapi. Pupuk kandang ayam memiliki kandungan hara, yakni 1,5% N; 1,0%  $P_2O_5$ ; dan 0,5%  $K_2O$  (Splittstoesser, 1984); pupuk kandang kambing dengan kandungan hara, diantaranya 0,95% N; 0,36%  $P_2O_5$ ; dan 1,0%  $K_2O$  (Syarief, 1989); dan pupuk kandang sapi dengan kandungan

hara, yakni 2,06% N; 0,71% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; dan 0,26% K<sub>2</sub>O (Agyarko *et al.*, 2016). Pupuk kandang ayam dengan dosis optimal 24.375 ton ha<sup>-1</sup> terbukti mampu memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat hingga 22.79 ton ha<sup>-1</sup> (Luthfyrahman dkk., 2013). Pupuk kandang kambing juga mampu memperbaiki struktur tanah dan memberikan dampak positif terhadap kesuburan tanah dalam jangka waktu panjang (Dinariani dkk., 2014). Pemberian pupuk kandang sapi dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kacang tanah pada 5 MST (Pasaribu dkk., 2014).

Pupuk yang menyediakan mikroba hidup sebagai inokulan berfungsi untuk menyediakan unsur hara tertentu yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Simanungkalit, 2001). Pengembangan pupuk hayati ini didasarkan pada potensi yang dimiliki oleh suatu mikroorganisme (Roidah, 2013). Salah satu jenis mikroorganisme tanah yang mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman adalah Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). Bakteri Pelarut Fosfat adalah kelompok mikroba yang dapat mengubah fosfat tidak terlarut dalam tanah menjadi bentuk yang larut dengan mensekresikan asam-asam organik dan melarutkan P yang teradsorpsi oleh senyawa Ca-P (Widawati dkk., 2006). Kelompok bakteri ini juga dapat menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman (Glick, 1995). Adapun isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil isolasi langsung dari tanah rizosfer pertanian organik tanaman tomat, desa Sumberejo, kota Batu yang dipilih berdasarkan kemampuannya dalam melarutkan fosfat, diantaranya adalah kode isolat BPFb1, BPFb2, dan BPFb3.



Penggunaan bakteri pelarut fosfat dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman, panjang akar, berat kering akar serta tunas pada tanaman tomat. Hal ini disebabkan karena BPF mampu meningkatkan P tersedia di tanah, dan dapat melarutkan P menjadi tersedia bagi tanaman (Walpola dkk., 2013). Selain itu, penggunaan bakteri pelarut fosfat yang diinokulasikan pada beberapa tanaman juga memberi pengaruh yang nyata, diantaranya pada tanaman cabai dengan luas daun per tanaman hingga 84,63 cm<sup>2</sup> pada umur 4 MST dan 92,73 cm<sup>2</sup> pada umur 6 MST (Rahman dkk., 2015); tanaman bendi (*Abelmoschus esculentus*) dengan panjang akar 10,54 cm, berat kering 0,60 cm dan jumlah biji 4,5 cm (Priya dkk., 2015); dan tanaman padi dengan panjang malai 25,3 cm, jumlah gabah isi per rumpun 1109,1 butir, dan bobot gabah isi 23,7 gram (Puspitawati dkk., 2013).

Bakteri pelarut fosfat dan berbagai jenis pupuk kandang dapat bekerja secara sinergis untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi pada tanaman tomat. Hal ini disebabkan karena efektivitas isolat bakteri dalam melarutkan fosfat sehingga dapat digunakan oleh tanaman, dan terpenuhinya nutrisi yang dibutuhkan tanaman dari berbagai jenis pupuk kandang yang diberikan. Hasil penelitian Noor (2005) menunjukkan bahwa aplikasi dari penggunaan kombinasi pupuk kandang sapi dan bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan hasil produksi biji kedelai hingga 8.43 g/pot<sup>-1</sup>. Selain itu, dalam penelitian Amanullah *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang dan penambahan bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman jagung dibawah tekanan iklim.

Unsur P (fosfat) adalah salah satu unsur hara makro yang diperlukan dalam jumlah banyak selain unsur hara N dan K. Fosfat pada tanah terdapat dalam bentuk organik dan anorganik yang masih belum tersedia bagi tanaman, yakni dalam bentuk Ca-P, Mg-P, Al-P, Fe-P, atau Occluded-P. Fosfat organik berasal dari sisa-sisa makhluk hidup sedangkan fosfat anorganik berasal dari hasil pelapukan batuan (Salisbury dkk., 1995). Fosfat berperan sebagai bahan penyusun inti sel (asam nukelat), lemak, dan protein; pembangun utama dalam pembentukan membran sel; dan berperan dalam proses transfer energi dalam semua aktivitas sel. Tanaman yang kekurangan unsur P akan menunjukkan gejala tanaman yang kerdil, terhambatnya perkembangan akar dan cabang, terlambat panen, dan terjadinya perubahan pada warna daun menjadi kebiruan atau keunguan (Subhan dkk., 2009; dan Campbell dkk., 2002). Oleh karena itu, untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman, diperlukan peranan dari bakteri pelarut fosfat.

Pemanfaatan potensi bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang dapat memberikan informasi ilmiah terkait peningkatan kualitas tanah khususnya lahan andosol dalam pertanian tomat, sehingga mampu berkontribusi dalam pengembangan produktivitas pertanian tomat khususnya di wilayah Jawa Timur. Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang sebagai biofertilizer terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Adakah pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)?
2. Adakah pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)?
3. Adakah pengaruh interaksi antara pemberian bakteri pelarut fosfat dan pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
2. Untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi antara pemberian bakteri pelarut fosfat dan pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ada pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
2. Ada pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
3. Ada pengaruh interaksi antara pemberian bakteri pelarut fosfat dan pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Isolat bakteri yang digunakan adalah jenis Bakteri Pelarut Fosfat dengan kode isolat BPFb1, BPFb2, BPFb3 yang merupakan hasil isolasi dari tanah rizosfer pertanian organik Desa Sumberejo Kota Batu.
2. Jenis pupuk kandang yang digunakan adalah pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, dan pupuk kandang ayam dalam kondisi segar tanpa memperhitungkan usia dari masing-masing hewan ternak.
3. Analisis kandungan P hanya dilakukan pada tanah di awal pengamatan.
4. Analisis kandungan P pada masing-masing pupuk kandang hanya berdasarkan literatur yang sudah ada pada penelitian sebelumnya.

5. Sterilisasi tanah dilakukan hanya sebagai pemurnian media tanam, yang bertujuan untuk meminimalisasi adanya pengaruh mikroba lain dan beberapa faktor di luar perlakuan.
6. Tanah yang digunakan berasal dari lahan pertanian organik Desa Sumberejo, Kota Batu, Jawa Timur dan tergolong dalam tanah jenis andosol.
7. Suhu *greenhouse* selama penelitian berkisar antara 37-39°C

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah diperolehnya informasi mengenai jenis-jenis bakteri dan pupuk kandang yang memiliki potensi sebagai *biofertilizer*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Penelitian dalam Perspektif Islam

##### 2.1.1 Mikroorganisme Tanah dalam Islam

Tanah merupakan salah satu bentuk ciptaan Allah SWT yang berperan penting dalam kehidupan. Kesuburan tanah tidak akan terlepas dari peranan mikroorganisme tanah, yakni dalam proses perombakan dan pengolahannya. Rao (1994) menjelaskan bahwa mikroorganisme merupakan kelompok makhluk hidup yang berukuran kecil bahkan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Dalam hal ini, Allah SWT berfirman dalam QS. Yunus/10 ayat 61 yakni:

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُو مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ وَمَا يَعْرُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِّثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ

*Artinya: “Kamu tidak berada dalam suatu keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari Al Quran dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan Kami menjadi saksi atasmu di waktu kamu melakukannya. Tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarah (atom) di bumi ataupun di langit. Tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)”*  
(QS. Yunus/10: 61).

Imam Jalaluddin al-Mahali dalam tafsir jalalain menjelaskan bahwa, pada lafadz (وَمَا يَعْرُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِّثْقَالِ ذَرَّةٍ) tidak luput dari pengetahuan Rabbmu hal apapun walau sebesar atau seberat dzarah, melainkan semua sudah tercatat di lauh mahfuzh (Jalaluddin, 2002). Dalam tafsir Al-Misbah,

dzarrah disebutkan sebagai bentuk perumpamaan dari perihai sekecil apapun yang telah umat manusia lakukan, yakni dimana Allah SWT tidak akan samar melihat dan mengetahui segala sesuatu yang dilakukan oleh makhluk-Nya (Shihab, 2002).

Istilah dzarrah sebagai wujud zat atau substansi materi terkecil yang disebutkan dalam Al-Qur'an merupakan petunjuk untuk mempelajari perihai tersebut, termasuk didalamnya keberadaan mikroorganisme. Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu baik yang besar maupun yang kecil dan tidak pernah menganggap remeh atas sesuatu yang telah Dia ciptakan, sebagaimana keberadaan mikroorganisme baik secara struktural atau fungsional. Walaupun ukurannya sangat kecil, mikroorganisme memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan makhluk hidup, salah satunya yakni berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.

### 2.1.2 Kesuburan Tanah dalam Al-Qur'an dan Hadist

Kesuburan tanah merupakan faktor utama dalam meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman berdasarkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Peningkatan kualitas tanah ini dapat dilakukan melalui proses pengelolaan yang baik. Nabi Muhammad SAW telah bersabda:

مَنْ أَحْيَا أَرْضًا مَيْتَةً فَهِيَ لَهُ (رواه البخاري)

*“Barang siapa menghidupkan tanah yang mati maka tanah itu menjadi miliknya” (HR. Imam Bukhari)*

Pada hadist tersebut dinyatakan bahwa Islam menganjurkan untuk menjadikan tanah sebagai lahan yang produktif, yakni melalui pengelolaan

tanah dengan baik. Jika kita dapat memelihara dan mengambil manfaat darinya, maka berbagai kebutuhan hidup dapat terpenuhi. Tanah dapat digunakan sebagai tempat bercocok tanam, tempat untuk manusia dan hewan dapat hidup, serta mengambil hasil dari apa yang telah kita tanam. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-A'raf/7 ayat 58, yakni:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ  
لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

*Artinya: “dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-A'raf/7: 58).*

Imam Jalaluddin al-Mahali dalam tafsir jalalain menjelaskan bahwa (وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ) ditafsirkan sebagai seorang mukmin yang mau mendengar nasihat dan ia mengambil manfaat dari nasihat itu (Jalaluddin, 2002). Sifat dari seorang mukmin tersebut kemudian diibaratkan dengan tumbuhnya tanaman yang subur dari tanah yang juga baik (subur). Adapun (وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا) menurut Jalaluddin (2002) ditafsirkan sebagai orang kafir, yakni orang yang tidak mau menerima nasihat dan petunjuk akan kebenaran Islam. Sehingga dalam hal ini juga diibaratkan seperti tanah yang tidak subur, yakni tanah yang tidak akan menumbuhkan tanaman yang juga subur.



Dengan demikian, sudah sepantasnya kita berfikir betapa Allah SWT telah memberikan banyak kenikmatan sebagai tanda-tanda kekuasaan-Nya dalam memenuhi kebutuhan makhluknya, termasuk manusia.

## 2.2 Biologi Tanaman Tomat

### 2.2.1 Klasifikasi Tanaman Tomat

Kedudukan tanaman tomat dalam sistematika tumbuhan menurut Cronquist (1981) dalam Dasuki (1991) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas: Disotyledonae

Ordo : Tubiflorae

Famili : Solanaceae

Genus : *Lycopersicon*

Spesies : *Lycopersicon esculentum* Mill.

Tanaman tomat yang tergolong dalam famili Solanaceae dapat ditemukan tersebar di daerah yang beriklim subtropis dan tropis, yakni sekitar 98 genus dan 2700 spesies (Yadav *et al.*, 2016). Beberapa genus lain yang dekat kekerabatannya dengan tanaman tomat (*Solanum lycopersicon* Mill.) ini diantaranya adalah *Capsicum* L., *Solanum* L., *Lycopersicon* Mill., *Physalis* L., *Cyphomandra* Mart. ex Sendtn., *Solandra* P.S.Green., *Datura* L., *Brugmansia*

Pers., *Jaltomata* Schlecht., *Nicotiana* L., *Cestrum* L. dan *Nicandra* Adanson (Husnudin dkk., 2015).

### 2.2.2 Morfologi Tanaman Tomat

Berdasarkan ciri morfologinya tanaman tomat merupakan tanaman yang memiliki tinggi hingga 2-3 meter. Akar tanaman tomat dapat berupa akar tunggang, akar cabang, atau akar serabut yang berwarna putih dan memiliki bau yang khas. Perakarannya tidak terlalu dalam yakni sekitar 30-70 cm. Akar tanaman tomat ini dimanfaatkan untuk menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi buah (Pitojo, 2005).

Batang tanaman tomat sewaktu muda berbentuk bulat dan teksturnya lunak, tetapi setelah tua batangnya berubah menjadi bersudut dan bertekstur keras berkayu (Wiryanta, 2002). Pada bagian batangnya juga akan ditutupi bulu-bulu halus di seluruh permukaannya dan diantara bulu-bulu halus tersebut juga terdapat rambut kelenjar (Tim Penulis, 2009).

Daun tomat berwarna hijau dan berbulu, dengan panjang sekitar 15-30 cm, lebar 10-25 cm, dan panjang tangkai daun sekitar 3-6 cm. Daun tomat termasuk dalam ciri daun majemuk menyirip gasal dan terletak dalam spiral yang teratur (Pracaya, 1998). Daun tomat berjumlah ganjil, yakni sekitar 5-7 helai (Tugiyono, 1999).

Bunga tanaman tomat berwarna kuning dan tersusun dengan jumlah 4-14 bunga, tergantung pada jenis varietasnya. Bunga tomat ini dapat melakukan penyerbukan sendiri karena tipenya adalah berumah satu bersifat

(*hemaphrodite*) atau bersilang dengan bantuan dari lebah. Posisi stigma lebih rendah dari tabung polen atau terkadang sebaliknya. Memiliki perhiasan berupa mahkota bunga yang berwarna kuning, orange dan putih, serta terdapat kelopak bunga. Posisi tandan bunga terletak pada bagian pucuk (terminal) dan diantara buku-buku batang (aksial) dan tergantung pula pada jenis tomatnya (Syukur, 2015).

Buahnya berbentuk bulat, bulat panjang, bulat pipih, atau oval. Jika masih muda berwarna hijau muda sampai hijau tua, dan ketika sudah tua berwarna merah cerah atau gelap, merah kekuningan, atau merah kehitaman. Buah tomat tergolong dalam buah buni. Diameternya berkisar antara 2 - 15 cm, tergantung varietasnya. Terdapat pula modifikasi tangkai bunga yang beralih menjadi tangkai buah, dan kelopak bunga yang beralih fungsi menjadi kelopak buah (Pitojo, 2005). Sedangkan bagian bijinya berbentuk pipih atau seperti ginjal, berbulu, dan diselimuti daging buah. Warna biji tomat adalah putih, putih kekuningan, hingga kecoklatan. Ukuran lebarnya mencapai 2 – 4 mm dan panjang 3 – 5 mm (Pracaya, 1998).

### 2.2.3 Syarat Tumbuh

Tomat adalah tanaman semusim (*annual*) yang berumur sekitar 4 bulan. Tanaman tomat banyak ditanam di daerah dataran tinggi (1.000-1.250 m dpl) atau dataran rendah (100-600 m dpl), tergantung pada jenis varietasnya (Wiryanta, 2002; dan Tim Penulis, 2012). Adapun tomat varietas Permata F1 cenderung lebih cocok untuk tumbuh pada daerah dataran rendah (0-400 m dpl)

(Pracaya, 2002; dan Wijayanti dkk., 2013). Untuk tanaman tomat kultivar mutiara memiliki sifat yang lebih toleran terhadap berbagai tinggi tempat, hal ini ditunjukkan dengan hasil pertumbuhannya yang lebih baik dari varietas tomat lainnya (Sutapradja, 2008).

Tanaman tomat memerlukan intensitas cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis, pembentukan bunga, dan pembentukan buah sekurang-kurangnya adalah 10-12 jam setiap hari (Wiryanta, 2002). Berdasarkan hasil pemberian naungan 30% dengan intensitas radiasi surya berkisar 5295,41 fc didapatkan pertumbuhan tanaman tomat yang optimum, baik pada tinggi tanaman, jumlah daun, waktu berbunga, jumlah buah, serta berat buah (Kartika, 2015).

Suhu yang ideal untuk masa perkecambahan benih tomat berkisar antara 25-30°C, sedangkan untuk masa pertumbuhannya berkisar antara 24-28°C untuk siang hari dan 15-20°C untuk malam hari (Kartika 2015). Jika suhu terlalu tinggi (>32°C) maka warna buah tomat cenderung kekuningan, dan jika suhu tidak menentu (berubah-ubah) maka warna buah tidak merata (Tim Penulis, 2012).

Kelembapan relatif yang diperlukan untuk masa pertumbuhannya adalah 80%, sehingga apabila datang musim penghujan dapat dilakukan pelebaran jarak tanam dan pencabutan gulma disekitar tanaman agar mengurangi resiko terserang bakteri atau cendawan (Wiryanta, 2002). Adapun curah hujan yang optimal untuk pertumbuhan tomat adalah 750-125 mm/tahun, dengan irigasi yang baik (Tim Penulis, 2012).

### 2.3 Kesuburan Tanah dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman dalam jumlah seimbang dan tersedia dalam jangka waktu yang panjang (Mujiyati dkk., 2009). Tanah yang subur dapat mempermudah perkembangan akar suatu tanaman. Akar tanaman yang berkembang dengan baik ini akan lebih mudah menyerap air dan unsur hara yang tersedia di dalam tanah, sehingga dapat dihasilkan tingkat produksi yang tinggi (Dinariani dkk., 2014). Oleh sebab itu, pengelolaan tanah harus didasarkan atas tujuan perbaikan dan pemeliharaan kesuburan tanah, baik secara fisika, kimia, maupun biologi (Sugito, 1999).

Secara fisika, kesuburan tanah mencakup kedalaman yang efektif, tekstur, warna, struktur, kelembaban dan tata udara tanah. Dalam hal ini tanah yang subur dicirikan dengan warna yang cenderung gelap atau kehitaman, sebab semakin tinggi kandungan bahan organik maka warna tanah akan semakin gelap (Njurumana dkk., 2008). Berdasarkan strukturnya, tanah tersusun atas agregat tanah yakni partikel-partikel pasir, debu, serta liat tanah yang membentuk gumpalan kecil. Tanah yang baik harus memiliki komposisi yang seimbang antara fraksi pasir dan liatnya, sebab jika fraksi pasir lebih tinggi maka air akan mudah merembeskan air dan hara hingga jauh ke dalam tanah, dan jika fraksi liatnya lebih tinggi maka air akan cenderung terserap kedalam liat sehingga juga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Aak, 1983).

Keadaan kimia meliputi reaksi tanah (pH tanah), KTK, kejenuhan basa, bahan organik, dan kandungan unsur hara pada tanah. Berdasarkan jumlah

kebutuhan tanaman, kesuburan tanah mencakup 2 elemen esensial, yakni unsur hara makro atau unsur hara primer yang diperlukan dalam jumlah besar dan unsur hara mikro atau unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang lebih sedikit. Secara universal unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman adalah C, H, O (dari udara dan air), N, P, K, S, Ca, dan Mg. Sedangkan unsur hara mikro yang dibutuhkan diantaranya adalah Fe, B, Mn, Zn, Cu, dan Mo (Agustina, 2004). Kesuburan tanah juga dapat dilihat dari tingkat KTK (Kapasitas Tukar Kation) yang dihasilkan, karena semakin tinggi KTK maka semakin tinggi pula tingkat kesuburan tanah. Selain itu kandungan N, P, dan K yang tinggi juga menjadi indikator kesuburan tanah (Mujiyati dkk., 2009).

Ketersediaan unsur hara juga erat kaitannya dengan pH tanah yang diukur dalam skala log, yaitu  $-\log [\text{OH}]$ . Pada pH yang rendah ketersediaan N, P, K, S, Ca, Mg, dan Mo sangat rendah. Unsur P seringkali tidak tersedia dalam larutan tanah yang memiliki reaksi masam sebab tingginya ion lain seperti  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{2+}$ , atau  $\text{Ca}^{2+}$  yang bereaksi dengan ion orthofosfat menjadi bentuk nutrisi yang tidak tersedia bagi tanaman (Agustina, 2004).

Kesuburan biologi tanah mencakup aktivitas organisme tanah sebagai perombak bahan organik dalam proses humifikasi (pembentukan humus), baik peranan makroorganisme ataupun mikroorganisme (Agustina, 2004). Pada makroorganisme tanah, seperti cacing tanah dapat memberikan pengaruh pada laju peresapan air, meningkatkan pH tanah, serta KTK tanah. Sedangkan pada mikroorganisme tanah, seperti bakteri, jamur, atau khamir memiliki peran sebagai suatu indikator pada tanah yang erat kaitannya dengan aktivitas

mikroorganisme tanah. Beberapa indikasi yang menunjukkan adanya peranan mikroorganisme tanah adalah tingginya kandungan asam-asam organik, enzim, serta hormon yang dihasilkan oleh suatu bakteri tanah (Suliasih dkk., 2010; Widawati dkk., 2006; dan Margolang dkk., 2015).

#### **2.4 Peranan P bagi Kehidupan Tanaman**

Unsur fosfat (P) merupakan salah satu unsur esensial yang secara mutlak dibutuhkan oleh tanaman. Unsur P diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif tinggi, sehingga P dijadikan sebagai unsur hara pembatas yang mempengaruhi produktivitas suatu tanaman (Dermiyati dkk., 2009). Unsur P memiliki peranan yang besar dalam setiap tahap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena unsur P merupakan komponen utama sebagai penyusun sel. Unsur P merupakan bagian pembangun yang utama dalam pembentukan membran-membran sel. Unsur P juga merupakan bagian yang penting yang menyusun komponen asam nukleat (DNA, dan RNA), protein (baik protein fungsional maupun struktural). Unsur P juga berperan penting dalam proses transfer energi dalam semua aktivitas sel, yaitu sebagai penyusun ATP, ADP, dan AMP (Campbell, 2002).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak akan terjadi tanpa adanya unsur P. Peningkatan P tersedia di dalam tanah dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman (Kenei *et al.*, 2010). Fosfat (P) pada tanaman berperan pada proses perkecambahan, pembungaan, pembentukan buah dan biji, pemasakan tanaman, perkembangan akar, ketahanan terhadap penyakit,

dan lain-lain (Atekan *et al.*, 2014; dan Simanungkalit dkk., 2006). Selain itu P juga berfungsi sebagai bahan penyusun inti sel (asam nukleat), lemak, dan protein; mempengaruhi proses fotosintesis, pertumbuhan dan perkembangan tanaman; menyimpan serta mentransfer energi. Dengan demikian, keberadaan fosfat dalam proses metabolisme tanaman tidak dapat digantikan oleh unsur hara lain (Subhan dkk. 2009; Raharjo, 2007; dan Priya *et al.*, 2015).

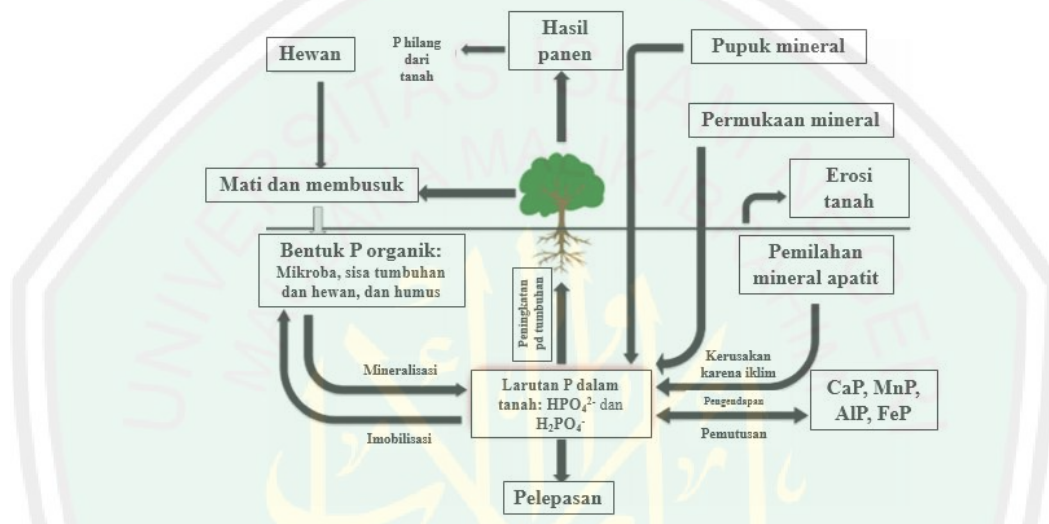
Adapun gejala defisiensi yang mungkin muncul akibat tanaman kekurangan P adalah warna daun yang hijau tua atau biru tua, sering kali pigmen merah, ungu, atau coklat ditemui pada daun, khususnya sepanjang tulang daun. Selain itu juga terhambatnya pertumbuhan secara hebat sehingga terjadi kekerdilan (Atekan *et al.*, 2014; dan Subhan, 2009). Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan bahwa, adanya P tersedia di dalam tanah akan meningkatkan hasil produksi tanaman dan menunjang aktivitas mikroba di dalam tanah secara signifikan (Suliasih dkk., 2010).

## 2.5 Ketersediaan P dalam tanah

Fosfat terdapat di dalam tanah dalam bentuk organik dan anorganik. Fosfat organik berasal dari sisa-sisa makhluk hidup dan terdapat sebagai asam nukleat atau komponen utama inti sel yakni, DNA dan RNA; komponen penyusun membran dan pengangkutan sel, yakni fosfolipid; dan simpanan fosfat dalam biji, yakni fitin. Fosfat organik ini tidak dapat langsung diserap oleh tanaman karena harus melalui proses dekomposisi oleh mikroorganisme atau makroorganisme tanah. Sedangkan fosfat anorganik terdapat di dalam



cairan sel sebagai komponen sistem penyangga tanaman. P anorganik ini berikatan dengan ion-ion logam lain di dalam tanah, sehingga diperlukan juga proses pelepasan P agar menjadi tersedia bagi tanaman (Gambar 2.1) (Kasno dkk., 2006; Salisbury dkk., 1995).



**Gambar 2.1 Siklus P dalam tanah (Ahemad *et al.*, 2014)**

Tanaman dapat menyerap P dari tanah hanya dalam bentuk ion fosfat, terutama  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  yang terdapat dalam larutan tanah. Ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  banyak dijumpai pada tanah masam, sedangkan ion  $\text{HPO}_4^{2-}$  banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam (Havlin *et al.*, 1999). Dengan demikian, ketersediaan P ini juga bergantung pada pH tanah. Pada tanah netral atau basa yang memiliki kandungan  $\text{Ca}^{2+}$  (kalsium) tinggi maka akan terjadi pengikatan menjadi Ca-P, sedangkan pada tanah asam yang umumnya miskin kalsium, P akan berikatan dengan senyawa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) besi, ( $\text{Al}^{2+}$ ) aluminium, atau ( $\text{Mg}^{2+}$ ) Magnesium (Rao, 1994).

## 2.6 Pengaruh Pupuk Kandang bagi Kesuburan Tanah

Pupuk kandang merupakan salah satu bentuk bahan organik yang terdiri dari kotoran padat dan cair hewan ternak. Pupuk kandang memiliki peranan besar dalam meningkatkan kesuburan tanah baik secara fisika, kimia, maupun biologi. Secara fisika, pupuk kandang dapat dijadikan sebagai bahan pembenah tekstur dan struktur tanah yang paling tepat yakni dengan merekatkan agregat-agregat tanah. Kestabilan bahan organik secara optimal tampak setelah 1 bulan penggunaan (Rao, 1994; dan Purতোমো dkk., 2014).

Secara kimia, pupuk kandang dapat menambah ketersediaan kandungan unsur hara makro dan unsur hara mikro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, memelihara keseimbangan hara dalam tanah, serta sebagai bahan dasar pembentukan sel dan asam nukleat (Zulkarnain, 2010; Firdausi dkk., 2016; dan Andayani dkk., 2013). Pupuk kandang yang berasal dari hewan-hewan ternak memiliki kandungan unsur hara yang berbeda-beda, bergantung pada jenis makanan dan usia ternak tersebut (Andayani dkk., 2013). Berikut ini akan disajikan jumlah kandungan unsur hara dari tiga jenis pupuk kandang, diantaranya adalah pupuk kandang sapi, kambing, dan ayam (Splittstoesser, 1984; Agyarko *et al.*, 2016; dan Syarief, 1989).

Sedangkan secara biologi, pupuk kandang merupakan bahan organik yang diperlukan untuk menunjang kebutuhan makroorganisme dan mikroorganisme tanah dalam meningkatkan ketersediaan bahan organik dalam tanah. Jika bahan organik di tanah tersedia dalam jumlah tinggi maka

aktivitas mikroorganisme juga akan meningkat, sehingga akan mempengaruhi pH tanah, kelembaban tanah, aerasi, dan sumber energi dalam tanah (Margolang dkk., 2015; dan Agustina, 2004; Saridevi dkk., 2013).

Pupuk kandang yang sering digunakan diantaranya adalah pupuk kandang ayam, kambing, dan sapi. Pupuk kandang ayam adalah salah satu sumber unsur hara makro dan mikro yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk kandang ayam memiliki kandungan hara yang tinggi, yakni 1,5% N; 1,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; dan 0,5% K<sub>2</sub>O (Splittstoesser, 1984). Sifatnya yang panas juga dapat dijadikan sebagai substrat bagi mikroorganisme tanah untuk meningkatkan aktivitasnya, sehingga proses dekomposisi dan pelepasan unsur hara dapat berlangsung lebih cepat.

Aplikasi pupuk kandang ayam dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan reaksi enzimatik serta produksi hormon pada akar tanaman (Odoemena, 2006; dan Arifah, 2013). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam dengan dosis optimal 24.375 ton ha<sup>-1</sup> terbukti mampu memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat hingga 22.79 ton ha<sup>-1</sup>; meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman kedelai, sehingga dapat mempercepat waktu panen; serta memberikan pengaruh pada tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan bobot segar pada tanaman brokoli (Luthfyrakhman dkk., 2013; Melati dkk., 2005; dan Pinem dkk., 2015).

Pupuk kandang kambing adalah salah satu jenis pupuk kandang yang berasal dari kotoran kambing dan memiliki banyak kandungan senyawa-

senyawa organik, diantaranya adalah 0,95% N; 0,36%  $P_2O_5$ ; dan 1,0%  $K_2O$  (Syarief, 1989). Pupuk kandang kambing juga mampu memperbaiki struktur tanah, memberikan dampak positif terhadap kesuburan tanah dalam jangka waktu panjang karena bersifat ramah lingkungan, serta ketersediaannya yang melimpah (Dinariani dkk., 2014).

Adapun pupuk kandang sapi adalah pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi dengan kandungan senyawa organik yakni 2,06% N; 0,71%  $P_2O_5$ ; dan 0,26%  $K_2O$  (Agyarko dkk., 2016). Menurut Pasaribu dkk. (2014), Pemberian pupuk kandang sapi dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kacang tanah pada 5 MST. Hal ini disebabkan karena pupuk kandang berperan sebagai pupuk organik yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah, sehingga dapat menunjang fase pertumbuhan awal tanaman. Selain itu, pupuk kandang sapi juga mampu meningkatkan hasil produksi biji kedelai hingga  $8.43 \text{ g/pot}^{-1}$  (Noor, 2005).

## **2.7 Bakteri Pelarut Fosfat dan Pengaruhnya bagi Tanaman**

Bakteri pelarut fosfat adalah salah satu jenis mikroorganisme tanah yang membantu dalam proses perbaikan kualitas tanah melalui potensinya dalam melepaskan P yang terikat menjadi P tersedia (Krishnaveni, 2010). Bakteri pelarut fosfat memiliki ciri morfologi koloni yakni bentuk yang bundar; bundar dengan tepian timbul; atau keriput, tepinya licin; atau berombak, elevasinya cembung; atau seperti kawah, dan warnanya yang putih. Selain itu terdapat lapisan lendir (slime) di sekitar koloni, yang berfungsi

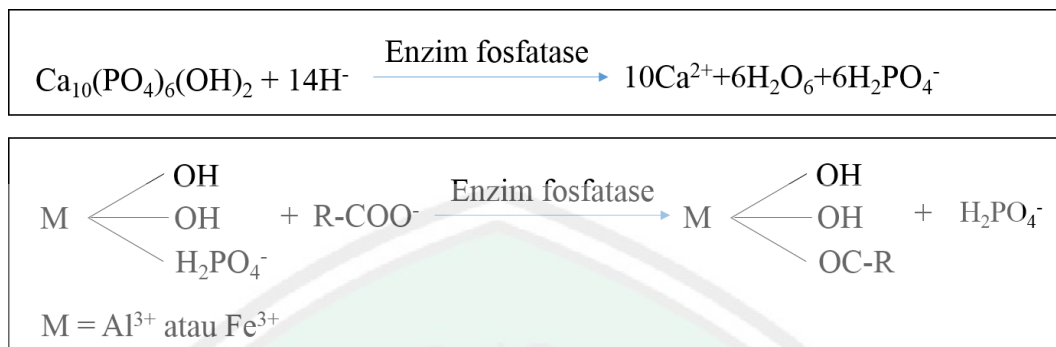
sebagai alat pertahanan diri dari lingkungan yang membahayakan, menempel pada permukaan yang licin, dan menangkap nutrisi (Dewanti dkk., 2016; Marista dkk., 2013). Beberapa bakteri yang memiliki potensi dalam melarutkan P terikat, diantaranya adalah *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, dan *Pseudomonas* (Widawati dkk., 2015). Selain itu, pada jenis bakteri *Klebsiella aerogenes* menunjukkan aktivitas pelarutan P dengan membentuk holozone dalam larutan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Widawati dkk., 2006).

Pertumbuhan mikroba pelarut fosfat ini berada pada rentang temperatur 25-35°C dan pH 6-7,5 (Mahantesh *et al.*, 2015; Tripti *et al.*, 2012). Adapun populasi, jenis, dan aktivitas mikroba dalam tanah sangat bergantung pada kondisi tanah. Dalam 1 gram tanah subur dapat mengandung >1000 juta sel bakteri dengan total biomass (bahan organik) > 2 ton/ha (Hanafiah dkk., 2005). Dalam aktivitas dan mekanismenya, mikroba pelarut P akan menghasilkan asam-asam organik dan enzim-enzim tertentu untuk membantu proses pelarutan fosfat.

Asam-asam organik yang dihasilkan oleh mikroba didapatkan dari proses katabolisme glukosa dan siklus asam trikarboksilat (TCA), yang merupakan kelanjutan dari reaksi glikolisis, diantaranya adalah asam sitrat, glutamat, suksinat, laktat, oksalat glioksalat, malat, fumarat, tartarat, dan  $\alpha$ -ketobutirat. Asam-asam organik ini berperan sebagai substrat yang digunakan untuk proses anabolisme dalam sintesis asam amino dan makromolekul lain (Dawes *et al.*, 1976). Peningkatan asam organik tersebut biasanya diikuti dengan penurunan pH, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya proses

pelarutan P yang terikat dengan Ca (Rao, 1994). Adapun enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme pelarut fosfat diantaranya adalah enzim fosfatase yang berperan dalam melepaskan P dari ikatan P-organik. Enzim ini banyak dihasilkan oleh mikroba tanah, terutama yang bersifat heterotrof (Havlin, *et al.*, 1999).

Mekanisme pelarutan fosfat diawali oleh adanya pelepasan asam-asam organik dan diikuti oleh penurunan pH. Fosfat dalam tanah terdapat dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman, yakni dalam bentuk Ca-P, Mg-P, Al-P, Fe-P, atau *Occluded-P*, dalam hal ini, mikroorganisme berperan untuk melarutkan P menjadi bentuk yang tersedia (Rao, 1994). Pada tanah netral atau basa yang memiliki kandungan  $\text{Ca}^{2+}$  (kalsium) tinggi maka akan terjadi pengikatan antara Ca (kalsium) dengan P (fosfat) menjadi senyawa  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (hidroksilapatit) (Gambar 2.2 a), sedangkan pada tanah asam yang umumnya miskin kalsium, P (fosfat) akan berikatan dengan senyawa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) besi, ( $\text{Al}^{2+}$ ) alumunium, atau ( $\text{Mg}^{2+}$ ) magnesium (Gambar 2.2 b). Setelah terjadi pelepasan asam-asam organik yang diikuti oleh penurunan pH maka P akan melepaskan ikatannya pada mineral apatit dan menjadi bentuk ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  yang terlarut dalam tanah (Rao, 1994). Selain itu, enzim-enzim yang dihasilkan oleh bakteri pelarut fosfat yakni enzim fosfatase juga membantu dalam proses pelepasan P dengan mineral apatit (Suliasih dkk., 2010). Dengan demikian reaksi pelarutan P secara sederhana digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.2 Reaksi kimia pelarutan P (Rao, 1994; dan Pradhan, 2005)**

Pelarutan P dalam tanah dengan mikroorganisme membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan pupuk kimia, akan tetapi kestabilan kesuburan tanah dalam jangka panjang akan lebih terjaga (Widawati dkk., 2006). Dalam hal ini, penggunaan bakteri pelarut fosfat yang diinokulasikan pada beberapa tanaman dapat memberikan pengaruh yang nyata, diantaranya adalah tanaman cabai dengan luas daun per tanaman hingga 84,63 cm<sup>2</sup> pada umur 4 MST dan 92,73 cm<sup>2</sup> pada umur 6 MST (Rahman dkk., 2015); tanaman bendi (*Abelmoschus esculentus*) dengan panjang akar 10,54 cm, berat kering 0,60 cm dan jumlah biji 4,5 cm (Priya *et al.*, 2015); dan tanaman padi dengan panjang malai 25,3 cm, jumlah gabah isi per rumpun 1109,1 butir, dan bobot gabah isi 23,7 gram (Puspitawati dkk., 2013). Selain itu, kombinasi BPF dalam satu inokulan padat juga akan lebih efektif memacu pertumbuhan tanaman caysim, yakni berat daun; batang; dan akar hingga 877,67%; 903,63%; dan 930,63% dibandingkan dengan kontrol yakni 354,67%; 208,30%; dan 217,23% (Widawati dkk., 2006).

## **2.8 Interaksi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Tanaman**

Interaksi antara bakteri pelarut fosfat dan berbagai jenis pupuk kandang menghasilkan pengaruh kinerja yang sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi pada tanaman tomat. Hal ini disebabkan karena isolat bakteri memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat dengan dihasilkannya asam-asam organik dan enzim sehingga P yang terikat di dalam tanah dapat digunakan oleh tanaman (Dawes *et al.*, 1976; Rao, 1994; dan Havlin *et al.*, 1999). Adapun pupuk kandang berperan untuk membantu dalam menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, yakni dengan kadar P yang berbeda-beda pada tiap jenis pupuk (Zulkarnain, 2010; Andayani dkk., 2013; dan Firdausi dkk., 2016).

Hasil penelitian Noor (2005) menunjukkan bahwa aplikasi dari penggunaan kombinasi pupuk kandang sapi dan bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan hasil produksi biji kedelai hingga 8.43 g/pot<sup>-1</sup>. Selain itu, penelitian Amanullah *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang dan penambahan bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman jagung dibawah tekanan iklim.

## **2.9 Tanah Andosol**

Tanah andosol adalah tanah hitam yang berasal dari pelapukan abu vulkanik. Tanah andosol dapat dijumpai pada daerah pegunungan atau perbukitan, yakni pada ketinggian 750 – 3.000 mdpl dengan iklim tropika



basah dan curah hujan antara 2.500 – 7.000 mm tahun<sup>-1</sup>. Penyebaran tanah andosol secara geografis tidak terlepas dari penyebaran gunung berapi, mulai dari Sumatera, Jawa dan Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku/Maluku utara, hingga Papua dengan jumlah kesluruhan 5.395 ha atau 2,9% dari luas dataran Indonesia. Di pulau Jawa tanah andosol menyebar mulai dari dataran menengah hingga dataran tinggi, yakni mulai 455 mdpl (Sukarman dkk., 2015; dan Subagjo, 2004).

Secara fisika, tanah andosol memiliki ciri berwarna hitam atau coklat tua dan bagian dalamnya berwarna coklat kekuningan, struktur remah, tekstur sedang, berpori, konsistensi gembur dan terdapat akumulasi liat di lapisan bawah tanah. Secara kimia, bahan induk tanah di tanah andosol ini tergolong subur sebab tersusun atas fraksi pasir dan debu serta memiliki komposisi batuan basaltik dengan kandungan hara tinggi, diantaranya; kalsium 7,32 t/ha<sup>-1</sup>, magnesium 1,21 t/ha<sup>-1</sup>, kalium 2,44 t/ha<sup>-1</sup>, dan fosfor 0,24 t/ha<sup>-1</sup>. Selain itu kandungan alumunium, besi, dan silika juga mengatur reaksi kimia pada tanah andosol, sehingga retensi fosfat di tanah andosol cukup tinggi. Adapun pH pada tanah andosol berkisar antara 4,5 sampai 6,5. Sedangkan secara biologi, pada tanah andosol juga terdapat aktivitas makroorganisme dan mikroorganisme tanah yang membantu dalam proses pelapukan abu vulkanik sehingga hara-hara esensial didalamnya akan dikeluarkan dan menjadi penyedia cadangan hara esensial bagi tanaman (Sukarman dkk., 2015).

Tanah andosol sebagian besar digunakan sebagai lahan pertanian, seperti tanaman perkebunan (teh, kopi, tembakau), tanaman pangan lahan

kering (padi gogo, dan jagung), tanaman pangan lahan basah (sawah), dan tanaman hortikultura (kentang, tomat, cabai, dll.). Tanah andosol ini juga mampu memberikan respon terhadap pemberian mikroba untuk meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman, seperti pemberian cendawan jenis *Trichoderma* sp. di tanah andosol yang memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman tomat yang meliputi bobot kering tanaman pada umur 63 HST, bobot buah total per petak (15 m<sup>2</sup>), dan jumlah buah per petak (15 m<sup>2</sup>) (Subhan dkk., 2012).



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Juni sampai dengan bulan Oktober 2017 dan dilaksanakan di laboratorium Mikrobiologi dan Rumah kaca (*Greenhouse*), jurusan Biologi, fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polybag 15 x 20 cm, bambu ajir, tali rafia, penyiram bunga, termometer ruang, pH meter, cangkul, nametag, meteran, neraca analitik, timbangan, hot plate stirer, autoklaf, oven, erlenmeyer 1 liter, cawan petri, tabung reaksi, shaker, haemocytometer, mikroskop, hand counter, plastik, panci, kompor, penggaris, dan plastik wrap.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat varietas permata F1, 3 isolat bakteri pelarut fosfat, tanah pertanian organik ds. Sumberejo, kec. Batu, air, kotoran ayam, kotoran kambing, kotoran sapi, dan media pikovskaya yang terdiri dari 10 gram glukosa; 0,2 gram NaCl, 5 gram  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; 0,5 gram  $\text{NH}_4(\text{SO}_4)$ ; 0,2 gram KCL; 0,1 gram  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,0025 gram  $\text{MnSO}_4$ ; 0,0025 gram  $\text{FeSO}_4$ ; 0,5 gram yeast extract; agar; dan 1 liter aquades.

### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan 3 ulangan, yaitu;

Faktor 1 : Pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dengan 4 taraf, yaitu :

$B_0$  = tanpa isolat (kontrol)

$B_1$  = BPFbt1

$B_2$  = BPFbt2

$B_3$  = BPFbt3

Faktor 2 : Pemberian pupuk kandang dengan 4 taraf, yaitu:

$P_0$  = tanpa pupuk (kontrol)

$P_1$  = kotoran ayam

$P_2$  = kotoran kambing

$P_3$  = kotoran sapi

Dengan demikian, maka didapatkan 16 kombinasi perlakuan. Rincian perlakuan untuk setiap unit percobaan adalah sebagai berikut:

Perlakuan	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_3$
$P_0$	$B_0P_0$	$B_1P_0$	$B_2P_0$	$B_3P_0$
$P_1$	$B_0P_1$	$B_1P_1$	$B_2P_1$	$B_3P_1$
$P_2$	$B_0P_2$	$B_1P_2$	$B_2P_2$	$B_3P_2$
$P_3$	$B_0P_3$	$B_1P_3$	$B_2P_3$	$B_3P_3$

Keterangan :

Setiap satu polybag diisi tanah steril sebagai media penyuplai unsur hara bagi tanaman dan pupuk kandang sebagai media inokulasi bakteri pelarut fosfat.

Jumlah ulangan = 3 ulangan

Jumlah petak percobaan = 48 plot

Jumlah tanaman/polybag = 3 tanaman

Jumlah seluruh tanaman = 144 tanaman

Jarak antar polybag = 30 cm

Jarak antar blok = 50 cm

Denah tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 1.

<b>Blok 1</b>	<b>Blok 2</b>	<b>Blok 3</b>
B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>0</sub>
B <sub>1</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>2</sub>
B <sub>0</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>3</sub>
B <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>1</sub>
B <sub>0</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>0</sub>
B <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>3</sub>
B <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>2</sub>
B <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>
B <sub>0</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>3</sub>
B <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>2</sub>
B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>
B <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>0</sub>
B <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>2</sub>
B <sub>3</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>0</sub>
B <sub>2</sub> P <sub>0</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> P <sub>3</sub>
B <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	B <sub>0</sub> P <sub>1</sub>

### **3.4 Variabel Penelitian**

#### **3.3.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis isolat Bakteri Pelarut Fosfat (BPFbt1, BPFbt2, dan BPFbt3) dan pupuk kandang (ayam, kambing, sapi).

#### **3.3.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat

#### **3.3.3 Variabel Terkontrol**

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah isolat Bakteri Pelarut Fosfat umur 5 hsi.

### **3.5 Prosedur Kerja**

#### **3.5.1 Analisis Kandungan P dalam Tanah**

Analisis kandungan P dalam tanah dilakukan di Laboratorium tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Analisa P dalam tanah dilakukan di awal penelitian.

#### **3.5.2 Pengamatan Morfologi BPF dan Pengujian Gram**

Pengamatan morfologi bakteri pelarut fosfat dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis pengamatan hanya mengarah pada bentuk dan warna koloni, sedangkan secara mikroskopis pengamatan dilakukan dengan melihat bentuk bakteri dan pergerakannya.

Pengujian gram dilakukan dengan ditetaskan ose dengan akuades steril, dan ditetaskan akuades dari ose ke kaca benda. Selanjutnya dipanaskan ose diatas bunsen, diambil isolat dengan ose, diletakkan pada kaca benda, dan difiksasi apusan diatas bunsen selama 5 detik. Kemudian ditetaskan larutan kristal violet pada apusan dan dibiarkan selama 60 detik, dibilas akuades dan dikeringkan, diberi pewarna iodin dan didiamkan selama 60 detik. Selanjutnya ditetaskan alkohol 96%, didiamkan selama 30 detik, ditetaskan safranin dan didiamkan 15 menit, disterilkan dengan akuades, terakhir diamati apusan di bawah mikroskop (Fenta, 2017).

### **3.5.3 Uji Kemampuan BPF Melarutkan P dalam Media Pikovskaya Padat**

Bakteri pelarut fosfat diuji pada cawan petri yang berisi media pikovskaya padat steril. Sumber fosfat yang digunakan adalah  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Suliasih dkk., 2007). Masing-masing isolat bakteri diseleksi kemampuannya dalam melarutkan fosfat dengan melihat nilai indeks pelarutan fosfat (IPF). Pengukuran IPF ini dilakukan dengan menjumlahkan nilai diameter zona bening dan nilai diameter koloni kemudian dibagi nilai diameter koloni (Abbas *et al.*, 2013).

### **3.5.4 Pembuatan Inokulum Cair**

Inokulan bakteri pelarut fosfat ditumbuhkan pada media pikovskaya agar miring dan diinkubasi selama 7 hari. Selanjutnya hasil inkubasi dipindahkan pada erlenmeyer yang berisi 720 ml media pikovskaya cair

untuk 1 jenis isolat bakteri dan diinkubasikan selama 5 hari dengan cara digoyang (*shaking*) pada kecepatan 120 rpm. Bakteri dihitung kerapatannya hingga mencapai  $10^9$  sel/ml menggunakan haemocytometer dengan dilihat dibawah mikroskop. Pemberian inokulan dilakukan dengan mencampurkan 100% inokulan BPF sebanyak 60 ml pada media tanam yang terdiri atas 5 kg tanah dan 200 gram pupuk kandang untuk setiap satu polybag (Suliasih dkk., 2010).

### **3.5.5 Persiapan Media Tanam**

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang sesuai dengan dosis anjuran yaitu  $10 \text{ ton/ha}^{-1}$  atau setara dengan 200 gram/pot (Noor, 2005; Dinariani dkk, 2014; dan Melati dkk., 2005). Tanah yang diambil pada kedalaman 0-20 cm dikeringanginkan, kemudian disaring untuk mendapatkan butiran tanah yang seragam.

Selanjutnya tanah dan masing-masing pupuk disterilisasi dengan menambahkan formaldehid yang didiamkan di dalam plastik selama 3 hari (Cahyani, 2009). Dilakukan pencampuran antara tanah yang sudah disterilisasi dengan pupuk kandang steril dan inokulan bakteri pelarut fosfat, kemudian diaduk secara merata dan diinkubasikan selama 1 minggu sebelum penanaman (Suliasih dkk., 2010). Ukuran polybag yang digunakan adalah 15 x 20 cm (5 kg).



### **3.5.6 Persiapan Benih Tomat**

Bibit tomat yang digunakan dipilih dengan ukuran dan bentuk yang relatif sama. Sebelum bibit digunakan, terlebih dahulu dilakukan perendaman selama 15 menit ke dalam air hangat dengan tujuan untuk memecah masa dormansi. Kemudian benih tomat disemaikan langsung ke dalam polybag berukuran 15 x 20 cm dengan kedalaman lubang tanam 1 – 1,5 cm dan ditutup kembali dengan tanah (Suliasih dkk., 2010).

### **3.5.7 Proses Penanaman**

Penanaman dilakukan dengan menggunakan 48 polybag yang berisi campuran tanah dan pupuk sebanyak 5 kg/pot. Masing-masing polybag ditanami 3 benih tomat. Dibuat blok sesuai banyaknya perlakuan dan ulangan, dimana jarak antar perlakuan adalah 30 cm dan jarak antar ulangan adalah 50 cm. Penanaman bibit tomat sebaiknya dilakukan pada pagi hari atau sore hari untuk menghindari panas matahari pada waktu siang yang dapat menyebabkan bibit menjadi layu (Suliasih dkk., 2010).

### **3.5.8 Pemeliharaan Tanaman**

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman, pengajiran dan penyiangan. Penyiraman tanaman dilakukan sebanyak 1-2 kali sehari atau disesuaikan dengan kondisi cuaca, dan penyiangan dilakukan dengan membersihkan gulma yang ada di sekitar tanaman. Setelah tanaman tomat

tumbuh setinggi kurang lebih 0,5 m dilakukan pemasangan ajir sebagai penyangga.

### **3.5.9 Variabel Pengamatan**

#### **1. Tinggi Tanaman**

Pengamatan terhadap peubah tinggi tanaman dilakukan setiap minggu sejak minggu ketiga sampai minggu kesepuluh setelah tanam. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tanaman (Sagala, 2009).

#### **2. Bobot Basah Tanaman**

Pengukuran bobot basah tanaman dilakukan pada waktu tanaman berumur 80 hari. Bobot basah tanaman diukur dengan cara menimbang bobot akar, batang, daun dan bunga dalam keadaan segar (Bandi dkk., 2014).

#### **3. Bobot Kering Tanaman**

Pengukuran bobot kering tanaman dilakukan pada waktu tanaman berumur 80 hari. Bobot kering tanaman diukur dengan cara menimbang bobot akar, batang, daun, dan bunga yang sudah dikeringkan di oven pada suhu 70°C selama kurang lebih 24 jam (Bandi dkk., 2014).

#### **4. Jumlah Buah per Tanaman**

Pengukuran jumlah buah dilakukan pada waktu tanaman berumur 80 hari. Jumlah buah per plot dihitung dengan menjumlahkan semua buah yang dihasilkan dalam satu plot tanaman (Sagala, 2009).

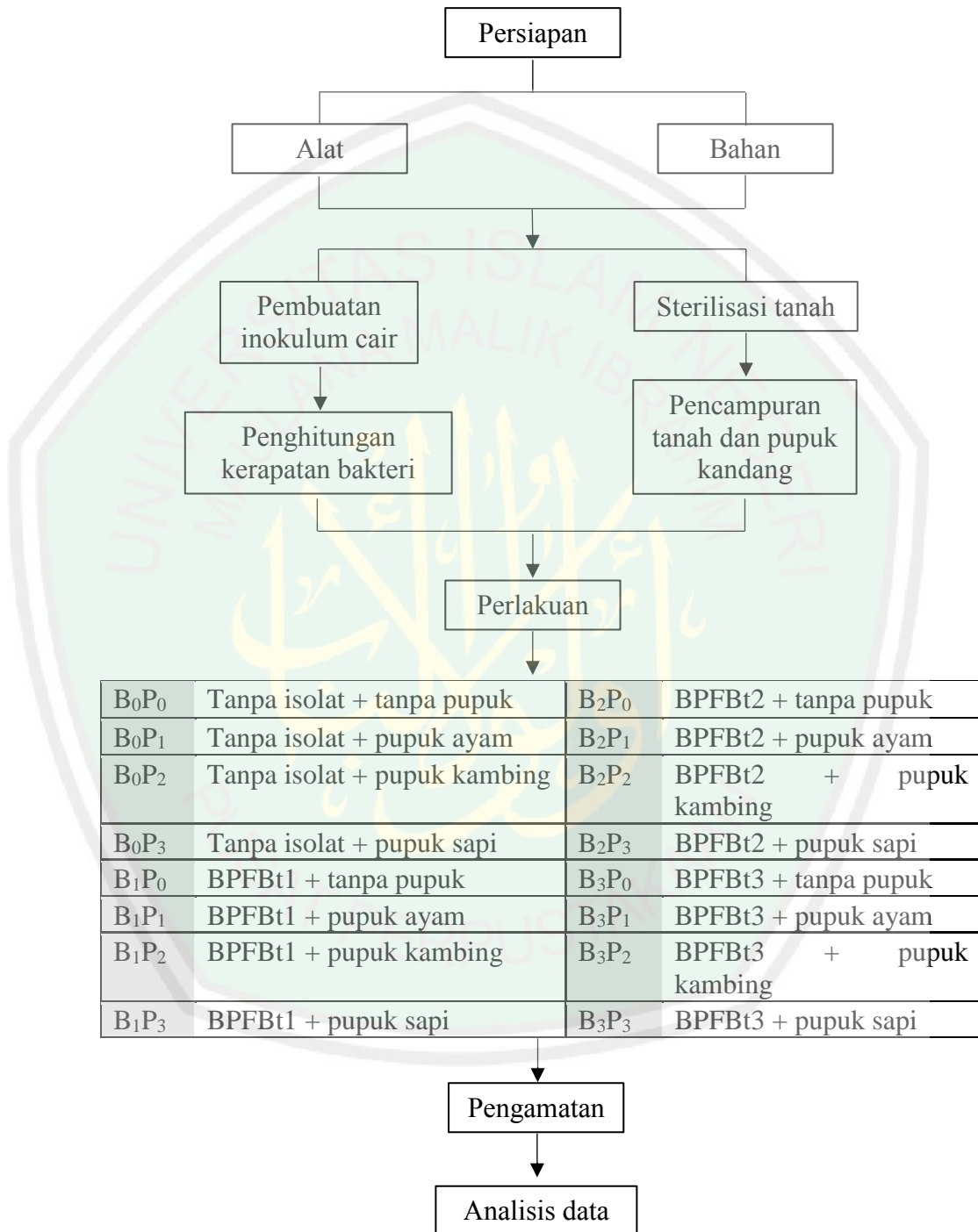
#### **5. Bobot Rata-rata Buah (g)**

Pengukuran bobot rata-rata buah dilakukan pada waktu tanaman berumur 80 hari. Bobot rata-rata buah dihitung dengan menimbang berat buah dibagi dengan jumlah buah yang ditimbang (Sagala, 2009).

#### **3.5.10 Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian (ANOVA). Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan maka akan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)

### 3.6 Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Analisis Kandungan P Tanah Pertanian Organik Desa Sumberejo, Kota Batu

Kemampuan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat yang optimal sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, salah satunya adalah kadar fosfat (P) tersedia. Berdasarkan jenis tanah yang digunakan, lahan pertanian organik kel. Sumberejo, kec. Batu dikategorikan dalam jenis tanah andosol dengan kadar P total yang tergolong tinggi, seperti yang disajikan pada tabel 4.1. Menurut Sukarman dkk. (2014) tanah andosol memiliki ciri-ciri berwarna hitam atau coklat tua dan bagian dalamnya berwarna coklat kekuningan, struktur remah, tekstur sedang, berpori, konsistensi gembur, dan pH yang berkisar 4,5-6,5 sehingga retensi fosfat pada tanah andosol cukup tinggi. Pada penelitian ini, tanah yang digunakan telah melalui proses sterilisasi sebelum dilakukan penanaman.

Tabel 4.1 Hasil analisis P-Total tanah

Sumber tanah	Parameter	Metode	Hasil
Tanah pertanian organik Batu	P-total	P.Bray <sup>1</sup>	3208,62 mg kg <sup>-1</sup>
	pH	pH meter	6,5

Kriteria Menurut Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Brawijaya Malang (2017)

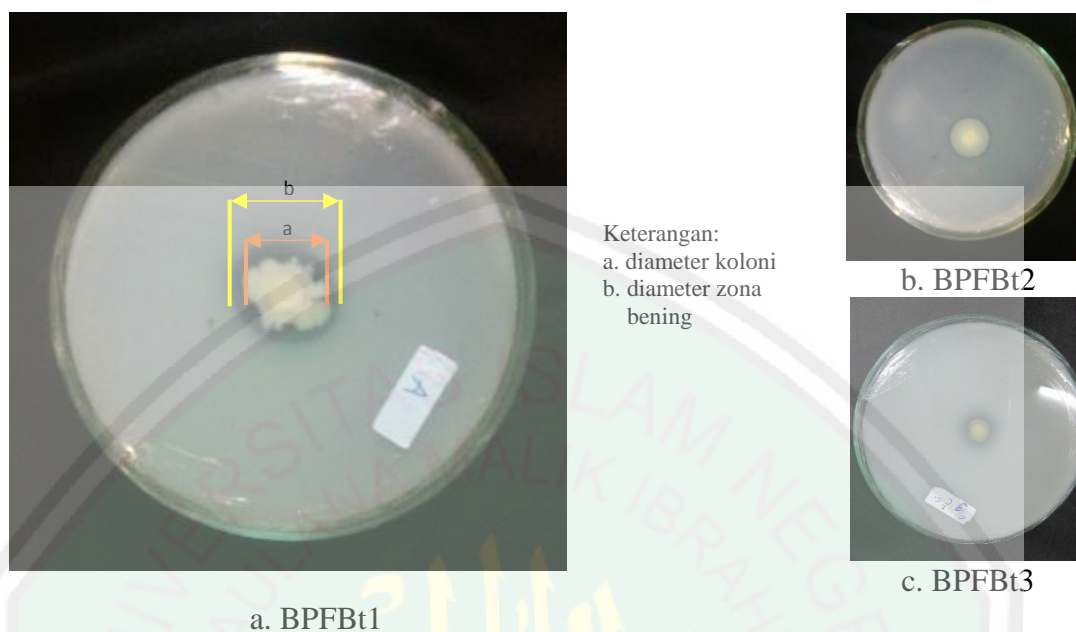
Hasil analisis kimia dengan parameter P-total pada tanah pertanian organik batu menunjukkan nilai sebesar 3208,62 mg kg<sup>-1</sup> atau setara dengan 3208,62 ppm. Cottenie (1980) menjelaskan bahwa kadar P diatas 20 ppm tergolong dalam

kesuburan tanah yang tinggi, akan tetapi P total yang terdapat dalam tanah andosol ini masih dalam bentuk keseluruhan unsur fosfat (organik dan anorganik) yang tersedia ataupun tidak tersedia. Santoso (1985) dan Widawati dkk. (2006) juga menjelaskan bahwa tanah andosol memiliki pengikatan P yang sangat tinggi, sehingga proses mineralisasi P dari bahan organik berlangsung sangat lambat. Oleh karena itu dibutuhkan peranan bakteri pelarut fosfat dalam mengubah fosfat tidak terlarut dalam tanah menjadi bentuk yang larut dengan mensekresikan asam-asam organik.

#### **4.2 Hasil Pengamatan Morfologi, Pewarnaan Gram dan Pengukuran Indeks Pelarutan Fosfat**

Isolat bakteri pelarut fosfat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil isolasi langsung dari tanah pertanian tomat organik di Batu. Berdasarkan hasil pengamatan morfologi dan uji pewarnaan gram, isolat bakteri pelarut fosfat dengan kode BPFbt1 memiliki bentuk sel batang berantai (streptobasil), motil, koloni berwarna putih, dan gram positif; isolat dengan kode BPFbt2 memiliki bentuk sel batang (basil), motil, koloni berwarna putih, dan gram negatif; dan isolat dengan kode BPFbt3 memiliki bentuk sel bulat (kokus), motil, koloni berwarna kuning, dan gram negatif.

Isolat bakteri diseleksi kemampuannya dalam melarutkan fosfat dengan melihat nilai indeks pelarutan fosfat (IPF). Pengukuran IPF ini dilakukan dengan menjumlahkan nilai diameter zona bening dan nilai diameter koloni kemudian dibagi nilai diameter koloni (Abbas *et al.*, 2013). Hasilnya disajikan pada gambar 4.1 dan tabel 4.2.



Gambar 4.1 Zona bening pada tiga isolat bakteri pelarut fosfat

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Indeks Pelarutan Fosfat

Isolat Bakteri Pelarut Fosfat	Rerata Indeks Pelarutan Fosfat $\pm$ Standar deviasi
BPFbT1	2,78 $\pm$ 0,24 b
BPFbT2	2,14 $\pm$ 0,05 a
BPFbT3	2,12 $\pm$ 0,01 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji lanjut DMRT 5%

Tiga isolat bakteri pelarut fosfat yang diperoleh dari hasil eksplorasi di lahan pertanian organik desa Sumberejo kec. Batu memiliki perbedaan kemampuan dalam melarutkan fosfat yang ditunjukkan oleh nilai indeks pelarutan fosfat. BPFbT1 memiliki nilai indeks pelarutan fosfat tertinggi yakni sebesar 2,78; BPFbT2 memiliki indeks pelarutan fosfat sebesar 2,14; dan yang terendah adalah BPFbT3 dengan nilai indeks pelarutan fosfat sebesar 2,12. Sagervanshi *et al.* (2012) menjelaskan bahwa aktivitas pelarutan fosfat dicirikan dengan

terbentuknya zona bening di sekitar koloni. Sedangkan indeks pelarutan fosfat menunjukkan kemampuan masing-masing isolat dalam melarutkan fosfat pada media agar pikovskaya. Dengan demikian, semakin tinggi nilai IPF yang dihasilkan maka kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat juga tinggi.

#### 4.3 Pengaruh Isolat Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat

Hasil analisis variasi (anova) mengenai pengaruh pemberian isolat bakteri pelarut fosfat disajikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3 Ringkasan hasil analisis variasi (anova) pada pemberian isolat bakteri pelarut fosfat terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah buah, dan bobot buah tomat.

Variabel Pengamatan	F Tabel	F 5%
Tinggi tanaman	126,41*	2,9
Berat basah tanaman	34,7*	2,9
Berat kering tanaman	14,785*	2,9
Jumlah buah	1,8 tn	2,9
Bobot buah	1,66 tn	2,9

Keterangan: (\*) isolat bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, (tn) isolat bakteri pelarut fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Hasil analisis variasi (anova) pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pemberian isolat bakteri pelarut fosfat hanya berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat basah, dan berat kering tanaman tomat, sedangkan pada jumlah buah, dan bobot buah tidak berpengaruh nyata. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Fenta (2017) yang menunjukkan bahwa isolat bakteri pelarut fosfat secara signifikan dapat meningkatkan tinggi tanaman, panjang akar, dan berat kering pada tanaman tomat; kemudian dalam penelitian Anbalagan *et al.* (2017)



juga menunjukkan bahwa inokulan bakteri pelarut fosfat secara signifikan dapat meningkatkan tinggi tanaman, panjang akar, dan berat kering tanaman dan berat kering akar pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea*).

Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% untuk menunjukkan pengaruh isolat terbaik pada pertumbuhan tanaman, seperti yang disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh pemberian isolat bakteri pelarut fosfat terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman.

Perlakuan	Variabel Pengamatan		
	Tinggi tanaman	Berat basah tanaman	Berat kering tanaman
Tanpa isolat (B0)	89 a	85,92 a	13,5 a
BPFbt1 (B1)	<b>127,25 d</b>	<b>122,67 c</b>	<b>21,25 c</b>
BPFbt2 (B2)	116,75 b	111,92 b	17,08 b
BPFbt3 (B3)	121,67 c	115,17 bc	17,96 b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji lanjut DMRT 5%

Hasil uji lanjut DMRT 5% yang tersaji dalam tabel 4.4 diatas, menunjukkan bahwa semua isolat bakteri pelarut fosfat yakni BPFbt1, BPFbt2, dan BPFbt3 memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tomat yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol (tanpa isolat). Hal ini terlihat pada tiga variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman. Berdasarkan ketiga variabel pengamatan tersebut, pengaruh pemberian BPFbt1 (B1) memberikan hasil terbaik, kemudian secara berturut-turut diikuti oleh pemberian BPFbt3 (B3), dan pemberian BPFbt2 (B2).

Hasil terbaik pada tiga variabel pengamatan berbanding lurus dengan hasil pengukuran indeks pelarutan fosfat pada masing-masing isolat. Semakin besar nilai indeks pelarutan fosfat yang dihasilkan maka kemampuan untuk melarutkan fosfat pada tanah juga akan semakin besar. BPFbt1 (B1) memiliki nilai indeks pelarutan fosfat tertinggi, yaitu 2,78; diikuti oleh BPFbt3 (B3) dengan nilai indeks pelarutan fosfat sebesar 2,12; dan tidak jauh berbeda pada kode isolat BPFbt2 (B2) yakni dengan nilai indeks pelarutan fosfat sebesar 2,14. Isolat bakteri pelarut fosfat dalam penelitian ini merupakan tiga bakteri yang berbeda secara morfologinya, sehingga terdapat perbedaan sekuens DNA yang berbeda pula. Sharon (2016) menjelaskan bahwa perbedaan sekuens DNA pada tiap-tiap bakteri pelarut fosfat mempengaruhi hasil pelarutan P yang berbeda.

Hasil penelitian Walpola *et al.* (2013) menunjukkan bahwa ukuran zona bening menjadi acuan untuk memilih mikroorganisme yang efisien dalam melarutkan fosfat, besarnya zona bening tersebut juga memberikan pengaruh dalam meningkatkan tinggi tanaman, panjang akar, berat kering tanaman, dan berat kering akar pada tanaman kacang hijau; demikian pula dalam penelitian Reena *et al.* (2013) yang mengaplikasikan bakteri pelarut fosfat dengan nilai indeks pelarutan fosfat terbesar pada tanaman bayam merah dan hasilnya memberikan pengaruh nyata pada jumlah daun dan berat kering tanaman. Kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat ini disebabkan oleh produksi enzim fosfatase. Adapun reaksi pelarutan fosfat di dalam tanah oleh bakteri secara sederhana disajikan pada gambar 2.2.

Adapun penggunaan bakteri pelarut fosfat yang diinokulasikan pada beberapa tanaman lain dapat memberikan pengaruh yang nyata, seperti dalam penelitian Priya *et al.* (2015) yang menguji kemampuan bakteri *Azospirillum* untuk melarutkan fosfat dalam tanah yang ditanami tanaman bendi (*Abelmoschus esculentus*), hasilnya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada jumlah daun, panjang daun, lebar daun, panjang akar dan tinggi tanaman; penelitian serupa juga ditunjukkan oleh Widawati dkk. (2006) yang menjelaskan bahwa terdapat empat jenis isolat BPF yakni *Bacillus pantotheticus*, *Klebsiella aerogenes*, *Chromobacterium lividum* dan *B. Megaterium*, keempatnya mampu memacu pertumbuhan tanaman caysin yang diwakili oleh berat daun segar dan berat tanaman segar.

Pemberian isolat bakteri pelarut fosfat pada tanaman tomat berperan dalam menyediakan unsur hara P yang dibutuhkan tanaman. Subhan dkk. (2009) menjelaskan bahwa fosfat berfungsi sebagai bahan penyusun inti sel, lemak, dan protein; mempengaruhi proses fotosintesis; serta pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti saat pemanjangan sel pada vase vegetatif. Dengan demikian, peranan bakteri pelarut fosfat sangat dibutuhkan untuk memacu pertumbuhan tanaman.

#### 4.4 Pengaruh Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Tanaman

##### Tomat

Hasil analisis variasi (anava) mengenai pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk kandang disajikan dalam tabel 4.5.

Tabel 4.5 Ringkasan hasil analisis variasi (anava) pada pemberian berbagai jenis pupuk kandang terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah buah, dan bobot buah tomat.

Variabel Pengamatan	F Tabel	F 5%
Tinggi tanaman	15,58*	2,9
Berat basah tanaman	13,17*	2,9
Berat kering tanaman	16,27*	2,9
Jumlah buah	1,2 tn	2,9
Bobot buah	1,08 tn	2,9

Keterangan: (\*) isolat bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan (tn) isolat bakteri pelarut fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Hasil analisis variasi (anava) pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk kandang hanya berpengaruh pada tinggi tanaman, berat basah, dan berat kering tanaman tomat, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah, dan bobot buah. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Ali *et al.* (2014) yang menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang secara signifikan dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah batang, lebar daun, jumlah bunga, dan hasil panen pada tanaman tomat.

Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% untuk menunjukkan pengaruh pupuk kandang terbaik terhadap pertumbuhan tanaman, seperti yang disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk kandang terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman.

Perlakuan	Parameter		
	Tinggi tanaman	Berat basah tanaman	Berat kering tanaman
Tanpa pupuk	106,08 a	96,58 a	14,08 a
Pupuk ayam (P1)	<b>120,67 c</b>	<b>119,83 c</b>	<b>21,92 c</b>
Pupuk kambing (P2)	113,75 b	106,58 b	16 ab
Pupuk sapi (P3)	114,17 b	112,67 bc	17,79 b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji lanjut DMRT 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% yang tersaji dalam tabel 4.6 diatas, menunjukkan bahwa semua jenis pupuk kandang yakni pupuk kandang ayam, kambing, dan sapi memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tomat yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol (tanpa pupuk). Hal ini terlihat pada tiga variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman. Berdasarkan ketiga variabel pengamatan tersebut, pengaruh pemberian pupuk kandang ayam (P1) memberikan hasil terbaik, kemudian secara berturut-turut diikuti oleh pemberian pupuk kandang sapi (P3), dan pemberian pupuk kandang kambing (P2).

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Arifah (2013) yang menunjukkan bahwa secara berturut-turut jenis pupuk kandang ayam, sapi, dan kambing berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kentang, yakni pada variabel pengamatan tinggi tanaman, luas daun, bobot umbi, jumlah umbi, dan hasil panen; lebih lanjut pada penelitian Amanullah *et al.* (2016) dan Agyarko *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam memberikan hasil pertumbuhan tanaman yang terbaik, kemudian diikuti oleh pupuk kandang sapi

dan kambing yang hasilnya tidak jauh berbeda. Ketiganya berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, lebar daun, dan berat kering tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dan tanaman padi (*Oryza sativa* L.).

Hasil terbaik pada tiga variabel pengamatan ini juga berbanding lurus dengan nilai P yang tersedia pada masing-masing jenis pupuk. Berdasarkan penelitian Splittstoesser (1984) dan Amanullah *et al.* (2010) pupuk kandang ayam memiliki kandungan P tertinggi, yaitu 1,41%  $P_2O_5$ ; diikuti oleh pupuk kandang sapi dalam penelitian Agyarko *et al.* (2016) yang mengandung 0,71%  $P_2O_5$ ; dan pupuk kandang kambing dalam penelitian Syarief (1989) yang mengandung 0,36%  $P_2O_5$ . Selain itu, Kusuma (2012) mengukur rata-rata pengaruh jenis pupuk kandang terhadap kandungan unsur hara P, hasilnya didapatkan nilai P tertinggi pada pupuk kandang ayam, kemudian pupuk kandang sapi, dan terendah pada pupuk kandang kambing.

Pupuk kandang ayam memiliki nilai kandungan hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang kambing dan sapi. Arifah (2013) menjelaskan bahwa pupuk kandang ayam merupakan pupuk yang bersifat panas, sehingga proses penguraiannya yang dibantu oleh mikroorganisme juga akan berlangsung cepat dan ketersediaan hara dengan segera dapat terpenuhi untuk dimanfaatkan oleh tanaman. Walaupun demikian, ketiga jenis pupuk kandang yang digunakan ini tetap dapat menunjang kesuburan tanah dalam jangka waktu yang panjang karena sifatnya yang ramah lingkungan.

Penggunaan pupuk kandang mampu memberi pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman. Beberapa hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa, pada penelitian Pinem *et al.* (2015) pupuk kandang ayam memberikan pengaruh pada tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan bobot segar pada tanaman brokoli; pada penelitian Pasaribu dkk. (2014) pemberian pupuk kandang sapi juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah pada 5 MST; dan pada penelitian Dinariani dkk. (2014) pupuk kandang kambing mampu meningkatkan hasil panen tongkol segar dengan klobot pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt).

Adapun perlakuan kontrol (tanpa pemberian pupuk) memiliki nilai pertumbuhan tanaman tomat yang lebih rendah. Menurut Adeniyi (2012), hal ini disebabkan oleh kurangnya serapan P pada tanaman sehingga terjadi ketidakseimbangan kandungan hara yang tersedia, salah satunya adalah kadar P dalam tanah. Dengan demikian, tanaman dapat tumbuh dengan baik apabila nutrisi yang dibutuhkan tanaman di dalam tanah tercukupi. Selain itu, semakin besar kandungan fosfat yang tersedia di dalam pupuk kandang, maka semakin besar pula pengaruhnya bagi pertumbuhan tanaman.

#### 4.5 Pengaruh Interaksi Antara Isolat Bakteri Pelarut Fosfat dan Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat

Hasil analisis variasi (anova) mengenai pengaruh pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dan jenis pupuk kandang disajikan dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7. Ringkasan hasil analisis variasi (anova) pada pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dan berbagai jenis pupuk kandang terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah buah, dan bobot buah tomat.

Variabel Pengamatan	F Tabel	F 5%
Tinggi tanaman	2,51*	2,19
Berat basah tanaman	2,34*	2,19
Berat kering tanaman	3,1*	2,19
Jumlah buah	0,5 tn	2,19
Bobot buah	0,62 tn	2,19

Keterangan: (\*) isolat bakteri pelarut fosfat dan berbagai jenis pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, dan (tn) isolat bakteri pelarut fosfat dan berbagai jenis pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Hasil analisis variasi (anova) pada tabel 4.7 diatas menunjukkan bahwa pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dan jenis pupuk kandang hanya berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman tomat, akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah, dan bobot buah. Niazi *et al.* (2015) menjelaskan bahwa, kombinasi bakteri pelarut fosfat dengan pupuk organik dianggap lebih efisien dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman.

Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% untuk menunjukkan pengaruh interaksi terbaik antara pemberian isolat



bakteri pelarut fosfat dan jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman, seperti yang disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengaruh pemberian isolat bakteri pelarut fosfat terhadap tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman.

Perlakuan	Parameter		
	Tinggi tanaman	Berat basah tanaman	Berat kering tanaman
<b>B0P0</b>	83 a	84,67 a	13 a
<b>B0P1</b>	90,33 ab	87 ab	14 abc
<b>B0P2</b>	95 b	86,34 ab	13,67 ab
<b>B0P3</b>	87,67 ab	85,67 ab	13,34 ab
<b>B1P0</b>	117 cde	97 abc	14,34 abcd
<b>B1P1</b>	<b>143,34 g</b>	<b>136 f</b>	<b>31 g</b>
<b>B1P2</b>	123,34 def	124,34 ef	19,34 cdef
<b>B1P3</b>	125,34 ef	133,34 f	20,34 ef
<b>B2P0</b>	110,34 c	102,67 bcd	14,67 abcd
<b>B2P1</b>	120,67 def	121,34 ef	19,67 def
<b>B2P2</b>	116,34 cde	107,34 cde	15,34 abcde
<b>B2P3</b>	119,67 cdef	116,34 de	18,67 bcdef
<b>B3P0</b>	114 cd	102 abcd	14,34 abcd
<b>B3P1</b>	128,34 f	135 f	23 f
<b>B3P2</b>	120,34 def	108,34 cde	15,67 abcde
<b>B3P3</b>	124 def	115,34 de	18,83 bcdef

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji lanjut DMRT 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% yang tersaji dalam tabel 4.8 diatas, menunjukkan bahwa semua perlakuan kombinasi isolat bakteri pelarut fosfat dan jenis pupuk kandang memberikan pengaruh yang lebih tinggi terhadap pertumbuhan tanaman tomat dibandingkan dengan kontrol (tanpa isolat dan tanpa pupuk). Hal ini disebabkan karena efektivitas isolat bakteri yang diberikan dan terpenuhinya nutrisi yang dibutuhkan tanaman, sehingga keduanya bekerja secara sinergis untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Hasilnya terlihat

secara signifikan pada tiga variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman.

Perlakuan yang meniadakan pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang atau salah satunya memberikan pengaruh yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan P dalam tanah dan tidak tersedianya bakteri pelarut fosfat yang akan membantu proses pelepasan P bagi tanaman tomat. Ketersediaan P di dalam tanah menjadi lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya karena tidak terdapat penambahan nutrisi dari pemupukan. Selain itu juga tidak ada peranan bakteri pelarut fosfat yang membantu proses pelarutan fosfat dari sumber P dalam tanah. Dengan demikian, keberadaan bakteri pelarut fosfat diperlukan dalam membantu pertumbuhan tanaman tomat.

Perlakuan kombinasi BPFb1 dengan pupuk kandang ayam (B1P1) menghasilkan pertumbuhan tanaman yang terbaik, yaitu dengan nilai tinggi tanaman 143,34 cm; berat basah tanaman 136 gram; dan berat kering tanaman 31 gram. Perlakuan kombinasi B1P1 mampu memberikan nilai pertumbuhan tanaman yang tertinggi dikarenakan BPFb1 memiliki nilai indeks pelarutan fosfat tertinggi, disamping itu pupuk kandang ayam juga memiliki kandungan P tersedia yang tertinggi. Interaksi antara BPFb1 dengan pupuk kandang ayam ini mampu berinteraksi dengan baik untuk meningkatkan P tersedia bagi tanaman tomat.

Pemberian kombinasi antara isolat bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang pada penelitian ini tetap memiliki pengaruh walaupun tidak secara nyata pada variabel pengamatan jumlah buah, dan bobot buah. Semua perlakuan kombinasi isolat bakteri pelarut fosfat dan jenis pupuk kandang memberikan pengaruh yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (tanpa isolat dan tanpa pupuk). Adapun hasil terbaik pada kedua variabel pengamatan ini diperoleh pada kombinasi BPFb1 dengan pupuk kandang ayam (B1P1). Hasilnya terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2. Grafik hasil pemberian kombinasi antara isolat bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang terhadap jumlah buah dan bobot buah.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Widawati dkk. (2006) yang menunjukkan bahwa kombinasi BPF dalam satu inokulan padat dan pupuk organik lebih efektif memacu pertumbuhan tanaman caysim, yakni berat daun; batang; dan akar hingga 877,67%; 903,63%; dan 930,63% dibandingkan dengan kontrol yakni 354,67%; 208,30%; dan 217,23%; lebih lanjut pada penelitian

Suliasih dkk. (2010) yang menunjukkan bahwa pemberian inokulan bakteri pelarut fosfat dan pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi pada tanaman tomat; selain itu, dalam penelitian Amanullah *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang dan penambahan bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman jagung dibawah tekanan iklim.

Fosfat adalah komponen utama pada sel hidup yang menyusun berbagai fungsi protein, baik protein struktural maupun fungsional. Campbell (2002) menjelaskan bahwa protein struktural menyusun struktur berbagai membran luar sel dan membran pada berbagai organel dalam sel, seperti pada membran fosfolipid bilayer. Sedangkan protein fungsional dapat berupa enzim yang mengkatalis berbagai reaksi fisiologis di dalam sel. Selain itu, fosfat juga menyusun komponen asam nukleat (DNA, dan RNA), dan berperan dalam proses transfer energi pada semua aktivitas sel, yaitu sebagai penyusun ATP, ADP, dan AMP.

#### **4.6 Kajian Tentang Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam**

Tanah merupakan salah satu unsur yang sangat penting bagi kehidupan tanaman. Pengolahan tanah yang baik menjadi hal pokok yang harus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hara pada tanaman. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa tanah yang digunakan memiliki kandungan hara fosfat yang cukup baik, akan tetapi kesuburan tanah tidak akan terlepas dari peranan

mikroorganisme tanah, yakni dalam proses perombakan dan pengolahannya.

Dalam hal ini, Allah SWT berfirman dalam QS. Yunus/10 ayat 61 yakni:

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُو مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ  
نُقِضُونَ فِيهِ وَمَا يَعرُزُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ  
مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ

*Artinya: “Kamu tidak berada dalam suatu keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari Al Quran dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan Kami menjadi saksi atasmu di waktu kamu melakukannya. Tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarah (atom) di bumi ataupun di langit. Tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)” (QS. Yunus/10 ayat 61).*

Imam Jalaluddin al-Mahali dalam tafsir jalalain menjelaskan bahwa, pada lafadz (وَمَا يَعرُزُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ) tidak luput dari pengetahuan Rabbmu hal apapun walau sebesar atau seberat dzarrah, melainkan semua sudah tercatat di lauh mahfuzh (Jalaluddin, 2002). Dan dalam tafsir Al-Misbah, dzarrah disebutkan sebagai bentuk perumpamaan dari perihal sekecil apapun yang telah umat manusia lakukan, yakni dimana Allah SWT tidak akan samar melihat dan mengetahui segala sesuatu yang dilakukan oleh makhluk-Nya (Shihab, 2002).

Istilah dzarrah sebagai wujud zat atau substansi materi terkecil yang disebutkan dalam Al-Qur’an merupakan petunjuk untuk mempelajari perihal tersebut, termasuk didalamnya keberadaan mikroorganisme. Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu baik yang besar maupun yang kecil dan tidak pernah menganggap remeh atas sesuatu yang telah Dia ciptakan, sebagaimana keberadaan mikroorganisme baik secara struktural atau fungsional.

Rao (1994) menjelaskan bahwa mikroorganisme merupakan kelompok makhluk hidup yang berukuran kecil bahkan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Walaupun demikian, mikroorganisme memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan makhluk hidup, salah satunya berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bakteri pelarut fosfat dalam hal ini akan membantu proses pengubahan fosfat tidak terlarut dalam tanah menjadi bentuk yang terlarut.

Kesuburan tanah yang dibutuhkan tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik juga ditentukan dari ketersediaan unsur hara dalam tanah. Pemenuhan kebutuhan hara pada tanaman dilakukan dengan pengolahan tanah yang baik. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-A'raf/7 ayat 58, yakni:

وَالْبَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبْتٌ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ كَذَلِكَ نُنصِرُ الْآيَاتِ  
لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

*Artinya: “dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-A'raf/7 ayat 58).*

Imam Jalaluddin al-Mahali dalam tafsir jalalain menjelaskan bahwa ( وَالْبَدُ ) ditafsirkan sebagai seorang mukmin yang mau mendengar nasihat dan ia mengambil manfaat dari nasihat itu (Jalaluddin, 2002). Sifat dari seorang mukmin tersebut kemudian diibaratkan dengan tumbuhnya tanaman yang subur dari tanah yang juga baik (subur). Pada penelitian ini, peningkatan kesuburan tanah dilakukan dengan pemberian pupuk kandang, diantaranya adalah pupuk kandang ayam, kambing, dan sapi, ketiganya memiliki kandungan fosfat

yang cukup tinggi yang dapat membantu proses pertumbuhan tanaman tomat. Dengan demikian, sudah sepantasnya kita berfikir betapa Allah SWT telah memberikan banyak kenikmatan sebagai tanda-tanda kekuasaan-Nya dalam memenuhi kebutuhan makhluknya, termasuk manusia.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Pengaruh Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Kandang sebagai Biofertilizer terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* mill.)” didapat kesimpulan bahwa:

1. Isolat bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat basah, dan berat kering tanaman tomat, sedangkan pada jumlah buah, dan bobot buah tidak berpengaruh nyata. Pemberian BPFbt1 (B1) memberikan nilai tinggi tanaman tertinggi sebesar 123,34 cm; berat basah tanaman tertinggi sebesar 112,91 gram; dan berat kering tanaman tertinggi sebesar 21,25 gram.
2. Pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat basah, dan berat kering tanaman tomat, sedangkan pada jumlah buah, dan bobot buah tidak berpengaruh nyata. Pemberian pupuk kandang ayam (P1) memberikan nilai tinggi tanaman tertinggi sebesar 117,67 cm; berat basah tanaman tertinggi sebesar 110,17 gram; dan berat kering tanaman tertinggi sebesar 21,91 gram.
3. Isolat bakteri pelarut fosfat dan jenis pupuk kandang hanya berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman tomat, sedangkan pada jumlah buah, dan bobot buah berpengaruh tidak nyata. Pemberian perlakuan B1P1 memberikan nilai tinggi tanaman tertinggi sebesar 131 cm; berat basah tanaman tertinggi sebesar 121,34 gram; dan berat kering tanaman tertinggi sebesar 31 gram.



## 5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini diantaranya adalah:

1. Pemberian perlakuan kombinasi BPFb1 dan pupuk kandang ayam dapat diaplikasikan pada tanaman tomat dengan luasan 10 ton/ha.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh aplikasi bakteri pelarut fosfat dan pupuk kandang sebagai *biofertilizer* terhadap pertumbuhan tanaman tomat pada lahan yang miskin unsur hara P.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1983. *Dasar-dasar Bercocok Tanam*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Abbas, Z., Zia, M.A., Ali, S., Abbas, Z., Waheed, A., Bahadur, A., Hameed, T., Iqbal, A., Muhammad, I., Roomi, S., Ahmad, Z.M., and Sultan, T. 2013. Integrates Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Phosphate Solubilizing Bacteria and Chemical Fertilizers on Growth Maize Original Research Article. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6(13): 913-921.
- Adeniyi, H. 2012. Effect of Different Rates and Sources of Fertilizer on Yield and Antioxidant Components of Tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Agricultural Journal*. 7(2): 135-138.
- Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Agyarko, K., Abunyewa, A.A., Asiedu, E.K., and Heva, E. 2016. Dissolution of Rock Phosphate in Animal Manure Soil Amendment and Lettuce Growth. *Eurasian Journal Soil*. 5(2): 84-88.
- Ahemad, M., and Kibret, M. 2014. Mechanisms and Applications of Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Current Perspective. *Journal of King Saud University-Science*. 26: 1-20
- Ali, M.B., Lakun, H.I., Abubakar, W., and Mohammed, Y.S. 2014. Performance of Tomato as Influenced by Organic Manure and Sowing Date in Samaru, Zaria. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 5(5): 104-110.
- Amanullah., and Khan, A. 2015. Phosphorus Compost Management Influence Maize (*Zea mays*) Productivity under Semiarid Condition with and without Phosphate Solubilizing Bacteria. *Journal Frontiers in Plant Science*. Vol. 6: 1-8.
- Anbalagan, P., Krisnaswamy, V.G. 2017. Optimisation of Growth Factors for Effective Use of Phosphate Solubilizing Bacterial Strains and Its Use as Bioinoculants for the Growth of Groundnut (*Arachis Hypogaea*) Plant. *Biotechnology Journal International*. 19(4): 1-16.
- Andayani., dan Sarido, L. 2013. Uji Empat Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal AGRIFOR*. 12(1): 22-29
- Anjani, S. 2013. Pengaruh Proporsi Kulit Semangka dan Tomat terhadap Hasil Jadi Masker Berbahan Dasar Tepung Beras. *E-Journal*. 2(3): 22-26

- Arifah, S.M. 2013. Aplikasi Macam dan Dosis Pupuk Kandang pada Tanaman Kentang. *Jurnal Gamma*. 8(2): 80-85
- Arinong, A.R., dan Lasiwua, C.Dalrit. 2011. Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem*. 7(1): 47-54
- Atekan., Nuraini, Y., Handayanto, E., Syekhfani. 2014. The Potential of Phosphate Solubilizing Bacteria Isolated From Sugarcane Wastes for Solubilizing Phosphate. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 1(4): 175-182
- Bandi, A.A., Sumono., dan Munir, A.P. 2014. Kajian Pengaruh Lama Penggenangan Terhadap Kualitas Air dan Sifat Fisik Tanah Andosol Serta Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(1): 133-142
- Cahyani, V.R. 2009. Pengaruh Beberapa Metode Sterilisasi Tanah terhadap Status Hara, Populasi Mikrobiota, Potensi Infeksi Mikorisa dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 6(1): 43-52
- Campbell, N.A., dan Reece, J.B. 2002. *Biologi Jilid 1 Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga
- Cottenie, A. 1980. *Soil and Plant Testing as a Basis of Fertilizer Recommendations*. Rome: Soil Bulletin.
- Dasuki, U. A. 1991. *Sistematik Tumbuhan Tinggi*. Bandung: ITB
- Dawes, I. W and I. W Sutherland. 1976. *Microbial Physiology*. John Wiley and Sons: New York-Toronto
- Dermiyati., Antari, J., Yusnaini, S., dan Nugroho, S.G. 2009. Perubahan Populasi Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Lahan Sawah dengan Sistem Pertanian Intensif menjadi Sistem Pertanian Organik Berkelanjutan. *Jurnal Tanah Tropis*. 14(2): 143-148
- Dewanti, A.W., Pratiwi, E., dan Nuraini, Y. 2016. Viabilitas dan Aktivitas Enzim Fosfatase serta Produksi Asam Organik Bakteri Pelarut Fosfat pada Beberapa Suhu Simpan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 3(1): 311-318.
- Dinariani., Heddy, Y. B. Suwasono., dan Guritno, B. 2014. Kajian Penambahan Pupuk Kandang Kambing dan Kerapatan Tanaman yang Berbeda Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(2): 128-136
- Dirjen Hortikultura. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Jakarta: Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura

- Fenta, L. 2017. Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria from Tomato (*Solanum l.*) Rhizosphere and Their Effect on Growth and Phosphorus Uptake of the Host Plant under Green House Experiment. *International Journal of Advanced Research*. ISSN 2320-5407: 1-49.
- Firdausi, N., Muslihatin, W., dan Nurhidayati, T. 2016. Pengaruh Pupuk Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfat dalam Tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2): 53-56.
- Glick, B.R. 1995. The Enhancement of Plant Growth by Free-Living Bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41: 109-117.
- Hanafiah, K.A., Anas, I., Napoleon, A., dan Ghoffar, N. 2005. *Biologi Tanah Ekologi dan Makrobiologi Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale., and W. L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers An Introduction to Nutrient Management. Six Edition*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Husnudin, U.B., Sulasmi, E.S., dan Saptasari, M. 2015. *Karakterisasi Morfologi Polen Tumbuhan Solanaceae di Malang Raya* (Skripsi). Malang: Univesitas Negeri Malang
- Iswari, K. 2015. Pemanfaatan Tomat dan Sirsak sebagai Bahan Dasar Pembuatan Produk Suplemen Kesehatan. *Jurnal Hortikultura*. 25(3): 367-376
- Jalaluddin, A.I., dan Jalaluddin A.I. 2002. *Tafsir Jalalain*. Jakarta: Sinar Baru Al-Gesindo
- Kartika, E. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Pada Berbagai Persentase Naungan. *Jurnal Agrotekbis*. 3(6): 717-724
- Kasno, A., Setyorini, D. Dan Tuberkih, E. 2006. Pengaruh Pemupukan Fosfat terhadap Produktivitas Tanah Inceptisol dan Ultisol. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 8(2): 91 – 98
- Katsir, I. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 1-7*. Bogor: Pustaka Imam Syafi'i
- Keneni, A., Assefa, F., and Prabu, P. C. 2010. Isolation of Phosphate Solubilizing Bacteria from the Rhizosphere of Faba Bean of Ethiopia and Their Abilities on Solubilizing Insoluble Phosphates. *Journal Agro Science Technology*. 12: 79-89
- Krishnaveni, M. S. 2010. Studies on Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) in Rhizosphere and Non-Rhizosphere Soils in Different Varieties of Foxtail Millet (*Setaria italica*). *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*. 1(1): 23-39

- Kusuma, M.E. 2012. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Kandang terhadap Kualitas Bokashi. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 1(2): 41-46.
- Luthfyrahman, H., dan Susila, A.D. 2013. Optimasi Dosis Pupuk Anorganik dan Pupuk Kandang Ayam pada Budidaya Tomat Hibrida (*Lycopersicon esculentum* Mill. L.). *Bul. Agrohorti*. 1(1): 119 - 126
- Mahantesh, S.P., Patil, C.S., and Himanshu. 2015. Isolation and Characterization of Potent Phosphate Solubilizing Bacteria. *Journal of Microbiology, Biotechnology, dan Food Science*. 1(1): 23-28
- Margolang, R.D., Jamilah., dan Sembiring, M. 2015. Karakteristik Beberapa Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah pada Sistem Pertanian Organik. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(2): 717-723
- Marista, E., Khotimah, S., dan Linda, R. 2013. Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiaca* var. Nipah) di Kota Singkawang. *Jurnal Protobiont*. 2(2): 93-101
- Melati, M., dan Andriyani, W. 2005. Pengaruh Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Hijau (*Calopogonium mucunoides*) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Panen Muda yang Dibudidayakan secara Organik. *Bul. Agrom*. 32(2): 8-15
- Mujiyati., dan Supriyadi. 2009. Effect of Manure and NPK to Increase soil Bacterial Population of Azotobacter and Azospirillum in Chili (*Capsicum annum*) Cultivation. *Nusantara Bioscience*. 1: 59-64
- Niazi, M.T.H., Kashif, Saifur, R., Asghar, H.N., Saleem, M., Khan, M.Y., and Zahir, Z.A. 2015. Phosphate Solubilizing Bacteria in Combination with Pressmud Improve Growth and Yield of Mash Bean. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 25(4): 1049-1054.
- Njurumana, G.N.D., Hidayatullah, M., dan Butarbutar, T. 2008. Kondisi Tanah pada Sistem Kaliwu dan Mamar di Timor dan Sumba. *Info Hutan*. 5(1): 45-51
- Noor, A. 2005. Peranan Fosfat Alam dan Kombinasi Bakteri Pelarut Fosfat dengan Pupuk Kandang dalam Meningkatkan serapa hara dan hasil kedelai. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 7(2): 41-47
- Odoemena, C. S. I. 2006. Effect of Poultry Manure on Growth. Yield, and Chemical Composition of Tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill) Cultivars. *IJNAS*. 1(1): 51-55
- Pasaribu, P.Kur., dan Mariati. 2014. Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) dengan Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk Fosfat. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(4): 1391-1395.

- Pinem, D.Y.F., Irmansyah, T., dan Sitepu, F.E.T. 2015. Respons Pertumbuhan dan Produksi Brokoli Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Jamur Pelarut Fosfat. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1): 198-205.
- Pitojo, S. 2005. *Benih Tomat*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Pracaya. 1998. *Bertanam Tomat*. Yogyakarta: Kanisius.
- Pracaya. 2002. *Bertanam Sayuran Organik di Kebun, Pot dan Polybag*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Pradhan, N., and Sukia, L.B. 2005. Solubilization of Inorganic Phosphates by Fungi Isolated from Agriculture Soil. *African Journal of Biotechnology*. 5(10): 850-854
- Priya, K. Padma., and Geetham, P. K. M. Anu. 2015. A Co-Inoculation Study on the Potential Integrate of Azospirillum and Phosphate Solubilizing Bacteria for Improving Plant Growth and Yield. *The International Journal of Science and Technoledge*. 3(4): 44-49
- Purtomo, T., Mujanah., dan P, Tiurma W.S. 2014. Pengaruh Penggunaan Pupuk Hayati terhadap Sifat Kimia Tanah Pertanian di Kecamatan Pare Kabupaten Kediri. *Jurnal Agroknow*. 2(1): 51-58
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2014. *Outlook Komoditi Tomat*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian
- Puspitawati, M.D., Sugiyanta., dan Anas, I. 2013. Pemanfaatan Mikrob Pelarut Fosfat untuk Mengurangi Dosis Pupuk P Anorganik pada Padi Sawah. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 41(3): 188-195
- Raharjeng, A.R.P. 2015. Pengaruh Faktor Abiotik terhadap Hubungan Kekerabatan Tanaman *Sansivieria trifasciata* L. *Jurnal Biota*. 1(1): 33-41
- Raharjo, B., Supriyadi, A., dan D. K. Agustina. 2007. Pelarutan Fosfat Anorganik oleh Kultur Campur Jamur Pelarut Fosfat Secara In Vitro. *Jurnal Sains dan Matematika*. 15(2): 45-54
- Raharjo, P. 2007. Pengaruh Pemberian Jus Tomat terhadap Perubahan Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik pada Penderita Hipertensi di Desa Wonorejo Kecamatan Lawang Malang tahun 2007. *Jurnal Keperawatan*. 1(2): 138-143
- Rahman, R., Anshar, M., dan Bahrudin. 2015. Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat, Bakteri Penambat Nitrogen dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Elektronik Jurnal Agrotekbis*. 3(3): 316-328

- Rao, N. S Subba. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: UI-Press.
- Reena, T. Dhanya, H., Deepthi, M.S and Pravitha. 2013. Isolation of Phosphate Solubilizing Bacteria and Fungi from Rhizospheres Soil from Banana Plants and Its Effect on the Growth of *Amaranthus cruentus* L. *Journal of Pharmacy an Biological Sciences*. 5(3): 6-11.
- Roidah, I.S. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*. 1(1): 30-42
- Safrianto, R., Syafruddin., dan Sriwati, R. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) pada Andosol dengan Pemberian Berbagai Sumber Pupuk Organik dan Jenis Endomikoriza. *Jurnal Floratek*. 10(2): 34-43
- Sagala, A. 2009. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tomat (*Solanum lycopersicum* Mill.) dengan Pemberian Unsur Hara Makro-Mikro dan Blotong. *Skripsi*. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
- Sagervanshi, A., Kumari., Priyanka., Nagee, A., and Kumar, A. 2012. Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria from Anand Agriculture Soil. *International Journal of Life Science and Pharma Research*. 2(3): 256-266.
- Salisbury, J.W., dan Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Bandung: ITB
- Santoso, B. 1985. *Sifat dan Ciri Andisol*. Malang: Universitas Brawijaya
- Saridevi, G.A.A.R., Atmaja, I.W.D., Mega, I.M. 2013. Perbedaan Sifat Biologi Tanah pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Andisol, Inceptisol, dan Vertisol. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2(4): 214-223
- Sharon, J. A., Hathwaik, L. T., Glenn, G. M., Imam, S. H., and Lee, C. C. 2016. Isolation of Efficient Phosphate Solubilizing Bacteria Capable of Enhancing Tomato Plant Growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 16(2): 525-526
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Simanungkalit, R. D. M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D., dan Hartatik, W. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
- Simanungkalit, RDM. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia Suatu Pendekatan Terpadu. *Agro Bio*. 4(2)

- Splittstoesser, W. E. 1984. *Vegetable Growing Handbook. Second Edition*. Connecticut: AVI Publishing Comp.
- Subagyo H., N. Suharta., dan A. B. Siswanto. 2004. *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat
- Subhan., Nurtika, N., dan Gunadi, N. 2009. Respons Tanaman Tomat Terhadap Penggunaan Pupuk Majemuk NPK 15-15-15 pada Tanah Latosol pada Musim Kemarau. *Jurnal Hortikultura*. 19(1): 40-48
- Subhan., Sutrisno, N., Sutarya, R. 2012. Pengaruh cendawan *Thricoderma* sp. terhadap Tanaman Tomat Pada Tanah Andosol. *Berita Biologi*. 11(3): 389-400
- Sugito, Y. 1999. *Ekologi Tanaman*. Malang: Faperta-Universitas Brawijaya
- Sukarman., dan Dariah, A. 2014. *Tanah Andosol Indonesia (Karakteristik, Potensi, Kendala dan Pengelolaannya untuk Pertanian)*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian.
- Suliasih., Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalium Fosfat oleh Beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. *Biodiversitas*. 8(1): 23-26
- Suliasih., Widawati, S., dan Muharam, A. 2010. Aplikasi Pupuk Organik dan Bakteri Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Aktivitas Mikroba Tanah. *Jurnal Hortikultura*. 20(3): 241-246
- Sutapradja, H. 2008. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat Kultivar Intan dan Mutiara pada Berbagai Jenis Tanah. *Jurnal Hortikultura*. 18(2): 160-164
- Syarief, S. 1989. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana
- Syukur, M. 2015. *Bertanam Tomat di Musim Hujan*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Tim penulis. 2009. *Budidaya Tomat secara Komersial*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Tim penulis. 2012. *Budidaya Sayuran di Pekarangan*. Sumatera Utara: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP)
- Tripti., Kumar, V., and Anshumali. 2012. Phosphate Solubilizing Activity of Some Bacterial Strains Isolated from Chemical Pesticide Exposed Agriculture Soil. *International Journal of Engineering Research and Development*. 3(9): 1-6
- Tugiyono, Hery. 1999. *Bertanam Tomat*. Bogor: Penebar Swadaya



- Walpola, B.C., and Yoon, M.H. 2013. Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteri and Their Co-Inoculation Efficiency on Tomato Plant Growth and Phosphorous Uptake. *Journal of Microbiology Research*. 7(3): 266-275
- Widawati, S. 2015. Isolasi dan Aktivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (*Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azobacter*, *Pseudomonas*) dari Tanah Perkebunan Karet Lampung. *Berita Biologi*. 14(1): 77-88
- Widawati, S., dan Suliasih. 2006. Augmentasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Caysin (*Brasica caventis* Oed.) di Tanah Marginal. *Biodiversitas*. 7(1): 10-14
- Wijayanti, E., dan Susila, A.D. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) secara Hidroponik dengan Beberapa Komposisi Media Tanam. *Buletin Agrohorti*. 1(1): 104-112
- Wiriyanta, B.T.W. 2002. *Bertanam Tomat*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Yadav, R., Rathi, M., Pednekar, A., and Rewachandani, Y. 2016. European Journal of Pharmaceutical and Medical Research. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*. 3(1): 369-378
- Zulkarnain. 2010. *Dasar-dasar Hortikultura*. Jakarta: Bumi Aksara

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Deskripsi Tomat Varietas Permata F1

Nama Varietas	: Permata F1
Asal Tanaman	: Persilangan induk jantan TO 5186 dengan induk betina TO 4142
Tipe pertumbuhan	: <i>Determinate</i>
Rekomendasi dataran	: dataran rendah (0 – 400 mdpl) – menengah
Ketahanan penyakit	: <i>Bacterial wilt</i> , ToMV, Fusarium race 1
Umur panen	: 60 – 70 HST
Tinggi tanaman awal panen	: 125 – 150 cm
Warna daun	: hijau sedang
Warna mahkota bunga	: kuning
Bobot per buah	: 50 – 60 gram
Potensi hasil ha <sup>-1</sup>	: 50 – 60 ton
Potensi hasil tanaman <sup>-1</sup>	: 3 – 4 kg
Frekuensi panen	: 2 – 3 hari sekali
Warna buah muda	: hijau keputih-putihan
Tekstur daging buah	: renyah

Sumber: PT.East West Seed Indonesia

**Lampiran 2. Tabel Analisis Kimia P-Total Tanah**

<b>Sumber tanah</b>	<b>Parameter</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil</b>
Tanah pertanian organik Batu	P-total	P.Bray <sup>1</sup>	3208,62 mg kg <sup>-1</sup>



### Lampiran 3. Konversi Kebutuhan Pupuk

#### Keterangan:

Berat tanah : 5 Kg/pot

Jarak tanam : 40 cm x 50 cm

1 ha : 10.000 m<sup>2</sup>

**Jumlah tanaman per hektar =**

$$\frac{10.000}{40} \times \frac{10.000}{50} = 250 \times 200 = 50.0000 \text{ tanaman}$$

**Kebutuhan pupuk per tanaman =**

$$10 \text{ ton/ha} = \frac{10.000}{50.000 \text{ kg}} = 0,2 \text{ Kg atau } 200 \text{ gr/polybag}$$

#### Lampiran 4. Penentuan Konsentrasi Inokulan Cair

##### Keterangan :

- 1 isolat sejenis : 60 ml inokulan @ 1 polybag  
1 isolat sejenis dalam 4 perlakuan : 240 ml inokulan @ 4 polybag  
1 isolat sejenis dalam 4 perlakuan dan 3 ulangan : 720 ml inokulan @ 12 polybag

##### Rumus :

$$= \frac{\text{Inokulan}}{\text{Akuades}} \times 100\%$$

$$= \frac{720 \text{ ml}}{720 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 100\%$$



## Lampiran 5. Data Hasil Analisis Variasi (anova)

### 1. Hasil Analisis Indeks Pelarutan Fosfat

#### Hasil Pengukuran Indeks Pelarutan Fosfat

Isolat	Ulangan	Diameter Koloni	Diameter Zona Bening	IPF	Rerata Indeks Pelarutan Fosfat ± Standar deviasi
BPFBt1	1	8	16,3	3,04	2,78 ± 0,24 b
	2	11,1	17,2	2,55	
	3	9,5	16,7	2,76	
<b>Rata-rata</b>		9,5	16,7	2,78	
<b>Standar deviasi</b>		1,6	0,5	0,24	
BPFBt2	1	10,2	11,2	2,10	
	2	9	10,1	2,12	
	3	9	10,7	2,19	
<b>Rata-rata</b>		9,4	10,67	2,14	
<b>Standar deviasi</b>		0,69	0,55	0,05	
BPFBt3	1	14,2	15,9	2,12	2,12 ± 0,01 a
	2	13,5	15,4	2,14	
	3	14	15,6	2,11	
<b>Rata-rata</b>		13,9	15,63	2,12	
<b>Standar deviasi</b>		0,36	0,25	0,01	

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Indeks Pelarutan Fosfat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,848 <sup>a</sup>	2	,424	20,394	,002
Intercept	49,603	1	49,603	2386,442	,000
IsolatBakteri	,848	2	,424	20,394	,002
Error	,125	6	,021		
Total	50,576	9			
Corrected Total	,973	8			

a. R Squared = ,872 (Adjusted R Squared = ,829)

#### Indeks Pelarutan Fosfat

Isolat Bakteri	N	Subset	
		1	2
Duncan <sup>a,b</sup> BPFBt3 (B3)	3	2,1249	
BPFBt2 (B2)	3	2,1364	
BPFBt1 (B1)	3		2,7816
Sig.		,926	1,000

## 2. Tinggi Tanaman

Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman (cm)

	I	II	III	jumlah	rata-rata		rata-rata
B0P0	78	83	88	249	83	B1P1	143,3333
B0P1	89	90	92	271	90,33333	B3P1	128,3333
B0P2	92	95	98	285	95	B1P3	125,3333
B0P3	86	88	89	263	87,66667	B3P3	124
B1P0	120	118	113	351	117	B1P2	123,3333
B1P1	140	148	142	430	143,3333	B2P1	120,6667
B1P2	115	125	130	370	123,3333	B3P2	120,3333
B1P3	128	118	130	376	125,3333	B2P3	119,6667
B2P0	112	115	104	331	110,3333	B1P0	117
B2P1	115	127	120	362	120,6667	B2P2	116,3333
B2P2	118	115	116	349	116,3333	B3P0	114
B2P3	121	123	115	359	119,6667	B2P0	110,3333
B3P0	103	125	114	342	114	B0P2	95
B3P1	132	124	129	385	128,3333	B0P1	90,33333
B3P2	123	119	119	361	120,3333	B0P3	87,66667
B3P3	122	131	119	372	124	B0P0	83

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi Tanaman

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12299,333 <sup>a</sup>	15	819,956	29,907	,000
Intercept	620165,333	1	620165,333	22620,012	,000
IsolatBakteri	10397,500	3	3465,833	126,413	,000
JenisPupuk	1281,167	3	427,056	15,576	,000
IsolatBakteri * JenisPupuk	620,667	9	68,963	2,515	,026
Error	877,333	32	27,417		
Total	633342,000	48			
Corrected Total	13176,667	47			

a. R Squared = ,933 (Adjusted R Squared = ,902)

## Tinggi Tanaman

Isolat Bakteri	N	Subset			
		1	2	3	4
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Isolat (B0)	12	89,0000			
Isolat Bakteri 2 (B2)	12		116,7500		
Isolat Bakteri 3 (B3)	12			121,6667	
Isolat Bakteri 1 (B1)	12				127,2500
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 27,417.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

## Tinggi Tanaman

Jenis Pupuk	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Pupuk (P0)	12	106,0833		
Pupuk Kambing (P2)	12		113,7500	
Pupuk Sapi (P3)	12		114,1667	
Pupuk Ayam (P1)	12			120,6667
Sig.		1,000	,847	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 27,417.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

## Tinggi Tanaman

Duncan<sup>a</sup>

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
B0P0	3	83,0000						
B0P3	3	87,6667	87,6667					
B0P1	3	90,3333	90,3333					
B0P2	3		95,0000					
B2P0	3			110,3333				
B3P0	3			114,0000	114,0000			
B2P2	3			116,3333	116,3333	116,3333		
B1P0	3			117,0000	117,0000	117,0000		
B2P3	3			119,6667	119,6667	119,6667	119,6667	
B3P2	3				120,3333	120,3333	120,3333	
B2P1	3				120,6667	120,6667	120,6667	
B1P2	3				123,3333	123,3333	123,3333	
B3P3	3				124,0000	124,0000	124,0000	
B1P3	3					125,3333	125,3333	
B3P1	3						128,3333	
B1P1	3							143,3333
Sig.		,114	,114	,058	,051	,078	,086	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



### 3. Berat Basah Tanaman

	I	II	III	jumlah	rata-rata		rata-rata
<b>B0P0</b>	75	93	86	254	84,66667	<b>B1P1</b>	136
<b>B0P1</b>	70	99	92	261	87	<b>B3P1</b>	135
<b>B0P2</b>	73	91	95	259	86,33333	<b>B1P3</b>	133,3333
<b>B0P3</b>	94	64	99	257	85,66667	<b>B1P2</b>	124,3333
<b>B1P0</b>	83	99	109	291	97	<b>B2P1</b>	121,3333
<b>B1P1</b>	135	143	130	408	136	<b>B2P3</b>	116,3333
<b>B1P2</b>	122	126	125	373	124,3333	<b>B3P3</b>	115,3333
<b>B1P3</b>	132	140	128	400	133,3333	<b>B3P2</b>	108,3333
<b>B2P0</b>	98	115	95	308	102,6667	<b>B2P2</b>	107,3333
<b>B2P1</b>	121	120	123	364	121,3333	<b>B2P0</b>	102,6667
<b>B2P2</b>	117	100	105	322	107,3333	<b>B3P0</b>	102
<b>B2P3</b>	116	118	115	349	116,3333	<b>B1P0</b>	97
<b>B3P0</b>	99	107	100	306	102	<b>B0P1</b>	87
<b>B3P1</b>	132	143	130	405	135	<b>B0P2</b>	86,33333
<b>B3P2</b>	100	115	110	325	108,3333	<b>B0P3</b>	85,66667
<b>B3P3</b>	116	110	120	346	115,3333	<b>B0P0</b>	84,66667

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Bobot Basah Tanaman

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14546,333 <sup>a</sup>	15	969,756	10,984	,000
Intercept	569416,333	1	569416,333	6449,265	,000
IsolatBakteri	9193,500	3	3064,500	34,709	,000
JenisPupuk	3489,500	3	1163,167	13,174	,000
IsolatBakteri * JenisPupuk	1863,333	9	207,037	2,345	,037
Error	2825,333	32	88,292		
Total	586788,000	48			
Corrected Total	17371,667	47			

a. R Squared = ,837 (Adjusted R Squared = ,761)

**Bobot Basah Tanaman**

Isolat Bakteri	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Isolat (B0)	12	85,9167		
Isolat 2 (B2)	12		111,9167	
Isolat 3 (B3)	12		115,1667	115,1667
Isolat 1 (B1)	12			122,6667
Sig.		1,000	,403	,059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 88,292.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

**Bobot Basah Tanaman**

Jenis Pupuk	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Pupuk (P0)	12	96,5833		
Pupuk Kambing (P2)	12		106,5833	
Pupuk Sapi (P3)	12		112,6667	112,6667
Pupuk Ayam (P1)	12			119,8333
Sig.		1,000	,123	,071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 88,292.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

**Bobot Basah Tanaman**

Duncan<sup>a</sup>

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
B0P0	3	84,6667					
B0P3	3	85,6667	85,6667				
B0P2	3	86,3333	86,3333				
B0P1	3	87,0000	87,0000				
B1P0	3	97,0000	97,0000	97,0000			
B3P0	3	102,0000	102,0000	102,0000	102,0000		
B2P0	3		102,6667	102,6667	102,6667		
B2P2	3			107,3333	107,3333	107,3333	
B3P2	3			108,3333	108,3333	108,3333	
B3P3	3				115,3333	115,3333	
B2P3	3				116,3333	116,3333	
B2P1	3					121,3333	121,3333
B1P2	3					124,3333	124,3333
B1P3	3						133,3333
B3P1	3						135,0000
B1P1	3						136,0000
Sig.		,053	,058	,197	,109	,058	,096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

#### 4. Berat Kering Tanaman

	I	II	III	jumlah	rata-rata
B0P0	12	10	17	39	13
B0P1	15	14	13	42	14
B0P2	13	17	11	41	13,66667
B0P3	12	13	15	40	13,33333
B1P0	13	14	16	43	14,33333
B1P1	30	34	29	93	31
B1P2	20	18	20	58	19,33333
B1P3	16	20	25	61	20,33333
B2P0	13	16	15	44	14,66667
B2P1	19	23	17	59	19,66667
B2P2	15	16	15	46	15,33333
B2P3	20	19	17	56	18,66667
B3P0	14	14	15	43	14,33333
B3P1	24	18	27	69	23
B3P2	20	14	13	47	15,66667
B3P3	15	17	24,5	56,5	18,83333

	rata-rata
B1P1	31
B3P1	23
B1P3	20,33333
B2P1	19,66667
B1P2	19,33333
B3P3	18,83333
B2P3	18,66667
B3P2	15,66667
B2P2	15,33333
B2P0	14,66667
B1P0	14,33333
B3P0	14,33333
B0P1	14
B0P2	13,66667
B0P3	13,33333
B0P0	13

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Berat Kering Tanaman

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	997,120 <sup>a</sup>	15	66,475	8,073	,000
Intercept	14612,630	1	14612,630	1774,589	,000
IsolatBakteri	365,224	3	121,741	14,785	,000
JenisPupuk	402,057	3	134,019	16,276	,000
IsolatBakteri * JenisPupuk	229,839	9	25,538	3,101	,009
Error	263,500	32	8,234		
Total	15873,250	48			
Corrected Total	1260,620	47			

a. R Squared = ,791 (Adjusted R Squared = ,693)

## Berat Kering Tanaman

Isolat Bakteri	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Isolat (B0)	12	13,5000		
Isolat 2 (B2)	12		17,0833	
Isolat 3 (B3)	12		17,9583	
Isolat 1 (B1)	12			21,2500
Sig.		1,000	,461	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 8,234.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

## Berat Kering Tanaman

Jenis Pupuk	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Pupuk (P0)	12	14,0833		
Pupuk Kambing (P2)	12	16,0000	16,0000	
Pupuk Sapi (P3)	12		17,7917	
Pupuk Ayam (P1)	12			21,9167
Sig.		,112	,136	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 8,234.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

## Berat Kering Tanaman

Duncan<sup>a</sup>

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
B0P0	3	13,0000						
B0P3	3	13,3333	13,3333					
B0P2	3	13,6667	13,6667					
B0P1	3	14,0000	14,0000	14,0000				
B1P0	3	14,3333	14,3333	14,3333	14,3333			
B3P0	3	14,3333	14,3333	14,3333	14,3333			
B2P0	3	14,6667	14,6667	14,6667	14,6667			
B2P2	3	15,3333	15,3333	15,3333	15,3333	15,3333		
B3P2	3	15,6667	15,6667	15,6667	15,6667	15,6667		
B2P3	3		18,6667	18,6667	18,6667	18,6667	18,6667	
B3P3	3		18,8333	18,8333	18,8333	18,8333	18,8333	
B1P2	3			19,3333	19,3333	19,3333	19,3333	
B2P1	3				19,6667	19,6667	19,6667	
B1P3	3					20,3333	20,3333	
B3P1	3						23,0000	
B1P1	3							31,0000
Sig.		,339	,053	,059	,059	,071	,113	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## 5. Jumlah Buah

	I	II	III	jumlah	rata-rata		rata-rata
<b>B0P0</b>	2	0	0	2	0,666667	<b>B1P1</b>	5,666667
<b>B0P1</b>	2	1	0	3	1	<b>B1P3</b>	4
<b>B0P2</b>	0	3	1	4	1,333333	<b>B2P1</b>	3
<b>B0P3</b>	0	0	4	4	1,333333	<b>B2P3</b>	2,666667
<b>B1P0</b>	1	3	0	4	1,333333	<b>B3P2</b>	2,333333
<b>B1P1</b>	10	5	2	17	5,666667	<b>B2P2</b>	2
<b>B1P2</b>	0	2	3	5	1,666667	<b>B3P1</b>	2
<b>B1P3</b>	0	7	5	12	4	<b>B3P3</b>	2
<b>B2P0</b>	1	1	3	5	1,666667	<b>B1P2</b>	1,666667
<b>B2P1</b>	0	3	6	9	3	<b>B2P0</b>	1,666667
<b>B2P2</b>	2	4	0	6	2	<b>B3P0</b>	1,666667
<b>B2P3</b>	3	5	0	8	2,666667	<b>B0P2</b>	1,333333
<b>B3P0</b>	0	2	3	5	1,666667	<b>B0P3</b>	1,333333
<b>B3P1</b>	4	2	0	6	2	<b>B1P0</b>	1,333333
<b>B3P2</b>	0	4	3	7	2,333333	<b>B0P1</b>	1
<b>B3P3</b>	3	0	3	6	2	<b>B0P0</b>	0,666667

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlah Buah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	69,312 <sup>a</sup>	15	4,621	,944	,530
Intercept	221,021	1	221,021	45,145	,000
IsolatBakteri	26,729	3	8,910	1,820	,163
JenisPupuk	17,729	3	5,910	1,207	,323
IsolatBakteri * JenisPupuk	24,854	9	2,762	,564	,816
Error	156,667	32	4,896		
Total	447,000	48			
Corrected Total	225,979	47			

a. R Squared = ,307 (Adjusted R Squared = -,018)

## Jumlah Buah

Duncan <sup>a,b</sup>	Isolat Bakteri	N	Subset	
			1	2
	Tanpa Isolat (B0)	12	1,0833	
	Isolat Bakteri 3 (B3)	12	2,0000	2,0000
	Isolat Bakteri 2 (B2)	12	2,3333	2,3333
	Isolat Bakteri 1 (B1)	12		3,1667
	Sig.		,201	,232

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4,896.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

## Jumlah Buah

Duncan <sup>a,b</sup>	Jenis Pupuk	N	Subset
			1
	Tanpa Pupuk (P0)	12	1,3333
	Pupuk Kambing (P2)	12	1,8333
	Pupuk Sapi (P3)	12	2,5000
	Pupuk Ayam (P1)	12	2,9167
	Sig.		,118

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4,896.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

## Jumlah Buah

Duncan<sup>a</sup>

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
B0P0	3	,6667	
B0P1	3	1,0000	
B0P2	3	1,3333	1,3333
B0P3	3	1,3333	1,3333
B1P0	3	1,3333	1,3333
B1P2	3	1,6667	1,6667
B2P0	3	1,6667	1,6667
B3P0	3	1,6667	1,6667
B2P2	3	2,0000	2,0000
B3P1	3	2,0000	2,0000
B3P3	3	2,0000	2,0000
15	3	2,3333	2,3333
B2P3	3	2,6667	2,6667
B2P1	3	3,0000	3,0000
B1P3	3	4,0000	4,0000
B1P1	3		5,6667
Sig.		,132	,052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## 6. Bobot Buah

hasil pengukuran bobot buah (gram)

	I	II	III	jumlah	rata-rata
<b>B0P0</b>	8	0	0	8	2,666667
<b>B0P1</b>	7	5	0	12	4
<b>B0P2</b>	0	15	5	20	6,666667
<b>B0P3</b>	0	0	18	18	6
<b>B1P0</b>	8	14	0	22	7,333333
<b>B1P1</b>	92	15	5	112	37,333333
<b>B1P2</b>	0	7	14	21	7
<b>B1P3</b>	0	46	28	74	24,666667
<b>B2P0</b>	9	7	10	26	8,666667
<b>B2P1</b>	0	15	20	35	11,666667
<b>B2P2</b>	6	20	0	26	8,666667
<b>B2P3</b>	27	29	0	56	18,666667
<b>B3P0</b>	0	10	15	25	8,333333
<b>B3P1</b>	13	24	0	37	12,333333
<b>B3P2</b>	0	20	13	33	11
<b>B3P3</b>	15	0	15	30	10

	rata-rata
<b>B1P1</b>	37,333333
<b>B1P3</b>	24,666667
<b>B2P3</b>	18,666667
<b>B3P1</b>	12,333333
<b>B2P1</b>	11,666667
<b>B3P2</b>	11
<b>B3P3</b>	10
<b>B2P0</b>	8,666667
<b>B2P2</b>	8,666667
<b>B3P0</b>	8,333333
<b>B1P0</b>	7,333333
<b>B1P2</b>	7
<b>B0P2</b>	6,666667
<b>B0P3</b>	6
<b>B0P1</b>	4
<b>B0P0</b>	2,666667

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Bobot Buah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3440,479 <sup>a</sup>	15	229,365	,926	,546
Intercept	6417,187	1	6417,187	25,917	,000
IsolatBakteri	1239,396	3	413,132	1,669	,193
JenisPupuk	804,563	3	268,188	1,083	,370
IsolatBakteri * JenisPupuk	1396,521	9	155,169	,627	,766
Error	7923,333	32	247,604		
Total	17781,000	48			
Corrected Total	11363,813	47			

a. R Squared = ,303 (Adjusted R Squared = -,024)

**Bobot Buah**

Isolat Bakteri	N	Subset	
		1	2
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Isolat (B0)	12	4,8333	
Isolat 3 (B3)	12	10,4167	10,4167
Isolat 2 (B2)	12	11,9167	11,9167
Isolat 1 (B1)	12		19,0833
Sig.		,307	,212

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 247,604.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

**Bobot Buah**

Jenis Pupuk	N	Subset
		1
Duncan <sup>a,b</sup> Tanpa Pupuk (P0)	12	6,7500
Pupuk Kambing (P2)	12	8,3333
Pupuk Sapi (P3)	12	14,8333
Pupuk Ayam (P1)	12	16,3333
Sig.		,183

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 247,604.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

**Bobot Buah**

Duncan<sup>a</sup>

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
B0P0	3	2,6667	
B0P1	3	4,0000	
B0P3	3	6,0000	
B0P2	3	6,6667	6,6667
B1P2	3	7,0000	7,0000
B1P0	3	7,3333	7,3333
B3P0	3	8,3333	8,3333
B2P0	3	8,6667	8,6667
B2P2	3	8,6667	8,6667
B3P3	3	10,0000	10,0000
B3P2	3	11,0000	11,0000
B2P1	3	11,6667	11,6667
P3P1	3	12,3333	12,3333
B2P3	3	18,6667	18,6667
B1P3	3	24,6667	24,6667
B1P1	3		37,3333
Sig.		,161	,053

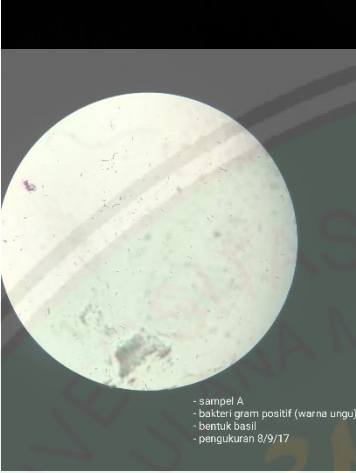
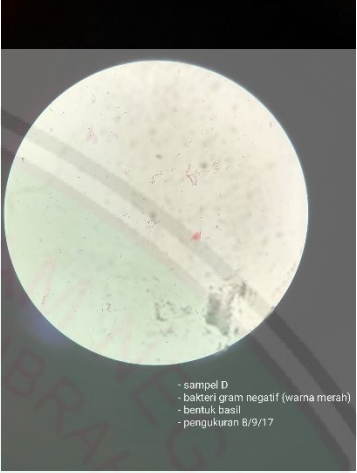
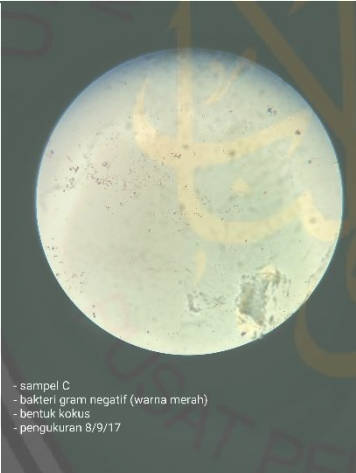



Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

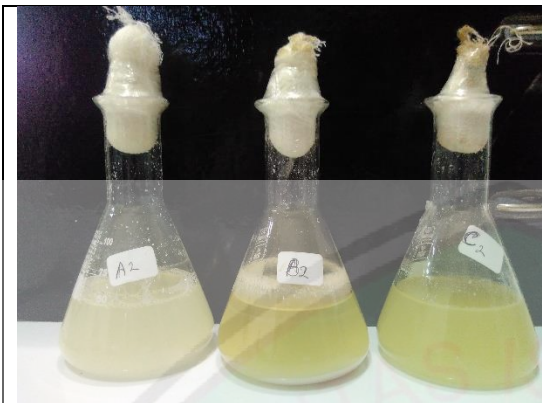
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



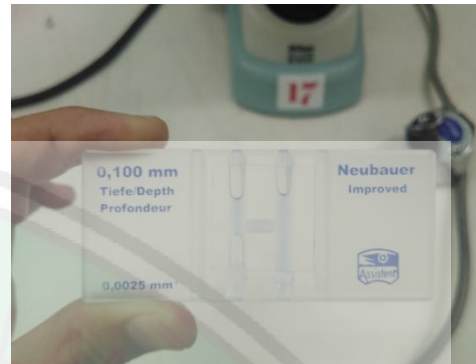
## Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian

### DOKUMENTASI

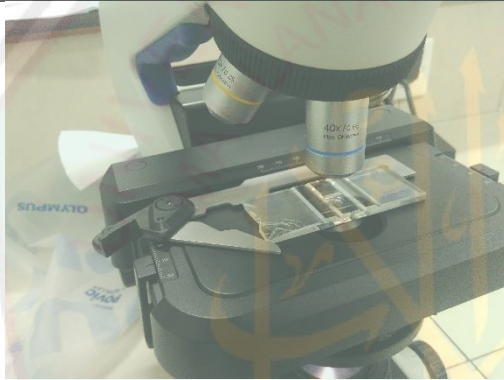
 <ul style="list-style-type: none"> <li>- sampel A</li> <li>- bakteri gram positif (warna ungu)</li> <li>- bentuk basil</li> <li>- pengukuran 8/9/17</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- sampel D</li> <li>- bakteri gram negatif (warna merah)</li> <li>- bentuk basil</li> <li>- pengukuran 8/9/17</li> </ul>
<p>Hasil pengamatan uji gram pada isolat kode BPFbt1</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- sampel C</li> <li>- bakteri gram negatif (warna merah)</li> <li>- bentuk kokus</li> <li>- pengukuran 8/9/17</li> </ul>	<p>Hasil pengamatan uji gram pada isolat kode BPFbt2</p>  <p>Proses inkubasi selama 5 hari di dalam shaker</p>
 <p>Persiapan media tanam (tanah+pupuk kandang)</p>	 <p>Penanaman biji tomat ke dalam polybag</p>



Hasil 5 hari masa inkubasi bakteri pelarut fosfat



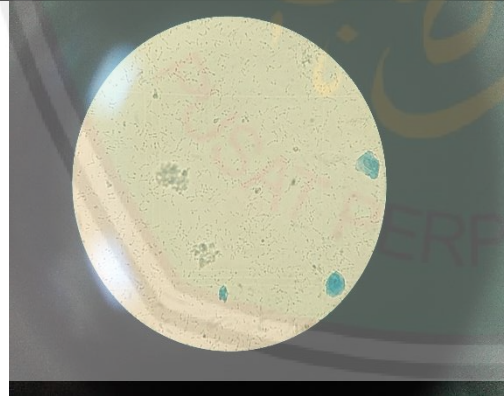
Penghitungan bakteri dengan menggunakan haemocytometer



Pengamatan di bawah mikroskop



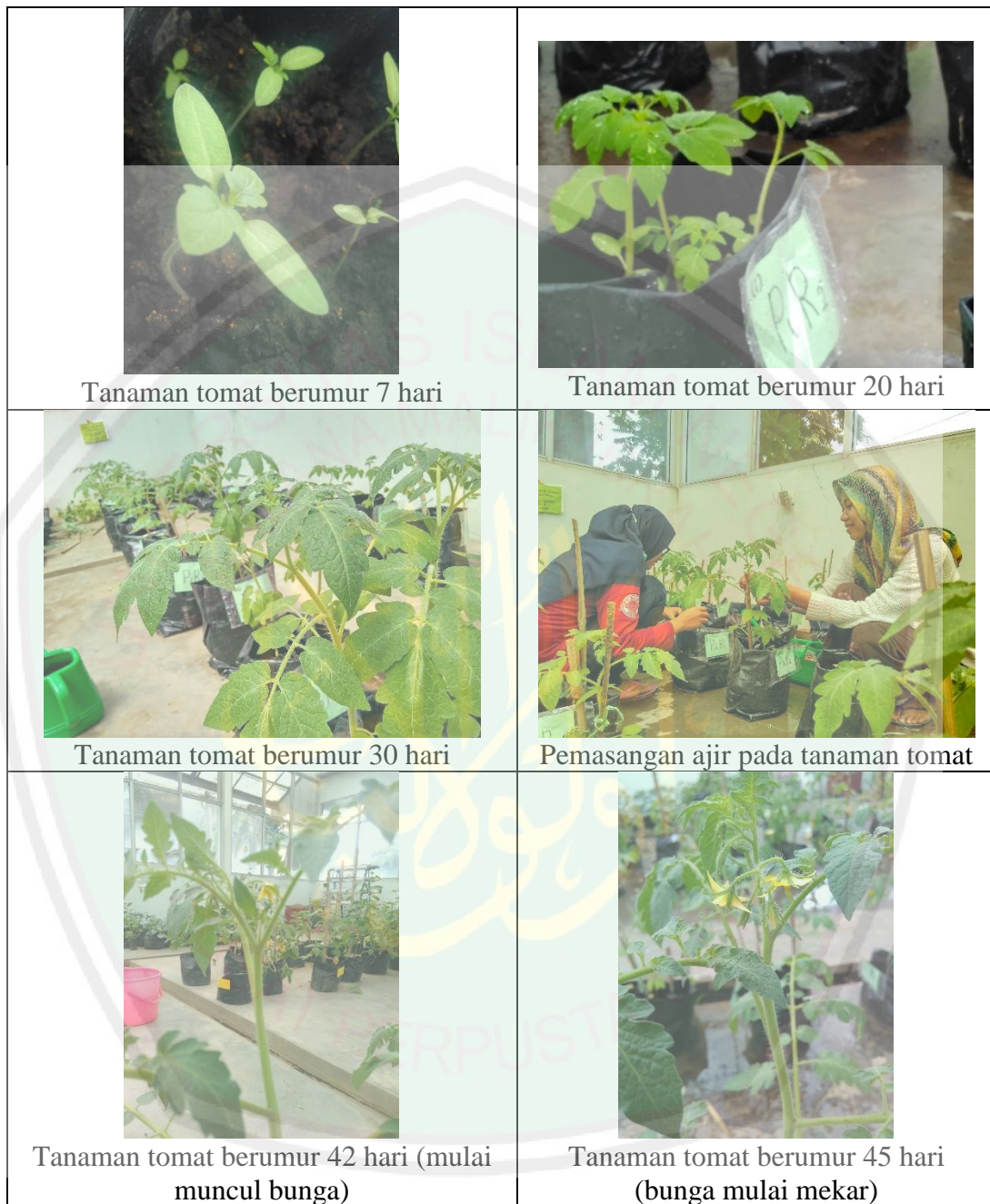
Hasil pengamatan dengan perbesaran 10 x (tampak 16 kamar)



Hasil pengamatan dengan perbesaran 400 x (tampak 1 kamar)



Inokulasi bakteri pelarut fosfat pada tanah





Tanaman tomat berumur 55 hari (mulai berbuah)



Tanamat tomat berumur 63 hari (buah mulai membesar)



Tanaman tomat berumur 90 hari (buah mulai memerah)



Tanaman tomat berumur 95 hari (buah matang secara fisiologis)



Proses pemanenan buah (tanaman tomat berusia 100hari)



Pembersihan akar dari tanah



Pemotongan daun, batang, dan akar untuk pengukuran bobot basah tanaman



Proses memasukkan potongan daun, batang, dan akar ke dalam amplop



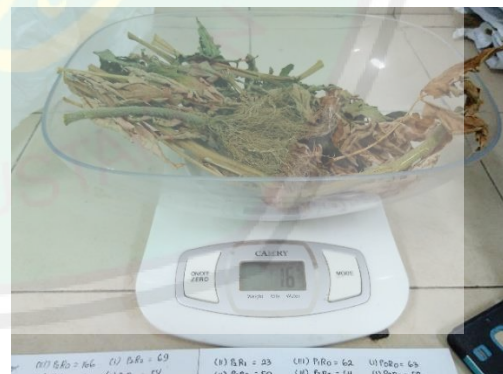
Proses pengukuran berat basah tanaman



Proses pengukuran bobot buah tomat



Proses pengeringan daun, batang, dan akar tanaman di dalam oven



Proses pengukuran berat kering tanaman

## Lampiran 7. Bukti Konsultasi Skripsi



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp/ Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

### KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : FATHIYYA TIUR RACHMAN  
NIM : 13620088  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Ganjil/ Genap TA.....  
Pembimbing : SUYONO, M.P  
Judul Skripsi : PENGARUH APUKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT DAN PUPUK KANDANG  
SEBAGAI BIDFERTILIZER TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL PRODUKSI TANAMAN TOMAT  
(*Lycopersicon esculentum*, Mill.) PADA TANAH ANDOSOL

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	12 JANUARI 2017	KONSULTASI JUDUL DAN RENCANA PENELITIAN	
2.	17 FEBRUARI 2017	KONSULTASI BAB I	
3.	19 MARET 2017	REVISI BAB I	
4.	7 APRIL 2017	REVISI BAB I	
5.	12 MARET 2017	KONSULTASI BAB II	
6.	24 MARET 2017	REVISI BAB II	
7.	19 APRIL 2017	REVISI BAB II	
8.	1 MARET 2017	KONSULTASI BAB III	
9.	5 APRIL 2017	REVISI BAB III	
10.	17 APRIL 2017	REVISI BAB III	
11.	28 APRIL 2017	ACC BAB I, II, III	
12.	20 NOVEMBER 17	KONSULTASI BAB IV	

Pembimbing Skripsi,

SUYONO, M.P  
NIP. 19710622 200312 1 002



ROMAIDI, M, Si.,D. Sc  
NIP 19810201 200901 1 019