



TUGAS AKHIR - SB091358

**UJI MULTILOKASI PENGARUH ISOLAT BAKTERI
PENAMBAT NITROGEN, BAKTERI PELARUT
FOSFAT, DAN MIKORIZA ASAL DESA CONDRU,
KECAMATAN PASIRIAN, LUMAJANG TERHADAP
PERTUMBUHAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata*
L.)**

ANYTALIA EKAWATI
1508100050

Dosen Pembimbing
Tutik Nurhidayati, S.Si.,M.Si.

Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - SB091358

**MULTILOCATION STUDY OF INFLUENCE OF
NITROGEN-FIXING BACTERIA, PHOSPHATE
SOLUBILIZING BACTERIA, AND MYCHORRIZA
ISOLATED FROM CONDRO VILLAGE, PASIRIAN,
LUMAJANG AGAINST *Vigna radiata* L.
GROWTH**

**ANYTALIA EKAWATI
1508100050**

**Advisor Lecturer
Tutik Nurhidayati, S.Si.,M.Si.**

**Biology Department
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember of Institute Technology
Surabaya 2014**

LEMBAR PENGESAHAN

Uji Multilokasi Pengaruh Isolat Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat, dan Mikoriza Asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Jurusan S-1 Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANYTALIA EKAWATI
NRP. 1508 100 050

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Tutik Nurhidayati, S.Si, M.Si..... (Pembimbing I)

Surabaya, 09 Agustus 2014

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr.rer.nat. Ir. Maya Shovatri, M.Si
NIP. 19690907-199803 2 001

UJI MULTILOKASI PENGARUH ISOLAT BAKTERI
PENAMBAT NITROGEN, BAKTERI PELARUT FOSFAT,
DAN MIKORIZA ASAL DESA CONDRU, KECAMATAN
PASIRIAN, LUMAJANG TERHADAP PERTUMBUHAN
KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.)

Nama Mahasiswa : Anytalia Ekawati
NRP : 1508 100 050
Jurusan : Biologi
Dosen Pembimbing : Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si.

Abstrak

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada media tanam dari lokasi yang berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor yaitu 4 variasi konsentrasi isolat mikroorganisme serta 3 variasi tanah dari lokasi yang berbeda meliputi lokasi Bangkalan, Tuban, dan Gresik. Analisa data menggunakan ANOVA (Analysis of Variance) Two Way, kemudian dilanjutkan uji Tukey bila $P < 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara isolat mikroorganisme dan lokasi pengambilan sampel berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan luas daun dan berat kering total tanaman kacang hijau dengan masing-masing nilai P adalah 0,004 dan 0,026, sedangkan pada pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar dan berat kering bintil akar tidak berpengaruh signifikan.*

Kata Kunci : *Vigna radiata* L., Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat, Mikoriza

MULTILOCAATION STUDY OF INFLUENCE OF NITROGEN-FIXING BACTERIA, PHOSPHATE-SOLUBILIZING BACTERIA, AND MYCORRHIZA ISOLATED FROM CONDRO VILLAGE, PASIRIAN, LUMAJANG AGAINST *Vigna radiata* L. GROWTH

Student Name : Anytalia Ekawati
NRP : 1508 100 050
Department : Biologi
Advisor Lecturer : Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si.

Abstract

This study aims to observe the influence of inoculating isolate of nitrogen-fixing bacteria, phosphate-solubilizing bacteria, and mycorrhiza to growth of *Vigna radiata* L. in different soil that obtained from different location. This study used completely randomized design factorial with 2 factors, those are 4 microorganism isolate concentration variations and 3 soil location variations (Bangkalan, Tuban, Gresik). Data were analyzed using ANOVA two way the continued *Tukey* test when P-value <0,05. The results of this study showed that interaction between microorganism isolate and location has significant influence to leaf width and dry weight of *Vigna radiata* L. with P-value 0,004 and 0,026 subsequently while plant height, stem diameter, root length, and root nodule dry weight are not significantly influenced by it.

Keywords : *Vigna radiata* L., nitrogen-fixing bacteria, phosphate-solubilizing bacteria, mycorrhiza

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Uji Multilokasi Pengaruh Isolat Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat, dan Mikoriza Asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan tugas akhir di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing sekaligus penguji III, Ibu Dini Ermavitalini, S.Si., M.Si. selaku ketua sidang sekaligus penguji I, Ibu Nur Hidayatul Alami, S.Si. M.Si. selaku penguji II, teman-teman 2008 dan orang tua atas bimbingan dan doanya serta semua pihak yang sudah membantu dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih belum sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya. Penulis berharap semoga proposal Tugas Akhir (TA) ini dapat bermanfaat serta dapat memberikan informasi bagi semua pihak.

Surabaya, 9 Agustus 2014

Anytalia Ekawati

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	5
2.1.1 Klasifikasi kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	5
2.1.2 Morfologi kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	5
2.1.3 Syarat tumbuh	6
2.2 Pertanian di Indonesia	7
2.3 Gambaran Umum Provinsi Jawa Timur	8
2.3.1 Madura	9
2.3.2 Tuban	10
2.3.3 Gresik	11
2.4 Pupuk Hayati	11
2.5 Manfaat Nitrogen bagi Tanaman	12
2.6 Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik	12
2.6.1 <i>Azotobacter</i> sp.	13
2.7 Mekanisme Fiksasi Ntrogen	14
2.8 Manfaat Fosfat bagi Tanaman	15

2.9 Bakteri Pelarut Fosfat	16
2.9.1 <i>Bacillus</i> sp.	16
2.10 Mikoriza	17
2.10.1 Mekanisme penyerapan fosfat oleh mikoriza	19

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Metode yang Digunakan	21
3.2.1 Pengambilan tanah untuk media tanam	21
3.2.2 Analisa tanah	21
3.2.3 Sterilisasi media tanam	21
3.2.4 Peremajaan isolat bakteri	22
3.2.5 Pembuatan pupuk hayati dari bakteri penambat nitrogen	22
3.2.6 Pembuatan pupuk hayati dari bakteri pelarut fosfat	23
3.2.7 Peremajaan propagul mikoriza	23
3.2.8 Penanaman	24
3.2.9 Pemeliharaan	24
3.2.10 Parameter pengukuran	24
3.3 Rancangan Penelitian dan Analisa Data	25
3.3.1 Rancangan penelitian	25
3.3.2 Analisa data	27

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau.....	29
4.1.1 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Luas Daun Kacang Hijau.....	30
4.1.2 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Berat Kering Total Tanaman	

Kacang Hijau.....	34
4.1.3 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Tinggi Tanaman Kacang Hijau.....	36
4.1.4 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Diameter Batang Kacang Hijau.....	39
4.1.5 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Berat Kering Bintil Kacang Hijau.....	42
4.1.6 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Panjang Akar Tanaman Kacang Hijau.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme Fiksasi Nitrogen.....	15
Gambar 2.2 Skema Penyerapan Fosfat oleh Akar Bermikoriza.....	20
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Luas Daun Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	31
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Rata-rata Berat Kering Total Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	35
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Tinggi Tanaman Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	37
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Diameter Batang Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	40
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi	

Pengambilan Tanah terhadap Rata-rata Berat Kering Bintil Akar Kacang Hijau (*Vigna radiata*)..... 43

Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Panjang Akar Kacang Hijau (*Vigna radiata*)..... 45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Kombinasi Pemberian Variasi Isolat Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat, dan Mikoriza dengan Perlakuan Variasi Media Tanam dari Lokasi yang Berbeda.....	26
Tabel 4.1 Karakteristik Sifat Kimia Tanah pada Masing-masing Penggunaan Lokasi.....	29
Tabel 4.2 Karakteristik Sifat Fisika Tanah pada Masing-masing Penggunaan Lokasi.....	30
Tabel 4.3 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Luas Daun Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>)...	31
Tabel 4.4 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Rata-rata Berat Kering Total Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	34
Tabel 4.5 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Tinggi Tanaman Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	37
Tabel 4.6 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata	

	Diameter Batang Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	40
Tabel 4.7	Tabel Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Rata-rata Berat Kering Bintil Akar Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	42
Tabel 4.8	Tabel Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Panjang Akar Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	45

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja.....	57
Lampiran 2. Data Pengamatan Parameter Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau.....	60
Lampiran 3. Hasil Analisa Fisika dan Kimia Tanah Masing-masing Lokasi.....	63
Lampiran 4. Hasil Uji Statistik Parameter Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau.....	67
Lampiran 5. Gambar Media Pembawa Isolat Mikroorganisme.....	72
Lampiran 6. Gambar Tanaman Kacang Hijau pada Tiap Perlakuan.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dimana peran sektor pertanian sangat penting dalam mendukung perekonomian nasional, terutama sebagai penyedia bahan pangan bagi penduduk Indonesia. Sektor pertanian masih mendukung perekonomian di Indonesia, meskipun telah terjadi transformasi struktur ekonomi, dimana perekonomian negara lebih ditopang pada sektor industri dan jasa (BIN, 2012). Salah satu komoditas pertanian yang penting dan dikembangkan di Indonesia selain padi (beras) adalah palawija (Nurmalasari, 2012). Tanaman palawija ini merupakan tanaman sekunder yang ditanam setelah tanaman pangan.

Salah satu tanaman palawija yang banyak dikonsumsi masyarakat dan termasuk kacang-kacangan adalah kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Meskipun hasil panen dari kacang hijau lebih rendah dibandingkan dengan kedelai dan kacang tanah, kacang hijau mempunyai peluang keberhasilan tumbuh lebih tinggi dibandingkan dengan komoditas lainnya. Hal ini dikarenakan kacang hijau mempunyai sifat tahan terhadap kekeringan, cara budidaya mudah, mempunyai waktu panen lebih cepat dan mempunyai harga jual yang relatif stabil. Harga jualnya bahkan bisa lebih tinggi dibandingkan harga jual kedelai (Radjit dan Prasetyaswati, 2012).

Salah satu provinsi yang berperan dan cukup produktif di bidang pertanian khususnya komoditas kacang hijau berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2013 adalah Jawa Timur. Jawa Timur mampu menghasilkan 66.778 ton kacang hijau pada tahun 2013. Hal ini didukung oleh kondisi fisiografis wilayah Jawa Timur yang baik, akan tetapi tidak semua wilayah di Jawa Timur dapat digunakan untuk lahan pertanian. Tanah yang kurang subur tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu miskin hara, cenderung mengalami cekaman serta mempunyai tekstur yang tidak baik bagi pertumbuhan. Tanah sebagai tempat tumbuh

tanaman harus mempunyai kandungan hara yang cukup untuk menunjang proses pertumbuhan tanaman. Tidak semua lahan mempunyai tanah yang kaya unsur hara (Gemayel, 2008).

Beberapa unsur hara yang banyak dibutuhkan tanaman adalah nitrogen dan fosfat (Simanungkalit, 2001). Unsur nitrogen banyak berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman sedangkan unsur fosfat berperan penting dalam proses fotosintesis dan perkembangan akar (Simanungkalit, 2006). Jika tanah tidak dapat menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman, maka pemberian pupuk perlu dilakukan untuk memenuhi kekurangan tersebut (Ruhnayat, 2007). Pemberian pupuk kimia dianggap tidak ramah lingkungan dan berpotensi menjadi polutan karena tidak dapat diserap sepenuhnya oleh tanaman (Purwantari, 2008). Salah satu solusi dalam mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan isolat mikroorganisme sebagai pupuk hayati. Beberapa jenis tanaman dapat melakukan hubungan simbiosis dengan mikroorganisme, sehingga diharapkan tanaman dapat tumbuh dengan baik meskipun ditanam pada media tanah yang kurang optimal (Gemayel, 2008). Mikroorganisme yang berperan sebagai pupuk hayati antara lain bakteri penambat nitrogen yaitu *Azotobacter* sp., bakteri pelarut fosfat yaitu *Bacillus* sp. dan mikoriza. Pada penelitian tahun 2013, telah berhasil diujikan pupuk hayati pada beberapa tanaman menggunakan tanah asal isolat mikroorganisme tersebut yang berasal dari Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang. Agar pupuk hayati yang berasal dari isolat mikroorganisme tersebut dapat digunakan secara luas, maka dilakukan uji multilokasi, yaitu dengan menggunakan media tanam dari beberapa lokasi yang berbeda baik secara fisik maupun kimia. Uji multilokasi dilakukan untuk mengetahui daya adaptasi dan daya viabilitas mikroorganisme (Nurhidayati, 2013) terhadap lokasi yang berbeda. Faktor agronomi dan lingkungan berpengaruh terhadap mikroorganisme. Menurut Pusat Data Lingkungan Hidup, lokasi bagian utara Jawa Timur merupakan daerah yang relatif kurang subur dan relatif tandus (meliputi wilayah Tuban, Gresik dan

Pulau Madura). Ketiga wilayah tersebut mempunyai struktur tanah yang berbeda walaupun sama dikategorikan tandus.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan suatu penelitian yang lebih luas dengan menggunakan uji multilokasi pengaruh pemberian pupuk hayati yang berasal dari isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan juga mikoriza terhadap tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dengan menggunakan media tanam yang diambil dari lokasi yang berbeda.

1.2 Rumusan Permasalahan

Bagaimana pengaruh pemberian isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada media tanam dari lokasi yang berbeda?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini meliputi :

1. Penelitian dilakukan di *Urban Farming* ITS dengan menggunakan skala penelitian laboratorium.
2. Media tanam (tanah) diambil dari satu lokasi pada masing-masing wilayah di antaranya Kabupaten Bangkalan, Gresik, Tuban.
3. Bakteri penambat nitrogen yang digunakan adalah *Azotobacter* sp., bakteri pelarut fosfat yang digunakan adalah *Bacillus* sp., dan mikoriza. Ketiga mikroorganisme yang digunakan merupakan hasil isolasi dari Desa Condoro, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang.
4. Parameter yang digunakan untuk hasil meliputi luas daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, berat kering bintil akar, dan berat kering total.

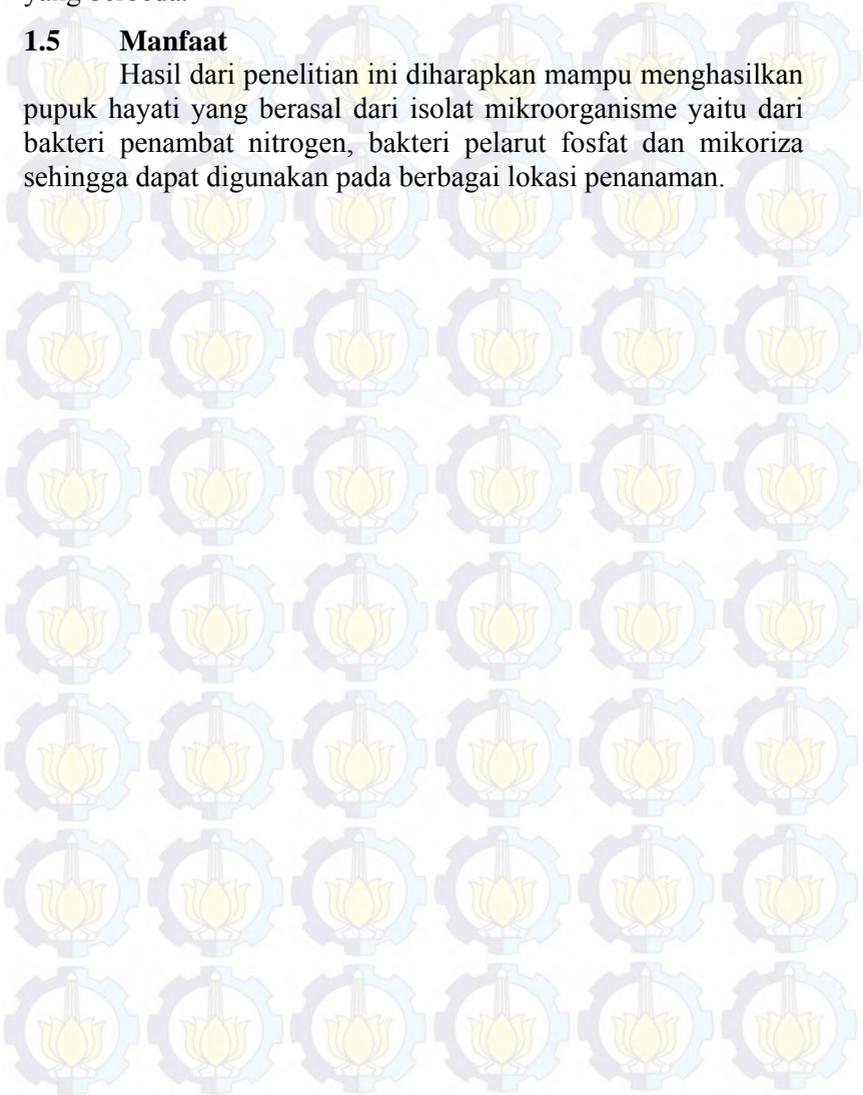
1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman

kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada media tanam dari lokasi yang berbeda.

1.5 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan pupuk hayati yang berasal dari isolat mikroorganismenya yaitu dari bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza sehingga dapat digunakan pada berbagai lokasi penanaman.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan komoditas strategis karena kemampuannya sebagai penambah pendapatan dengan memanfaatkan lahan pada kondisi yang tandus di mana peluang keberhasilan komoditas lain sangat rendah. Kacang hijau merupakan tanaman yang tahan terhadap kekeringan, berumur pendek (55-60 hari), cocok untuk daerah dengan curah hujan rendah, cara budidaya mudah dan harga jual relatif lebih tinggi dibandingkan kacang-kacangan lainnya (Radjit dan Prasetyawati., 2012). Menurut penelitian Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi), varietas unggulan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) yang sudah dikembangkan saat ini adalah varietas Kutilang dan Vima-1.

2.1.1 Klasifikasi Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan tanaman yang berbentuk semak yang tumbuh tegak. Tanaman ini berasal dari wilayah timur laut India-Myanmar kemudian menyebar ke berbagai negara Asia tropis (Morton, *et al.*, 1982). Kacang hijau diklasifikasikan sebagai berikut ;

Divisi	: Spermatophyta
Sub-divisi	: Angiospermae
Classis	: Dicotylednae
Ordo	: Rosales
Family	: Leguminosae
Genus	: <i>Vigna</i>
Species	: <i>Vigna radiata</i> L.

(Purwono dan Hartono, 2005)

2.1.2 Morfologi kacang hijau (*Vigna radiata* L.)

Secara morfologi kacang hijau mempunyai ciri-ciri akar tunggang. Sistem perakarannya dibagi menjadi dua, yaitu *mesophytes* (mempunyai batang cabang akar pada permukaan

tanah dengan tipe pertumbuhannya menyebar), dan *xerophytes* (memiliki akar cabang lebih sedikit dan memanjang ke arah bawah) (Khairani, 2008).

Tanaman ini merupakan tanaman dengan tekstur tubuh yang tegak, dengan tinggi tanaman sekitar 0,5-1 m. Percabangannya banyak dan tertutupi bulu pendek kecoklatan dan mempunyai daun yang beranak daun tiga (*trifoliolate*). Daunnya terletak berseling dan tangkai daunnya lebih panjang dari daunnya dengan warna hijau muda sampai hijau tua (Khairani, 2008). Bunga berbentuk kupu-kupu dan berwarna kuning pucat. Melakukan pembuahan sendiri (hermaphrodit), menghasilkan polong dengan panjang 5-10 cm, yang matang dalam waktu sekitar 20 hari setelah berbunga (Gemayel, 2008). Biji berbentuk bulat lonjong dengan berat sekitar 0,5-0,8 mg. Untuk kulit bijinya berwarna hijau mengkilap atau kusam dan biji berwarna putih. Batang kacang hijau berbentuk bulat dan berbuku-buku. Ukuran batangnya kecil, berbulu, berwarna hijau kecoklatan atau kemerahan. Setiap buku batang menghasilkan satu tangkai daun, kecuali pada daun pertama berupa sepasang daun yang berhadapan dan masing-masing daun berhadapan tunggal (Rukmana, 1997).

2.1.3 Syarat tumbuh

Kacang hijau merupakan tanaman tropis. Tanaman ini dapat tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian 500 meter di atas permukaan laut (Nurmalasari, 2012). Keadaan iklim yang ideal untuk tanaman kacang hijau adalah daerah yang bersuhu 25°C hingga 27°C dengan kelembaban udara 50% - 80%, curah hujan antara 50 - 200 mm/bulan atau 700 - 900 mm/tahun, dan cukup mendapat sinar matahari. Kelembaban udara antara 50% - 89%. Untuk pH tanah yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan optimal yaitu antara 5,5-6,5. Tanaman ini cocok ditanam pada musim kering yang rata-rata curah hujannya rendah (Rukmana, 1997).

2.2 Pertanian di Indonesia

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya hidup di bidang pertanian. Sektor pertanian bagi bangsa Indonesia memegang peranan yang sangat penting karena sektor ini masih merupakan basis perekonomian utama. Usaha tani padi sawah sebagai pekerjaan pokok petani miskin ternyata masih dominan, di mana memberikan sumbangan 60% terhadap total pendapatan rumah tangga mereka (Warnadi dan Nugraheni, 2012).

Secara geografis Indonesia yang juga merupakan negara kepulauan memiliki potensi alam yang besar dalam pengolahan pertanian. Potensi pertanian Indonesia yang tinggi salah satunya disebabkan wilayah Indonesia yang memiliki wilayah daratan sepertiga dari luas keseluruhan ini dilwati barisan pegunungan dunia. Hal ini menyebabkan wilayah daratan Indonesia sangat subur. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika sebagian besar penduduk Indonesia bermata pencaharian sebagai petani.

Ada empat sumber daya yang merupakan faktor produksi penting dalam pertanian yaitu : (1) lahan (tanah), meliputi kuantitas dan kualitas, (2) tenaga kerja, meliputi kuantitas dan kualitas, (3) modal, meliputi modal tetap (tanah, mesin-mesin, bangunan, inventaris) dan modal kerja untuk pembelian *input variable*, dan (4) keterampilan manajemen dari petani. Salah satu faktor penting bagi pertanian adalah ketersediaan lahan yang meliputi tanah sebagai prana utama. Tanah merupakan suatu sistem kehidupan yang kompleks yang mengandung berbagai jenis organisme dengan berbagai fungsi untuk menjalankan berbagai proses vital bagi kehidupan terestrial. Mikroba bersama fauna tanah melaksanakan berbagai metabolisme yang secara umum disebut aktivitas biologi tanah. Perannya yang penting dalam perombakan bahan organik dan siklus hara menempatkan organisme tanah sebagai faktor sentral dalam memelihara kesuburan dan produktivitas tanah. Kemampuan mengukur kapasitas metabolisme berbagai mikroba dan fauna tanah menjadi basis bagi konsep perlindungan dan peyehatan tanah, terutama

pada masa kini dan mendatang dimana laju degradasi lahan terus mengancam sejalan dengan makin terbatasnya sumber daya lahan (Simanungkalit, 2006). Luas lahan pertanian di Pulau Jawa sangat sempit, yaitu rata-rata 0,25 ha dan di luar Pulau Jawa luas rata-rata <0,50 ha atau sangat rendah yang tingkat produktivitasnya tinggi (dapat ditanam dua kali setahun) (Warnadi dan Nugraheni, 2012).

2.3 Gambaran Umum Provinsi Jawa Timur

Berdasarkan RPJMD Provinsi Jawa Timur tahun 2009-2014, secara geografis Provinsi Jawa Timur terletak pada $111^{\circ}0'$ hingga $114^{\circ}4'$ Bujur Timur, dan $7^{\circ}12'$ hingga $8^{\circ}48'$ Lintang Selatan. Luas wilayah Provinsi Jawa Timur mencapai 46.428 kilometer persegi, terbagi ke dalam empat badan koordinasi wilayah (Bakorwil), 29 kabupaten, sembilan kota, dan 658 kecamatan dengan 8.457 desa/kelurahan (2.400 kelurahan dan 6.097 desa). Secara umum wilayah Jawa Timur terbagi dalam dua bagian besar, yaitu Jawa Timur daratan hampir mencakup 90% dari seluruh luas wilayah Provinsi Jawa Timur atau mencapai 47.157,72 kilometer persegi, dan wilayah Kepulauan Madura yang sekitar 10% dari luas wilayah Jawa Timur. Penduduk Jawa Timur mayoritas (46,18%) memiliki mata pencaharian di bidang pertanian, selebihnya bekerja di sektor perdagangan (18,80%), sektor jasa (12,78%), dan sektor industri (12,51%).

Struktur Geologi Jawa Timur didominasi oleh Alluvium dan bentukan hasil gunung api kwarter muda. Batuan sedimen Alluvium tersebar di sepanjang Sungai Bantas dan Bengawan Solo yang merupakan daerah subur, sedangkan batuan hasil gunung api kwarter muda tersebar dibagian tengah wilayah Jawa Timur membujur ke arah timur yang merupakan daerah relatif subur. Batuan Miosen tersebar di sebelah selatan dan utara Jawa Timur membujur ke arah Timur yang merupakan daerah kurang subur. Menurut data Pusat Data Lingkungan Hidup (2014), atas dasar struktur, sifat dan persebaran jenis tanah diidentifikasi karakteristik wilayah Jawa Timur menurut kesuburan tanah :

1. Jawa Timur bagian Selatan-barat, merupakan pegunungan yang memiliki potensi tambang cukup besar.
2. Jawa Timur bagian Tengah, merupakan daerah subur, mulai dari daerah kabupaten Banyuwangi. Wilayah ini dilalui sungai - sungai Madiun, Brantas, Konto, Sampang.
3. Jawa Timur bagian Utara, merupakan daerah relatif tandus dan merupakan daerah yang persebarannya mengikuti alur pegunungan kapur utara mulai dari daerah Bojonegoro, Tuban ke arah timur sampai dengan pulau Madura.

2.3.1 Madura

Pulau Madura sebagai bagian dari Provinsi Jawa Timur, secara geografis mempunyai luas wilayah 5.284,33 km², dari arah barat sampai timur sepanjang ±190 km dan dari utara ke selatan jarak terlebar 40 km. Letak lintang di antara 112°40'06'' BT dan antara 4° 55' sampai 7° 24' L S. Elevasi antara 2.350 m di atas permukaan laut (Hermansyah, 2009).

Secara administrasi Madura terbagi atas empat kabupaten yaitu Kabupaten Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep. Kepulauan Madura terdiri dari pulau Madura dan kepulauan sedang serta kecil. Jumlah kepulauan yang termasuk di Kabupaten Sumenep adalah 124 pulau. Secara meteorologis, suhu rata-rata pada musim penghujan berkisar 28°C dan pada musim kemarau 35°C. Rata-rata curah hujan merupakan unsur iklim yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, terutama pada lahan kering dan lahan tadah hujan (Hermansyah, 2009).

Tanah-tanah di Madura mempunyai reaksi tanah netral hingga alkalis, kandungan bahan organik dan nitrogen rendah, fosfat total sedang hingga tinggi dan basa kalsium tinggi. Tanah-tanah ini mempunyai kesuburan yang rendah. Lahan yang ada merupakan jenis lahan kering (Hermansyah, 2009). Lahan kering adalah hamparan lahan yang tidak produktif sepanjang tahun atau dalam waktu lama. Lahan kering di Madura

meliputi 80% dari luas lahan dan umumnya mempunyai iklim yang tegas, masuk dalam lahan kering beriklim kering. Tanah di Madura yang terbentuk dari bahan endapan dan batuan kapur, masih kaya unsur alkali tanah (Supriyadi, 2009).

2.3.2 Tuban

Kabupaten Tuban merupakan wilayah yang berada di jalur pantai utara (Pantura) Pulau Jawa, terletak pada koordinat 111°30' sampai dengan 112°35' Bujur Timur dan 6°40' sampai dengan 7°18' Lintang Selatan. Luas wilayah Kabupaten Tuban 183.994.562 Ha yang secara administrasi terbagi menjadi 20 Kecamatan dan 328 desa/kelurahan. Panjang pantai 65 km membentang dari arah timur Kecamatan Palang sampai barat Kecamatan Bancar, sedangkan luas wilayah lautan meliputi 22.608 km². Secara geologi Kabupaten Tuban termasuk dalam cekungan Jawa Timur utara yang memanjang pada arah barat sampai timur mulai dari Semarang sampai Surabaya. Sebagian besar Kabupaten Tuban termasuk dalam Zona Rembang yang didominasi endapan yang umumnya berupa batuan karbonat. Zona Rembang didominasi oleh perbukitan kapur. Ketinggian daratan di Kabupaten Tuban berkisar antara 5-182 m di atas permukaan laut (dpl). Bagian utara berupa dataran rendah dengan ketinggian 0-15 m di atas permukaan laut (dpl), bagian selatan dan tengah juga merupakan dataran rendah yang berada pada ketinggian 5-500 m (Pemkab Tuban, 2014).

Luas lahan pertanian di Kabupaten Tuban adalah 183.994,562 Ha yang terdiri lahan sawah seluas 54.860.530 Ha dan lahan kering seluas 129.134.031 Ha. Kabupaten Tuban merupakan kawasan yang beriklim kering dengan variasi agak kering sampai dengan sangat kering meliputi areal seluas 174.298,06 Ha (94,73%) dari luas wilayah Tuban, sedangkan sisanya kurang lebih 9.696,51 Ha (5,27%) merupakan kawasan yang cukup basah (Pemkab Tuban, 2014).

2.3.3 Gresik

Lokasi Kabupaten Gresik terletak di sebelah barat laut Kota Surabaya yang merupakan Ibu kota Provinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 1.191,25 km² yang terbagi dalam 18 Kecamatan dan terdiri dari 330 Desa dan 26 Kelurahan. Secara geografis wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° BT dan 7° sampai 8° LS dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 m di atas permukaan laut (dpl) kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 m di atas permukaan laut (dpl). Sebagian wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah pesisir pantai, yaitu memanjang mulai dari Kecamatan Kebomas, Gresik, Manyar, Bangah, Sidayu, Ujungpangkah dan Panceng serta Kecamatan Sangkapura dan Tambak yang lokasinya berada di Pulau Bawean. Wilayah Kabupaten Gresik sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah Timur berbatasan dengan Selat Madura dan Kota Surabaya, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan (Pemkab Gresik, 2014).

2.4 Pupuk Hayati

Pupuk hayati merupakan suatu zat yang berisi mikroorganisme hidup, di mana ketika diaplikasikan pada benih, tanaman maupun tanah akan meningkatkan pertumbuhan tanaman karena membantu menyuplai nutrisi-nutrisi primer yang dibutuhkan tanaman (Vessey, 2003). Pupuk hayati mengandung mikroorganisme yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan kualitas hasil tanaman, yaitu melalui peningkatan aktivitas biologi yang akhirnya dapat berinteraksi dengan sifat-sifat fisik dan kimia media tumbuh (tanah). Mikroorganisme yang umum digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati ialah bakteri penambat nitrogen, pelarut fosfat dan pemantapan gregat. Penggunaan pupuk berbasis mikroorganisme ini dapat memperbaiki atau memulihkan kondisi fisik, kimia, dan biologi

tanah ser ta d apat m eningkatkan h asil t anaman (Hasnah d an Susanna, 2010).

2.5 Manfaat Nitrogen bagi Tanaman

Nitrogen diperlukan unt uk pe mbentukan a tau pertumbuhan bagian ve getatif tanaman, seperti daun, batang dan akar. Berperan penting dalam hal pembentukan hijau daun yang berguna sekali dalam proses fotosintesis. Membentuk protein, lemak dan berbagai persenyawaan organik. Meningkatkan mutu tanaman pe nghasil da un-daunan. Meningkatkan pe rkembangbiakan mikroorganisme di dalam tanah (Munir, 2013).

Nitrogen merupakan nutrisi penting ba gi t umbuhan da n diperlukan dalam jumlah besar. Kandungan N dalam jaringan tumbuhan tinggi per-berat kering jaringan adalah sebanyak 1,5%. Nitrogen dikatakan penting karena dinilai mampu memenuhi tiga kriteria yang harus dipenuhi oleh setiap unsur. Ketiga kriteria tersebut meliputi (1) unsur N penting ba gi pe rtumbuhan da n reproduksi, (2) unsur tersebut tidak dapat digantikan dengan unsur lain dan (3) kebutuhan akan unsur tersebut bersifat langsung dan bukan hasil efek tidak langsung (Nurhayati, 2006).

Kekurangan nitrogen hampir selalu memperlihatkan klorosis pada daun dewasa secara perlahan-lahan, yang kemudian menjadi kuning dan akhirnya rontok. Biasanya tidak terjadi nekrosis (jaringan menjadi mati). Klorosis menyebar dari daun dewasa ke daun yang lebih muda (Gardner, *et al.*, 1991). Karakteristik gejala defisiensi adalah terbentuknya an tosinan pada batang, tulang daun, tangkai daun sehingga berwarna merah atau merah ungu (Nurhayati, 2006).

2.6 Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik

Bakteri penambat nitrogen non simbiotik, termasuk dalam famili *Azotobacteriaceae* yang terdiri dari empat genus diantaranya genus *Azotobacter*, genus *Azomonas*, genus *Beijerinckia* dan genus *Derxia*. Salah satu bakteri penambat nitrogen yang banyak digunakan adalah dari genus *Azotobacter*. Genus ini termasuk dalam jenis bakteri aerob obligat dari caranya

memfiksasi nitrogen (Nurhayati, 2006). Secara umum morfologi bakteri penambat nitrogen non simbiotik tidak jauh berbeda dengan ciri morfologi bakteri lainnya.

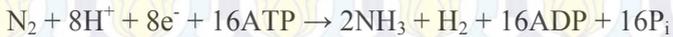
2.6.1 *Azotobacter* sp.

Azotobacter sp. dicirikan dengan sel berbentuk batang, gram negatif, bersifat aerobik obligat dan mempunyai ukuran sel yang lebih panjang dari prokariot lainnya dengan diameter sel 2-4 μm atau lebih. Pada media yang mengandung karbohidrat, bakteri ini membentuk kapsul yang berfungsi melindunginya dari lingkungan luar. Bakteri ini memiliki struktur khusus yang disebut kista. Kista bersifat seperti endospora, yakni tubuh ber dinding tebal, sangat resistif dan resisten, tahan terhadap proses pengeringan, pemecahan mekanik, ultraviolet dan radiasi ionik (Nurhayati, 2006). Bakteri ini memproduksi *polysaccharides*. *Azotobacter* sensitif terhadap asam, konsentrasi garam yang tinggi dan temperatur di atas 35 $^{\circ}\text{C}$, serta mampu mengubah nitrogen (N_2) dalam atmosfer menjadi amonia (NH_4^+) melalui proses pengikatan nitrogen di mana amonia yang dihasilkan diubah menjadi protein yang dibutuhkan oleh tanaman (Hamastuti, 2012).

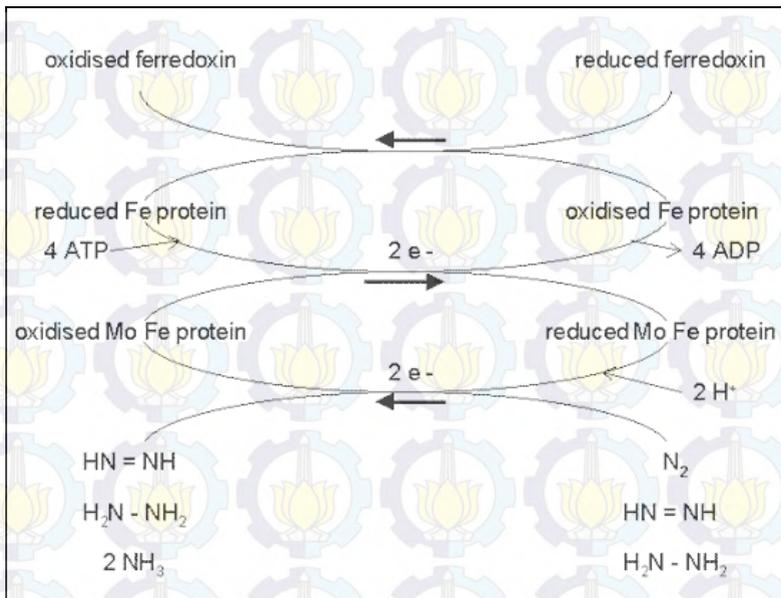
Azotobacter sp. merupakan bakteri penambat nitrogen yang mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh gibberelin, sitokinin, dan asam indolasetat, sehingga pemanfaatannya dapat memacu pertumbuhan akar (Simanungkalit, 2006). Bakteri ini tumbuh dengan baik pada kondisi NH_3 juga pada berbagai jenis media seperti karbohidrat, alkohol dan asam organik. *Azotobacter* bersifat aerob obligat, namun enzim nitrogenasenya sangat sensitif terhadap O_2 sama seperti nitrogenase lainnya, oleh karena itu *Azotobacter* melakukan respirasi tinggi untuk melindungi nitrogenase dari O_2 sehingga konsentrasi O_2 intraseluler pada *Azotobacter* relatif lebih sedikit (Nurhayati, 2006).

2.7 Mekanisme Fiksasi Nitrogen

Mekanisme penambatan nitrogen secara biologi dapat digambarkan melalui persamaan di bawah ini. Dua molekul amonia dihasilkan dari satu molekul gas nitrogen dengan menggunakan 16 molekul ATP dan pasokan elektron dan proton (ion hidrogen). Adapun reaksi mekanisme penambatan nitrogen yaitu:



Reaksi ini hanya dilakukan oleh bakteri prokariot, menggunakan suatu kompleks enzim nitrogenase. Enzim ini mengandung dua molekul protein besi dan satu molekul protein molibden-besi. Reaksi ini berlangsung ketika molekul N_2 terikat pada kompleks enzim nitrogenase. Protein Fe mula-mula direduksi oleh elektron yang diberikan oleh ferredoksin. Kemudian protein Fe reduksi mengikat ATP dan mereduksi protein molibden-besi, yang memberikan elektron kepada N_2 , sehingga menghasilkan $\text{NH}=\text{NH}$. Pada dua tahap berikutnya proses ini (masing-masing membutuhkan elektron yang disumbangkan oleh ferredoksin) $\text{NH}=\text{NH}$ direduksi menjadi $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ dan selanjutnya direduksi menjadi NH_3 . Tergantung pada jenis mikroorganisme, ferredoksin reduksi yang memasok elektron untuk proses ini diperoleh melalui fotosintesis, respirasi atau fermentasi (Simanungkalit, 2006).



Gambar 2.1. Mekanisme Fiksasi Nitrogen

(Simanungkalit, 2006)

2.8 Manfaat Fosfat bagi Tanaman

Fosfat merupakan unsur esensial kedua setelah nitrogen yang berperan penting dalam proses pertumbuhan tanaman, serta metabolisme dan proses mikrobiologi tanah. Fosfat dalam tanah, 70% berada dalam keadaan tidak larut, hal tersebut sangat berpengaruh terhadap serapan hara lain, khususnya pada saat unsur fosfat menjadi faktor pembatas. Ketersediaan fosfat dalam tanah ternyata sangat bergantung pada aktivitas mikroorganisme dalam tanah seperti adanya aktivitas dari kelompok bakteri pelarut fosfat (BPF) (Widawati dan Sulasih, 2006).

Fosfat yang diserap tanaman tidak direduksi, melainkan berada di dalam senyawa-senyawa organik dan anorganik dalam bentuk teroksidasi. Unsur fosfat berperan menjaga keseimbangan dari efek pemberian nitrogen yang berlebihan, merangsang

pembentukan jaringan, dan memperkuat dinding sel sehingga diyakini dapat membuat tanaman menjadi tahan terhadap serangan hama (Hasnah dan Susanna, 2010). Kekurangan fosfat pada tanaman akan mengakibatkan berbagai hambatan metabolisme, diantaranya dalam proses sintesis protein, yang menyebabkan terjadinya akumulasi karbohidrat dan ikatan-ikatan nitrogen. Kekurangan fosfat tanaman dapat diamati secara visual, yaitu daun-daun yang tua akan berwarna keunguan atau kemerahan karena terbentuknya pigmen antianin. Pigmen ini terbentuk karena akumulasi gula di dalam daun sebagai akibat terhambatnya sintesis protein. Gejala lain adalah nekrosis pada pinggir atau helai daun tangkai daun, diikuti melemahnya batang dan akar tanaman (Elfiati, 2005).

2.9 Bakteri Pelarut Fosfat

Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan bakteri tanah yang bersifat non patogen dan termasuk dalam kategori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara. Bakteri pelarut fosfat merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terjerap permukaan oksida-oksida besi dan aluminium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P. Bakteri tersebut berperan juga dalam transfer energi, penyusunan protein, koenzim, asam nukleat dan senyawa-senyawa metabolik lainnya yang dapat menambah aktivitas penyerapan P pada tumbuhan yang kekurangan P (Widawati dan Sulasih, 2006).

2.9.1 *Bacillus* sp.

Bacillus sp. merupakan salah satu bakteri yang mempunyai berbagai macam kemampuan yang dapat dikembangkan dalam skala industri. *Bacillus* sp. sangat potensial untuk dikembangkan dalam industri bioteknologi karena mempunyai sifat-sifat seperti, memiliki kisaran suhu pertumbuhan yang luas, pembentuk spora, kosmopolit, tahan terhadap senyawa-senyawa antiseptik, bersifat aerobik atau

fakultatif anaerob, memiliki kemampuan enzimatik yang beragam, dan beberapa diantaranya mampu melakukan biodegradasi terhadap banyak senyawa rekalsitran dan xenobiotik. Selain itu yang utama adalah *Bacillus* sp. tidak membutuhkan faktor tumbuh yang relatif mahal (Hatmanti, 2000). Klasifikasi *Bacillus* sp. adalah sebagai berikut:

Kingdom : Procaryotae
 Divisi : Bacteria
 Classis : Schizomycetes
 Ordo : Eubacteriales
 Family : Bacillaceae
 Genus : *Bacillus*
 Species : *Bacillus* sp.

Bacillus sp. di golongan ke dalam kelas bakteri heterotrofik, yaitu protista bersifat uniseluler, termasuk dalam golongan mikroorganisme reduktif yang lazim disebut sebagai dekomposer. Genus *Bacillus* merupakan bakteri yang berbentuk batang dapat dijumpai di tanah dan air termasuk pada air laut. Beberapa jenis menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks. *Bacillus* sp. membentuk endospora, merupakan gram positif, bergerak dengan adanya flagel peritrikus, dapat bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik serta bersifat katalase positif. Genus *Bacillus* merupakan salah satu dari enam bakteri penghasil endospora. Endospora tersebut berbentuk bulat, oval, elips atau silinder, yang terbentuk di dalam sel vegetatif. Endospora tersebut membedakan *Bacillus* dari tipe-tipe bakteri pembentuk eksospora (Hatmanti, 2000).

2.10 Mikoriza

Jamur mikoriza dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu endomikoriza dan ektomikoriza. Pada ektomikoriza jamur yang menginfeksi tidak masuk ke dalam sel akar tanaman dan hanya berkembang di antara dinding sel jaringan korteks, akar yang terinfeksi membesar dan bercabang. Sedangkan pada

endomikoriza jamur yang menginfeksi masuk ke dalam jaringan korteks dan akar yang terinfeksi tidak membesar (Gemayel, 2008).

Mikoriza adalah salah satu jenis perupuk hayati yang berperan terhadap peningkatan kesehatan tanah, ramah lingkungan dan mampu meningkatkan status hara tanah serta hasil pertanian. Bagi tanaman pangan, adanya asosiasi ini dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi pertumbuhannya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, mikoriza berperan dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk (biogeo-kemis). Sedangkan secara langsung, mikoriza dapat meningkatkan serapan air, hara dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan kelembaban yang ekstrem, meningkatkan produksi hormon pertumbuhan dan zat pengatur tumbuh lainnya seperti auksin, sitokinin, gibberelin dan vitamin terhadap tanaman inangnya (Nurhayati, 2012). Secara umum tanaman yang bermikoriza mempunyai pertumbuhan yang lebih baik. Hubungan timbal balik antara cendawan mikoriza dengan tanaman inangnya mendatangkan manfaat positif bagi keduanya, mengingat mikoriza adalah sumber daya hayati potensial yang tidak berdampak negatif terhadap lingkungan (Sasli dan Ruliansyah, 2012).

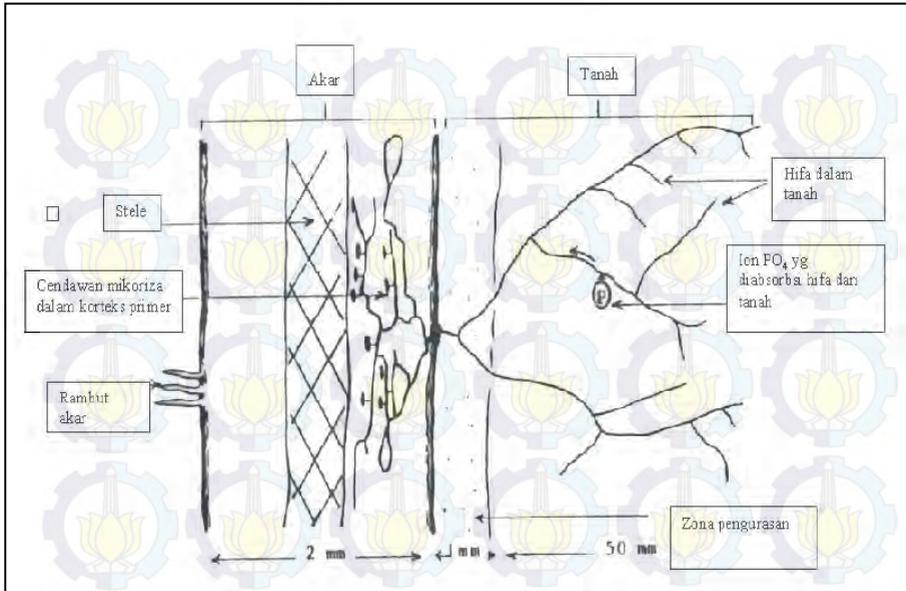
Jenis mikoriza yang penting bagi tanaman pertanian adalah golongan endotrofik, yaitu Mikoriza Vasikuler Arbuskuler (MVA). Jamur mikoriza arbuskular adalah salah satu subkelompok dari endomikoriza yang jauh lebih luas penyebarannya dibandingkan dengan ektomikoriza. Saat ini, ada enam genus jamur mikoriza arbuskular yang bersimbiosis dengan tanaman, yaitu *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocystis*, dan *Scutellospora* dengan jumlah spesies lebih dari 100. Kelompok jamur ektomikoriza memiliki jumlah spesies yang jauh lebih besar. Jamur ektomikoriza dapat bersimbiosis dengan sekurang-kurangnya 19 famili tanaman (Simanungkalit, 2001).

Salah satu pengaruh positif adanya infeksi MVA yaitu dapat meningkatkan retensi tanaman terhadap kekurangan air, tanaman yang akarnya terinfeksi oleh MVA, cepat pulih dan dapat tumbuh dengan baik dalam pembibitan, hal ini disebabkan MVA mampu meningkatkan kapasitas absorpsi air pada tanaman inang. Hifa-hifa eksternal jamur MVA dapat membantu penyerapan air maupun unsur-unsur hara yang digunakan dalam proses metabolisme di dalam tubuh tanaman sehingga dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan organ-organ reproduktif (Tirta, 2006).

2.10.1 Mekanisme Penyerapan Fosfat oleh Mikoriza

Peran agronomis yang paling utama mikoriza yang diterima hingga saat ini adalah kemampuan untuk meningkatkan serapan hara tanaman. Penyerapan fosfat pada permukaan akar lebih cepat dari pergerakan fosfat ke permukaan akar, sehingga zona terkurasnya fosfat terjadi di sekitar akar. Hifa yang meluas dari permukaan akar membantu tanaman melintasi zona ini, sehingga dapat menyerap fosfat dari zona yang tidak dapat di capai oleh akar yang tidak bermikoriza (Simanungkalit, 2006).

Proses penyerapan hara oleh mikoriza vaskular arbuskular ke tanaman dibagi menjadi tiga fase; diantaranya (1) absorpsi hara dari tanah oleh hifa eksternal, (2) translokasi hara dari hifa eksternal ke miselium internal dalam akar tanaman inang, (3) pelepasan hara dari miselium internal ke sel-sel akar.



Gambar 2.2 Skema Penyerapan Fosfat oleh Akar Bermikoriza
(Mosse 1986 dalam Simanungkalit, 2006)

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Maret sampai Juli 2014 di Laboratorium Botani dan *Urban Farming*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Pengambilan tanah untuk media tanam dilakukan pada bulan Maret 2014.

3.2 Metode yang Digunakan

3.2.1 Pengambilan tanah untuk media tanam

Pengambilan tanah dilakukan di 3 lokasi yaitu:

- a. Dusun Banangkah, desa Kampek, Kecamatan Burneh, Kabupaten Bangkalan
- b. Desa Karangrejo, Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik;
- c. Desa Bektiharjo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban

Pengambilan media tanah menggunakan metode yang sederhana. Tanah diambil menggunakan sekop dengan kedalaman 0-20 cm dari bagian atas (*top soil*) yang juga merupakan zona rhizosfer bagi tanaman (Putri, 2008).

3.2.2 Analisa tanah

Analisa tanah dilakukan di Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur. Sampel tanah yang dianalisa sebanyak ± 1 kg. Analisa meliputi fisik dan kimia yaitu, tekstur, pH, kandungan C organik, N, P dan K sebagai data pendukung.

3.2.3 Sterilisasi media tanam

Tanah dari masing-masing lokasi dicampur kompos dengan perbandingan 1 : 1. Sterilisasi tanah dilakukan dengan fumigasi yaitu dengan menggunakan formalin 15% yang dimasukkan ke dalam tanah dan diaduk merata. Tanah berformalin dimasukkan ke dalam karung dan ditutup rapat. Setelahnya, tanah diawakan selama 7 hari (Arisusanti, 2013).

3.2.4 Peremajaan isolat bakteri

Isolat bakteri yang digunakan diperoleh dari hasil isolasi pada penelitian yang dilakukan tahun 2013 pada lahan di Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur. Isolat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bakteri penambat nitrogen non simbiotik dan bakteri pelarut fosfat. Masing-masing sub kultur bakteri dilakukan pada medium NA (*Nutrient Agar*) yang telah disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121°C, tekanan 1.5 atm selama 15 menit. Selanjutnya diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam.

3.2.5 Pembuatan pupuk hayati dari bakteri penambat nitrogen

Isolat bakteri *Azotobacter* sp. yang sebelumnya sudah dikultur dalam medium NA (*Nutrient Agar*) sebanyak 15 ml dalam 1 cawan dilarutkan ke dalam larutan molase dan akuades steril dengan perbandingan volume larutan 1 : 6. Setelah itu campuran tersebut dicampurkan ke dalam media pembawa berupa serbuk kayu sebanyak 2 kg yang sebelumnya telah disterilisasi dengan autoklaf selama 60 menit pada suhu 121°C (Muraleedharan *et al.*, 2010). Proses pembuatan pupuk hayati dari bakteri penambat nitrogen siap pakai untuk tanaman ini dilakukan seperti pembuatan kompos organik (Smith *et al.*, 2007) dimana harus selalu dilakukan pengadukan secara berkala selama 2 minggu. Selama proses berlangsung, dilakukan perawatan dengan cara menyirami pupuk dengan akuades steril setiap hari untuk menjaga kelembaban media pembawa dan ditambahkan pupuk urea sebanyak 10 ml satu kali dalam seminggu dan molase sebanyak 10 ml per 1 kg media pembawa setiap tiga hari sekali sebagai penambahan nutrisi. Hal ini dilakukan secara terus menerus hingga terjadi perubahan warna menjadi lebih gelap dan diasumsikan inokulan bakteri telah hidup dalam media pembawa sehingga dapat diaplikasikan pada tanaman. (Nurhidayati *et al.*, 2008).

3.2.6 Pembuatan pupuk hayati dari bakteri pelarut fosfat

Isolat bakteri *Bacillus* sp. yang sebelumnya sudah dikultur dalam medium NA (*Nutrient Agar*) sebanyak 15 ml dalam 1 cawan dilarutkan ke dalam larutan molase dan akuades steril dengan perbandingan volume larutan 1 : 6. Setelah itu campuran tersebut dicampurkan ke dalam media pembawa berupa pupuk kandang sebanyak 2 kg yang sebelumnya telah disterilisasi dengan autoklaf selama 60 menit pada suhu 121°C (Muraleedharan *et al.*, 2010). Proses pembuatan pupuk hayati dari bakteri pelarut fosfat siap pakai untuk tanaman ini dilakukan seperti pembuatan kompos organik dimana harus selalu dilakukan pengadukan secara berkala selama 2 minggu. Selama proses berlangsung, dilakukan perawatan dengan cara menyirami pupuk dengan akuades steril setiap hari untuk menjaga kelembaban media pembawa dan ditambahkan pupuk NPK sebanyak 2 gram satu kali dalam seminggu dan molase sebanyak 10 ml per 1 kg media pembawa setiap tiga hari sekali sebagai penambahan nutrisi. Hal ini dilakukan secara terus menerus hingga terjadi perubahan tekstur pada media pembawa dan diasumsikan inokulan bakteri telah hidup dalam media pembawa sehingga dapat diaplikasikan pada tanaman. (Nurhidayati *et al.*, 2008).

3.2.7 Peremajaan propagul mikoriza

Propagul mikoriza dengan jumlah spora sebanyak 430/50 gram yang diperoleh dari Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang dibiakkan atau diperbanyak lagi dengan menggunakan tanaman inang jagung (*Zea mays*). Media tanam steril dimasukkan ke dalam polibag dengan perbandingan 1:1. Setiap polibag ditanami bibit jagung. Pada masing-masing lubang tanam ditambahkan 10 g propagul mikoriza dan dilakukan pemeliharaan tanaman dengan penyiraman dan penyiangan selama 3 minggu. Kemudian dilakukan *stressing* atau pembiaran tanaman tanpa perawatan untuk menghambat atau menekan pertumbuhan tanaman inang dengan kondisi tertentu sehingga mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman juga mengalami

tekanan. Setelahnya dilakukan *topping* yaitu tanaman dipotong bagian bawah batang hingga tersisa $\frac{3}{4}$ bagian. Pada kondisi ini induk tanaman akan mati. Akar tanaman jagung dicacah dan tanah pada kedalaman 0-20 cm atau zona rhizosfer digunakan sebagai sumber inokulum pupuk hayati mikoriza (Nurhayati, 2012).

3.2.8 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan memasukkan media tanam yang sudah disterilkan ke dalam polibag berukuran 1 k g, kemudian ditambahkan pupuk hayati yang berasal dari isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat, dan propagul mikoriza masing-masing 20 gram pada kedalaman 1 cm dalam media tanam (Espiritu, 2011; Hasanudin *et al.*, 2004) dengan beberapa variasi perlakuan yang dapat dilihat pada tabel 3.1. Biji kacang hijau varietas Vima-1 yang sudah diseleksi dimasukkan ke dalam media tanam tersebut.

3.2.9 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan setiap hari yaitu dengan melakukan penyiraman dan pengendalian hama apabila ditemui tanaman terserang hama. Tanaman kacang hijau disiram setiap pagi hari, sedangkan untuk pengendalian hama dapat dilakukan dengan penyemprotan insektisida *Decis 2,5 EC* dengan dosis 0,5 cc / liter air, untuk penyakit dapat digunakan fungisida *Dithane M 45* dengan dosis 2 gr / liter air (Khairani, 2008).

3.2.10 Parameter pengukuran

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan tanaman secara vegetatif, yaitu :

a. Luas Daun

Pengukuran luas daun menggunakan metode gravimetri. Dimana luas daun digambar pada kertas kosong, kemudian ditimbang. Penghitungan menggunakan berat kertas yang sudah diketahui ukurannya.

b. Tinggi tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dimulai dari pangkal sampai titik tumbuh tanaman dengan menggunakan meteran (Ramadhani, 2009).

c. Diameter batang

Diukur pada pangkal batang dengan menggunakan jangka sorong (Khairani, 2008).

d. Panjang akar

Panjang akar diukur mulai dari pangkal hingga ujung akar.

e. Berat Kering Bintil Akar

Bintil akar tanaman dipisahkan dari akar kemudian dioven dengan suhu 105°C selama 24 jam lalu ditimbang berta keringnya.

f. Berat kering

Seluruh bagian tanaman dioven dengan suhu 105°C selama 24 jam, lalu ditimbang (Khairani, 2008).

3.3 Rancangan Penelitian dan Analisa Data**3.3.1 Rancangan penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor.

Faktor pertama yaitu 4 variasi perlakuan pemberian isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza yang terdiri dari :

N0 = 0 : 0 : 0

N1 = 1 : 1 : 1

N2 = 1 : 2 : 0

N3 = 2 : 0 : 1

N4 = 0 : 1 : 2

Faktor kedua yaitu 3 variasi tanah sebagai media tanam terdiri dari :

L1 = Kabupaten Bangkalan

L2 = Kabupaten Tuban

L3 = Kabupaten Gresik

Tabel 3.1. Kombinasi Pemberian Variasi Isolat Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat, dan Mikoriza dengan Perlakuan Variasi Media Tanam dari Lokasi yang Berbeda.

Perbandingan Isolat Mikroorganisme	Lokasi		
	L1	L2	L3
N0	N0L1	N0L2	N0L3
N1	N1L1	N1L2	N1L3
N2	N2L1	N2L2	N2L3
N3	N3L1	N3L2	N3L3
N4	N4L1	N4L2	N4L3

Keterangan :

N0L1 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 0 : 0 : 0 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Bangkalan (kontrol)

N1L1 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 1 : 1 : 1 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Bangkalan

N2L1 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 1 : 2 : 0 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Bangkalan

N3L1 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 2 : 0 : 1 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Bangkalan

N4L1 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 0 : 1 : 2 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Bangkalan

N0L2 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 0 : 0 : 0 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Tuban (kontrol)

N1L2 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 1 : 1 : 1 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Tuban

N2L2 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : mikoriza yaitu 1 : 2 : 0 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Tuban

- N3L2 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : m ikoriza yaitu 2 : 0 : 1 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Tuban
- N4L2 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : m ikoriza yaitu 0 : 1 : 2 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Tuban
- N0L3 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : m ikoriza yaitu 0 : 0 : 0 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Gresik (kontrol)
- N1L3 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : m ikoriza yaitu 1 : 1 : 1 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Gresik
- N2L3 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : m ikoriza yaitu 1 : 2 : 0 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Gresik
- N3L3 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : m ikoriza yaitu 2 : 0 : 1 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Gresik
- N4L3 : Variasi perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen : bakteri pelarut fosfat : m ikoriza yaitu 0 : 1 : 2 yang diaplikasikan pada sampel tanah dari lokasi Gresik

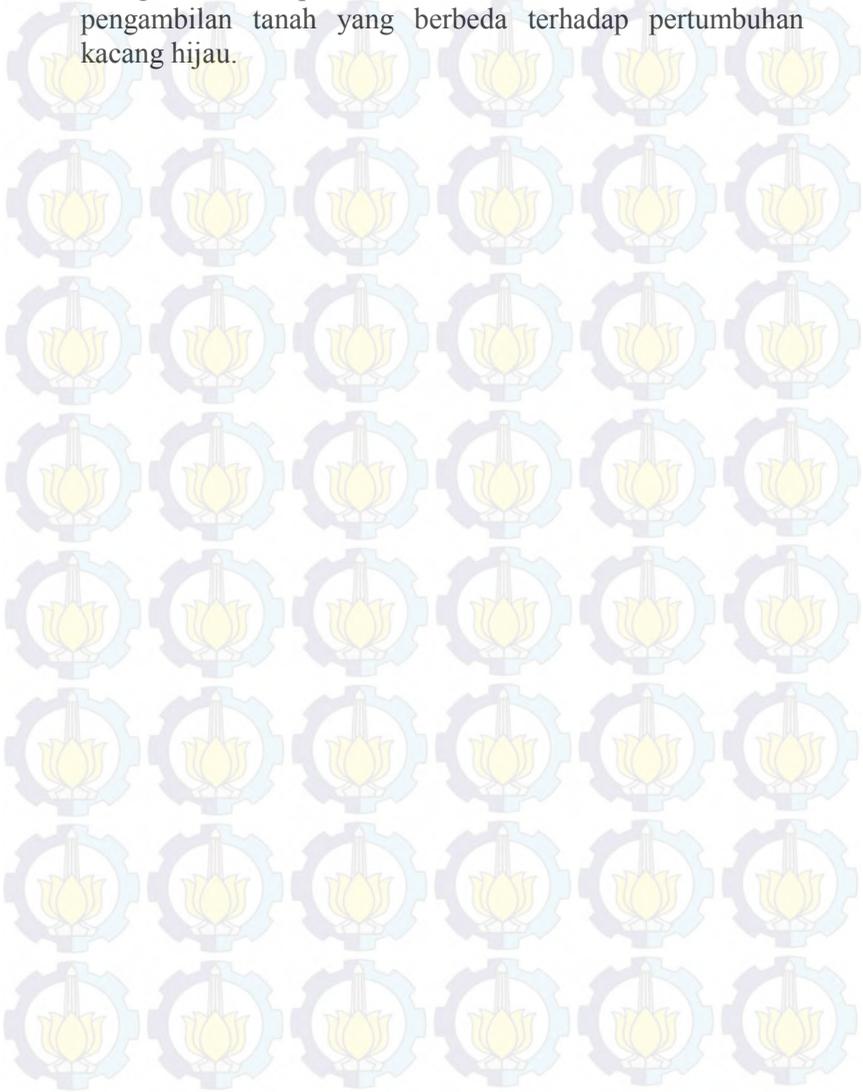
3.3.2 Analisa data

Data hasil pengamatan pertumbuhan tanaman kacang hijau akan diuji dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) *Two Way* dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui apakah ada pengaruh lokasi pengambilan media tanam dan konsentrasi pupuk hayati terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau. Apabila nilai $P < 0,05$ maka akan dilanjutkan Uji *Tukey*.

Hipotesis yang digunakan dan akan diuji dalam penelitian ini yaitu :

H_0 : Tidak ada pengaruh dari variasi perbandingan isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza, serta lokasi pengambilan tanah yang berbeda terhadap pertumbuhan kacang hijau.

H_1 : Ada pengaruh variasi perbandingan isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza, serta lokasi pengambilan tanah yang berbeda terhadap pertumbuhan kacang hijau.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau

Pupuk hayati merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman dalam memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman (Simanungkalit, 2006). Dalam penelitian ini, digunakan bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang sebagai pupuk hayati. Sifat fisika dan sifat kimia tanah yang berbeda-beda akan mempengaruhi keefektifan bakteri dan mikoriza. Uji multilokasi dilakukan untuk mengetahui daya adaptasi dan daya viabilitas bakteri dan mikoriza pada beberapa tanah yang diambil dari lokasi yang berbeda. Analisa sifat fisika dan kimia tanah dilakukan sebelum penanaman untuk mengetahui perbedaan sifat fisika dan sifat kimia pada masing-masing tanah yang diuji. Hasil analisa sifat fisika dan kimia tanah sebelum penanaman dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Karakteristik Sifat Kimia Tanah pada Masing-masing Penggunaan Lahan

Lokasi Pengambilan Tanah	Sifat Kimia Tanah				
	pH	Kapasitas Tukar Kation	C-Organik (ppm)	N-Total (%)	P ₂ O ₅ (ppm)
Bangkalan (L1)	8,61	0,35	0,95 SR	0,11 R	4 SR
Tuban (L2)	8,07	0,81	2,70 S	0,30 S	49 T
Gresik (L3)	8,35	0,35	2,04 S	0,25 S	69 ST

Keterangan: Kriteria T = Tinggi, S = Sedang, R = Rendah, ST = Sangat Tinggi, SR = Sangat Rendah (Hardjowigeno, 1995)

Tabel 4.2 Karakteristik Sifat Fisika Tanah pada Masing-masing Lokasi

Lokasi Pengambilan Tanah	Pasir	Debu	Liat	Klas
	(%)			
Bangkalan (L1)	10	86	4	Lempung Berdebu
Tuban (L2)	8	60	32	Lempung Berdebu
Gresik (L3)	17	49	34	Lempung Liat Berdebu

Pertumbuhan tanaman menunjukkan telah terjadi pembelahan dan pembesaran sel. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (genetik). Salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan adalah unsur hara. Pemberian pupuk hayati ke dalam tanah akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara dalam tanah. Kandungan unsur hara tersebut diserap oleh akar tanaman sebagai nutrisi untuk proses fotosintesis (Nugrahani, 2012). Hasil proses fotosintesis inilah yang akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau. Pertumbuhan yang diamati meliputi luas daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, berat kering bintil akar, dan berat kering total.

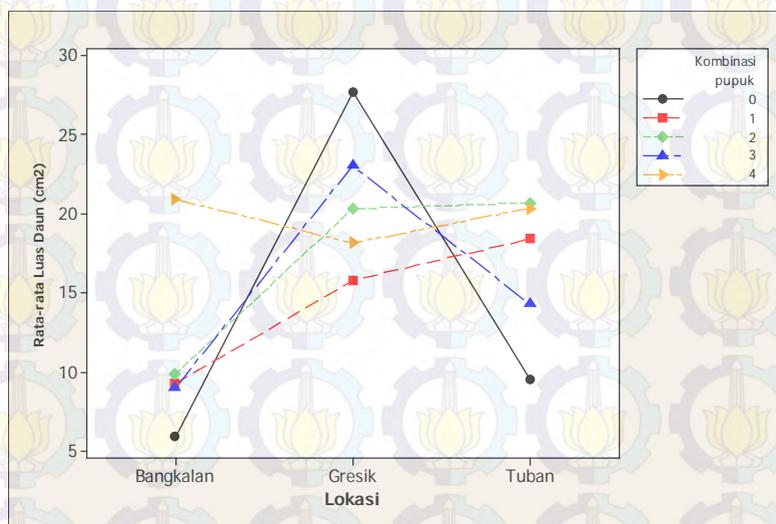
4.1.1 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Luas Daun Kacang Hijau

Daun merupakan organ fotosintetik utama dalam tubuh tanaman, dimana terjadi proses perubahan energi cahaya menjadi energi kimia. Dengan peningkatan luas daun akan meningkatkan proses fotosintesis yang akhirnya dapat meningkatkan produksi tanaman.

Tabel 4.3 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Luas Daun Kacang Hijau (*Vigna radiata*).

Kombinasi Isolat Mikroorganisme (N)	Perlakuan Lokasi (cm ²)		
	L1	L2	L3
N0	5,90 ^c	9,53 ^{bc}	27,66 ^a
N1	9,30 ^{bc}	18,41 ^{abc}	15,80 ^{abc}
N2	9,86 ^{bc}	20,70 ^{abc}	20,32 ^{abc}
N3	9,03 ^{bc}	14,32 ^{abc}	23,04 ^{ab}
N4	20,91 ^{ab}	20,35 ^{abc}	18,15 ^{abc}

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Luas Daun Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Keterangan Gambar : Komposisi (BPN : B PF : M ikoriza) untuk perlakuan :

N0L1= (0 : 0 : 0) pada lokasi Bangkalan	N3L2 = (2 : 0 : 1) pada lokasi Tuban
N1L1= (1 : 1 : 1) pada lokasi Bangkalan	N4L2 = (0 : 1 : 2) pada lokasi Tuban
N2L1= (1 : 2 : 0) pada lokasi Bangkalan	N0L3 = (0 : 0 : 0) pada lokasi Gresik
N3L1= (2 : 0 : 1) pada lokasi Bangkalan	N1L3 = (1 : 1 : 1) pada lokasi Gresik
N4L1= (0 : 1 : 2) pada lokasi Bangkalan	N2L3 = (1 : 2 : 0) pada lokasi Gresik
N0L2 = (0 : 0 : 0) pada lokasi Tuban	N3L3 = (2 : 0 : 1) pada lokasi Gresik
N1L2 = (1 : 1 : 1) pada lokasi Tuban	N4L3 = (0 : 1 : 2) pada lokasi Gresik
N2L2 = (1 : 2 : 0) pada lokasi Tuban	

Hasil uji analisa statistik ANOVA menunjukkan bahwa interaksi perlakuan pemberian pupuk hayati dengan lokasi pengambilan tanah berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan luas daun dimana nilai P adalah sebesar 0,004 atau kurang dari 0,05. Hasil *Tukey* menunjukkan luas daun tertinggi yaitu pada perlakuan N0L3 dan terendah yaitu pada perlakuan N0L1 dimana hasil uji interaksi antara pupuk hayati dengan lokasi tanah keduanya menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil pengukuran parameter luas daun dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Berdasarkan Gambar 4.1 kecenderungan kombinasi isolat mikroorganismenya berpengaruh pada semua lokasi. Pemberian isolat mikroorganismenya pada lokasi tersebut menunjukkan pengaruh yang signifikan dibandingkan yang tidak diberi perlakuan (N0), kecuali pada lokasi Gresik. Kelompok perlakuan pada lokasi Gresik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, demikian juga bila dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang lain pada lokasi Bangkalan dan Tuban. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi fisika dan kimia tanah pada masing-masing lokasi. Hasil uji analisa tanah menunjukkan bahwa lokasi Bangkalan dan Tuban termasuk dalam kategori

lempung berdebu, sedangkan Gresik termasuk dalam kategori lempung liat berdebu. Suwarno (2011) menyebutkan tekstur tanah yang paling ideal bagi tanah pertanian adalah tekstur lempung berdebu yang terdiri dari : a ir tanah 25%, udara tanah 25%, mineral 45% dan bahan organik 5%. Jika tekstur tanah baik, maka akan berpengaruh pada porositas atau aerasi tanah. Kondisi fisik tanah yang berbeda-beda akan mempengaruhi keefektifan bakteri dan mikoriza. Semakin rapat tekstur tanah maka akan semakin sulit terjadi pertukaran gas dalam tanah. Mikroorganisme membutuhkan oksigen untuk hidup. Kondisi fisik yang kurang mendukung inilah yang akan mempengaruhi kerja mikroorganisme dalam tanah.

Berdasarkan Gambar 4.1, kombinasi perlakuan N4 yaitu dengan perbandingan BPN : BPF : Mikoriza adalah sebesar 0 : 1 : 2 menunjukkan luas daun tertinggi pada lokasi Bangkalan. Kombinasi BPF dan mikoriza menunjukkan bahwa mikoriza dapat meningkatkan hara yang tidak bergerak seperti unsur fosfat (Bolan 1991 dalam Hasanudin 2004). Menurut Munir (2013), kombinasi BPF dan mikoriza mampu meningkatkan fosfatase dalam tanah. Penyerapan fosfat pada permukaan akar menjadi lebih cepat, sehingga zona terkurasnya fosfat terjadi di sekitar akar. Hifa yang meluas dari permukaan akar membantu tanaman melintasi zona ini, sehingga dapat menyerap fosfat dari zona yang tidak dapat dicapai oleh akar yang tidak bermikoriza. Dalam tanaman, P merupakan unsur penting penyusun adenosin triphosphate (ATP) yang secara langsung berperan dalam proses penyimpanan dan transfer energi yang terkait dalam proses metabolisme tanaman. Unsur hara dan air yang diserap tanaman akan digunakan dalam proses metabolisme tanaman, khususnya meningkatkan proses fotosintesis sehingga fotosintat yang dihasilkan sebagian ditranslokasikan untuk penambahan luas daun. Lakitan (2004) dalam Hartanti (2008) mengemukakan bahwa perkembangan dan peningkatan ukuran daun dipengaruhi oleh ketersediaan air dan unsur hara. Hal ini dikarenakan air dan unsur hara yang terlarut akan diangkut ke bagian atas tanaman dan sebagian lagi akan digunakan untuk meningkatkan tekanan turgor sel daun. Interaksi yang terjadi antara tanaman dengan

mikoriza merupakan simbiosis mutualisme dimana mikoriza membantu penyerapan unsur hara pada tanaman, sedangkan mikoriza mendapatkan nutrisi dari tanaman inang untuk mendukung pertumbuhannya.

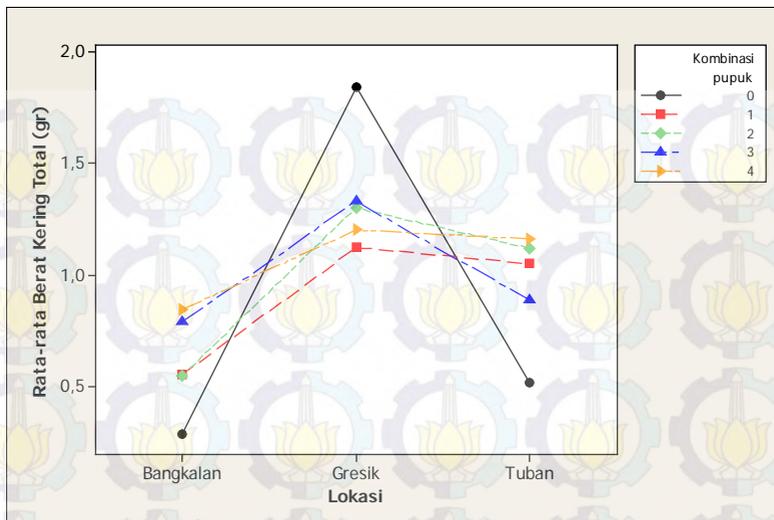
4.1.2 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Berat Kering Total Kacang Hijau

Produksi tanaman lebih akurat dinyatakan dengan ukuran berat kering daripada dengan berat basah, karena berat basah sangat dipengaruhi oleh kelembaban (Sitompul dan Guritno, 1995). Hasil berat kering merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis mengakibatkan peningkatan berat kering tanaman karena pengambilan CO₂ sedangkan respirasi mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran CO₂. Dari berat kering dapat diketahui hasil fotosintesis yang terdapat pada tanaman.

Tabel 4.4 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Rata-rata Berat Kering Total Kacang Hijau (*Vigna radiata*).

Kombinasi Isolat Mikroorganisme (N)	Perlakuan Lokasi (gr)		
	L1	L2	L3
N0	0,289 ^c	0,52 ^{bc}	1,841 ^a
N1	0,554 ^{bc}	1,051 ^{abc}	1,123 ^{abc}
N2	0,55 ^{bc}	1,121 ^{abc}	1,301 ^{ab}
N3	0,789 ^{bc}	0,888 ^{abc}	1,331 ^{ab}
N4	0,846 ^{bc}	1,163 ^{abc}	1,202 ^{abc}

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Rata-rata Berat Kering Total Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Keterangan Gambar : Komposisi (BPN : B PF : M ikoriza) untuk perlakuan :

N0L1= (0 : 0 : 0) pada lokasi Bangkalan

N1L1= (1 : 1 : 1) pada lokasi Bangkalan

N2L1= (1 : 2 : 0) pada lokasi Bangkalan

N3L1= (2 : 0 : 1) pada lokasi Bangkalan

N4L1= (0 : 1 : 2) pada lokasi Bangkalan

N0L2 = (0 : 0 : 0) pada lokasi Tuban

N1L2 = (1 : 1 : 1) pada lokasi Tuban

N2L2 = (1 : 2 : 0) pada lokasi Tuban

N3L2 = (2 : 0 : 1) pada lokasi Tuban

N4L2 = (0 : 1 : 2) pada lokasi Tuban

N0L3 = (0 : 0 : 0) pada lokasi Gresik

N1L3 = (1 : 1 : 1) pada lokasi Gresik

N2L3 = (1 : 2 : 0) pada lokasi Gresik

N3L3 = (2 : 0 : 1) pada lokasi Gresik

N4L3 = (0 : 1 : 2) pada lokasi Gresik

Hasil uji statistik ANOVA menunjukkan interaksi pemberian kombinasi pupuk hayati dan lokasi pengambilan sampel tanah berpengaruh signifikan terhadap berat kering total tanaman kacang hijau, dengan nilai P yaitu 0,026. Hasil *Tukey* menunjukkan berat kering tertinggi yaitu pada perlakuan N0L3 dan terendah yaitu pada perlakuan N0L1 dimana hasil uji interaksi antara pupuk hayati dengan lokasi tanah keduanya menunjukkan perbedaan yang signifikan.

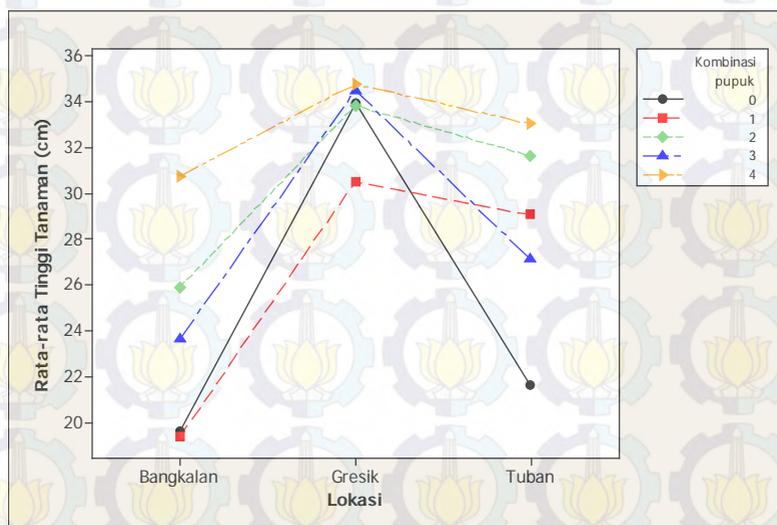
Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.2 menunjukkan berat kering total tanaman kacang hijau dalam beberapa jenis perlakuan yang berbeda. Berat kering total tertinggi tanaman adalah pada perlakuan N0L3 yaitu sebesar 1,841 gr sedangkan berat kering total terendah adalah pada perlakuan N0L1 yaitu sebesar 0,289 gr. Perlakuan N0L3 yaitu perlakuan yang menggunakan media tanam dari lokasi tanah Gresik dengan tanpa diberi pupuk hayati, sedangkan perlakuan N0L1 yaitu perlakuan yang menggunakan media tanam dari lokasi tanah Bangkalan juga tanpa diberi pupuk hayati. Hasil ini sejalan dengan pengukuran pada parameter luas daun. Dengan peningkatan luas daun akan meningkatkan proses fotosintesis yang akhirnya dapat meningkatkan produksi tanaman. Fotosintesis yang berjalan efektif juga akan meningkatkan biomassa tanaman. Biomassa berasal dari pemupukan fotosintat pada sel dan jaringan. Lakitan (2004) menyatakan bahwa dengan semakin banyaknya bahan kering yang terbentuk akibat besarnya penumpukan fotosintat akan menentukan pula besarnya distribusi fotosintat (pengalihan biomassa) ke bagian tanaman.

4.1.3 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Tinggi Tanaman Kacang Hijau

Tanaman setiap waktu terus tumbuh yang menunjukkan telah terjadi pembelahan dan pembesaran sel. Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, fisiologi dan genetika tanaman (Mohamad, 2013).

Tabel 4.5 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Tinggi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata*).

Kombinasi Isolat Mikroorganisme (N)	Perlakuan Lokasi		
	L1	L2	L3
N0	19,63 cm	29,07 cm	33,93 cm
N1	19,37 cm	31,63 cm	30,53 cm
N2	25,90 cm	27,13 cm	33,83 cm
N3	23,63 cm	33,03 cm	34,50 cm
N4	30,77 cm	33,93 cm	34,77 cm



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Tinggi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata*).

Keterangan Gambar : Komposisi (BPN : B PF : M ikoriza) untuk perlakuan :

N0L1= (0 : 0 : 0) pada lokasi Bangkalan

N1L1= (1 : 1 : 1) pada lokasi Bangkalan

N2L1= (1 : 2 : 0) pada lokasi
Bangkalan

N3L1= (2 : 0 : 1) pada lokasi
Bangkalan

N4L1= (0 : 1 : 2) pada lokasi
Bangkalan

N0L2 = (0 : 0 : 0) pada lokasi
Tuban

N1L2 = (1 : 1 : 1) pada lokasi
Tuban

N2L2 = (1 : 2 : 0) pada lokasi
Tuban

N3L2 = (2 : 0 : 1) pada lokasi
Tuban

N4L2 = (0 : 1 : 2) pada lokasi
Tuban

N0L3 = (0 : 0 : 0) pada lokasi
Gresik

N1L3 = (1 : 1 : 1) pada lokasi
Gresik

N2L3 = (1 : 2 : 0) pada lokasi
Gresik

N3L3 = (2 : 0 : 1) pada lokasi
Gresik

N4L3 = (0 : 1 : 2) pada lokasi
Gresi

Hasil uji analisa statistik ANOVA menunjukkan interaksi antara kombinasi pupuk hayati dan lokasi pengambilan tanah tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau. Dari hasil tersebut menunjukkan nilai P adalah sebesar 0,114. Tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan interaksi pemberian kombinasi pupuk hayati dan lokasi pengambilan tanah maupun tanpa perlakuan terhadap tinggi tanaman kacang hijau. Hal ini dapat disebabkan oleh lingkungan tumbuh atau faktor eksternal yang sama terutama dalam hal penerimaan sinar matahari. Sinar matahari selain berguna untuk proses fotosintesis juga dapat merangsang hormon tumbuh auksin (Rosniawaty, 2005).

Namun hasil uji ANOVA menunjukkan faktor pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau. Hasil *Tukey* menunjukkan kombinasi pemberian pupuk hayati tertinggi yaitu pada perlakuan N4, dimana perlakuan ini menggunakan perbandingan komposisi Isolat *Azotobacter* : *Bacillus* : Mikoriza sebesar 0 : 1 : 2. Kedua isolat mikroorganisme ini berperan dalam pelarutan unsur P yang dibutuhkan tanaman. Kombinasi BPF dan mikoriza menunjukkan bahwa mikoriza dapat meningkatkan hara yang tidak bergerak seperti unsur fosfat (Bolan 1991 dalam Hasanudin 2004). Hasil uji fosfat yang terukur dalam bentuk P_2O_5 . Menurut Fitriatin (2008), kombinasi BPF dan mikoriza mampu meningkatkan

fosfatase dalam tanah. Penyerapan fosfat pada permukaan akar menjadi lebih cepat sehingga membantu pembentukan jaringan dan pertumbuhan tinggi tanaman (Widawati dan Sulasih, 2006).

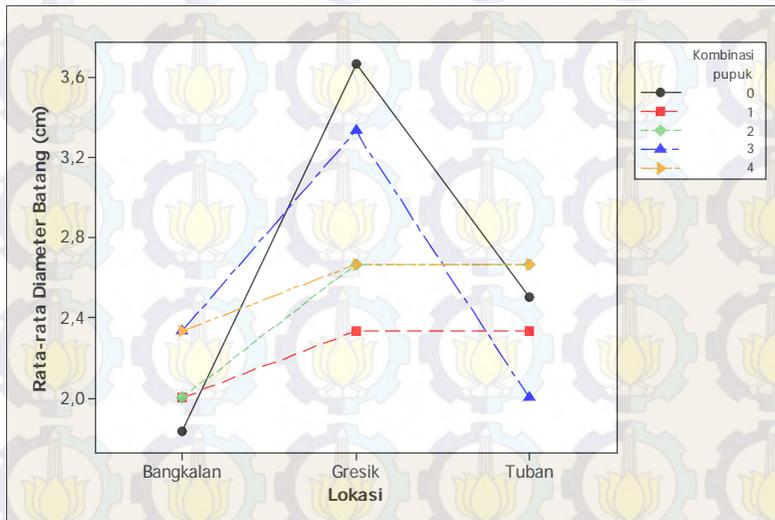
Hasil uji ANOVA juga menunjukkan faktor lokasi pengambilan tanah berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman kacang hijau. Dapat dilihat pada Gambar 4.2 dari ketiga lokasi, tanah Gresik cenderung menunjukkan hasil yang paling baik untuk pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau, kedua Tuban dan terendah adalah Bangkalan. Hal ini dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia dari masing-masing tanah. Pada kondisi tanah Gresik fosfat yang tersedia dalam tanah sebesar 69 ppm dalam kategori sangat tinggi dan nitrogen sebesar 0,25 % yang tergolong dalam kategori sedang. Unsur P termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk tanaman, sehingga ketersediaannya dalam tanah memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Widawati dan Sulasih, 2006).

4.1.4 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Diameter Batang Kacang Hijau

Parameter lain yang merupakan parameter pertumbuhan vegetatif tanaman adalah diameter batang. Diameter batang menunjukkan pertumbuhan tanaman secara lateral.

Tabel 4.6 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Diameter Batang Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Kombinasi Isolat Mikroorganisme (N)	Perlakuan Lokasi		
	L1	L2	L3
N0	1,83 cm	2,5 cm	3,67 cm
N1	2 cm	2,33 cm	2,33 cm
N2	2 cm	2,67 cm	2,67 cm
N3	2,33 cm	2 cm	3,33 cm
N4	2,33 cm	2,67 cm	2,67 cm



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Diameter Batang Kacang Hijau (*Vigna radiata*).

Keterangan Gambar : Komposisi (BPN : B PF : M ikoriza) untuk perlakuan :

N0L1= (0 : 0 : 0) pada lokasi
Bangkalan

N1L1= (1 : 1 : 1) pada lokasi
Bangkalan

N2L1= (1 : 2 : 0) pada lokasi
Bangkalan

N3L1= (2 : 0 : 1) pada lokasi
Bangkalan

N4L1= (0 : 1 : 2) pada lokasi
Bangkalan

N0L2 = (0 : 0 : 0) pada lokasi
Tuban

N1L2 = (1 : 1 : 1) pada lokasi
Tuban

N2L2 = (1 : 2 : 0) pada lokasi
Tuban

N3L2 = (2 : 0 : 1) pada lokasi
Tuban

N4L2 = (0 : 1 : 2) pada lokasi
Tuban

N0L3 = (0 : 0 : 0) pada lokasi
Gresik

N1L3 = (1 : 1 : 1) pada lokasi
Gresik

N2L3 = (1 : 2 : 0) pada lokasi
Gresik

N3L3 = (2 : 0 : 1) pada lokasi
Gresik

N4L3 = (0 : 1 : 2) pada lokasi
Gresik

Hasil uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh signifikan antara pemberian kombinasi pupuk hayati dengan lokasi pengambilan tanah terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman kacang hijau. Nilai P adalah sebesar 0,067. Tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan interaksi pemberian kombinasi pupuk hayati dan lokasi pengambilan tanah maupun tanpa perlakuan terhadap diameter batang tanaman kacang hijau. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor yang mempengaruhi pertumbuhan batang. Pertumbuhan diameter batang merupakan pertumbuhan sekunder kacang hijau dimana yang berperan adalah sel-sel meristem sekunder yaitu kambium dan kambium gabus. Pertumbuhan ini yang menyebabkan membesarnya ukuran diameter batang tumbuhan. Faktor cahaya juga dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter batang. Sinar matahari selain berguna untuk proses fotosintesis juga dapat merangsang hormon tumbuh auksin (Rosniawaty, 2005).

Namun hasil uji ANOVA menunjukkan faktor lokasi pengambilan tanah berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman kacang hijau. Menurut Hardjowigono (1992), tanah merupakan salah satu faktor penting dalam pertumbuhan tanaman karena fungsinya sebagai penyedia unsur

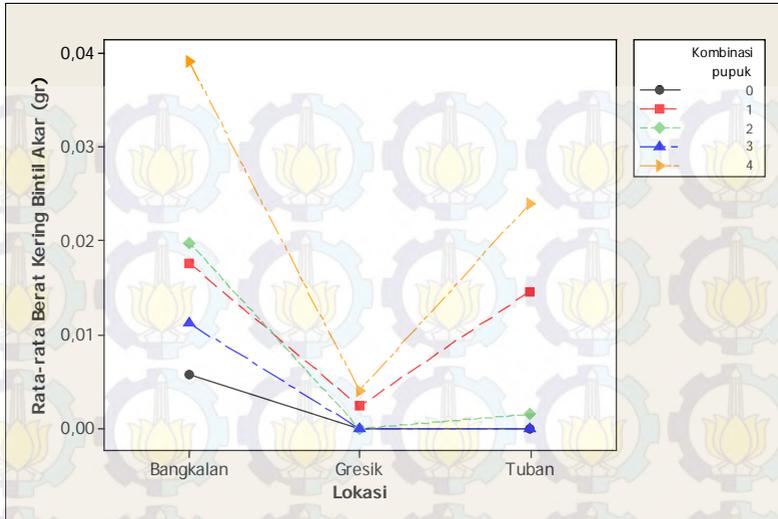
hara. Berdasarkan Tabel 4.6 dan grafik 4.4 dapat dilihat rata-rata diameter batang tanaman kacang hijau cenderung menunjukkan hasil yang paling baik pada lokasi Gresik. Perkembangan diameter batang bergantung pada ketersediaan unsur hara di dalam tanah, terutama P yang berperan dalam pembelahan dan perkembangan sel-sel tanaman. Hal yang sama dijelaskan Lakitan (2004) yang menyatakan bahwa fosfat terlibat dalam pembelahan dan pembentukan sel-sel akar dan batang tanaman (Hartanti, 2008).

4.1.5 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Berat Kering Bintil Akar Kacang Hijau

Bintil akar berperan penting dalam proses pengikatan N pada tumbuhan leguminoceae, dimana unsur N merupakan makro nutrisi untuk pertumbuhan tanaman, sehingga bintil akar sangat berperan penting dalam pertumbuhan tanaman leguminoceae. Bintil akar mengandung kompleks enzim nitrogenase yang akan mereduksi N di udara menjadi bentuk yang tersedia untuk tanaman. Enzim nitrogenase terkandung dalam bintil akar yang efektif terlihat dari ciri warna merah pada korteks bintil akar yang menandakan adanya aktivitas nitrogenase.

Tabel 4.7 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Berat Kering Bintil Akar Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Kombinasi Isolat Mikroorganisme (N)	Perlakuan Lokasi		
	L1	L2	L3
N0	0,006 gr	0 gr	0 gr
N1	0,018 gr	0,015 gr	0,002 gr
N2	0,020 gr	0,002 gr	0 gr
N3	0,011 gr	0 gr	0 gr
N4	0,039 gr	0,024 gr	0,004 gr



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganismen dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Rata-rata Berat Kering Bintil Akar Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Keterangan Gambar : Komposisi (BPN : B PF : M ikoriza) untuk perlakuan :

N0L1= (0 : 0 : 0) pada lokasi Bangkalan

N1L1= (1 : 1 : 1) pada lokasi Bangkalan

N2L1= (1 : 2 : 0) pada lokasi Bangkalan

N3L1= (2 : 0 : 1) pada lokasi Bangkalan

N4L1= (0 : 1 : 2) pada lokasi Bangkalan

N0L2 = (0 : 0 : 0) pada lokasi Tuban

N1L2 = (1 : 1 : 1) pada lokasi Tuban

N2L2 = (1 : 2 : 0) pada lokasi Tuban

N3L2 = (2 : 0 : 1) pada lokasi Tuban

N4L2 = (0 : 1 : 2) pada lokasi Tuban

N0L3 = (0 : 0 : 0) pada lokasi Gresik

N1L3 = (1 : 1 : 1) pada lokasi Gresik

N2L3 = (1 : 2 : 0) pada lokasi Gresik

N3L3 = (2 : 0 : 1) pada lokasi Gresik

N4L3 = (0 : 1 : 2) pada lokasi Gresik

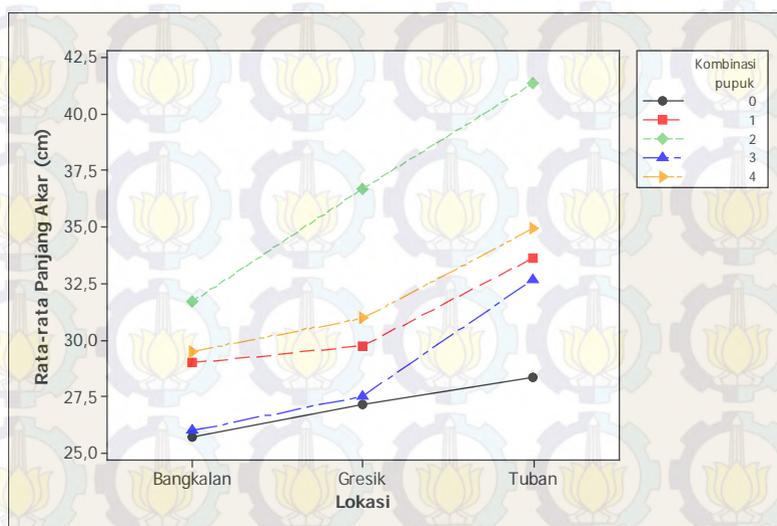
Hasil uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa interaksi kombinasi pupuk hayati dan lokasi pengambilan sampel tanah tidak berpengaruh signifikan terhadap berat kering bintil akar tanaman kacang hijau, dengan nilai P sebesar 0,178. Selain karena faktor nutrisi dan unsur hara tanah, pembentukan bintil akar menurut Roughley (2008) juga dipengaruhi oleh pertukaran gas dalam tanah (aerasi). Semakin rapat tekstur tanah maka akan semakin sulit terjadi pertukaran gas, sehingga memperkecil pembentukan bintil akar. Hal ini juga didukung oleh hasil uji ANOVA yang menunjukkan lokasi pengambilan tanah berpengaruh nyata terhadap berat kering bintil akar. Berdasarkan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa rata-rata berat kering bintil akar pada lokasi Bangkalan menunjukkan hasil yang paling tinggi, sedangkan lokasi Gresik menunjukkan hasil yang terendah. Suwarno (2011) menyebutkan tekstur tanah yang paling ideal bagi tanah pertanian adalah tekstur lempung berdebu. Hal ini didukung hasil uji analisa fisika tanah yang menyebutkan untuk tanah lokasi Bangkalan dan Tuban merupakan kategori tanah lempung berdebu. Sedangkan lokasi tanah Gresik merupakan kategori tanah lempung liat berdebu. Semakin baik tekstur tanah bagi media tumbuh tanaman, maka kehidupan mikroorganisme tanah juga meningkat sehingga pertumbuhan tanaman juga meningkat.

4.1.6 Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Panjang Akar Kacang Hijau

Akar merupakan struktur tanaman yang terdapat di dalam tanah. Akar sebagai tempat masuknya mineral (unsur hara) dari tanah menuju ke seluruh bagian tumbuhan. Akar merupakan kelanjutan sumbu tumbuhan yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman.

Tabel 4.8 Data Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Panjang Akar Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Kombinasi Isolat Mikroorganisme (N)	Perlakuan Lokasi		
	L1	L2	L3
N0	25,73 cm	28,33 cm	27,17 cm
N1	29 cm	33,63 cm	29,73 cm
N2	31,70 cm	41,37 cm	36,70 cm
N3	26 cm	32,67 cm	27,50 cm
N4	29,50 cm	34,93 cm	30,97 cm



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Perbandingan Isolat Mikroorganisme dan Lokasi Pengambilan Tanah terhadap Pertumbuhan Rata-rata Panjang Akar Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Keterangan Gambar : Komposisi (BPN : B PF : M ikoriza) untuk perlakuan :

N0L1= (0 : 0 : 0) pada lokasi
Bangkalan

N1L1= (1 : 1 : 1) pada lokasi
Bangkalan

N2L1= (1 : 2 : 0) pada lokasi
Bangkalan

N3L1= (2 : 0 : 1) pada lokasi
Bangkalan

N4L1= (0 : 1 : 2) pada lokasi
Bangkalan

N0L2 = (0 : 0 : 0) pada lokasi
Tuban

N1L2 = (1 : 1 : 1) pada lokasi
Tuban

N2L2 = (1 : 2 : 0) pada lokasi
Tuban

N3L2 = (2 : 0 : 1) pada lokasi
Tuban

N4L2 = (0 : 1 : 2) pada lokasi
Tuban

N0L3 = (0 : 0 : 0) pada lokasi
Gresik

N1L3 = (1 : 1 : 1) pada lokasi
Gresik

N2L3 = (1 : 2 : 0) pada lokasi
Gresik

N3L3 = (2 : 0 : 1) pada lokasi
Gresik

N4L3 = (0 : 1 : 2) pada lokasi
Gresik

Hasil uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa interaksi antara kombinasi pupuk hayati dan lokasi pengambilan tanah tidak berpengaruh signifikan terhadap panjang akar tanaman kacang hijau, dengan nilai P sebesar 1,00. Hal ini dapat disebabkan tanaman menggunakan fungsi akar dalam penyerapan air dan unsur hara secara optimal tanpa pengaruh interaksi mikroorganisme dengan lokasi pengambilan sampel tanah. Distribusi fotosintat lebih digunakan tumbuhan pada proses pembentukan bagian vegetatif atas. Berdasarkan Tabel 4.8 dan grafik 4.6 dapat dilihat rata-rata panjang akar tanaman kacang hijau tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil pengukuran panjang akar masih dalam *range* angka yang berdekatan dan tidak berpengaruh nyata.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

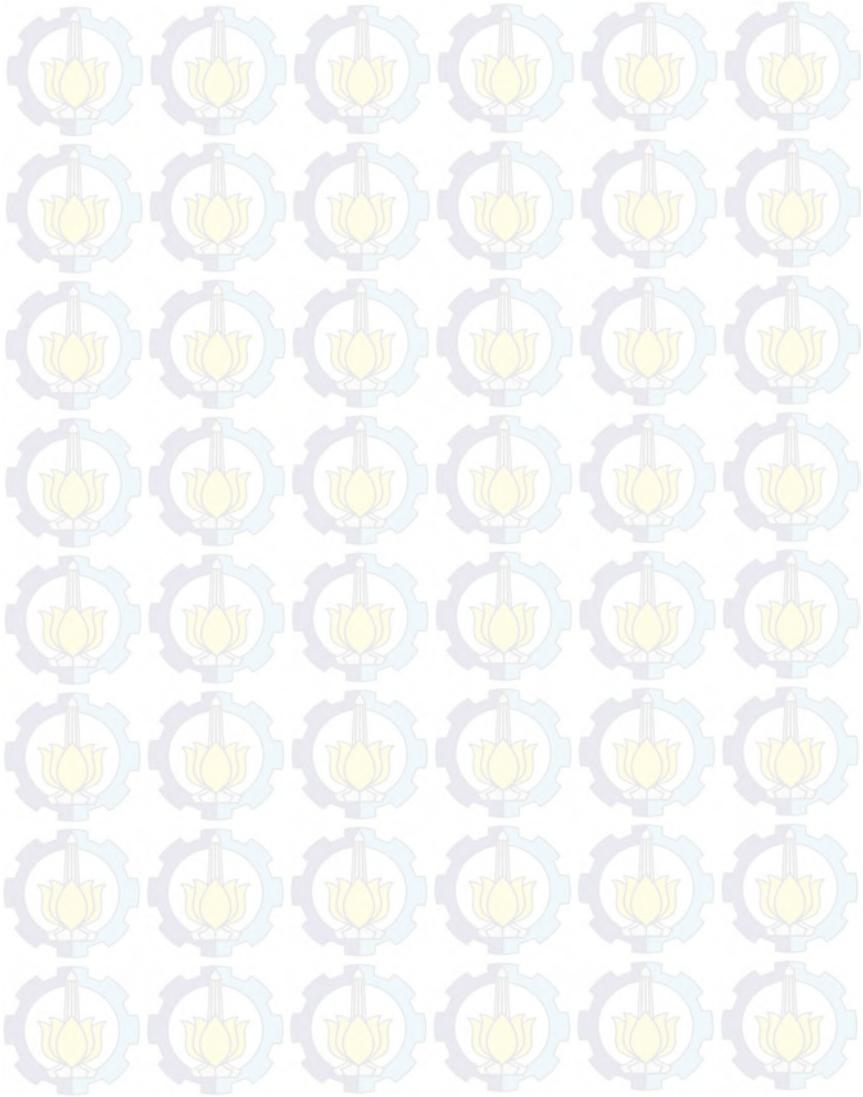
5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara isolat mikroorganismen dan lokasi pengambilan sampel berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan luas daun dan berat kering total tanaman kacang hijau dengan masing-masing nilai P adalah 0,004 dan 0,026, sedangkan pada pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar dan berat kering bintil akar tidak berpengaruh signifikan.

5.2 Saran

Untuk mengetahui interaksi antara pemberian isolat mikroorganismen dan lokasi pengambilan tanah terhadap pertumbuhan tanaman lebih lanjut maka perlu dilakukan pengukuran produktivitas tanaman kacang hijau.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR PUSTAKA

Arisusanti, Ratna Juwita. 2013. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman *Dahlia pinnata*. **Jurnal Sains dan Seni POMITS**. 2(2): 69-73

Badan Intelegen Negara (BIN). 2012. **Prediksi dan Tantangan Sektor Pertanian Indonesia Tahun 2013**. <<http://www.bin.go.id/wawasan/detil/155/3/29/10/2012/prediksi-dan-tantangan-sektor-pertanian-indonesia-tahun-2013>>. [1 Juni 2014].

Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. **Luas Panen, Produktivitas, Produksi Tanaman Kacang Hijau Seluruh Provinsi di Indonesia**. <<http://www.bps.go.id>>. [9 Maret 2014].

Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). 2013. **Varietas Unggul Kacang Hijau**. <<http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/varietas-unggul/vu-kacang-hijau.html>>. [15 Maret 2014].

Espiritu, B. M. 2011. Use of compost with microbial inoculation in container media for mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) and pechay (*Brassica napus* L.). **J. ISSAAS** 17: 160-168.

Gardner, F. P et al. 1991. **Fisiologi Tanaman Budidaya**. Jakarta: UI-Press.

Gemayel, Evan Louis. 2008. Studi Pengaruh Pemberian Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap Beberapa Varietas Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada media Sub-Optimum. **Skripsi**. Medan : Program Studi Pemuliaan Tanaman, Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Hamastuti, Hita dkk.,2012. Peran Mikroorganisme *Azotobacter Chroococcum*, *Pseudomonas Fluorescens*, dan *Aspergillus Niger* pada Pembuatan Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu. **Jurnal Teknik POMITS** 1: 1-5.

Hardjowigeno, S. 1995. **Ilmu Tanah**. Akademika Pressindo, Jakarta.

Hartanti, Ima. 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza dan *Rock Phosphate* Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). **Jurnal Bioteknologi**. 1: 1-14.

Hasanudin, dan Gonggo, B.M. 2004. Pemanfaatan mikrobial pelarut fosfat dan mikoriza untuk perbaikan fosfor tersedia, serapan fosfor tanah (ultisol) dan hasil jagung (pada ultisol). **Jurnal Ilmu – Ilmu Pertanian Indonesia** 6: 8-13.

Hasnah dan Susanna. 2010. Aplikasi Pupuk Hayati dan Kandang untuk Pengendalian Lalat Bibit pada Tanaman Kedelai (Application of Biofertilizer and Manure to Control Bean Fly in Soybean). **Jurnal Floratek** 5: 103-112.

Hatmanti, Ariani. 2000. Pengenalan *Bacillus sp.* **Jurnal Oseana**. 25(1): 31-41

Hermansyah et al. 2009. Karakteristik Agroekologi Garut Pulau Madura. **Jurnal Agrovigor** 2(2): 59-66.

Khairani, Liza. 2008. Respon Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau pada beberapa Komposisi Lumpur Kering Limbah Domestik sebagai Media Tanam. **Skripsi**. Medan: Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Lakitan, B. 2004. **Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan**. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Lestari, Giatmi Wahyu dkk. 2008. Pertumbuhan, Kandungan Klorofil, dan Laju Respirasi Tanaman *Maranta arundinacea* setelah pemberian Asam Giberelat. **Jurnal Bioteknologi** 5 (1): 1-9.

Mohamad, Risnawaty. 2014. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica Rapa L.*) Akibat Pemberian Pupuk Kotoran Sapi Olahan Biogas di Kelurahan Dulomo Utara Kecamatan Kota Utara Kota Gorontalo. **Sikripsi**. Universitas Negeri Gorontalo.

Morton, F., Smith, R.E., Poehlman, J.M. 1982. **The Mungbean**. Puerto Rico: Special Publication of the College of Agricultural Science, Department of Agronomy and Soils Mayaguez.

Munir, Misbach. 2013. Potensi Pupuk Hijau Organik sebagai Unsur Kestabilan Kesuburan Tanah. **Jurnal Agroekologi**. 1:1-17

Muraleedharan, H., Seshadri, S., dan Perumal, K. 2010. **Biofertilizer (Phosphobacteria)**. Chennai: Shri AMM Murugappa Chettiar Research Centre Taramani.

Nugrahani, Oktia. 2012. Pengaruh Berbagai Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Sendok dengan Budidaya secara Ramah Lingkungan. **Jurnal Agric** 24(1) :29-34.

Nurhayati. 2012. Infektivitas Mikoriza pada Berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum (Mycorrhizal Infektiveness in Types of Host Plants and Source of Inoculum). **Jurnal Floratek** 7: 25-31.

Nurhayati, Hesti. 2006. Isolasi dan Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik dari Lahan Kering Masam. **Skripsi**. Malang: Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN).

Nurhidayati, T., dan Hidayati, T. 2008. Potensi Rhizobium dan Mikoriza Arbuskula dalam Efisiensi Penyerapan Nutrien sebagai

Upaya Peningkatan Produktivitas Kacang Hijau (*Vigna radiata*) Pada Lahan Pesisir. **Penelitian Dosen Muda (LITMUD)**. Jakarta: Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi.

Nurmalasari, Dwi Putri. 2012. Analisis Resiko Usaha Penanaman Komoditas Palawija Pada Lahan Sawah Di Kecamatan Barombong Kabupaten Gowa. **Skripsi**. Makassar: Program Studi Keteknikaan Pertanian, Jurusan Teknologi pertanian, Fakultas pertanian Universitas Hasanuddin.

Putri, Asri Insiana. 2008. Pengaruh Media Organik terhadap Indeks Mutu Bibit Cendana. **Jurnal Pemuliaan Tanman Hutan**. 21(1): 1-8

Pemerintah Kabupaten Gresik, 2014. **Geografis Kabupaten Gresik**. <<http://gresikkab.go.id/profil/geografi>>. [28 Maret 2014].

Pemerintah Kabupaten Tuban, 2014. **Letak dan Luas Wilayah Kabupaten Tuban**. <<http://tubankab.go.id/site/geografi/letak-luas-wilayah/>>. [28 Maret 2014].

Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2010. **Buku Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Timur**. Badan Lingkungan Hidup, Surabaya.

Purwantari, N.D..2008. Penambatan Nitrogen secara Biologis: Perspektif dan Keterbatasannya. **Jurnal Wartazoa** 18(1):9-17

Purwono dan R, Hartono. 2005. **Kacang Hijau**. Jakarta: Penebar Swadaya.

Pusat Data Lingkungan Hidup (Pusdaling). 2014. **Struktur Geologi Jawa Timur**. <<http://pusdaling.jatimprov.go.id/>>. [15 Maret 2014].

Pusat Data Lingkungan Hidup (Pusdaling). 2014. **RPJMD Provinsi Jawa Timur Tahun 2009-2014**.

<http://pusdaling.jatimprov.go.id/profile/doc-perencanaan/doc-rpjmd.html/>. [20 Maret 2014].

Radjit, Budhi Santoso dan Prasetiaswati, Nila. 2012. Prospek Kacang Hijau pada Musim Kemarau di Jawa Tengah. **Buletin Palawija No. 24: 57-68**. Balai penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Ramadhani, Elsa. 2009. Respon Pertumbuhan dan Produksi *Glycine max* L. Merril terhadap Perbedaan Waktu Tanam dan Inokulasi Rhizobium. **Skripsi**. Medan: Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Rosniawaty, Santi dkk. 2005. Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao sebagai Kompos pada Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* l.) Kultivar Upper Amazone Hybrid. **Laporan Penelitian Dosen DIPA PNPB**. Bandung: Universitas Padjajaran.

Roughley, R. J. 2008. Some Factors Influencing the Growth and Survival of Root Nodule Bacteria in Peat Culture. **Journal of Applied Microbiology**. Vol 31(2): 259-265.

Ruhnayat, Agus. 2007. Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N, P, K untuk Pertumbuhan Tanaman Panili (*Vanilla planifolia* Andrews). **Bul. Littro**. Vol XVII No.1, 49-59.

Rukmana, R. 1997. **Kacang Hijau Budidaya dan Pasca Panen**. Yogyakarta: Kanisius.

Sasli, Iwan dan Ruliansyah, Agus. 2012. Pemanfaatan Mikoriza Arbuskula Spesifik Lokasi untuk Efisiensi Pemupukan pada Tanaman Jagung di Lahan Gambut Tropis. **Jurnal Agrovigor** 5(2):65-74.

Simanungkalit, R.D.M.. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia : Suatu Pendekatan Terpadu. **Buletin AgroBio** 4(2): 56-61.

Simanungkalit, R.D.M. dan Didi Ardi Suriadikarta. 2006. **Pupuk Organik dan Pupuk Hayati**. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Sitompul, S. M. dan Guritno, B. 1995. **Analisa Pertumbuhan Tanaman**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Smith, J., dan Collins, H. P. 2007. **Management of Organisms and Their Processes in Soils**. *Soil Microbiology and Biochemistry Third Edition*. In: Paul, E. A. (Eds). Burlington: Elsevier.

Supriyadi, Slamet. 2009. Status Unsur-unsur Basa (Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Na^+) di Lahan Kering Madura. **Jurnal Agrovigor** 2(1): 35-41.

Suwarno. 2011. **Sifat Fisika Tanah**. <<http://epetani.deptan.go.id/blog/sifat-fisika-tanah-1644>>. [15 Juli 2014].

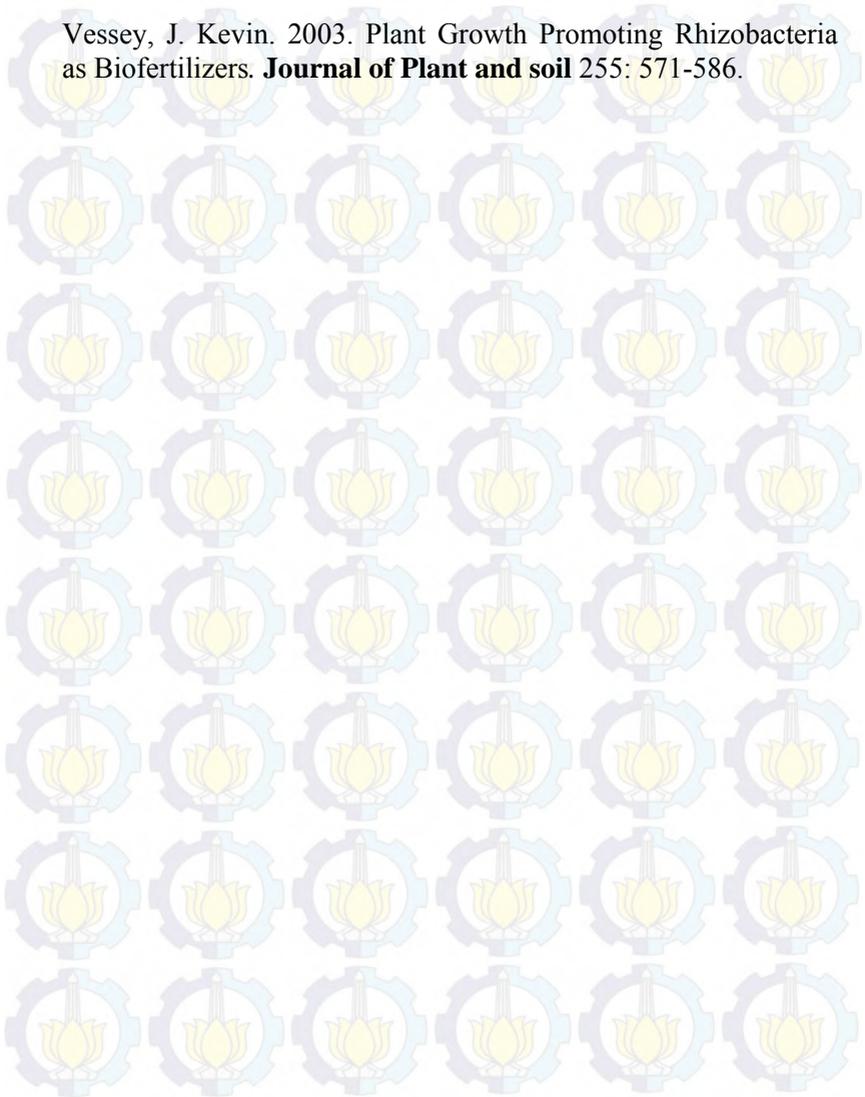
Warnadi dan Nugraheni, Irma Lusi. 2012. Penyerapan Tenaga Kerja pada Usaha Tani Padi Sawah di Desa Ambarketawang Kecamatan Gamping, Sleman D.I.Yogyakarta. **SPATIAL Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi** 10(1): 1-14.

Widawati, Sri dan Sulasih. 2006. Augmentasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Caysin (*Brasica caventis* Oed.) di Tanah Marginal. **Jurnal Biodiversitas** 7(1): 10-14.

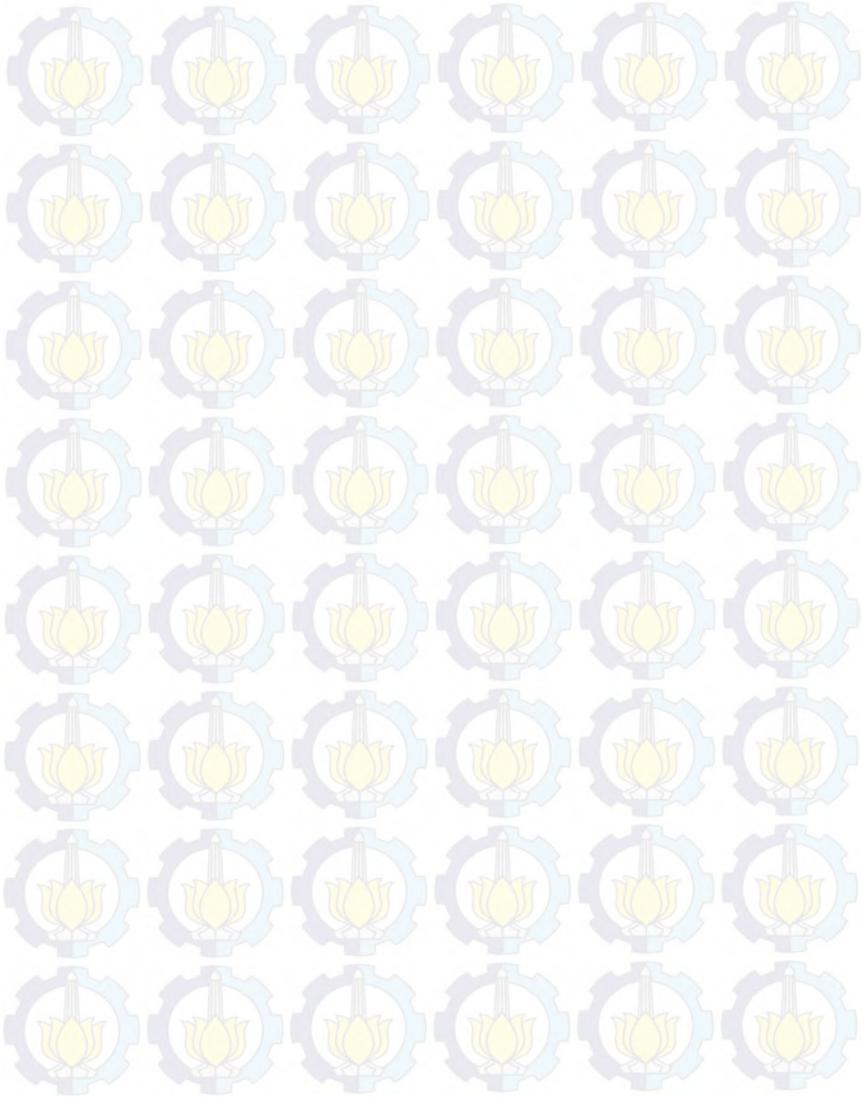
Wijaya, Erna Wahyu. 2006. Pengaruh Beberapa Komposisi Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan Vegetatif *Dendobium* sp.

Skripsi. Bogor: Program Studi Holtikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

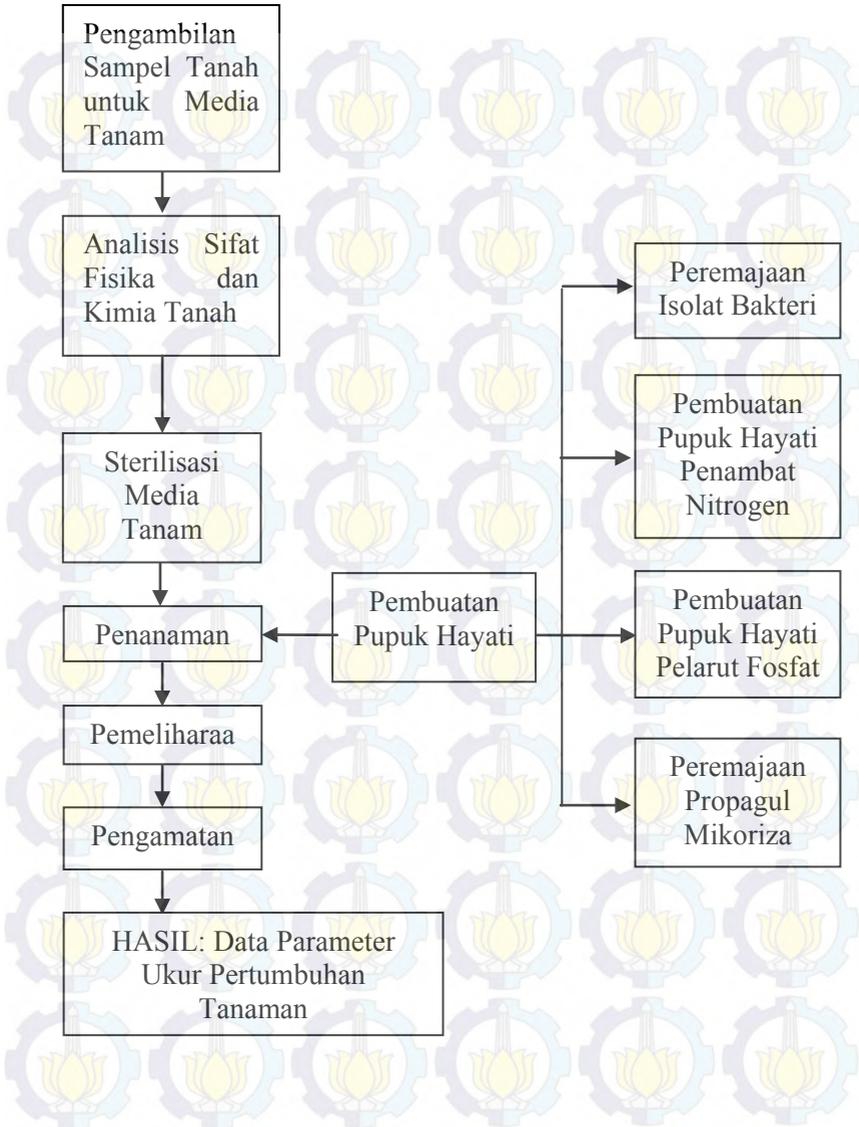
Vessey, J. Kevin. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. **Journal of Plant and soil** 255: 571-586.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Lampiran 1. Skema Kerja



a. Sterilisasi Media Tanam

Tanah dan Kompos

- Dicampur dengan perbandingan 1 : 1
- Ditambahkan Formalin 15% secara merata
- Ditutup menggunakan karung goni selama 3 hari
- Dikering-anginkan hingga formalin menguap seluruhnya

HASIL: Media Tanam Steril

b. Peremajaan Isolat Bakteri

Isolat Bakteri

- Dilakukan sub kultur isolat bakteri pada medium NA
- Diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam

HASIL : Kultur isolat kerja

c. Pembuatan Pupuk Hayati

Kultur Isolat Kerja

- dilarutkan ke dalam larutan molase dan akuades (1:6)
- dicampurkan ke dalam media pembawa
- dipelihara seperti proses *composting* selama 2 minggu hingga terjadi perubahan fisis pada bahan pembawa

HASIL: Pupuk Hayati

d. Peremajaan Propagul Mikoriza

Isolat Mikoriza asal Desa Condoro

- ditambahkan pada media tanam steril
- diletakkan benih tanaman jagung sebagai tanaman inang
- ditutup menggunakan media tanam steril hingga benih jagung tidak terlihat
- dilakukan pemeliharaan tanaman selama 2 m inggu
- dilakukan *stressing* dan *topping* pada tanaman inang
- pemanenan

HASIL: Propagul Mikoriza

e. Penanaman

Biji kacang hijau

- direndam selama 2 jam dan diseleksi
- diletakkan biji di atas media tanam dan pupuk hayati
- dilakukan penjarangan dengan memilih satu tanaman tiap polibag
- penyiraman dilakukan sehari cukup sekali yaitu pagi hari
- dilakukan pengukuran parameter pertumbuhan setelah panen

HASIL: Data Parameter
Ukur Pertumbuhan
Tanaman

Lampiran 2. Data Pengamatan Parameter Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau

Perlakuan	P	Parameter Pengamatan					
		Ld (cm ²)	T (cm)	D (cm)	Pa (cm)	Bk. Bintil Akar (gr)	Bk. Total (gr)
N0L1 Kontrol	1	6,435	21,3	2	24,6	0,0001	0,3188
	2	9,526	21,8	2	24,2	0,0147	0,3654
	3	1,75	15,8	1,5	28,4	0,0024	0,166
	Rata-rata	5,90	19,63	1,83	25,73	0,006	0,289
N1L1	1	10,6	19	2	36	0,029	0,6916
	2	5,93	15,5	2	18,5	0,0158	0,4487
	3	11,37	23,6	2	32,5	0,008	0,4682
	Rata-rata	9,30	19,37	2	29	0,018	0,554
N2L1	1	12,23	26	2	25,5	0,0117	0,4257
	2	8,36	23,5	2	35,2	0,0239	0,5009
	3	9,001	28,2	2	34,4	0,0239	0,6639
	Rata-rata	9,86	25,9	2	31,7	0,02	0,55
N3L1	1	14,7	29,8	3	30,8	0,0128	1,435
	2	8,962	26,7	2	23,8	0,0208	0,655
	3	3,422	14,4	2	23,4	0	0,2419
	Rata-rata	9,03	23,63	2,33	26	0,011	0,789
N4L1	1	21,4	32,6	3	19,9	0,0516	1,0079
	2	17,07	29,5	2	38,4	0,032	0,6013
	3	24,26	30,2	2	30,2	0,0337	0,8106
	Rata-rata	20,91	30,77	2,33	29,5	0,039	0,846
N0L2 (Kontrol)	1	10,65	22,6	3	26,2	0	0,5769
	2	8,185	20,8	2	31,3	0	0,5528
	3	9,759	21,5	2,5	27,5	0	0,4306
	Rata-rata	9,53	29,07	2,5	28,33	0	0,52

N1L2	1	14,17	27,5	2	33,1	0	1,0027
	2	19,27	26,1	3	31,7	0,0301	1,0421
	3	21,79	33,6	2	36,1	0,0138	1,0655
	Rata-rata	18,41	31,63	2,33	33,63	0,015	1,051
N2L2	1	21,05	33,2	2	42,4	0	0,8826
	2	16,33	27,4	3	32,3	0	1,2459
	3	24,71	34,3	3	49,4	0,0045	1,2306
	Rata-rata	20,70	27,13	2,67	41,37	0,002	1,121
N3L2	1	11,59	25,6	2	23,8	0	0,8464
	2	19,89	30,9	2	28,1	0	1,0323
	3	11,49	24,9	2	46,1	0	0,7849
	Rata-rata	14,32	33,03	2	32,67	0	0,888
N4L2	1	18,92	34,5	3	49	0,0302	1,011
	2	13,94	31,1	2	28,2	0	1,0352
	3	28,19	33,5	3	27,6	0,0418	1,3698
	Rata-rata	20,35	33,93	2,67	34,93	0,024	1,163
N0L3 (Kontrol)	1	27,3	35,3	4	27,1	0	1,8629
	2	20,37	29,1	3	28,3	0	1,1818
	3	35,3	37,4	4	26,1	0	2,4783
	Rata-rata	27,66	33,93	3,67	27,17	0	1,841
N1L3	1	20,94	34,2	3	29,3	0	1,7162
	2	13,28	29,5	2	20,2	0,0008	0,881
	3	13,18	27,9	2	39,7	0,0063	0,7645
	Rata-rata	15,80	30,53	2,33	29,73	0,002	1,123
N2L3	1	28,21	32,3	3	35	0	1,6272
	2	18,06	35,3	3	39,9	0	1,3008
	3	14,68	33,9	2	35,2	0	0,9756
	Rata-rata	20,32	33,83	2,67	36,7	0	1,301
N3L3	1	27,53	34,6	4	14	0	1,5354
	2	25,22	33,3	3	25,1	0	1,4608
	3	16,37	35,6	3	43,4	0	0,9966

	Rata-rata	23,04	34,5	3,33	27,5	0	1,331
	1	13,04	39,6	3	16	0,0004	0,9349
N4L3	2	19,17	31,4	3	33,3	0,0085	1,1729
	3	22,24	33,3	2	43,6	0,0032	1,4854
	Rata-rata	18,15	34,77	2,67	30,97	0,004	1,202

Keterangan :

P : Pengulangan

Ld : Luas Daun

T : Tinggi Tanaman

D : Diameter Batang

Pa : Panjang Akar

Bk : Bintil Akar

Lampiran 3. Hasil Uji Analisa Fisika dan Kimia Tanah Masing-masing Lokasi

a. Hasil Uji Analisa Kima Tanah Bangkalan



KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
BALAI PENGAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TIMUR

JL. RAYA KARANGPLODONG KM 4 MALANG 68001 KOTAK POS 188
TELEFON (0341) 894052, 483055 FAX(0341) 471255
WEBSITE : <http://icp.jatim.litbang.deptan.go.id> E-mail : bppt.jatim@yahoo.com

**LABORATORIUM TANAH
SERTIFIKAT HASIL ANALISIS**

Nomor : 326/183/L.T./VI/2014

Nama/Pemohon : Anyalia Ekwani
Instansi/Perusahaan : ITS Surabaya
Alamat : Sukolilo Surabaya
Jenis Contoh : Tanah
Kode Contoh : S (Tanah Bangkalan)
Tgl. Penerimaan : 11 Juni 2014
Tgl. Pengujian : 12 Juni – 02 Juli 2014

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1	Kadar Air	9,36	%	Oven 105 °C
2	pH	8,61		(1 - 5), Elektrometri; pH Meter
	- H ₂ O	7,40		(1 - 5), Elektrometri; pH Meter
	- KCl			
3	C-organik *)	0,05	ppm	Walkley & Black; Spectrophotometry
4	N-total *)	0,11	%	Kjeldahl Titrimetry
5	P ₂ O ₅ *)	4	ppm	Osbeck; Spectrophotometry
6	Nilai Tukar Kation *)			
	- Kation dapat ditukar (δc)			
	• K	0,35	cmol(+) kg ⁻¹	Perkolasi NH ₄ -Acetat 1 M, pH 7, AAS

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak berlaku diperjualbelikan.

Keterangan: *) Terhadap contoh kering oven 105 °C.

Malang, 02 Juli 2014

Manajer Teknik

[Signature]

Dr. Diah Prati Sarawati

b. Hasil Uji Analisa Kimia Tanah Tuban



KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
BALAI PENGAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TIMUR

JL. RAYA KARASUPIRO KM 4 MALANG 65101 KOTAK POS : 08
 TELEPON : (0341) 499652, 485058 FAX/TELEFAX : (0341) 471255
 WEBSITE : <http://jam.jatim.pertanian.go.id> E-mail : balai@jam.jatim.go.id

LABORATORIUM TANAH
SERTIFIKAT HASIL ANALISIS
 Nomor : 324/183/LT/VI/2014

Nama/Pemohon : Anyalia Elwan
 Instansi/Pemusahaan : ITS Surabaya
 Alamat : Sukolilo Surabaya
 Jenis Contoh : Tanah
 Kode Contoh : S (Tanah Tahan)
 Tgl. Penerimaan : 11 Juni 2014
 Tgl. Pengujian : 12 Juni + 02 Juli 2014

No.	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1	Kadar Air	14,71	%	Oven 105 °C
2	pH			
	- H ₂ O	6,07	-	(1 : 5), Elektrometry, pH Meter
	- KCl	7,08	-	(1 : 5), Elektrometry, pH Meter
3	C-organik *)	2,70	ppm	Walkley & Black; Spectrophotometry
4	N-total *)	0,30	%	Kjeldahl Titrimetry
5	P ₂ O ₅ *)	49	ppm	Olsen; Spectrophotometry
6	Nilai Tukar Kation *)			
	- Kation dapat diukur (dd)			
	• K	0,81	cmol(+) kg ⁻¹	Perkolasi NH ₄ -Acetat 1 M, pH 7; AAS

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diberi label untuk keperluan akademik
 Keterangan : *) Terhadap contoh kering oven 105 °C



Malang, 02 Juli 2014
 Manajer Teknik
 Lt. Dyah Puji Saraswati

c. Hasil Uji Analisa Kimia Tanah Gresik


KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
BALAI PENGAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TIMUR
 JL. RAYA KRANEPUSO KM 4 MALANG 65101 KOTAK POS 188
 TEL: (0341) 484962, 485165 FAX: (0341) 472263
 WEBSITE : http://jtrn.jatim.deptan.go.id E-mail : fotojtrn@velvet.com

LABORATORIUM TANAH
SERTIFIKAT HASIL ANALISIS
 Nomor : 325/183/LT/VI/2014

Nama/Permohon : : Anyatha Ekawati
 Instansi/Persahaan : : LKS Surabaya
 Alamat : : Srikolilo Surabaya
 Jenis Contoh : : Tanah
 Kode Contoh : : S (Tanah Gresik)
 Tgl. Penyerahan : : 11 Jenu 2014
 Tgl. Pengujian : : 12 Jenu - 02 Juli 2014

1 dari 1

No.	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1	Kadar Air	7,78	%	Oven 105 °C
2	pH			
	-H ₂ O	8,35		(1 : 5), Elektrometri; pH Meter
	-KCl	7,46		(1 : 5), Elektrometri; pH Meter
3	Catuprak *)	2,04	ppm	Walkley & Black; Spectrophotometer
4	N-total *)	0,25	%	Kjeldahl; Timmerly
5	P ₂ O ₅ *)	69	ppm	Olsen; Spectrophotometry
6	Nilai Tukar Kation *)			
	-Kation dapat dinukar /ldj			
	■ K	0,35	cmol(+) kg ⁻¹	Perkolasi NH ₄ Acetat 1 M, pH 7, AAS

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak berlaku diperjualbelikan
 Keterangan : *) Terhadap contoh kering oven 105 °C


 Malang, 02 Juli 2014
 Mahasiswa Teknik
 H. Djah Dina-Santoso

d. Hasil Uji Analisa Fisika Masing-masing Tanah


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
 Jalan Veteran Malang 65145

Telp. : 0341 - 551611 psw. 316. 553623, 566290 Faks. : 0341 - 564333, 560011 E-mail : labtan@ub.ac.id

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan • Murni, Gelar Jabatan dan Alamat

HASIL ANALISA TANAH

a.n : Nurma Rahmawati ITS
 Asal : Tuban, Gresik Bangkalan
 Nomor : 2356 /UN10.4/T / PG / 2014

No	Kode	Pasir / Debu / Liat			Klas
		%	%	%	
1	Bangkalan	8	60	32	lemp. Berdebu
2	Gresik	17	49	34	Lemp. liat berdebu
3	Tuban	10	86	4	Lemp. berdebu

Malang, Juni 2014
 Ketua lab. Fisika


 Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, STJ
 NIP. 19554011951031006


 Ir. Widiyanto, MSc.
 NIP. 195302121979031064

Didukung Laboratorium Analisa lengkap dari khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat ELAB. KIMIA TANAH : Analisa Kimia Tanah / Sirenen, dan Rekomendasi Pemupukan ELAB. FISKA TANAH : Analisa Fisik Tanah, Pemecahan Konsentrasi Berat dan Air serta Rekomendasi Irigasi ELAB. PEDOLOGI DAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA LAHAN, Pengawasan Juri dan Pemetaan / Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografis ELAB. BIOLOGI TANAH : Analisa Kuantitas Bahan Organik dan Pengolahan Kesuburan Tanah Secara Biologi UPT Kompos.

Lampiran 4. Hasil Uji Statistik Parameter Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau

a. Two-way ANOVA: Luas daun versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Source	DF	SS	MS	F	P
Kombinasi pupuk	4	183,20	45,799	1,88	0,139
Lokasi	2	753,14	376,571	15,48	0,000
Interaction	8	733,78	91,722	3,77	0,004
Error	30	729,72	24,324		
Total	44	2399,84			

S = 4,932 R-Sq = 69,59% R-Sq(adj) = 55,40%

General Linear Model: Luas daun versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Kombinasi pupuk	N	Mean	Grouping
4	9	19,8	A
2	9	17,0	A
3	9	15,5	A
1	9	14,5	A
0	9	14,4	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Lokasi	N	Mean	Grouping
Gresik	15	21,0	A
Tuban	15	16,7	A
Bangkalan	15	11,0	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Kombinasi pupuk	Lokasi	N	Mean	Grouping
0	Gresik	3	27,7	A
3	Gresik	3	23,0	A B
4	Bangkalan	3	20,9	A B
2	Tuban	3	20,7	A B C
4	Tuban	3	20,3	A B C
2	Gresik	3	20,3	A B C
1	Tuban	3	18,4	A B C
4	Gresik	3	18,2	A B C
1	Gresik	3	15,8	A B C
3	Tuban	3	14,3	A B C
2	Bangkalan	3	9,9	B C
0	Tuban	3	9,5	B C
1	Bangkalan	3	9,3	B C
3	Bangkalan	3	9,0	B C
0	Bangkalan	3	5,9	C

Means that do not share a letter are significantly different.

b. Two-way ANOVA: Tinggi tanaman versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Source	DF	SS	MS	F	P
Kombinasi pupuk	4	353,29	88,322	6,70	0,001
Lokasi	2	699,25	349,625	26,52	0,000
Interaction	8	190,86	23,857	1,81	0,114
Error	30	395,49	13,183		
Total	44	1638,88			

S = 3,631 R-Sq = 75,87% R-Sq(adj) = 64,61%

c. Two-way ANOVA: Diameter batang versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Source	DF	SS	MS	F	P
Kombinasi pupuk	4	1,0222	0,25556	1,05	0,400
Lokasi	2	5,2778	2,63889	10,80	0,000
Interaction	8	4,1111	0,51389	2,10	0,067
Error	30	7,3333	0,24444		
Total	44	17,7444			

S = 0,4944 R-Sq = 58,67% R-Sq(adj) = 39,39%

d. Two-way ANOVA: Panjang akar versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Source	DF	SS	MS	F	P
Kombinasi pupuk	4	472,43	118,108	1,59	0,204
Lokasi	2	259,93	129,964	1,75	0,192
Interaction	8	48,48	6,060	0,08	1,000
Error	30	2233,68	74,456		
Total	44	3014,52			

S = 8,629 R-Sq = 25,90% R-Sq(adj) = 0,00%

e. Two-way ANOVA: Berat Kering Bintil Akar versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Source	DF	SS	MS	F
Kombinasi pupuk	4	0,0023975	0,0005994	7,62
Lokasi	2	0,0023126	0,0011563	14,70
Interaction	8	0,0009834	0,0001229	1,56
Error	30	0,0023600	0,0000787	
Total	44	0,0080535		

S = 0,008869 R-Sq = 70,70% R-Sq(adj) = 57,02%

f. Two-way ANOVA: Berat Kering Total versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Source	DF	SS	MS	F	P
Kombinasi pupuk	4	0,20394	0,05099	0,50	0,738
Lokasi	2	4,27698	2,13849	20,87	0,000
Interaction	8	2,15830	0,26979	2,63	0,026
Error	30	3,07405	0,10247		
Total	44	9,71327			

S = 0,3201 R-Sq = 68,35% R-Sq(adj) = 53,58%

General Linear Model: Berat kering total versus Kombinasi pupuk; Lokasi

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Kombinasi

pupuk	N	Mean	Grouping
4	9	1,1	A
3	9	1,0	A
2	9	1,0	A
1	9	0,9	A
0	9	0,9	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Lokasi	N	Mean	Grouping
Gresik	15	1,4	A
Tuban	15	0,9	B
Bangkalan	15	0,6	C

Means that do not share a letter are significantly different.

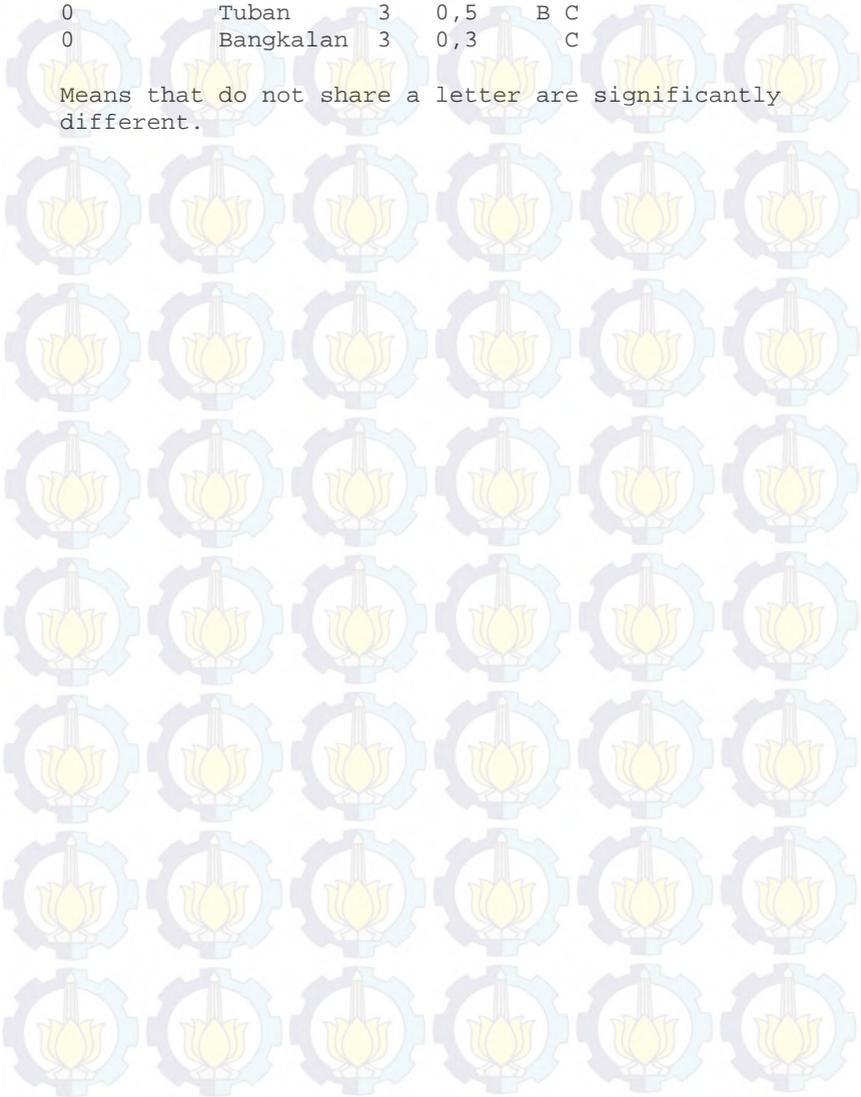
Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Kombinasi

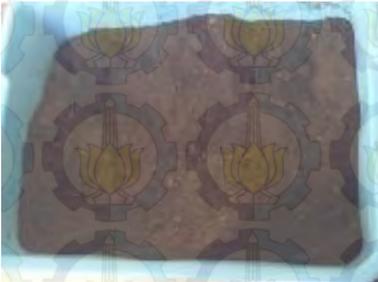
pupuk	Lokasi	N	Mean	Grouping
0	Gresik	3	1,8	A
3	Gresik	3	1,3	A B
2	Gresik	3	1,3	A B
4	Gresik	3	1,2	A B C
4	Tuban	3	1,2	A B C
1	Gresik	3	1,1	A B C
2	Tuban	3	1,1	A B C
1	Tuban	3	1,1	A B C
3	Tuban	3	0,9	A B C
4	Bangkalan	3	0,8	B C

3	Bangkalan	3	0,8	B C
1	Bangkalan	3	0,6	B C
2	Bangkalan	3	0,5	B C
0	Tuban	3	0,5	B C
0	Bangkalan	3	0,3	C

Means that do not share a letter are significantly different.



Lampiran 5. Gambar Media Pembawa Isolat Mikroorganisme

No.	Gambar	Keterangan
1.		Gambar media pembawa (serbuk kayu) setelah ditambahkan isolat Azotobacter.
2.		Gambar media pembawa (pupuk kandang) setelah ditambahkan isolat Bacillus.
3.		Tanaman jagung sebagai tanaman inang pertumbuhan mikoriza.



Tanah dan akar
tanaman jagung
yang sudah
dicacah.



Lampiran 6. Gambar Tanaman Kacang Hijau pada Tiap Perlakuan

No.	Perlakuan	Gambar
1.	N0L1	
2.	NIL1	
3.	N2L1	
4.	N3L1	

5. N4L1



6. N0L2



7. N1L2



8. N2L2



9. N3L2



10. N4L2



11. N0L3



12. N1L3



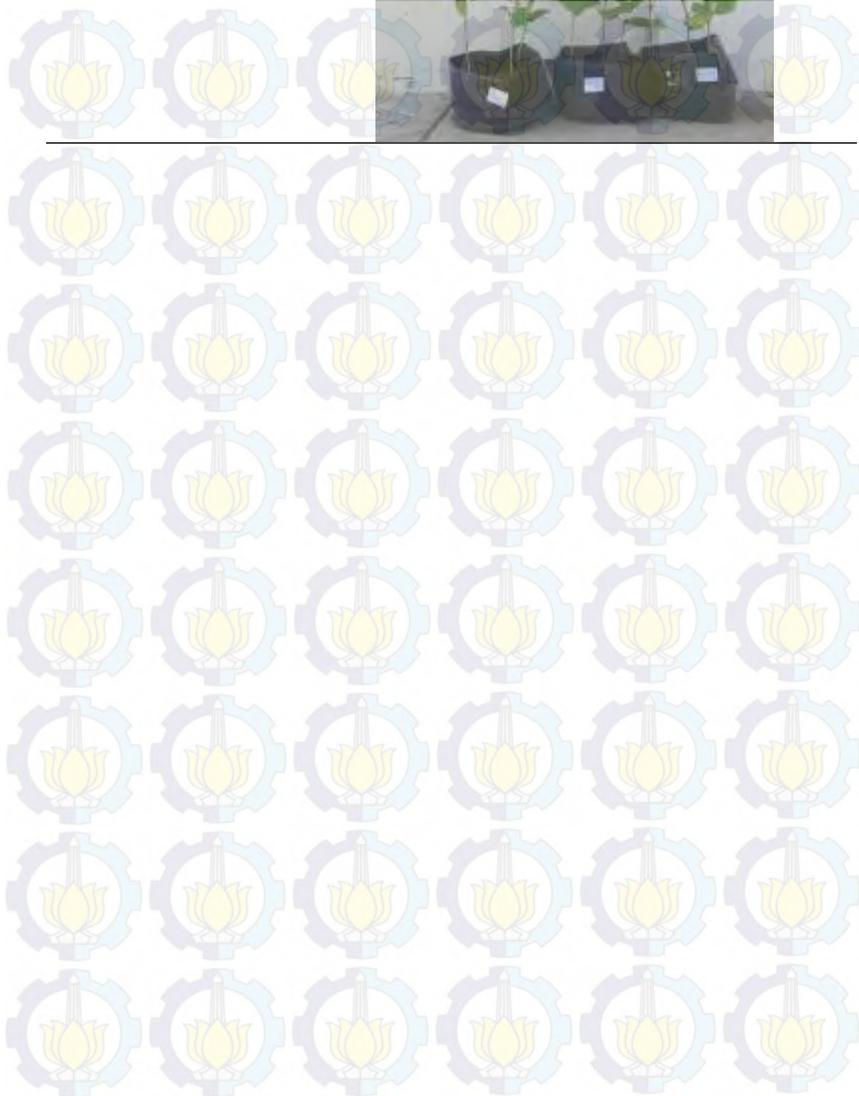
13. N2L3



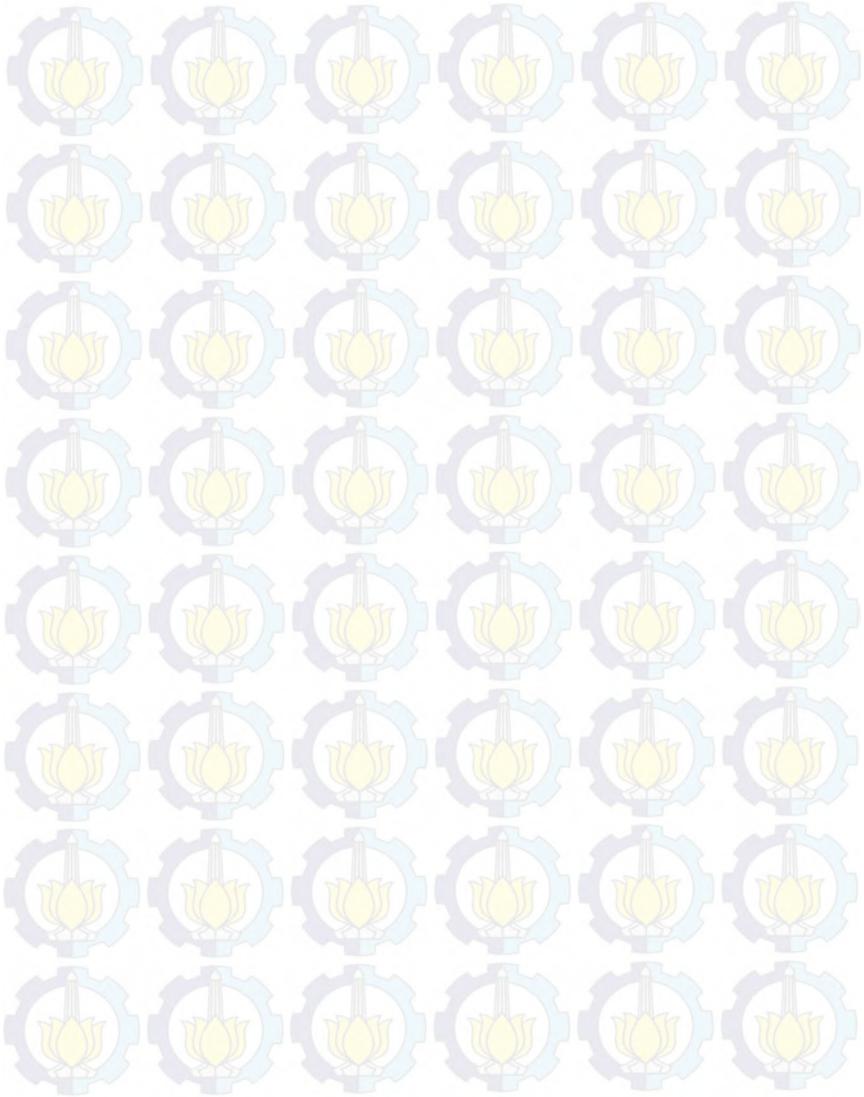
14. N3L3



15. N4L3



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Trenggalek Jawa Timur, pada tanggal 05 April 1990. Penulis merupakan anak tunggal dari Bapak Sujoko dan Ibu Marsini. Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak Dharma Wanita Bambe 1 pada tahun 1994 dan lulus pada tahun 1996, kemudian dilanjutkan di Sekolah Dasar Negeri 1 Bambe dan lulus pada tahun 2002. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Driyorejo (Gresik) dan lulus pada tahun 2005. Tahun 2005 penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Krian (Sidoarjo) dan lulus pada tahun 2008. Penulis diterima di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif sebagai pengurus HIMA BITS (Himpunan Mahasiswa Biologi ITS) sebagai staf Departemen KESMA (Kesejahteraan Mahasiswa) periode 2010/2011 sebagai Bendahara Umum. Berikut merupakan alamat e-mail dari penulis: anytalia50@gmail.com.