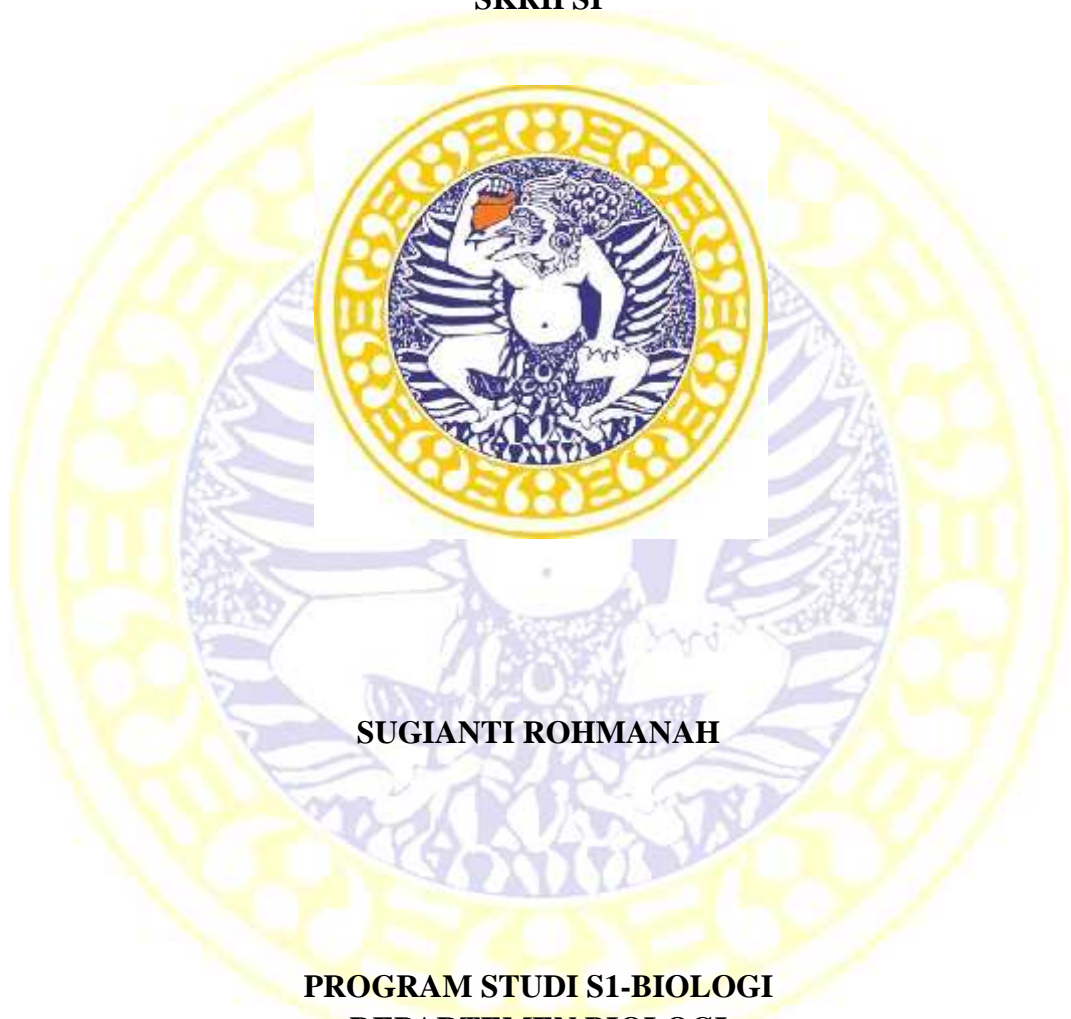


**PENGARUH VARIASI DOSIS DAN FREKUENSI PUPUK  
HAYATI (*BIOFERTILIZER*) TERHADAP PERTUMBUHAN  
DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN KACANG HIJAU  
(*Vigna radiata* L.)**

**SKRIPSI**



**SUGIANTI ROHMANAH**

**PROGRAM STUDI S1-BIOLOGI  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2016**

**PENGARUH VARIASI DOSIS DAN FREKUENSI PUPUK  
HAYATI (*BIOFERTILIZER*) TERHADAP PERTUMBUHAN  
DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN KACANG HIJAU  
(*Vigna radiata* L.)**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Biologi  
Pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

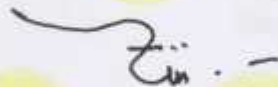
Oleh:

SUGIANTI ROHMANAH

NIM. 081211431007

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Tini Surtiningsih, DEA  
NIP. 19511012 198003 2 001

Pembimbing II



Tri Nurharivati, S.Si, M.Kes  
NIP. 19671113 199403 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

Judul : Pengaruh Variasi Dosis dan Frekuensi Pupuk Hayati  
(*Biofertilizer*) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas  
Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.)  
Penyusun : Sugianti Rohmanah  
NIM : 081211431007  
Tanggal Ujian : 19 Juli 2016


Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Tini Surtiningsih, DEA  
NIP. 19511012 198003 2 001



Tri Nurhariyati, S.Si, M.Kes  
NIP. 19671113 199403 2 001

Mengetahui,  
Ketua Departemen Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga



Dr. Sucipto Hariyanto, DEA  
19560902 198601 1 002

## PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Sekripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuaikebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

**Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.**





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penyusun dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul "Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) program studi S1 Biologi di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang turut serta membantu kelancaran penulisan skripsi ini. Penyusun menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa bimbingan, saran, bantuan dan dorongan dari semua pihak yang bersangkutan.

Penyusun juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penyusun menyampaikan permohonan maaf apabila ada kesalahan baik yang disengaja maupun tidak, serta segala kritik, tanggapan maupun saran yang bersifat membangun diharapkan dapat dijadikan perbaikan skripsi ini dimasa datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun maupun pembaca. Akhir kata, penyusun memohon maaf apabila ada kata-kata yang kurang berkenan, sekian dan terima kasih.

Surabaya, Juli 2016

Penyusun,

Sugianti Rohmanah

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji dan syukur selalu penyusun panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penyusun dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan baik.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Tini Surtiningsih, DEA selaku dosen pembimbing I yang senantiasa mencurakan segenap ilmu, waktu, dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan proposal hingga penulisan skripsi ini.
2. Tri Nurhariyati, S.Si, M.Kes selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, semangat dan saran kepada penyusun selama proses penyusunan proposal hingga penulisan skripsi ini.
3. Drs. Agus supriyanto, M.Kes selaku dosen penguji III dan pemberi kesempatan kepada penyusun untuk melakukan proyek penelitian, serta memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
4. Prof. Drs. Win Darmanto, M.Si., Ph.D selaku dosen penguji IV yang telah memberikan ilmu, kritik, dan saran yang membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
5. Dr. Sucipto Hariyanto, DEA selaku Ketua Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang senantiasa memberikan dorongan dan semangat kepada penyusun agar dapat menyusun skripsi ini dengan baik.
6. Dr. Alfiah Hayati selaku dosen wali yang senantiasa memberikan semangat dan mencurahkan waktunya selama ini.
7. Bapak Supadi dan warga Dusun Besuk, Desa Lemujut, Kecamatan Krembug, Kabupaten Sidoarjo yang telah memberikan izin kepada peneliti dalam melakukan penelitian ini.

8. Keluarga Tercinta: Ayahanda Sugiatim, Ibunda Rokhimah, Kakak Ronny Hidayat dan istrinya Jum'atul Khasanah, serta Kakak Fadhilis Syakur dan istrinya Priyanti Mahardika yang selalu memberi motivasi, semangat, dukungan dan do'a selama ini.
9. Sahabatku: Riza Anggriani dan Nabilah Istighfari Z. yang selalu memberikan semangat, waktu, dan memotivasi selama ini.
10. Teman kosku: Ratri, Nova, dan Dian yang selalu memberi keceriaan dan semangat.
11. Tim pupuk hayati: Fatikhatus Sholikhah, Riza Anggriani, Tri Wulandari, Rizki Eka Sari, Fawaidul Khoir, Intan Ayu N.F., dan Ahmad Rafdi W. yang selama ini saling bahu-membahu dalam penelitian.
12. Sahabatku: Nadyatul Ilma I.S. dan Risca Wulandari, beserta rekan-rekan Biologi angkatan 2012 terima kasih atas segala bantuan, semangat, dan dorongan motivasi yang diberikan.
13. Karyawan dan Laboran Biologi Fsaintek Unair: Bapak Suwarni, Bapak Eko, Bapak Joko, Bapak Sukaji, Bapak Setyanto, Bapak Sunarto, Ibu Ari dan Ibu Yatminah yang senantiasa memberikan pelayanan dan bantuan kepada penyusun.
14. Semua pihak yang telah membantu serta memberi kenangan yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu.

Surabaya, Juli 2016

Penyusun,

Sugianti Rohmanah



Sugianti Rohmanah. 2016. Pengaruh Variasi Dosis dan Frekuensi Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). Skripsi ini dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Tini Surtiningsih., DEA dan Tri Nurhariyati, S.Si, M.Kes., Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

---

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap pertumbuhan dan produktivitas *Vigna radiata* L. dan nilai RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*). Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri atas 11 perlakuan, dua perlakuan kontrol (kontrol negatif dan positif) dan 9 perlakuan *biofertilizer*. Perlakuan kontrol negatif tanpa pemberian *biofertilizer* dan kontrol positif dengan pemberian pupuk Vitonic Super 5 mL/tanaman. Perlakuan uji terdiri atas perlakuan *biofertilizer* 20, 25 dan 30 mL/tanaman dengan frekuensi satu kali, dua kali dan tiga kali. Mikroba dalam *biofertilizer* terdiri atas *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Lactobacillus plantarum*, *Cellulomonas* dan *Saccharomyces cereviceae*. Pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, biomassa tanaman, biomassa akar dan panang akar. Produktivitas tanaman meliputi jumlah polong, berat polong dan berat biji. Data hasil pengamatan pertumbuhan dan produktivitas dianalisis menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Varians*) satu arah (*One Way Anava*), dilanjutkan dengan uji *Duncan* pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada beda pemberian kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap pertumbuhan dan produktivitas *Vigna radiata* L., nilai tertinggi dicapai oleh perlakuan B30F1 untuk tinggi tanaman ( $80,76 \pm 4,15$  cm/dua tanaman). Biomassa tanaman ( $144,07 \pm 69,15$  g/dua tanaman) dan biomassa akar ( $7,67 \pm 2,32$  g/dua tanaman) tertinggi dicapai oleh perlakuan B20F3. Kombinasi terbaik dicapai oleh perlakuan B30F3 untuk panjang akar ( $23,82 \pm 1,28$  cm/dua tanaman), jumlah polong ( $90,53 \pm 11,04$ ) dan berat biji ( $62,58 \pm 9,35$  g/dua tanaman). Berat polong ( $76,85 \pm 16,09$  g/dua tanaman) tertinggi dicapai oleh perlakuan B0+ tetapi tidak beda nyata dengan B30F3 ( $74,74 \pm 13,61$  g/dua tanaman). Nilai RAE tertinggi (112,15%) dicapai oleh perlakuan B30F3 (30 ml *biofertilizer* dengan tiga kali frekuensi).

Kata Kunci: *Biofertilizer*, pertumbuhan, produktivitas, dan *Vigna radiata* L.



Sugianti Rohmanah. 2016. The Effect of Variation Dose and Frequency Biofertilizer towards The Growth and Yield of *Vigna radiata* L. This script is guided by Prof. Dr. Ir. Tini Surtiningsih., DEA and Tri Nurhariyati, S.Si, M.Kes., Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

---

### ABSTRACT

The purpose of this research to find out the differences of combination dose and frequency of biofertilizer towards the growth and yield of *Vigna radiata* L. and the RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*) value. This study was an experimental study with a completely randomized design. This study consisted of eleven treatment, two controls (negative and positive controls) and 9 treatment biofertilizer. Negative control treatment without biofertilizer and the positive control with Vitonic Super 5 mL/plant. The treatment consists of treatment biofertilizer test 20, 25 and 30 mL/plant with a frequency of once, twice, and three times. Microbes in the biofertilizer consists of *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Lactobacillus plantarum*, *Cellulomonas* and *Saccharomyces cereviceae*. The plant growth including the plant height, plant biomass, root biomass, and root length. The plant productivity including the pod amount, pod weight, and seed weight. The result of plant growth and productivity investigation is analyzed using One-Way ANOVA, Duncan advanced test on 5% level. The result showed that giving of combination dose and frequency biofertilizer significant towards the growth and yield of *Vigna radiata* L., the best value on B30F1 to the plant height ( $80,76 \pm 4,15$  cm/two plant). The plant biomass ( $144,07 \pm 69,15$  g/two plant) and root biomass ( $7,67 \pm 2,32$  g/two plant) the best on B20F3. The best combination on B30F3 to the root length ( $23,82 \pm 1,28$  cm/two plant), pod amount ( $90,53 \pm 11,04$ ), and seed weight ( $74,74 \pm 13,61$  g/two plant). The pod weight ( $74,74 \pm 13,61$  g/two plant) the best on B0+ but not significant with B30F3 ( $74,74 \pm 13,61$  g/two plant). The best RAE value (112,15%) on B30F3 (30 mL biofertilizer with frequency three times).

Key words: *Biofertilizer*, growth, *Vigna radiata* L., and yield

**DAFTAR ISI**

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH .....	vi
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	5
1.3 Asumsi penelitian.....	5
1.4 Hipotesis penelitian.....	6
1.4.1 Hipotesis kerja .....	6
1.4.2 Hipotesis statistik.....	6
1.5 Tujuan penelitian .....	7
1.6 Manfaat penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Tinjauan Umum Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.).....	9
2.1.1 Deskripsi dan ekologi tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.).....	9
2.1.2 Manfaat dan kandungan tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.).....	13
2.2 Tinjauan Umum Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman.....	14
2.3 Tinjauan Umum Pupuk.....	15

2.3.1	<i>Biofertilizer</i> .....	15
2.3.2	Pupuk anorganik.....	16
2.4	Tinjauan Umum Mikroorganisme yang Bermanfaat bagi Pertanian .	17
2.4.1	Mikroba Penambat Nitrogen .....	17
2.4.1.1	<i>Azotobacter</i> .....	18
2.4.1.2	<i>Azospirillum</i> .....	19
2.4.1.3	<i>Rhizobium</i> .....	20
2.4.2	Mikroba Pelarut Fosfat dan Penghasil Fitohormon .....	21
2.4.2.1	<i>Bacillus subtilis</i> .....	23
2.4.2.2	<i>Bacillus megaterium</i> .....	24
2.4.2.3	<i>Bacillus licheniformis</i> .....	25
2.4.2.4	<i>Pseudomonas fluorescens</i> .....	26
2.4.2.5	<i>Pseudomonas putida</i> .....	27
2.4.3	Mikroba Pendekomposer Bahan Organik .....	28
2.4.3.1	<i>Lactobacillus plantarum</i> .....	29
2.4.3.2	<i>Saccharomyces cereviceae</i> .....	29
2.4.3.3	<i>Cellulomonas</i> .....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	32
3.2	Bahan dan Alat Penelitian .....	32
3.2.1	Bahan Penelitian.....	32
3.2.2	Alat Penelitian .....	33
3.3	Rancangan Penelitian .....	34
3.4	Variabel Penelitian .....	36
3.5	Prosedur Penelitian.....	37
3.5.1	Pengukuran Mikroba dalam <i>biofertilizer</i> dan Sampel Tanah Sebelum Tanam .....	37
3.5.2	Pembuatan Plot untuk Media Tanam di Lahan Sawah.....	38
3.5.3	Penanaman Benih Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.).....	38
3.5.4	Pemeliharaan Tanaman .....	38



3.5.5	Pengambilan Data Pertumbuhan .....	39
3.5.6	Pengambilan Data Produktivitas .....	40
3.5.7	Pengukuran Mikroba dalam Sampel Tanah Setelah Pemanenan .....	40
3.6	Analisis Data .....	41
3.7	Penghitungan Nilai RAE ( <i>Relative Agronomic Effectiveness</i> ) .....	41
3.8	Alur Penelitian .....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		43
4.1	Hasil Penelitian .....	43
4.1.1	Pengukuran mikroba dalam sampel <i>biofertilizer</i> dan tanah .....	43
4.1.2	Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) .....	45
4.1.3	Pertumbuhan tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada akhir panen .....	47
4.1.4	Produktivitas tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada akhir panen .....	56
4.1.5	Uji efektivitas <i>biofertilizer</i> .....	60
4.2	Pembahasan .....	62
4.2.1	Pengukuran mikroba dalam sampel <i>biofertilizer</i> dan tanah .....	62
4.2.2	Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) .....	63
4.2.3	Pertumbuhan tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada akhir panen .....	64
4.2.4	Produktivitas tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada akhir panen .....	68
4.2.5	Efektivitas <i>Biofertilizer</i> terhadap Produktivitas Tanaman .....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		74
5.1	Kesimpulan .....	74
5.2	Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA .....		76
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Komposisi Gizi Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.).....	13
3.1	Rincian Perlakuan dalam Penelitian.....	35
4.1	Mikroba dalam Sampel <i>Biofertilizer</i> , Tanah Sebelum Tanam, dan Tanah Setelah Pemanenan .....	44
4.2	Rata-rata Tinggi Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) yang Diukur Setiap Satu Minggu Sekali pada Berbagai Perlakuan.....	45
4.3	Hasil Uji <i>Games-Howell</i> Tinggi Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada Akhir Panen .....	49
4.4	Hasil Uji <i>Games-Howell</i> Biomassa Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada Akhir Panen .....	49
4.5	Hasil Uji <i>Games-Howell</i> Biomassa Akar Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada Akhir Panen .....	50
4.6	Hasil Uji <i>Games-Howell</i> Panjang Akar Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) pada Akhir Panen .....	50
4.7	Rata-rata Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) yang Diukur pada Akhir Panen .....	51
4.8	Rata-rata Produktivitas Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) yang Diukur pada Akhir Panen .....	57
4.9	Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Berat Polong yang Diukur pada Akhir Panen.....	59
4.10	Nilai Efektivitas <i>Biofertilizer</i> yang Dipengaruhi Variasi Kombinasi Dosis dan Frekuensi Pemberian <i>Biofertilizer</i> .....	61

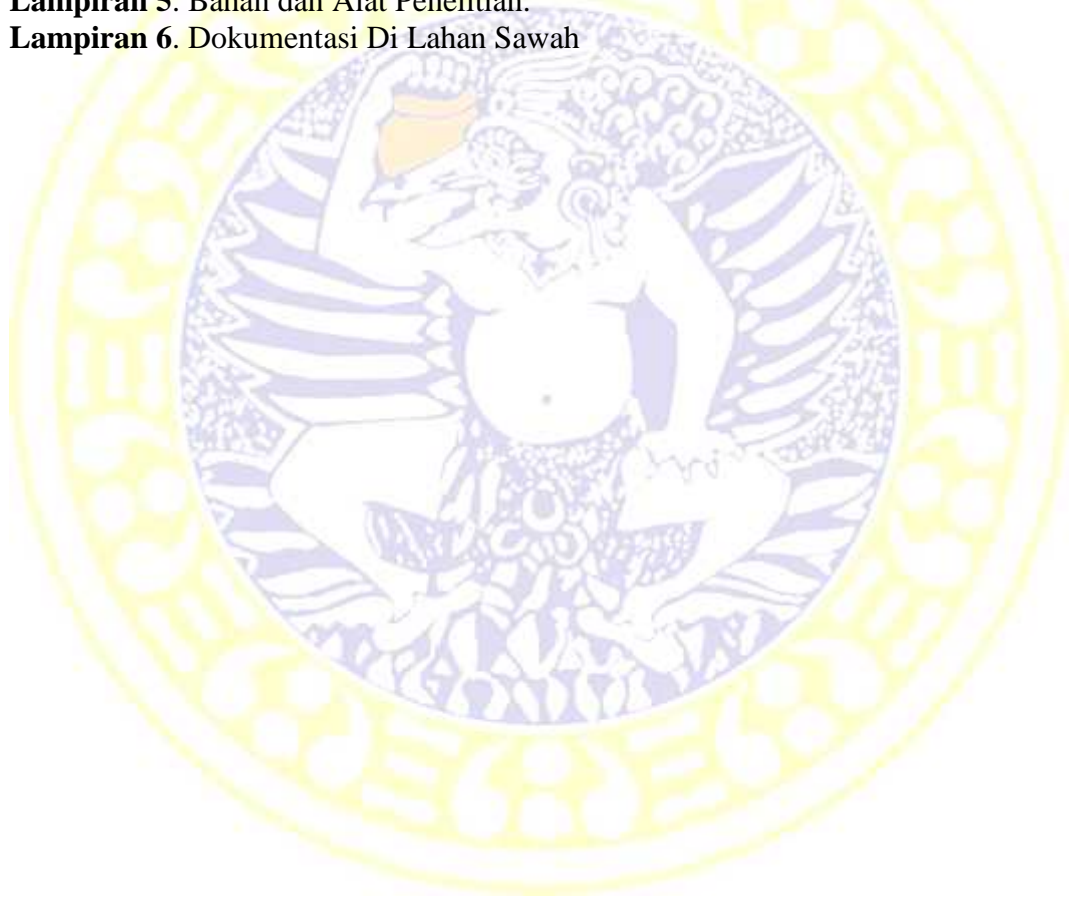
## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Morfologi tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.).....	12
2.2	Morfologi sel bakteri <i>Azotobacter</i> . ....	18
2.3	Morfologi sel bakteri <i>Azospirillum</i> .....	19
2.4	Morfologi sel <i>Rhizobium</i> .....	20
2.5	Morfologi sel <i>Bacillus subtilis</i> .....	23
2.6	Morfologi sel <i>Bacillus megaterium</i> .....	24
2.7	Morfologi sel <i>Bacillus licheniformis</i> .....	25
2.8	Morfologi sel <i>Pseudomonas fluorescens</i> .....	26
2.9	Morfologi sel <i>Pseudomonas putida</i> .....	27
2.10	Morfologi sel <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	29
2.11	Morfologi sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	29
2.12	Morfologi sel <i>Cellulomonas</i> .....	30
3.1	Alur Penelitian .....	42
4.1	Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) yang Diukur Setiap Satu Minggu Sekali pada Berbagai Perlakuan.....	46
4.2	Diagram rata-rata tinggi tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian <i>biofertilizer</i> pada Akhir Panen .....	51
4.3	Diagram rata-rata biomassa tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian <i>biofertilizer</i> pada Akhir Panen .....	52
4.4	Diagram rata-rata biomassa akar tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian <i>biofertilizer</i> pada Akhir Panen.....	52
4.5	Diagram rata-rata panjang akar tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian <i>biofertilizer</i> pada Akhir Panen.....	53
4.6	Diagram rata-rata jumlah polong tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian <i>biofertilizer</i> pada Akhir Panen.....	58
4.7	Diagram rata-rata berat polong tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian <i>biofertilizer</i> pada Akhir Panen.....	58
4.8	Diagram rata-rata berat kering biji tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian <i>biofertilizer</i> pada Akhir Panen.....	59



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nomor</b>	<b>Judul</b>
<b>Lampiran 1.</b>	Hasil Analisis Statistik Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) Setiap Perlakuan
<b>Lampiran 2.</b>	Hasil Analisis Statistik Produktivitas Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) Setiap Perlakuan
<b>Lampiran 3.</b>	Hasil Perhitungan <i>Relativity Agronomic Effectivity</i> (RAE)
<b>Lampiran 4.</b>	Hasil Perhitungan Produktivitas Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.)
<b>Lampiran 5.</b>	Bahan dan Alat Penelitian.
<b>Lampiran 6.</b>	Dokumentasi Di Lahan Sawah



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu tanaman *leguminosae* yang cukup penting di Indonesia, posisinya menduduki tempat ketiga setelah kedelai dan kacang tanah. Kacang hijau merupakan salah satu bahan makanan dengan kandungan gizi yang populer di Indonesia. Teknik budidaya dan penanaman kacang hijau sangat mudah sehingga budidaya tanaman kacang hijau memiliki prospek yang baik untuk peluang usaha bidang agrobisnis (Nasution, 2015).

Penggunaan kacang hijau sangat beragam, dari olahan sederhana hingga produk olahan teknologi industri. Produk terbesar hasil olahan kacang hijau di pasar berupa taoge (kecambah), bubur, makanan bayi, industri minuman, kue, bahan campuran soun dan tepung hunkue (Mustakim, 2012). Menurut Rukmana (1997), setiap 100 gram biji kacang hijau mengandung 345 kalori; 22 g protein; 1,2 g lemak; 62,9 g karbohidrat; 125 mg kalsium; 320 mg fosfor; 6,7 mg besi; 157 vitamin A; 0,64 mg vitamin B1; 6 mg vitamin C; dan 10 g air.

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tanggal 5 Mei tahun 2014, Indonesia mengimpor kacang hijau dari beberapa negara. Sepanjang Januari-Maret 2014, yang masuk ke Indonesia mencapai 18,64 ribu ton. Indonesia mengimpor dari beberapa negara diantaranya Myanmar, Etiopia, Thailand, Australia, dan Brasil. Impor kacang hijau pun meningkat cukup drastis pada Maret 2014 dibandingkan bulan sebelumnya. Pada Februari, impor kacang hijau tercatat

sebanyak 6,27 ribu ton. Kemudian terjadi peningkatan pesat menjadi 13,96 ribu ton pada Maret. Masih tingginya tingkat impor kacang hijau menggambarkan masih rendahnya produksi kacang hijau di Indonesia.

Menurut Rukmana (1997), salah satu penyebab rendahnya hasil pengembangan kacang hijau adalah akibat budidaya yang kurang baik (tanpa penyiangan dan pemupukan). Untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau dapat dilakukan dengan menyediakan unsur hara yang cukup dan berimbang. Unsur hara utama yang banyak dibutuhkan tanaman tetapi jumlah atau ketersediaannya sering kurang atau tidak mencukupi di dalam tanah ialah N, P, dan K. Oleh karena itu ketiga unsur ini ditumbuhkan dalam bentuk pupuk (Soepardi, 1983).

Aplikasi pupuk kimia dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah dan air. Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dengan dosis yang meningkat setiap tahunnya justru dapat menyebabkan tanah menjadi keras dan keseimbangan unsur hara tanah terganggu (Pranata 2010). Sifat biologis tanah menurun sehingga aktivitas jasad relik dalam tanah terganggu. Dengan demikian, proses penguraian bahan organik tanah terhambat dan tingkat kesuburan tanah menurun (Cahyono, 2003). Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif tersebut, maka pupuk organik yang mengandung mikroba (pupuk hayati) dapat dijadikan sebagai alternatif dari penggunaan pupuk kimia (Aryantha *et al.*, 2004).

Pupuk hayati (*biofertilizer*) didefinisikan sebagai substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang mengkolonisasi rhizosfir atau bagian dalam tanaman untuk dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan jalan



meningkatkan pasokan ketersediaan hara primer dan juga memberikan stimulasi pertumbuhan pada tanaman target (Vessey, 2003).

Mikroba yang digunakan umumnya mampu hidup bersama (simbiosis) dengan tanaman inangnya. Keuntungan diperoleh oleh kedua pihak, tanaman inang mendapatkan tambahan unsur hara yang diperlukan, sedangkan mikroba mendapatkan bahan organik untuk aktivitas dan pertumbuhannya. Mikroba yang digunakan sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) dapat diberikan langsung ke dalam tanah, disertakan dalam pupuk organik atau disalutkan pada benih yang akan ditanam (Hanum, 2008). Penggunaan mikroba tanah dalam pertanaman dapat membantu penyediaan nitrat, fosfat, dan kalium serta unsur hara lainnya sehingga dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman di lapangan (Van Brugen, 2000).

Mikroba dalam pupuk hayati mengembalikan siklus nutrisi alami tanah dan membentuk material organik tanah. Melalui penggunaan pupuk hayati, tanaman yang sehat dapat ditumbuhkan sambil meningkatkan keberlanjutan dan kesehatan tanah (Vessey, 2003). Sebagai contoh aplikasi pupuk yang mengandung mikoriza dan bakteri pengikat nitrogen (*Azotobacter chroococcum*), bakteri pelarut fosfat (*Bacillus megaterium*) dan bakteri pelarut kalium (*Bacillus mucilaginosus*) terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*) (Wu *et al.*, 2005).

Pada penelitian sebelumnya aplikasi pupuk mikroba telah diujikan terhadap kelompok tanaman polong-polongan yaitu kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr), aplikasi pupuk

konsorsium mikroba sudah dilakukan dan terbukti bahwa mikroba yang terkandung dalam pupuk hayati meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman tersebut (Muslifa, 2010; Farida, 2009). Sehingga, pada penelitian ini menggunakan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) yang memerlukan banyak nutrisi agar dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil panen yang optimum (Chusnia, 2012).

Pupuk hayati (*biofertilizer*) mengandung beberapa mikroba fungsional seperti mikroba pemfiksasi nitrogen yaitu *Azotobacter*, *Rhizobium* dan *Azospirillum* yang mampu menyediakan unsur N bagi tanaman dengan cara menambat nitrogen bebas di udara, pendegradasi senyawa organik yaitu *Saccharomyces cerevisiae* dan *Cellulomonas* yang merombak sukrosa pada molase menjadi gula yang lebih sederhana sehingga dapat digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan mikroba lain. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zulaika (2012) yang menyebutkan bahwa beberapa mikroba mampu menggunakan sumber karbon dari glukosa, manosa, fruktosa, maltosa, xilosa, kasein dan gelatin untuk pertumbuhannya. Mikroba lain dalam *biofertilizer* yaitu *Lactobacillus plantarum* yang dapat menghasilkan asam laktat sebagai antimikroba fitopatogen, pelarut fosfat dan penghasil fitohormon yaitu *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Menurut Marista *et al.*, (2013), bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan bakteri pelarut fosfat yang memiliki kemampuan terbesar sebagai *biofertilizer* dengan cara melarutkan unsur fosfat yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman.

Dosis dan frekuensi dalam pemberian *biofertilizer* terhadap tanaman perlu diperhatikan. Dosis yang tidak tepat dan pemberian *biofertilizer* yang hanya dilakukan sekali, dua kali sepanjang pertumbuhannya, tidak akan meningkatkan pertumbuhan secara optimal (Hanafiah *et al.*, 2009). Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab beberapa permasalahan antara lain :

1. Apakah ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) ?
2. Apakah ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) ?
3. Berapa nilai RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*) dari pemberian *biofertilizer* terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) ?

## 1.3 Asumsi Penelitian

Pupuk hayati (*biofertilizer*) didefinisikan sebagai substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang mengkolonisasi rhizosfir atau bagian dalam tanaman untuk dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan jalan meningkatkan pasokan ketersediaan hara primer dan juga memberikan stimulasi pertumbuhan pada tanaman target (Vessey, 2003).



Pupuk hayati (*biofertilizer*) mengandung beberapa mikroba fungsional seperti mikroba pemfiksasi nitrogen untuk menyediakan unsur N bagi tanaman, mikroba pelarut fosfat untuk menyediakan unsur P bagi tanaman, dan mikroba pendegradasi senyawa organik untuk penyedia nutrisi mikroba lain. Selain itu, dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* juga merupakan hal yang penting untuk pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman target. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa pemberian *biofertilizer* dengan kombinasi dosis dan frekuensi yang berbeda akan menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

#### **1.4 Hipotesis**

##### **1.4.1 Hipotesis Kerja**

Jika pemberian *biofertilizer* menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, maka kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* yang berbeda akan menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

##### **1.4.2 Hipotesis Statistik**

H<sub>0a</sub> : Tidak ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

H<sub>1a</sub> : Ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

H0b : Tidak ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

H1b : Ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1.5.1 Untuk mengetahui apakah ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

1.5.2 Untuk mengetahui apakah ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

1.5.3 Untuk mengetahui nilai RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*) dari pemberian *biofertilizer* terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dosis dan frekuensi pemberian pupuk hayati yang dapat menunjukkan pertumbuhan dan produktivitas yang optimal terhadap tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Sehingga dapat diaplikasikan oleh petani untuk menggantikan pupuk kimia yang dapat berdampak buruk terhadap kondisi tanah dan lingkungan.

Penggunaan pupuk hayati ini diharapkan dapat meningkatkan kesehatan tanah dan hasil produksi tanaman dapat dikonsumsi dengan aman bagi kesehatan manusia.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

##### 2.1.1 Deskripsi dan Ekologi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Klasifikasi ilmiah tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) menurut Purwono dan Hartono (2005) adalah sebagai berikut :



Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Family	: Leguminoceae
Genus	: <i>Vigna</i>
Spesies	: <i>Vigna radiata</i> L.
Varietas	: Vima-1

Kacang hijau merupakan tanaman yang dapat tumbuh disemua wilayah di Indonesia. Tanaman kacang hijau dapat tumbuh di segala macam tanah, namun dapat tumbuh optimal pada tanah berliat tinggi, kaya bahan organik dan sistem drainase yang baik. Di awal pertumbuhan kacang hijau memerlukan keadaan tanah yang lembab untuk hidup, sedangkan di masa pergantian dari vegetatif ke generatif hingga biji masak memerlukan satu masa kering. Tanaman kacang hijau lebih tahan kering dibandingkan jenis tanaman kacang-kacangan lainnya (Marzuki, 1977).

Penanaman benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dilakukan dengan sistem tugal yaitu penanaman dilakukan dengan cara meletakkan 2-3 biji/lubang. Sebelum dilakukan penanaman benih, terlebih dahulu dibuat lubang tanam sedalam 3-5 cm, kemudian benih tersebut ditanam dalam lubang dan ditutup kembali dengan tanah tipis (Nasution, 2015).

Tanaman kacang hijau mampu tumbuh di dataran rendah sampai di daerah dengan ketinggian 500 meter di atas permukaan laut. Pertumbuhan optimum kacang hijau dapat tercapai pada suhu 28–30°C, kelembaban udara 50–80%, pH 5,8-6,5, curah hujan 50-200 mm perbulan dengan sinar matahari yang cukup (Najiyati dan Danarti, 2000).

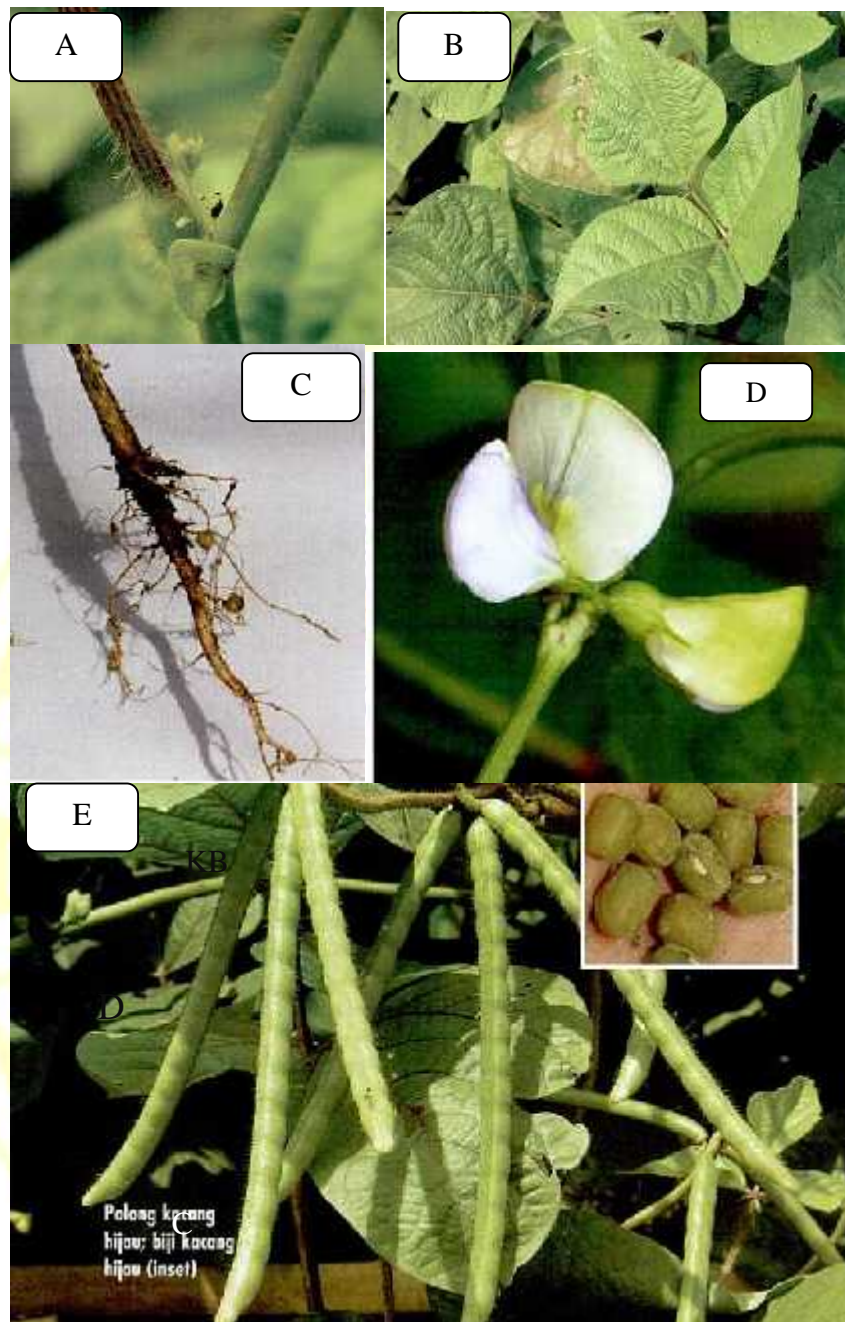
Morfologi tanaman kacang hijau Varietas VIMA-I menurut Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo (2012) yaitu tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) (Gambar 2.1) tumbuh tegak dengan tinggi mencapai 53 cm. Cabangnya menyamping pada batang utama, berbentuk bulat dan berbulu. Warna batang dan cabangnya hijau dan bila sudah tua batang akan berubah menjadi warna coklat gelap. Daunnya majemuk dan terdiri dari tiga helai anak daun setiap tangkai. Helai daun berbentuk oval dengan bagian ujung lancip dan berwarna hijau muda hingga hijau tua. Letak daun berseling. Tangkai daun lebih panjang daripada daunnya sendiri. Bunganya berwarna kuning, muncul di ujung percabangan pada umur 28- 33 hari. Polong berbentuk silindris dengan panjang antara 6-15 cm dan biasanya berbulu pendek. Sewaktu muda polong berwarna hijau setelah tua

berwarna coklat dan setiap polong berisi 10-15 biji. Bijinya berwarna hijau kusam.

Tanaman kacang hijau memiliki akar tunggang dengan sistem perakaran mesophytes dan xerophytes. Mesophytes memiliki banyak cabang akar pada permukaan tanah dengan tipe pertumbuhan menyebar, sedangkan xerophytes memiliki cabang akar yang sedikit dan memanjang ke arah bawah (Purwono dan Hartono, 2005).

Tanaman kacang hijau memiliki bunga hemaprodit (berkelamin sempurna), berbentuk kupu-kupu, dan berwarna kuning. Kacang hijau menyerbuk sendiri dan  $\pm$  45 persen penyerbukan terjadi sebelum bunga mekar (Marzuki, 1977). Waktu penyerbukan bunga berlangsung pada malam hari, pada pagi harinya bunga mekar dan sore harinya bunga langsung layu.





**Gambar 2.1** Morfologi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.), A (batang), B (daun), C (akar), D (bunga), E (polong dan biji). (Purwono dan Hartono, 2005)

### 2.1.2 Manfaat dan Kandungan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Kacang hijau mempunyai manfaat yang sangat penting karena mempunyai nilai gizi yang cukup baik. Karbohidrat merupakan bagian terbesar pada kacang hijau yaitu 62,5% sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi. Karbohidrat tersusun atas pati, gula, dan serat kasar (Iswandari, 2006).

Kacang hijau mengandung 230-260 g/kg protein dan sekitar 0,7-1,0 g/kg lemak dan mempunyai zat antigizi yang sangat rendah. Profil dari asam amino kacang hijau setara dengan kacang kedelai dan juga kaya akan vitamins A, B1, B2, C and niacin (Robinson and Singh, 2001).

**Tabel 2.1** Komposisi Gizi Kacang Hijau (per 100 g)

Komponen		Mentah
Energi	(Kal)	323,0
Air	(g)	15,50
Protein	(g)	22,90
Lemak	(g)	1,5
Karbohidrat	(g)	56,80
Serat	(g)	7,50
Abu	(g)	3,30
Kalsium	(mg)	223,00
Fosfor	(mg)	319,00
Besi	(mg)	7,50
Vitamin B1	(mg)	0,46
Vitamin C	(mg)	10,00
Karoten Total	(mkg)	223,00

Sumber : Slamet dan Tarwotjo, 1980.

Menurut Syofia, I. Khair, H. Anwar K. (2014), manfaat tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) adalah dapat melancarkan buang air besar dan menambah semangat hidup. Selain itu juga dapat digunakan untuk pengobatan hepatitis, terkilir, beri-beri, demam nifas, kepala pusing/ vertigo, memulihkan kesehatan,

kencing kurang lancar, kurang darah, jantung mengipas, dan kepala pusing. Tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) memiliki kelebihan ditinjau dari segi agronomi dan ekonomis, seperti: (a) lebih tahan kekeringan; (b) serangan hama dan penyakit lebih sedikit; (c) dapat dipanen pada umur 55-60 hari; (d) dapat ditanam pada tanah yang kurang subur; dan (e) cara budidayanya mudah.

## 2.2 Tinjauan Umum Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman

Menurut Harjadi (1993), pertumbuhan tanaman didefinisikan sebagai pertambahan ukuran yang dapat diketahui dengan adanya pertambahan panjang, diameter, dan luas bagian tanaman. Parameter lain yaitu adanya pertambahan volume, massa, berat basa dan berat kering tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan antara lain umur tanaman dan zat pengatur tumbuh. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan adalah cahaya, temperatur, kelembaban, nutrisi atau garam-garam mineral dan oksigen (Harjadi, 1993).

Produktivitas tanaman kacang hijau diartikan sebagai kemampuan tanaman menghasilkan suatu produk atau hasil yang biasa dilihat dari jumlah polong, berat polong dan pengukuran massa kering biji. Produksi suatu tanaman juga diartikan sebagai hasil akhir dari suatu tanaman yang diperoleh setelah panen pertumbuhan selesai (Gardner *et al.*, 1991).



## 2.3 Tinjauan Umum Pupuk

### 2.3.1 *Biofertilizer*

*Biofertilizer* atau yang sering disebut pupuk hayati merupakan suatu bahan yang terdiri atas sekumpulan mikroorganisme fungsional yang mampu menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan suatu tanaman. Menurut Subba (1993), *biofertilizer* adalah formulasi dari mikroorganisme hidup yang mampu mengubah unsur hara dari bentuk yang belum dapat digunakan menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman melalui proses biologi baik dengan hidup bebas di dalam tanah atau berasosiasi dengan tanaman.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) didefinisikan sebagai substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang mengkolonisasi rhizosfir atau bagian dalam tanaman untuk dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan jalan meningkatkan pasokan ketersediaan hara primer dan juga memberikan stimulasi pertumbuhan pada tanaman target (Vessey, 2003).

*Biofertilizer* terdiri atas beberapa kelompok mikroba antara lain, mikroba-mikroba yang dapat menambat unsur hara nitrogen dari atmosfer seperti beberapa mikroba dari genus *Rhizobium*, *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Mikroba-mikroba yang berperan sebagai dekomposer seperti *Saccharomyces*, *Cytophaga*, *Cellulomonas*, *Cellvibrio* dan *Lactobacillus plantarum*. Selain itu, terdapat beberapa bakteri dari genus *Bacillus*, *Pseudomonas flourescens* dan *Psuedomonas putida* yang dapat melarutkan fosfat dalam tanah.



### 2.3.2 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat di pabrik secara kimia. Pupuk anorganik dapat dibedakan menjadi pupuk tunggal, pupuk majemuk dan pupuk lengkap. Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya memiliki satu macam hara, misalnya pupuk urea yang mengandung unsur N, pupuk SP-36 yang mengandung unsur P, dan pupuk KCl yang mengandung unsur K. Pupuk majemuk adalah pupuk yang memiliki kandungan lebih dari satu atau beberapa unsur hara, misalnya N+K, N+P, N+P+K, dan sebagainya. Sedangkan pupuk lengkap adalah pupuk yang mengandung unsur hara makro dan mikro (Lestari, 2009).

Pupuk anorganik pada umumnya mempunyai kandungan unsur hara yang tinggi, praktis dalam pemakaian, dan mudah dalam menentukan dosisnya. Kekurangan dari pupuk ini yaitu dapat menurunkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah apabila diberikan secara terus-menerus dengan dosis yang berlebihan (Lingga dan Marsono, 2001). Penurunan sifat kimia dapat terjadi diantaranya karena keasaman tanah akibat penggunaan pupuk nitrogen buatan dalam jumlah besar secara terus-menerus. Penurunan sifat fisik tanah dapat diakibatkan karena kerusakan struktur tanah yang dapat menimbulkan pemadatan tanah. Kerusakan struktur tanah ini dapat terjadi akibat pengelolaan tanah yang salah atau penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus. Penurunan sifat biologi tanah ditandai oleh penyusutan populasi mikroorganisme tanah (Lestari, 2009).

## 2.4 Tinjauan Umum Mikroorganisme yang Bermanfaat bagi Pertanian

### 2.4.1 Mikroba Penambat Nitrogen

Menurut Agromedia (2007), Nitrogen (N) bermanfaat untuk memacu pertumbuhan tanaman secara umum, terutama pada fase vegetatif dan berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, lemak, enzim dan persenyawaan lain. Menurut Hendra (2014), tanaman menyerap nitrogen melalui akar dalam bentuk  $\text{NO}_3$  dan  $\text{NH}_4$ . Nitrogen memacu pertumbuhan daun dan batang tanaman. Selain itu, nitrogen juga berpengaruh pada pembentukan akar tanaman meskipun efeknya tidak sebesar fosfor. Sedangkan menurut Hakim (1986), dampak dari kekurangan unsur nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi terganggu serta produktivitas tanaman menjadi menurun akibat terganggunya pembentukan klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Namun, dalam kadar yang melampaui batas, nitrogen akan menghambat pembungaan dan pematangan tanaman.

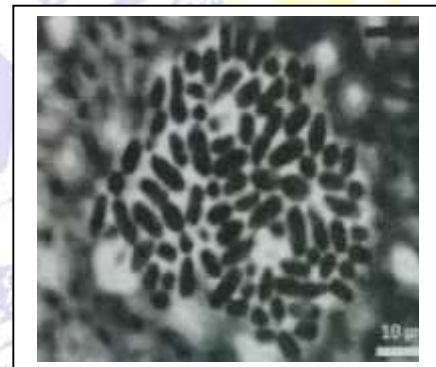
Nitrogen merupakan salah satu unsur penting yang mudah hilang atau menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Menurut Mukhlis dan Fauzi (2003), ketidaktersediaan N dalam tanah dapat melalui proses pencucian atau terlindi (*leaching*)  $\text{NO}_3^-$ , denitrifikasi  $\text{NO}_3^-$  menjadi  $\text{N}_2$ , volatilisasi  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NH}_3$ , terfiksasi oleh mineraliat atau dikonsumsi oleh mikroorganisme tanah. Oleh karena itu, beberapa upaya harus dilakukan untuk menjaga ketersediaan unsur N dalam tanah misalnya dengan menambahkan mikroba yang mempunyai kemampuan memfiksasi nitrogen bebas di atmosfer.

Hardjowigeno (1987); Tisdale *et al.*, (1990) menjelaskan bahwa nitrogen dalam tanah dibagi menjadi dua bentuk, yaitu N-organik dan N-anorganik. Bentuk N-organik meliputi asam amino atau protein, asam amino bebas, gula amino dan bentuk kompleks lainnya. Sedangkan dalam bentuk N-anorganik meliputi  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  dan  $\text{N}_2^-$ . Keberadaan N-organik lebih banyak jika dibandingkan dengan N-anorganik. Agar dapat diserap oleh tanaman, N-organik harus diubah atau didekomposisi menjadi N-anorganik. Sehingga jelas peran mikroba penambat nitrogen sangat penting bagi kelangsungan hidup tumbuhan.

#### 2.4.1.1 *Azotobacter*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Azotobacter* sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Classis	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Pseudomonadales
Familia	: Pseudomonadaceae
Genus	: <i>Azotobacter</i>
Species	: <i>Azotobacter</i> sp.



**Gambar 2.2** Morfologi sel bakteri *Azotobacter* (Garrity *et al.*, 2005)

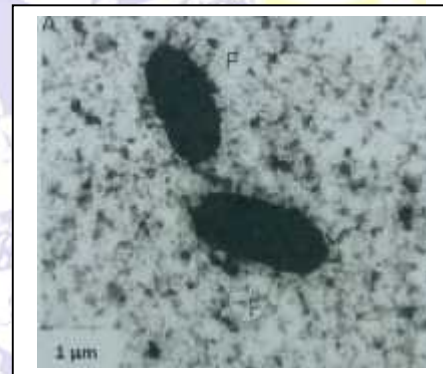
Menurut Holt *et al.*, (2000), sel bakteri *Azotobacter* (Gambar 2.2) berdiameter antara 1,5-2,0  $\mu\text{m}$ . Bersifat pleomorfi dan berbentuk batang hingga kokoid. Sel bakteri ini tersusun tunggal atau kadang berbentuk seperti rantai dengan panjang yang bervariasi. Tidak memproduksi endospora, namun membentuk sistem dinding tebal dan menghasilkan banyak kapsul berlendir

(Pelczar dan Chan, 2012), bersifat Gram negatif dan motil karena dapat bergerak dengan bantuan flagel peritrikus, namun beberapa spesies juga bersifat nonmotil. *Azotobacter* bersifat aerobik, namun masih dapat hidup pada lingkungan dengan kadar oksigen yang rendah. Bersifat kemoorganotrof yaitu dapat menggunakan gula, alkohol dan garam-garam organik untuk pertumbuhannya. *Azotobacter* termasuk bakteri pemfiksasi nitrogen nonsimbiotik yang dapat menambat 10 mg N<sub>2</sub> per g karbohidrat (biasanya glukosa). Katalase positif, dapat hidup dan menambat nitrogen dengan optimal pada suhu optimum yang berkisar antara 20-30 °C dan pH 7,0-7,5 (Pelczar dan Chan, 2012).

#### 2.4.1.2 *Azospirillum*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Azospirillum* sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Classis	: Alphaproteobacteria
Ordo	: Rhodospirillales
Familia	: Rhodospirillaceae
Genus	: <i>Azospirillum</i>
Species	: <i>Azospirillum</i> sp.



**Gambar 2.3** Morfologi sel bakteri *Azospirillum* (Alexandre *et al.*, 1999)

Holt *et al.*, (2004) menyebutkan bahwa *Azospirillum* (Gambar 2.3) merupakan bakteri yang berbentuk batang lurus dengan lebar antara 0,9-1,2 μm, ujung sel sering dijumpai berbentuk lebih kecil. Bersifat Gram negatif dan dapat menghasilkan granul intraseluler yaitu poly- -hydroxybutyrate. *Azospirillum*



bersifat motil dan membentuk seperti ulir saat bergerak karena dapat bergerak menggunakan *polar flagellum* tunggal (Bergey *et al.*, 2005). Bakteri ini dapat tumbuh optimal pada suhu 34-37 °C, beberapa strain dapat tumbuh baik pada pH 7, sedangkan yang lainnya tumbuh baik pada kondisi pH asam. *Azospirillum* dapat mengubah  $\text{NO}_3^-$  menjadi  $\text{NO}_2^-$  atau  $\text{N}_2\text{O}$  dan  $\text{N}_2$ . Bakteri ini bersifat oksidase positif, kemoorganotrof yaitu dapat tumbuh baik pada substrat garam dari asam-asam organik seperti malat, suksinat, laktat dan piruvat. Bakteri ini bersifat hidup bebas (*free-living*) maupun berasosiasi pada akar tanaman namun tidak membentuk nodul akar. *Azospirillum* mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui banyak mekanisme, termasuk penambatan nitrogen, produksi fitohormon (seperti auksin, giberelin dan sitokinin), peningkatan penyerapan unsur hara, peningkatan ketahanan cekaman, serta pelarut organik (Reis *et al.*, 2011).

#### 2.4.1.3 *Rhizobium*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Rhizobium* sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Classis	: Alphaproteobacteria
Ordo	: Rhizobiales
Familia	: Rhizobiaceae
Genus	: <i>Rhizobium</i>
Species	: <i>Rhizobium</i> sp.



**Gambar 2.4** Morfologi sel *Rhizobium*  
(Quan *et al.*, 2005)

*Rhizobium* (Gambar 2.4) mempunyai bentuk batang dengan ukuran 0,5-0,9 x 1,2-3,0  $\mu\text{m}$  dan umumnya bersifat pleomorfi serta mengandung granula-granula poly- $\gamma$ -hydroxybutyrate. Bakteri ini bersifat Gram negatif, motil dengan satu polar atau subpolar flagellum. Bakteri ini seringkali dapat tumbuh pada kondisi dengan kadar oksigen kurang dari 1,0 kPa. *Rhizobium* dapat tumbuh optimal pada suhu 25-30°C dan pH 6-7. Koloni berbentuk bulat dengan elevasi convex, semitranslucent, raised dan mucilaginous. Bakteri ini bersifat kemoorganotrof yang dapat menggunakan karbohidrat dan garam dari asam-asam organik sebagai sumber karbon kecuali selulosa dan pati (Holt *et al.*, 2004). *Rhizobium* dapat menambat nitrogen bebas dan membentuk nodul pada akar tanaman Leguminosae.

#### **2.4.2 Mikroba Pelarut Fosfat dan Penghasil Fitohormon**

Menurut Agromedia (2007), Fosfor (P) bermanfaat untuk membantu pembentukan protein dan mineral yang sangat penting bagi tanaman, bertugas mengedarkan energi ke seluruh bagian tanaman, merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar, mempercepat pembungaan dan pembuahan tanaman, serta mempercepat pemasakan biji dan buah. Menurut Hendra (2014), fosfor merupakan sumber energi bagi tanaman. Fosfor memacu pembentukan akar sehingga pemberian secara berlebihan mengakibatkan akar tumbuh memanjang di dalam tanah, tidak sepadan dengan kesuburan bagian lain pada tanaman. Fosfor juga berperan penting dalam kegiatan respirasi atau pernafasan tanaman dan fotosintesis. Di dalam tanaman, sebagian besar fosfor terikat dalam senyawa-senyawa organik berupa zat pembangun. Hanya sebagian kecil fosfor dalam

bentuk anorganik sebagai ion-ion fosfat. Kekurangan fosfor dapat menghambat pertumbuhan dan reaksi metabolisme pada tanaman.

Oleh karena itu, ion fosfat harus tersedia bagi tanaman untuk menunjang pertumbuhannya sehingga dapat menghasilkan produk hasil panen yang berkualitas. Beberapa genus bakteri sering dilaporkan mempunyai kemampuan melarutkan fosfat untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Menurut Premono (1994), *Pseudomonas fluorescens* dan *Pseudomonas putida* mampu meningkatkan fosfat terekstrak pada tanah masam hingga 50%, sedangkan tanah basa sebesar 10%. Sedangkan penelitian Sundara dan Sinha (1962) menunjukkan bahwa *Bacillus megaterium* dan *Bacillus* sp. dapat melarutkan fosfat dari lapisan perakaran tanaman gandum.

Beberapa peneliti mengemukakan bahwa efektifnya bakteri pelarut P tidak hanya disebabkan oleh kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan P tetapi juga disebabkan karena kemampuannya dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh, terutama oleh mikroba yang hidup dalam permukaan akar seperti *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, dan *Pseudomonas striata*. Mikroba-mikroba tersebut dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti asam indol asetat (IAA) dan asam giberelin (GA3) (Arshad dan Frankenberger, 1993).

Kemampuan mikroba pelarut fosfat dalam melarutkan fosfat yang terikat dapat diketahui dengan membiakkan biakan murninya pada media agar 'Pikovskaya', karena mengandung P tidak larut seperti kalsium fosfat  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Pada akhir masa inkubasi (48-72 jam) pertumbuhan mikroba pelarut fosfat dicirikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni mikroba yang tumbuh.

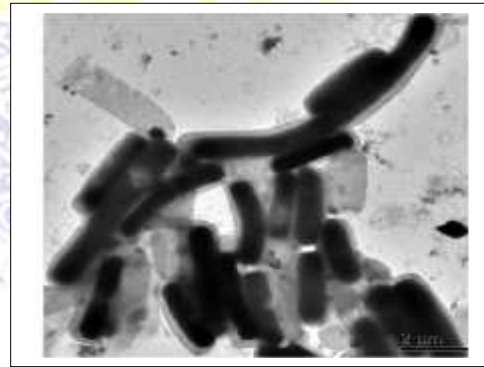


Sedangkan mikroba lainnya tidak menunjukkan ciri tersebut. Mikroba pelarut fosfat yang unggul dapat diseleksi dari uji tersebut, yaitu yang menghasilkan diameter zone bening yang paling besar dibandingkan koloni mikroba lainnya (Dewi, A., 2007).

#### 2.4.2.1 *Bacillus subtilis*

Menurut Madigan *et al.*, (2003), klasifikasi ilmiah bakteri *Bacillus subtilis* sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Firmicutes
Classis	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Family	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Spesies	: <i>Bacillus subtilis</i>



**Gambar 2.5** Morfologi sel *Bacillus subtilis* (Ma *et al.*, 2015)

*Bacillus subtilis* (Gambar 2.5) merupakan bakteri Gram positif berbentuk batang besar, membentuk rantai, berspora, dan sifatnya aerob. Panjang bakteri ini 2-3  $\mu\text{m}$  dan lebarnya 0,7-0,8  $\mu\text{m}$ . Bakteri ini menggunakan sumber N dan C untuk pertumbuhan. Spora resisten terhadap perubahan lingkungan, tahan terhadap panas kering dan desinfektan kimia tertentu selama waktu yang cukup lama dan tetap ada selama bertahun-tahun dalam tanah yang kering (Jawetz & Adelberg, 1996).

*Bacillus subtilis* dapat tumbuh pada suhu 45-55°C minimum pada suhu 5-20°C. Bakteri ini mempunyai kemampuan membentuk pertahanan diri yang kuat,



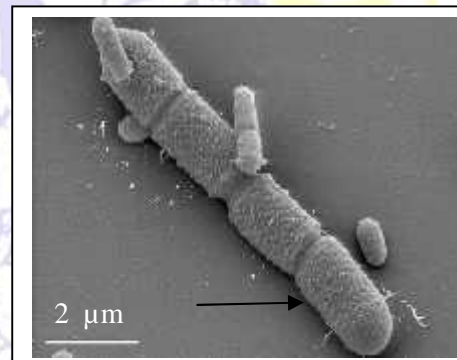
dengan membentuk endospora yang bersifat` melindungi sehingga dapat tahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Nakano dan Zuber, 1998).

*Bacillus subtilis* mengkoloni perakaran karena memerlukan senyawa metabolit yang dihasilkan tanaman sebagai nutrisinya. Setelah terakumulasi pada perakaran tanaman, bakteri tersebut akan menghasilkan zat pengatur tumbuh, yang mampu menginduksi perakaran tanaman untuk tumbuh dengan baik. Dengan perakaran yang baik maka daya tembus dan daya serap akar terhadap nutrisi akan menjadi lebih baik. Kemampuan ini diduga penyebab postur tanaman, jumlah anakan produktif, dan hasil padi lebih tinggi (Wartono, *et al.*,2014).

#### 2.4.2.2 *Bacillus megaterium*

Menurut Holt *et al.*, (1994), klasifikasi ilmiah bakteri *Bacillus megaterium* sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Firmicutes
Classis	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Family	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Spesies	: <i>Bacillus megaterium</i>



**Gambar 2.6** Morfologi sel *Bacillus megaterium* (Vary *et al.*, 2007)

*Bacillus megaterium* (Gambar 2.6) memiliki sel berbentuk batang dan bersifat Gram positif, bergerak menggunakan flagel dan dapat membentuk endospora apabila hidup pada lingkungan yang ekstrim. *Bacillus megaterium* banyak ditemukan dalam tanah dan air (Madigan dan Martinko, 2005).

### 2.4.2.3 *Bacillus licheniformis*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Bacillus licheniformis* sebagai berikut :

Regnum : Bacteria

Phylum : Firmicutes

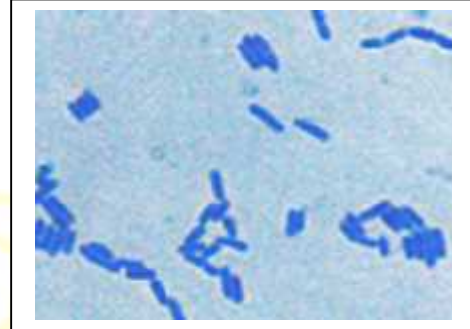
Classis : Bacilli

Ordo : Bacillales

Family : Bacillaceae

Genus : *Bacillus*

Spesies : *Bacillus licheniformis*



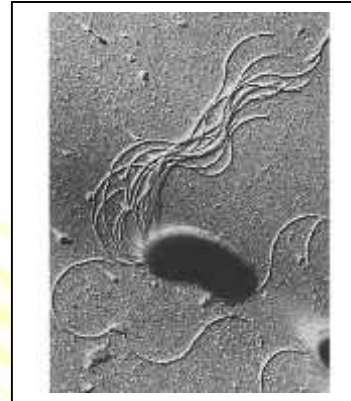
**Gambar 2.7** Morfologi sel *Bacillus licheniformis* (Bahamdain *et al.*, 2015)

*Bacillus licheniformis* (Gambar 2.7) merupakan bakteri Gram positif, berbentuk batang dengan panjang antara 1,5-3  $\mu\text{m}$  dan lebarnya 0,6-0,8  $\mu\text{m}$ . Spora dari bakteri ini berbentuk batang silindris atau elips dan terdapat pada sentral atau parasentral. Suhu maksimum pertumbuhannya adalah 50-55°C dan suhu minimumnya 15°C (Mao, *et al.*, 1992). Bakteri ini adalah mikroorganisme tanah membentuk spora yang memberikan kontribusi untuk siklus nutrisi dan memiliki aktivitas anti jamur (Soeka *et al.*, 2011).

#### 2.4.2.4 *Pseudomonas fluorescens*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Pseudomonas fluorescens* adalah sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Classis	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Pseudomonadales
Familia	: Pseudomonadaceae
Genus	: <i>Pseudomonas</i>
Species	: <i>Pseudomonas fluorescens</i>



**Gambar 2.8** Morfologi sel *Pseudomonas fluorescens* (Taylor, 1997)

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* (Gambar 2.8) merupakan bakteri sel tunggal, Gram negatif berbentuk batang lurus atau melengkung, mempunyai ukuran 0,5-1,0  $\mu\text{m}$  x 1,5-5  $\mu\text{m}$ , dapat bergerak karena flagella atau motil, tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan Gram. Kebanyakan spesies dapat tumbuh pada kondisi asam (pH 4,5) (Handayanto dan Hairiah, 2009).

Kelompok bakteri ini dapat berfungsi sebagai antagonis pada beberapa patogen di dalam rhizosfer tanaman, yang efektif menekan patogen akar seperti *Fusarium* sp. dan beberapa patogen lain yang menghasilkan tabung kecambah (Susanna, 2000).

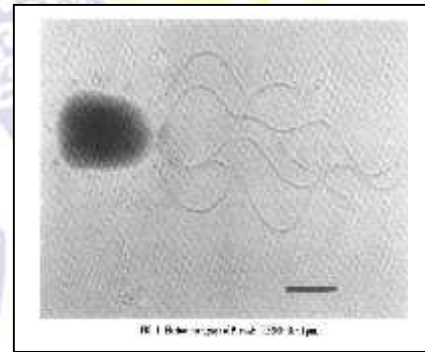
*Pseudomonas fluorescens* mampu mengklon dan beradaptasi dengan baik pada akar tanaman serta menggunakan eksudat akar untuk mensintesis metabolit yang mampu menghambat pertumbuhan dan aktifitas patogen atau memicu

ketahanan sistemik dari tanaman terhadap patogen (Susanna, 2000). *Pseudomonas fluorescens* dapat menekan perkembangan penyakit tanaman dengan beberapa cara yaitu: kompetisi terhadap unsur besi (Fe) dan unsur karbon, memproduksi antibiotik dan HCN, merangsang akumulasi fitoaleksin sehingga tanaman lebih resisten serta mengkolonisasi akar dan menstimulasi pertumbuhan tanaman (Susanna, 2000).

#### 2.4.2.5 *Pseudomonas putida*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Pseudomonas putida* adalah sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Classis	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Pseudomonadales
Familia	: Pseudomonadaceae
Genus	: <i>Pseudomonas</i>
Species	: <i>Pseudomonas putida</i>



**Gambar 2.9** Morfologi sel *Pseudomonas putida* (Harwood *et al.*, 1989)

*Pseudomonas putida* (Gambar 2.9) bakteri Gram negatif. Bakteri ini berbentuk batang dengan ukuran 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ , aerobik, tidak membentuk spora, oksidase positif, dan mempunyai flagel yang digunakan sebagai motilitas. Mempunyai karakter koloni dengan bentuk bulat, tepi rata, kecil, dan berwarna kekuningan (Ni' matuzahroh *et al.*, 2009).



### 2.4.3 Mikroba Pendekomposer Bahan Organik

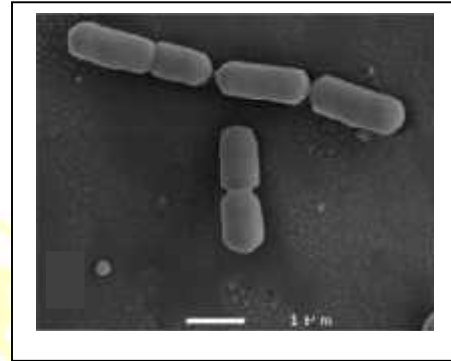
Menurut Sumarno (2008), mikroba dekomposer merupakan suatu agen bioaktivator yang tumbuh secara alami atau dengan sengaja diberikan pada tanah atau pupuk organik untuk mempercepat proses penguraian bahan organik tersebut menjadi zat yang siap diserap oleh tanaman. Jumlah dan jenis mikroba menentukan keberhasilan proses dekomposisi. Proses dekomposisi ini tidak dilakukan oleh satu mikroba monokultur melainkan dilakukan oleh konsorsium mikroba. Mikroba dekomposer adalah mikroorganisme pengurai lignin, selulosa, serat dan senyawa organik yang mengandung nitrogen dan karbon dari sisa-sisa organik jaringan tumbuhan atau hewan yang telah mati dan berperan dalam proses pengomposan. Peran jamur sebagai dekomposer umumnya mempunyai kemampuan yang lebih baik dibanding bakteri dalam mengurai sisa-sisa tanaman seperti hemiselulosa, selulosa dan lignin sehingga mampu menunjukkan aktivitas biodekomposisi paling nyata.

Mikroba dekomposisi tersebut menurut Jaya (2015) adalah bakteri *Cellvibrio*, *Cellulomonas*, *Cytophaga*, *Lactobacillus plantarum* dan dari golongan khamir adalah *Saccharomyces cereviceae*.

### 2.4.3.1 *Lactobacillus plantarum*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Lactobacillus plantarum* adalah sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Firmicutes
Classis	: Bacilli
Ordo	: Lactobacillales
Familia	: Lactobacillaceae
Genus	: <i>Lactobacillus</i>
Species	: <i>Lactobacillus plantarum</i>



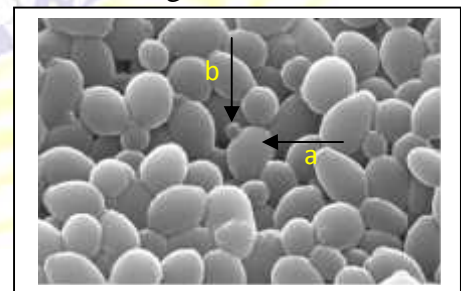
**Gambar 2.10** Morfologi sel *Lactobacillus plantarum* (De Veen *et al.*, 2011)

*Lactobacillus plantarum* (Gambar 2.10) merupakan bakteri Gram positif yang berbentuk batang (*rod*) dengan ujung yang membulat. Saat ini *Lactobacillus plantarum* banyak dieksplorasi sebagai agen pengonversi lignoselulosa menjadi produk biologi (Liu, 2006).

### 2.4.3.2 *Saccharomyces cerevisiae*

Klasifikasi ilmiah *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut :

Regnum	: Fungi
Phylum	: Ascomycota
Classis	: Saccharomycetes
Ordo	: Saccharomycetales
Familia	: Saccharomycetaceae
Genus	: <i>Saccharomycetes</i>
Species	: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Volk and Galbraith, 2002).



**Gambar 2.11** Morfologi sel *Saccharomyces cerevisiae* (a)Sel vegetatif (b) budding (Marx *et al.*, 2011)

*Saccharomyces cerevisiae* (Gambar 2.11) tergolong mikroorganisme eukariota. Mikroorganisme ini merupakan mikroorganisme sel tunggal yang sering disebut khamir dan tidak memiliki tubuh buah. Selnya berbentuk bulat sampai bulat telur dengan diameter 5-10  $\mu\text{m}$  dan bereproduksi dengan bertunas yang dikenal dengan sistem *budding*. *Saccharomyces cereviceae* mudah ditumbuhkan pada media yang mengandung karbon, nitrogen, vitamin, dan mineral lainnya, dapat dijumpai pada daun, dan tumbuh optimum pada temperature 20-25°C (Handayanto dan Hairiah, 2009).

Menurut Judoamidjojo (1990), *Saccaromyces cereviceae* menghasilkan enzim zimase dan invertase. Fungsi enzim invertase adalah untuk memecah sukrosa ataupun polisakarida (pati) yang belum terhidrolisis untuk diubah menjadi monosakarida (glukosa). Sedangkan enzim zimase selanjutnya mengubah monosakarida menjadi etanol dengan proses fermentasi.

#### 2.4.3.3 *Cellulomonas*

Menurut Garrity *et al.*, (2004), klasifikasi ilmiah bakteri *Cellulomonas* adalah sebagai berikut :

Regnum	: Bacteria
Phylum	: Actinobacteria
Classis	: Actinobacteria
Ordo	: Coriobacteriales
Familia	: Cellulomonadaceae
Genus	: <i>Cellulomonas</i>
Species	: <i>Cellulomonas</i> sp.



**Gambar 2.12** Morfologi sel *Cellulomonas* (Abt *et al.*, 2010)

Menurut Glazer dan Nikaido (2007), *Cellulomonas* (Gambar 2.12) merupakan salah satu bakteri tanah yang bersifat Gram positif, berbentuk batang (*rod*), tidak membentuk spora, anaerob fakultatif dan motil. Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu berkisar antara 15-37 °C namun tumbuh baik pada suhu 25 °C dan pH 8. Bakteri ini memiliki kemampuan dalam mendegradasi selulosa dengan menggunakan enzim endoglukanase dan eksoglukanase.





## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga sebagai tempat pengukuran kuantitas mikroba dalam *biofertilizer* dan tanah, dan juga dilaksanakan di lahan sawah Dusun Besuk, Desa Lemujut, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur sebagai tempat budidaya tanaman kacang hijau, aplikasi *biofertilizer*, dan pengambilan serta pengumpulan data. Penelitian ini dilaksanakan bulan Mei 2015 hingga Maret 2016.

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.2.1 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.), pupuk kimia (Vitonic Super), *biofertilizer* yang sebelumnya sudah dibuat oleh kelompok tani Dusun Besuk, Desa Lemujut, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo yang di dalamnya mengandung konsorsium mikroba yang terdiri atas 3 isolat mikroba penambat nitrogen antara lain *Azotobacter*, *Rhizobium* dan *Azospirillum*, 5 isolat mikroba pelarut fosfat dan penyedia fitohormon yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas fluorescens*, 3 isolat mikroba dekomposer meliputi *Cellulomonas*, *Lactobacillus plantarum* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Media spesifik yang digunakan untuk pengukuran

kuantitas mikroba penambat nitrogen yaitu Nfb (*Nitrogen free bromothymol blue*) (semi solid) yang terdiri atas asam malat 0,5 g; KOH 0,4 g;  $K_2HPO_4$  0,05 g;  $FeSO_4$  0,005 g;  $MnSO_4$  0,001 g;  $MgSO_4$  0,01 g; NaCl 0,002 g;  $CaCl_2$  0,002 g;  $Na_2MoO_2$  0,001 g; bromotimol biru 0,3 ml; Agar 1,75 g serta 100 ml akuades, media Pikovskaya untuk mikroba dekomposer terdiri atas glukosa 1 g;  $Ca_3PO_4$  0,5 g;  $(NH_4)_2SO_4$  0,05 g; KCl 0,02 g;  $MgSO_4$  0,01 g;  $MnSO_4$  0,01 g;  $FeSO_4$  0,01 g; *yeast extract* 0,05 g; agar 1,5 g; serta 100 ml akuades, dan media CMCA (*Carboxy Methyl Cellulose Agar*) untuk mikroba pelarut fosfat terdiri atas CMC 1 g;  $KNO_3$  0,075 g;  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0,02 g;  $KH_2PO_4$  0,05 g;  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0,002 g;  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  0,004 g; *yeast extract* 0,05 g; agar 17 g; serta akuades 100 ml. Bahan lain yang digunakan alkohol 70%, dan spirtus yang digunakan untuk sterilisasi alat dan lingkungan kerja, akuades steril, kapas, *aluminium foil*, dan *tissue*. Media tanam menggunakan lahan sawah di Dusun Besuk Desa Lemujut Kecamatan Krembung Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur dan bahan yang digunakan untuk di lahan sawah antara lain tali raffia untuk batas tiap plot, plastik 1 kg, dan kantong plastik ukuran sedang untuk tempat hasil panen.

### 3.2.2 Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ada dua kelompok. Untuk alat yang digunakan di laboratorium adalah tabung reaksi (Pyrex), rak tabung reaksi, cawan petri, pipet volum (Pyrex), labu Erlenmeyer (Herma dan Duran), gelas beaker, gelas ukur (Pyrex), *autoclave* (OSK 6500, ALP Co. Ltd), timbangan analitik (Shimadzu), kompor listrik, *magnetic stirrer*, *water bath*, oven, *Laminar Air Flow* (ESCO), *Colony Counter* (Galaxy 230), *shaker* (GLF), spatula,

pengaduk kaca, bunsen, ose, *handsprayer*, *seal*/selotip, kertas coklat, label dan baki. Sedangkan di lapangan menggunakan alat yaitu cangkul, jerigen, ember plastik, timbangan digital, spuit berukuran 50 mL, penggaris 30 cm, meteran untuk mengukur tanah, gunting untuk memotong tali raffia, batang kayu untuk membuat batas plot, pisau, sekop untuk menggali tanah, timba dan gelas untuk tempat air yang digunakan untuk menyiram tanaman, corong, kamera dan alat tulis.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jumlah perlakuan sebanyak 11 yang terdiri atas kombinasi dosis pemberian *biofertilizer* (mL/tanaman) dengan frekuensi pemberian *biofertilizer*. Hal ini sebagaimana terdapat pada tabel 3.1. Pengambilan data untuk pertumbuhan seperti tinggi tanaman (cm/dua tanaman) dilakukan satu kali dalam seminggu, sedangkan pengambilan data untuk biomassa tanaman (g/dua tanaman), biomassa akar (g/dua tanaman), panjang akar (g/dua tanaman) dan produktivitas dilakukan pada masa panen. Pengulangan perlakuan dengan rincian sebagai berikut:



**Tabel 3.1.** Rincian perlakuan dalam penelitian

No.	Perlakuan
1.	B0 <sup>-</sup>
2.	B0 <sup>+</sup>
3.	B20 F1
4.	B20 F2
5.	B20 F3
6.	B25 F1
7.	B25 F2
8.	B25 F3
9.	B30 F1
10.	B30 F2
11.	B30 F3

Keterangan :

B0<sup>-</sup> : Kontrol negatif (Air).

B0<sup>+</sup> : Kontrol positif (Pupuk Kimia (Vitonic Super), frekuensi pemberian sebanyak 3 kali).

B20F1 : 20 mL *biofertilizer* dengan 1 kali pemberian (1 MST).

B20F2 : 20 mL *biofertilizer* dengan 2 kali pemberian (1 dan 3 MST).

B20F3 : 20 mL *biofertilizer* dengan 3 kali pemberian (1,3, dan 5 MST).

B25F1 : 25 mL *biofertilizer* dengan 1 kali pemberian (1 MST).

B25F2 : 25 mL *biofertilizer* dengan 2 kali pemberian (1 dan 3 MST).

B25F3 : 25 mL *biofertilizer* dengan 3 kali pemberian (1,3, dan 5 MST).

B30F1 : 30 mL *biofertilizer* dengan 1 kali pemberian (1 MST).

B30F2 : 30 mL *biofertilizer* dengan 2 kali pemberian (1 dan 3 MST).

B30F3 : 30 mL *biofertilizer* dengan 3 kali pemberian (1,3, dan 5 Minggu Setelah Tanam).

Tiap perlakuan dilakukan tiga kali replikasi (pengulangan) dengan setiap satu replikasi (pengulangan) terdapat lima tanaman. Hal ini didasarkan pada perhitungan rumus dibawah ini :



$$(r-1)(t-1) \geq 15$$

$$(r-1)(11-1) \geq 15$$

$$(r-1)(10) \geq 15$$

$$10r-10 \geq 15$$

$$10r \geq 25$$

$$r \geq 2,5$$

$$r = 3$$

Hasil penghitungan menunjukkan bahwa pengulangan yang dilakukan dalam penelitian ini setidaknya adalah 3 kali. Sehingga, dengan memperhatikan hasil penghitungan dan juga jarak antar tanaman pada lahan sawah, maka disimpulkan bahwa pengulangan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah 3 kali pada masing-masing perlakuan.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel-variabel dalam penelitian ini antara lain :

- a. Variabel bebas : Kombinasi dosis pemberian *biofertilizer* (mL/dua tanaman) dengan ferkuensi pemupukan *biofertilizer* (kali pemupukan), dan kontrol positif dengan menggunakan pupuk kimia (Vitonic Super) 5 mL/dua tanaman.
- b. Variabel terikat : Parameter pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L). Pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman (cm/dua tanaman), biomassa tanaman (g/dua tanaman), biomassa akar (g/dua tanaman) dan panjang akar (cm/dua tanaman). Sedangkan

produktivitas tanaman yaitu jumlah polong, berat polong (g/dua tanaman), dan berat total biji (g/dua tanaman).

- c. Variabel terkendali : Varietas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L. Var. Vima-1).

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1 Pengukuran Mikroba dalam Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) dan Sampel Tanah Sebelum Tanam**

Pengukuran kuantitas mikroba dalam *biofertilizer* dan tanah sebelum penanaman dilakukan dengan cara menetapkan keberadaan mikroba penambat nitrogen menggunakan media spesifik yaitu media Nfb semi solid dengan cara perhitungan MPN (*Most Probable Number*), media Pikovskaya untuk mikroba pelarut fosfat dan media CMCA untuk mikroba dekomposer dengan cara perhitungan TPC (*Total Plate Count*). Cara menumbuhkan mikroba pada beberapa media spesifik yaitu dengan terlebih dahulu menghomogenkan sampel *biofertilizer* dan tanah dengan akuades steril, kemudian dilanjutkan dengan seri pengenceran.

Pada metode MPN menggunakan Nfb semi solid dilakukan dengan cara membagi tiga seri pengenceran tiap sampelnya, masing-masing sampel sudah terdapat tiga buah tabung reaksi berisi 6 mL media Nfb semi solid. Seri pertama berisi 10 ml sampel, seri kedua berisi 1 mL sampel dan seri ketiga berisi 0,1 mL sampel dan diinkubasi selama 7 x 24 jam. Pada metode TPC menggunakan media Pikovskaya dan media CMCA dilakukan dengan mengambil 1 mL suspensi mikroba dari beberapa pengenceran kemudian ditumbuhkan pada 10 mL media spesifik dan diinkubasi selama 3 x 24 jam. Selain itu juga dilakukan perhitungan

koloni mikroba yang terbentuk dari hasil TPC *biofertilizer* dan tanah menggunakan *Colony Counter*. Menurut Fardiaz (1993), Jumlah sel mikroba yang tumbuh pada masing-masing media dihitung dengan rumus :

$$\text{Jumlah sel (cfu/mL)} = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

### 3.5.2 Pembuatan Plot untuk Media Tanam di Lahan Sawah

Lahan yang digunakan untuk tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) ini dilakukan di lahan sawah bekas tanaman padi. Untuk pembuatan plot di lahan sawah, diperlukan meteran untuk mengukur lahan sawah, batang kayu dan tali raffia untuk batasan dari tiap plot, dan gunting untuk pemotongan tali raffia. Hal pertama yang harus dilakukan yaitu mengukur lahan sawah dengan meteran, lahan yang digunakan dibagi menjadi 11 plot, masing-masing plot berukuran  $p \times l = 2 \times 1$  m. Setiap plot dibatasi dengan menggunakan tali raffia yang diikatkan pada batang kayu. Penentuan media tanam untuk setiap perlakuan dilakukan dengan cara pengundian (secara acak).

### 3.5.3 Penanaman Benih Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Penanaman benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dilakukan dengan sistem tugal yaitu penanaman dilakukan dengan cara meletakkan 2 biji/lubang. Penanaman dilakukan pada musim kemarau yaitu dengan menggunakan jarak tanam 40x30 cm.

### 3.5.4 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi: penyiraman, pemupukan, dan penyiangan.



➤ Penyiraman

Penyiraman dilakukan setiap satu minggu sekali pada pagi hari dengan menggunakan air untuk pertumbuhan tanaman.

➤ Pemupukan

Pemberian *biofertilizer* dilakukan sebanyak tiga kali frekuensi, yaitu : F1 (1 kali pemberian *biofertilizer* yaitu satu minggu setelah tanam), F2 (2 kali pemberian *biofertilizer* yaitu satu minggu setelah tanam dan 3 minggu setelah tanam), F3 (3 kali pemberian *biofertilizer* yaitu satu minggu setelah tanam, 3 minggu setelah tanam, dan 5 minggu setelah tanam). Pemberian *biofertilizer* ini dilakukan sesuai dosis perlakuan untuk tiap tanaman. Pemberian *biofertilizer* dilakukan dengan cara memasukkannya ke daerah rhizosfer dengan menggunakan spuit yang berukuran 50 mL.

➤ Penyiangan

Penyiangan dilakukan apabila terdapat pertumbuhan gulma di areal pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Penyiangan dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan mencabut gulma dengan tangan atau dengan menggunakan cangkul kecil/ pisau.

### 3.5.5 Pengambilan Data Pertumbuhan

Data pertumbuhan tanaman yang diukur meliputi : tinggi tanaman (cm/dua tanaman), biomassa akar (g/dua tanaman), biomassa tanaman (g/dua tanaman) dan panjang akar (cm/dua tanaman). Tinggi tanaman sebelumnya diukur terlebih dahulu pada awal sebelum dilakukan pemupukan *biofertilizer* sebagai kontrol.



Pengukuran tinggi tanaman dilakukan di atas permukaan tanah tempat tanaman tumbuh sampai ujung batang dengan menggunakan penggaris. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan satu kali dalam seminggu. Biomassa akar (g/dua tanaman), biomassa tanaman (g/dua tanaman) dan panjang akar (cm/dua tanaman) dihitung setelah tanaman mencapai masa panen.

### **3.5.6 Pengambilan Data Produktivitas**

Data produktivitas tanaman yang diukur yaitu jumlah polong per tanaman, berat polong (g/dua tanaman), dan berat total biji per tanaman (g/dua tanaman). Jumlah polong dihitung dengan cara menghitung banyaknya polong yang sudah matang (berwarna coklat). Berat polong dan berat total biji per tanaman, ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Pengambilan data polong dan biji dilakukan pada masa panen.

### **3.5.7 Pengukuran Mikroba dalam Sampel Tanah Setelah Pemanenan**

Tahap setelah pemanenan kacang hijau adalah melakukan pengukuran kuantitas mikroba dalam tanah pertanian yang telah digunakan sebagai tempat budidaya tanaman kacang hijau. Pengukuran kuantitas mikroba dalam tanah dilakukan dengan cara menetapkan keberadaan mikroba penambat nitrogen menggunakan media spesifik yaitu media Nfb semi solid dengan cara perhitungan MPN (*Most Probable Number*), media Pikovskaya untuk mikroba pelarut fosfat dan media CMCA untuk mikroba dekomposer dengan cara perhitungan TPC (*Total Plate Count*). Prosedur pengukuran kuantitas mikroba dalam tanah setelah pemanenan sama dengan pengukuran kuantitas mikroba dalam tanah sebelum penanaman. Tujuan dilakukan pengukuran kuantitas mikroba dalam tanah setelah

pemanenan adalah untuk membandingkan jumlah mikroba yang ada di dalam tanah sebelum penanaman dan setelah pemanenan.

### 3.6 Analisis Data

Data pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) yang didapatkan setiap minggu dianalisis secara deskriptif sedangkan data pertumbuhan akhir dan produktivitas dianalisis secara statistik yaitu menggunakan uji normalitas dan homogenitas data. Uji normalitas dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan *Levene Test*. Apabila data normal dan homogen, selanjutnya data dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Varians*) satu arah (*One Way Anova*). Dalam hal ini, derajat signifikansi yang digunakan adalah 5% (0,05).

Apabila data normal dan homogen memiliki beda nyata setelah diuji dengan ANOVA (*Analysis of Varians*) satu arah (*One Way Anova*), maka dilanjutkan dengan uji *Duncan DMRT* (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk membandingkan hasil antar perlakuan. Apabila data normal dan tidak homogen maka diuji dengan menggunakan *Brown Forsythe* kemudian dilanjutkan dengan uji *Games Howell*. Sedangkan apabila data tidak normal dan tidak homogen maka diuji dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis* yang jika berpengaruh maka dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*.

### 3.7 Penghitungan Nilai RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*)

Menurut Permentan (2011), nilai *Relative Agronomic Effectiveness* dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

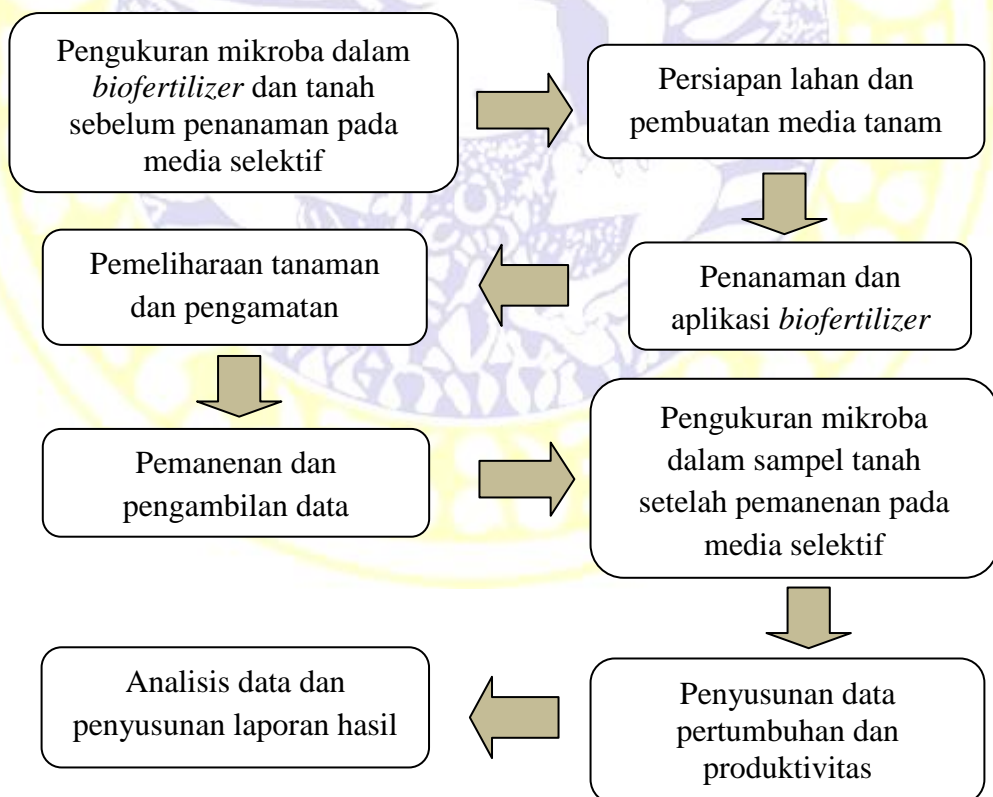
$$RAE = \frac{(B) - (K-)}{(K+) - (K-)} \times 100\%$$

- Keterangan : B = Hasil produk dari perlakuan pemberian *biofertilizer*  
 K(-) = Hasil produk dari perlakuan pemberian air (B0-)  
 K(+) = Hasil produk dari perlakuan pemberian pupuk kimia (B0+)

Jika nilai RAE lebih dari atau sama dengan 100%, maka penggunaan *biofertilizer* tersebut efektif. Jika nilai RAE kurang dari 100%, maka penggunaan *biofertilizer* tersebut tidak efektif.

### 3.8 Alur Penelitian

Alur Penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



**Gambar 3.1.** Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Pengukuran Mikroba dalam Sampel *Biofertilizer* dan Tanah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari pemberian pupuk hayati (*biofertilizer*). Pupuk hayati (*biofertilizer*) yang digunakan dalam penelitian ini mengandung 11 jenis mikroba yaitu *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Rhizobium* sp., *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Cellulomonas* sp. Pupuk hayati (*biofertilizer*), tanah sebelum tanam dan tanah setelah panen dilakukan pengukuran kuantitas mikroba dengan cara menetapkan keberadaan mikroba menggunakan media spesifik yaitu media Nfb semi solid untuk pengukuran kuantitas mikroba penambat nitrogen dengan cara perhitungan MPN (*Most Probable Number*), media Pikovskaya untuk mikroba pelarut fosfat dan media CMCA untuk mikroba dekomposer dengan cara perhitungan TPC (*Total Plate Count*). Hasil pengukuran kuantitas mikroba dalam Pupuk hayati (*biofertilizer*), tanah sebelum tanam dan tanah setelah panen sebagaimana dalam tabel 4.1.



**Tabel 4.1** Mikroba dalam Sampel *Biofertilizer*, Tanah Sebelum Tanam dan Tanah Setelah Pemanenan

Perlakuan	Golongan Mikroba	Jumlah Mikroba dalam <i>Biofertilizer</i> dan Tanah Sebelum Tanam	Jumlah Mikroba dalam Tanah Setelah Pemanenan
B	Fiksasi Nitrogen	1100 sel /100 mL	-
	Pelarut Fosfat	$6,6 \times 10^6$ CFU/mL	-
	Perombak Bahan Organik	$1,23 \times 10^7$ CFU/mL	-
TB0-	Fiksasi Nitrogen	21 sel /100 mL	39 sel /100 mL
	Pelarut Fosfat	$4 \times 10^5$ CFU/mL	$8 \times 10^5$ CFU/mL
	Perombak Bahan Organik	$6,1 \times 10^6$ CFU/mL	$6,9 \times 10^6$ CFU/mL
TB0+	Fiksasi Nitrogen	23 sel /100 mL	39 sel /100 mL
	Pelarut Fosfat	$1,0 \times 10^6$ CFU/mL	$1 \times 10^5$ CFU/mL
	Perombak Bahan Organik	$1,0 \times 10^6$ CFU/mL	$8 \times 10^5$ CFU/mL
TB	Fiksasi Nitrogen	28 sel / 100 mL	460 sel /100 mL
	Pelarut Fosfat	$5 \times 10^5$ CFU/mL	$1,4 \times 10^6$ CFU/mL
	Perombak Bahan Organik	$5 \times 10^5$ CFU/mL	$7,6 \times 10^6$ CFU/mL

Keterangan: B: *biofertilizer*; TB0-: Tanah Kontrol Negatif; TB0+: Tanah Kontrol Positif; TB: Tanah yang diberi perlakuan *biofertilizer*

Pada tabel 4.1 terlihat bahwa jumlah mikroba pada sampel tanah kontrol negatif dan tanah *biofertilizer* sebelum tanam dan setelah panen mengalami kenaikan tetapi jumlah mikroba pada perlakuan *biofertilizer* lebih banyak dibandingkan dengan jumlah mikroba pada B0-, hal ini karena pada B0- tidak ada penambahan mikroba, sedangkan jumlah mikroba pada tanah kontrol positif sebelum tanam dan setelah panen mengalami penurunan.

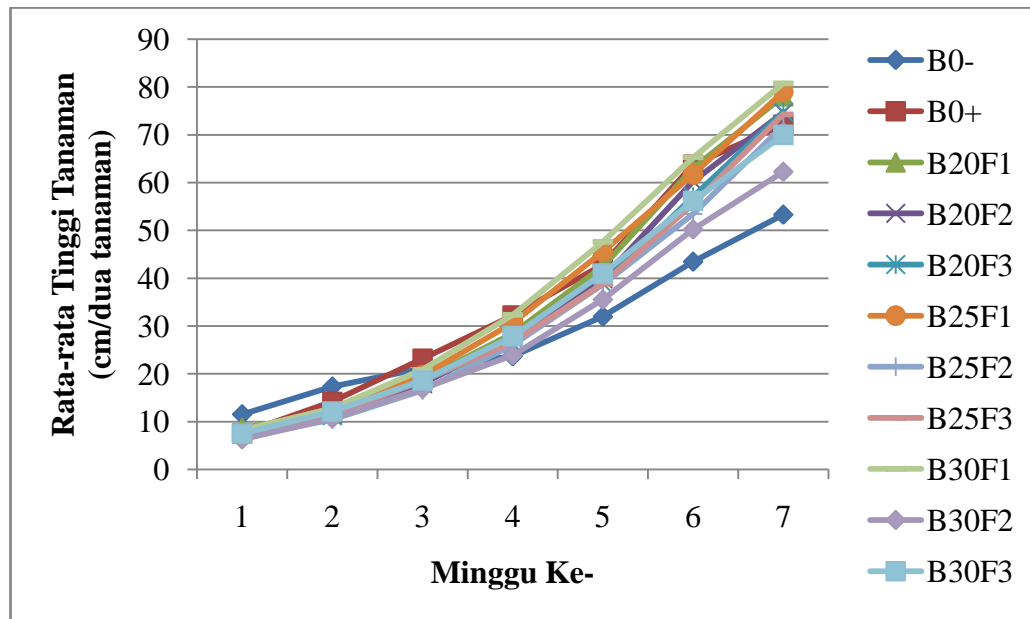
#### 4.1.2 Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Data tinggi tanaman didapatkan dengan mengukur tinggi tanaman kacang hijau mulai dari atas permukaan tanah sampai ujung batang dengan menggunakan penggaris. Pengukuran tinggi tanaman tersebut dilakukan setiap satu minggu sekali.

**Tabel 4.2** Rata-rata Tinggi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) yang Diukur Setiap Satu Minggu Sekali pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)						
	Umur Tanaman (MST)						
	1	2	3	4	5	6	7
B0-	<b>11,53 ± 2,02</b>	<b>17,34 ± 1,72</b>	21,15 ± 2,06	<b>23,69 ± 3,32</b>	<b>32 ± 4,28</b>	<b>43,47 ± 8,59</b>	<b>53,31 ± 8,66</b>
B0+	7,55 ± 2,52	14,16 ± 2,27	<b>23,19 ± 2,94</b>	32,2 ± 5,03	42,83 ± 6,02	63,74 ± 4,78	72,13 ± 5,92
B20F1	8,7 ± 1,56	11,68 ± 1,59	18,82 ± 1,98	28,48 ± 3,95	42,47 ± 3,49	63 ± 3,27	78,08 ± 4,29
B20F2	7,45 ± 0,93	11,68 ± 1,49	17,95 ± 3,32	27,48 ± 3,34	39,91 ± 5,62	60,27 ± 5,72	74,68 ± 5,22
B20F3	7,69 ± 1,53	11,3 ± 2,31	18,53 ± 2,52	26,39 ± 3,78	38,92 ± 5,45	57,07 ± 6,24	74,78 ± 4,77
B25F1	7,08 ± 0,78	11,79 ± 0,93	19,69 ± 1,79	30,7 ± 3,25	45,55 ± 2,86	61,71 ± 3,62	79 ± 4,97
B25F2	6,7 ± 1,21	<b>10,43 ± 2,13</b>	<b>16,54 ± 2,91</b>	26,02 ± 3,55	38,67 ± 4,94	53,43 ± 4,59	71,91 ± 6,52
B25F3	7,83 ± 2,60	11,46 ± 3,02	18,64 ± 3,61	26,67 ± 4,61	38,85 ± 5,63	55,53 ± 6,86	74,31 ± 6,01
B30F1	8,23 ± 1,38	12,81 ± 0,99	20,87 ± 1,53	<b>32,33 ± 2,80</b>	<b>47,63 ± 3,78</b>	<b>65,25 ± 3,19</b>	<b>80,76 ± 4,15</b>
B30F2	<b>6,31 ± 1,02</b>	10,64 ± 1,33	16,86 ± 1,85	23,95 ± 3,15	35,55 ± 4,43	50,23 ± 5,98	62,29 ± 7,91
B30F3	7,5 ± 1,10	12,11 ± 1,64	18,61 ± 2,08	27,89 ± 2,27	40,95 ± 2,58	56,17 ± 2,73	69,98 ± 4,56

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



**Gambar 4.1** Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) yang diukur setiap satu minggu sekali pada berbagai perlakuan

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).

Pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memiliki rata-rata tinggi tanaman kacang hijau yang berbeda-beda. Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau tertinggi pada umur 1 MST yaitu pada perlakuan B0- ( $11,53 \pm 2,02$  cm/dua tanaman) sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau terendah yaitu pada perlakuan B30F1 ( $6,31 \pm 1,02$  cm/dua tanaman).

Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau tertinggi pada umur 2 MST yaitu tetap pada perlakuan B0- ( $17,34 \pm 1,72$  cm/dua tanaman) sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau terendah yaitu pada perlakuan B25F2 ( $10,43 \pm 2,13$  cm/dua tanaman). Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau tertinggi pada umur 3 MST yaitu pada perlakuan B0+ ( $23,19 \pm 2,94$  cm/dua tanaman) sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau terendah yaitu

tetap pada perlakuan B25F2 ( $16,54 \pm 2,91$  cm/dua tanaman). Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau tertinggi pada umur 4 MST yaitu pada perlakuan B30F1 ( $32,33 \pm 2,80$  cm/dua tanaman) sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau terendah yaitu pada perlakuan B0- ( $23,69 \pm 3,32$  cm/dua tanaman).

Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau tertinggi pada umur 5 MST yaitu tetap pada perlakuan B30F1 ( $47,63 \pm 3,78$  cm/dua tanaman) sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau terendah yaitu tetap pada perlakuan B0- ( $32 \pm 4,28$  cm/dua tanaman). Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau tertinggi pada umur 6 MST yaitu tetap pada perlakuan B30F1 ( $65,25 \pm 3,19$  cm/dua tanaman) sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau terendah yaitu tetap pada perlakuan B0- ( $43,47 \pm 8,59$  cm/dua tanaman). Pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau tertinggi pada umur 7 MST yaitu tetap pada perlakuan B30F1 ( $80,76 \pm 4,15$  cm/dua tanaman) sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau terendah yaitu tetap pada perlakuan B0- ( $53,31 \pm 8,66$  cm/dua tanaman). Secara keseluruhan tanaman kacang hijau memiliki pertumbuhan tinggi tanaman yang terus meningkat dari umur 1 MST sampai 7 MST sehingga grafik pertumbuhannya membentuk garis linier (Gambar 4.1).

#### **4.1.3 Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau pada Akhir Panen**

Parameter pertumbuhan pada akhir panen yang diukur adalah tinggi tanaman (cm/dua tanaman), biomassa tanaman (g/dua tanaman), biomassa akar (g/dua tanaman), dan panjang akar (cm/dua tanaman). Data semua parameter pertumbuhan tanaman yang menunjukkan perbedaan dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada saat panen dianalisis secara statistik



yaitu menggunakan uji normalitas dan homogenitas data. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*, hasil uji menunjukkan nilai *Kolmogorov Smirnov* lebih dari satu yaitu tinggi tanaman sebesar 1,431; biomassa tanaman sebesar 1,821; biomassa akar sebesar 1,623; dan panjang akar sebesar 1,481 yang berarti semua data parameter pertumbuhan berdistribusi normal.

Data semua parameter pertumbuhan selanjutnya diuji homogenitas datanya dengan menggunakan *Levene Test*, hasil uji pada tinggi tanaman sebesar 0,41; biomassa tanaman sebesar 0,000; biomassa akar sebesar 0,004; dan panjang akar sebesar 0,003, hal ini menunjukkan bahwa semua data parameter pertumbuhan tanaman pada akhir panen tidak homogen. Karena semua data parameter pertumbuhan tanaman pada akhir panen termasuk data berdistribusi normal tetapi tidak homogen maka selanjutnya dilakukan uji *Brown Forsythe*. Dari uji *Brown Forsythe* diperoleh nilai  $p < 0,05$  yaitu pada tinggi tanaman, biomassa tanaman dan panjang akar mempunyai nilai sebesar 0,000 sedangkan biomassa akar mempunyai nilai sebesar 0,004. Hal ini menunjukkan bahwa variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* menunjukkan perbedaan terhadap semua parameter pertumbuhan tanaman kacang hijau pada akhir panen sehingga  $H_1$  diterima.

Karena data menunjukkan adanya perbedaan maka selanjutnya dilakukan uji *Games Howell* untuk membandingkan antar perlakuan. Hasil uji semua parameter pertumbuhan tanaman pada akhir panen disajikan sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Hasil Uji *Games-Howell* Tinggi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Akhir Panen

	B0-	B0+	B20 F1	B20 F2	B20 F3	B25 F1	B25 F2	B25 F3	B30 F1	B30 F2	B30 F3
B0-		S	S	S	S	S	S	S	S	TS	S
B0+			TS	TS	TS	TS	TS	TS	S	S	TS
B20F1				TS	TS	TS	TS	TS	TS	S	S
B20F2					TS	TS	TS	TS	S	S	TS
B20F3						TS	TS	TS	S	S	TS
B25F1							TS	TS	TS	S	S
B25F2								TS	S	S	TS
B25F3									TS	S	TS
B30F1										S	S
B30F2											TS
B30F3											

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam); S (Signifikan); TS (tidak signifikan).

**Tabel 4.4** Hasil Uji *Games-Howell* Biomassa Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Akhir Panen

	B0-	B0+	B20 F1	B20 F2	B20 F3	B25 F1	B25 F2	B25 F3	B30 F1	B30 F2	B30 F3
B0-		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
B0+			S	S	S	S	S	S	S	S	S
B20F1				TS	S	TS	TS	TS	TS	TS	S
B20F2					S	TS	TS	TS	S	S	S
B20F3						S	S	TS	S	S	TS
B25F1							TS	TS	TS	TS	S
B25F2								TS	TS	TS	S
B25F3									TS	TS	TS
B30F1										TS	S
B30F2											TS
B30F3											

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam); S (Signifikan); TS (tidak signifikan).

**Tabel 4.5** Hasil Uji *Games-Howell* Biomassa Akar Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Akhir Panen

	B0-	B0+	B20 F1	B20 F2	B20 F3	B25 F1	B25 F2	B25 F3	B30 F1	B30 F2	B30 F3
B0-		TS	TS	TS	S	TS	TS	TS	S	TS	TS
B0+			TS	TS	S	TS	TS	TS	S	S	TS
B20F1				TS	S	TS	TS	TS	TS	TS	TS
B20F2					S	TS	TS	TS	S	TS	TS
B20F3						TS	TS	TS	TS	S	TS
B25F1							TS	TS	TS	S	TS
B25F2								TS	TS	TS	TS
B25F3									TS	TS	TS
B30F1										S	TS
B30F2											S
B30F3											

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam); S (Signifikan); TS (tidak signifikan).

**Tabel 4.6** Hasil Uji *Games-Howell* Panjang Akar Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Akhir Panen

	B0-	B0+	B20 F1	B20 F2	B20 F3	B25 F1	B25 F2	B25 F3	B30 F1	B30 F2	B30 F3
B0-		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
B0+			S	S	S	S	S	S	S	S	S
B20F1				TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS
B20F2					TS	TS	TS	TS	TS	TS	S
B20F3						TS	TS	TS	TS	TS	TS
B25F1							TS	TS	TS	TS	S
B25F2								TS	TS	TS	TS
B25F3									TS	TS	TS
B30F1										TS	S
B30F2											TS
B30F3											

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam); S (Signifikan); TS (tidak signifikan).

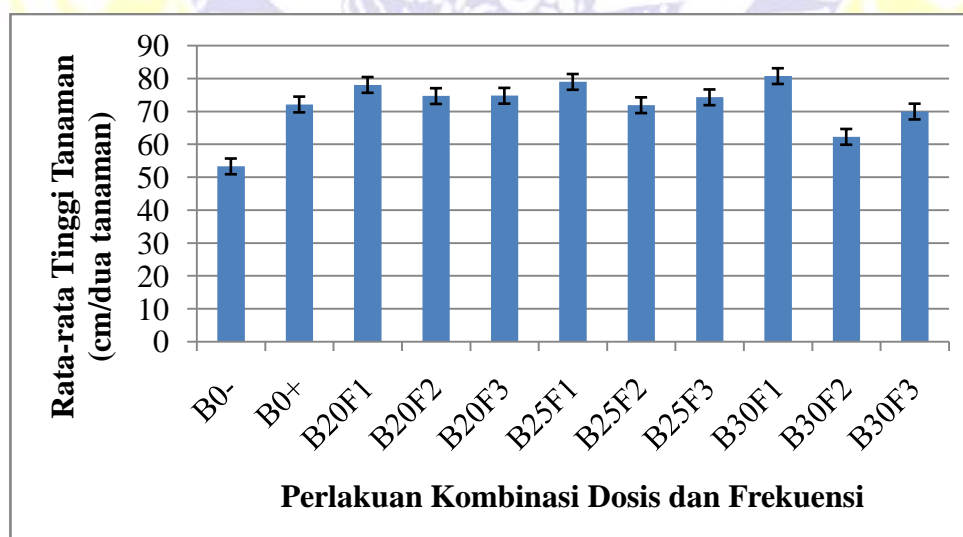
**Tabel 4.7** Rata-rata Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) yang Diukur pada Akhir Panen

Perlakuan	Rata-Rata			
	Tinggi Tanaman (cm/dua tanaman)	Biomassa Tanaman (g/dua tanaman)	Biomassa Akar (g/dua tanaman)	Panjang Akar (cm/dua tanaman)
B0-	53,31 ± 8,66 <sup>a</sup>	15,93 ± 1,92 <sup>a</sup>	3,68 ± 1,25 <sup>ab</sup>	8,07 ± 1,27 <sup>a</sup>
B0+	72,13 ± 5,92 <sup>cd</sup>	18,8 ± 1,39 <sup>b</sup>	4,05 ± 0,84 <sup>bc</sup>	11,13 ± 1,72 <sup>b</sup>
B20F1	78,08 ± 4,29 <sup>de</sup>	51,53 ± 26,81 <sup>cd</sup>	4,16 ± 2,41 <sup>abcd</sup>	18,15 ± 6,2 <sup>cd</sup>
B20F2	74,68 ± 5,22 <sup>cd</sup>	35,93 ± 9,68 <sup>c</sup>	3,68 ± 1,38 <sup>abc</sup>	19,83 ± 3,13 <sup>c</sup>
B20F3	74,78 ± 4,77 <sup>cd</sup>	<b>144,07 ± 69,15<sup>e</sup></b>	<b>7,67 ± 2,32<sup>d</sup></b>	23 ± 4,25 <sup>cd</sup>
B25F1	79 ± 4,97 <sup>de</sup>	49,13 ± 15,6 <sup>cd</sup>	6,4 ± 2,78 <sup>bcd</sup>	20,05 ± 3,52 <sup>c</sup>
B25F2	71,91 ± 6,52 <sup>cd</sup>	57,4 ± 28,17 <sup>cd</sup>	6,17 ± 3,58 <sup>abcd</sup>	22,37 ± 4,68 <sup>cd</sup>
B25F3	74,31 ± 6,01 <sup>cde</sup>	71,4 ± 49,56 <sup>cde</sup>	4,85 ± 4,23 <sup>abcd</sup>	23,13 ± 5,77 <sup>cd</sup>
B30F1	<b>80,76 ± 4,15<sup>e</sup></b>	55,27 ± 16,89 <sup>d</sup>	6,67 ± 2,12 <sup>d</sup>	20,77 ± 2,35 <sup>c</sup>
B30F2	62,29 ± 7,91 <sup>ab</sup>	72,93 ± 28,64 <sup>de</sup>	2,79 ± 1,03 <sup>a</sup>	23,08 ± 1,72 <sup>cd</sup>
B30F3	69,98 ± 4,56 <sup>bc</sup>	103,6 ± 28,68 <sup>e</sup>	5,98 ± 2,65 <sup>bcd</sup>	<b>23,82 ± 1,28<sup>d</sup></b>

\*Nilai rata-rata yang bercetak tebal merupakan nilai rata-rata tertinggi

\*Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji *Games Howell*  $\alpha = 0,05$

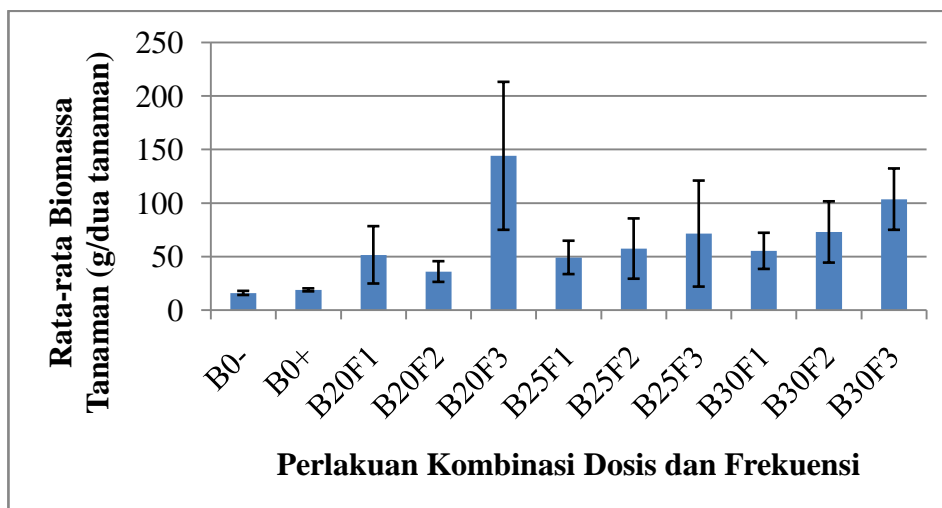
Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



**Gambar 4.2** Diagram rata-rata tinggi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada Akhir panen.

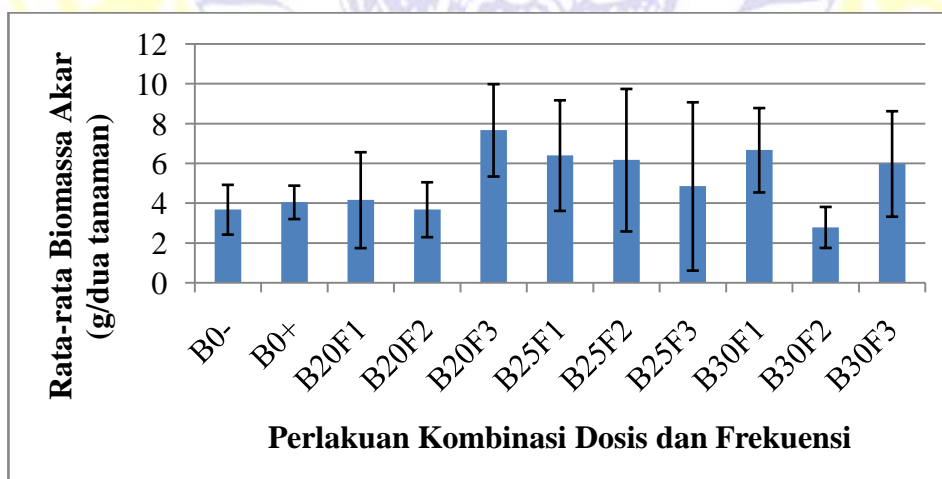


Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



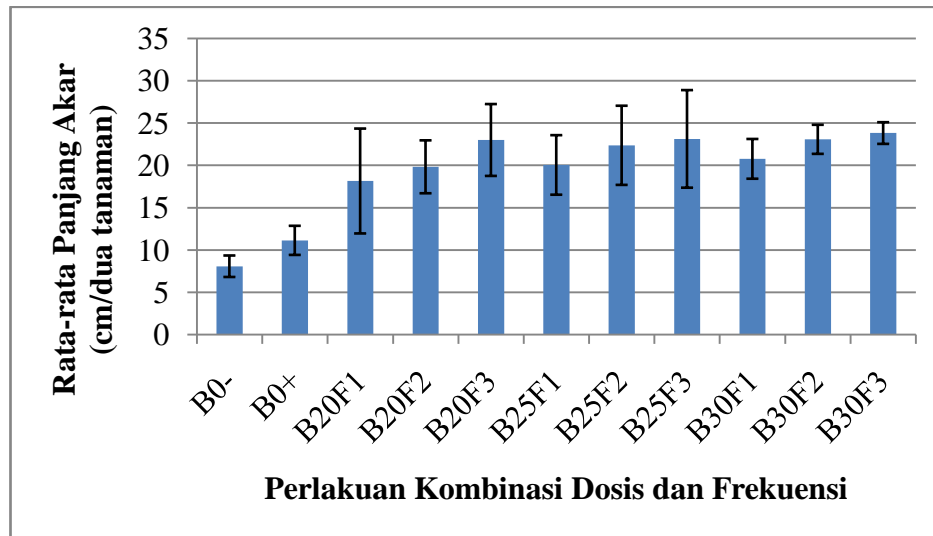
**Gambar 4.3** Diagram rata-rata biomassa tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada Akhir panen.

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



**Gambar 4.4** Diagram rata-rata biomassa akar tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada Akhir panen.

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



**Gambar 4.5** Diagram rata-rata panjang akar tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada Akhir panen.

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).

Tabel 4.7 dan diagram rata-rata pertumbuhan tanaman kacang hijau pada akhir panen menunjukkan bahwa tinggi tanaman yang mempunyai rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan B30F1 ( $80,76 \pm 4,15$  cm/dua tanaman), biomassa tanaman dan biomassa akar mempunyai rata-rata tertinggi pada perlakuan yang sama yaitu B20F3 masing-masing mempunyai rata-rata sebesar  $114,07 \pm 69,15$  (g/dua tanaman) dan  $7,67 \pm 2,32$  (g/dua tanaman); panjang akar yang mempunyai rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan B30F3 ( $23,82 \pm 1,28$  cm/dua tanaman).

Pada hasil uji *Games Howell* dari data rata-rata tinggi tanaman, menunjukkan bahwa B0- berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan

B30F2; B0+ tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B30 (F1, F2); B20F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B30 (F2, F3); B20F2 dan B25F2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B30 (F1,F2); B20F3 dan B25F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B30 (F2, F3); B25F3 tidak berbeda dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B30F2; B30F1 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20F1 dan B25 (F1, F3); B30F2 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B30F3; B30F3 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B20F1, B25F1, dan B30F1.

Pada hasil uji *Games Howell* dari data rata-rata biomassa tanaman, menunjukkan bahwa B0- berbeda nyata dengan semua perlakuan; B0+ berbeda nyata dengan semua perlakuan; B20F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, B20F3, dan B30F3; B20F2 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20F1 dan B25 (F1, F2, F3); B20F3 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B25F3 dan B30F3; B25F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, B20F3 dan B30F3; B25F2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, B20F3 dan B30F3; B25F3 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, dan B0+; B30F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, B20 (F2, F3) dan B30F3; B30F2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, dan B20 (F2,

F3); B30F3 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20F3, B25F3, dan B30F2.

Pada hasil uji *Games Howell* dari data rata-rata biomassa akar, menunjukkan bahwa B0- tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20F3 dan B30F1; B0+ tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali B20F3 dan B30 (F1, F2); B20F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20F3; B20F2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20F3 dan B30F1; B20F3 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B25 (F1, F2, F3) dan B30 (F1, F3); B25F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B30F2; B25F2 dan B25F3 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan; B30F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, B20F2, dan B30F2; B30F2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0+, B20F3, B25F1, dan B30 (F1, F3); B30F3 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B30F2.

Pada hasil uji *Games Howell* dari data rata-rata panjang akar, menunjukkan bahwa B0- dan B0+ berbeda nyata dengan semua perlakuan; B20F1, B20F3, B25 (F2, F3) dan B30F2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B0+; B20F2, B25F1 dan B30F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, dan B30F3; B30F3 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0- dan B0+, B20F2, B25F1, dan B30F1.



#### 4.1.4 Produktivitas Tanaman Kacang Hijau pada Akhir Panen

Parameter produktivitas pada akhir panen yang diukur adalah jumlah polong, berat polong (g/dua tanaman), dan berat kering biji (g/dua tanaman). Data parameter produktivitas yang menunjukkan perbedaan dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada akhir panen dianalisis secara statistik yaitu menggunakan uji normalitas dan homogenitas data. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*, hasil uji menunjukkan nilai *Kolmogorov Smirnov* mendekati satu yaitu jumlah polong sebesar 0,961 dan berat kering biji sebesar 0,671 yang berarti data berdistribusi normal, sedangkan berat polong mempunyai nilai kurang dari satu yaitu sebesar 0,442 yang berarti data tidak berdistribusi normal.

Hasil uji homogenitas menggunakan *Levene Test*, jumlah polong mempunyai nilai sebesar 0,170; berat polong sebesar 0,196 dan berat kering biji sebesar 0,125; hal ini menunjukkan bahwa data produktivitas tanaman kacang hijau homogen. Karena data jumlah polong dan berat kering biji termasuk data berdistribusi normal dan homogen maka dilanjutkan dengan uji ANOVA (*Analysis of Varians*) satu arah (*One Way Anova*) dengan derajat signifikansi 5%. Dari uji ANOVA diperoleh nilai  $p < 0,05$  yaitu jumlah polong dan berat kering biji mempunyai nilai yang sama sebesar 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* menunjukkan perbedaan terhadap jumlah polong dan berat kering biji tanaman kacang hijau sehingga  $H_1$  diterima. Karena data menunjukkan adanya perbedaan maka

selanjutnya dilakukan uji *Duncan* dengan derajat signifikansi 5% untuk membandingkan antar perlakuan.

Pada hasil analisis data berat polong menunjukkan data tidak berdistribusi normal sehingga dilanjutkan dengan uji *Kruskal-Wallis*. Dari uji ini diperoleh nilai  $p < 0,05$  yaitu sebesar 0,000 yang menunjukkan perbedaan berat polong tanaman kacang hijau dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer*. Karena data menunjukkan adanya perbedaan maka selanjutnya dilakukan uji *Mann-Whitney* untuk membandingkan antar perlakuan. Hasil produktivitas tanaman pada akhir panen disajikan pada tabel berikut:

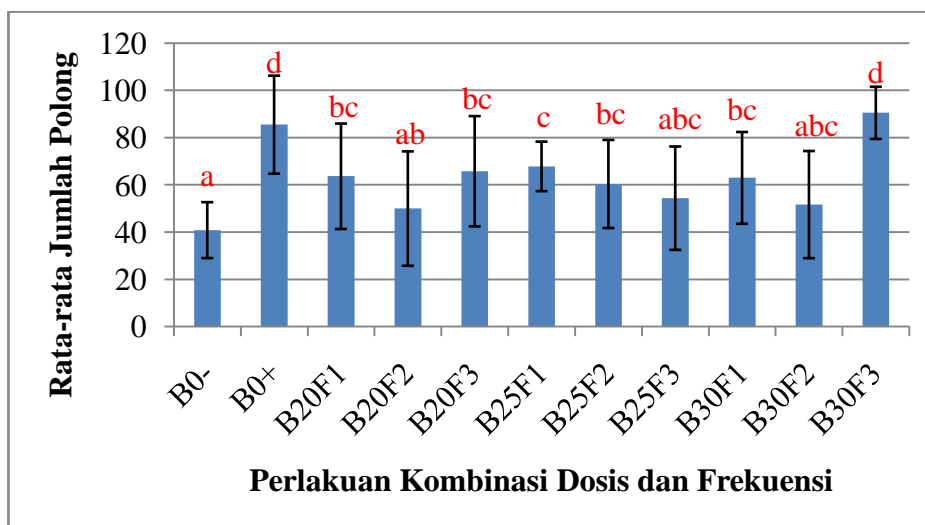
**Tabel 4.8** Rata-rata Produktivitas Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) yang Diukur pada Akhir Panen

Perlakuan	Rata-Rata		
	Jumlah Polong	Berat Polong (g/dua tanaman)	Berat Kering Biji (g/dua tanaman)
B0-	40,86 ± 11,85 <sup>a</sup>	39,34 ± 11,31 <sup>a</sup>	27,14 ± 7,09 <sup>a</sup>
B0+	85,53 ± 20,74 <sup>d</sup>	<b>76,85 ± 16,09<sup>e</sup></b>	58,74 ± 12,24 <sup>d</sup>
B20F1	63,67 ± 22,33 <sup>bc</sup>	55,35 ± 19,17 <sup>bcd</sup>	41,73 ± 14,54 <sup>bc</sup>
B20F2	50 ± 24,23 <sup>ab</sup>	47,26 ± 24,67 <sup>ab</sup>	34,81 ± 18,2 <sup>ab</sup>
B20F3	65,8 ± 23,35 <sup>bc</sup>	55,94 ± 21,22 <sup>bcd</sup>	40,89 ± 15,29 <sup>bc</sup>
B25F1	67,86 ± 10,49 <sup>c</sup>	62,3 ± 11,08 <sup>cd</sup>	47,16 ± 8,45 <sup>c</sup>
B25F2	60,4 ± 18,66 <sup>bc</sup>	55,32 ± 14,4 <sup>bc</sup>	38,84 ± 10,24 <sup>bc</sup>
B25F3	54,4 ± 21,89 <sup>abc</sup>	46,15 ± 19,04 <sup>ab</sup>	34,18 ± 14,14 <sup>ab</sup>
B30F1	63 ± 19,43 <sup>bc</sup>	56,02 ± 17,08 <sup>bc</sup>	41,26 ± 12,54 <sup>bc</sup>
B30F2	51,67 ± 22,7 <sup>abc</sup>	45,54 ± 20,69 <sup>ab</sup>	33,61 ± 15,5 <sup>ab</sup>
B30F3	<b>90,53 ± 11,04<sup>d</sup></b>	<b>74,74 ± 13,61<sup>e</sup></b>	<b>62,58 ± 9,35<sup>d</sup></b>

\*Nilai rata-rata yang bercetak tebal merupakan nilai rata-rata tertinggi

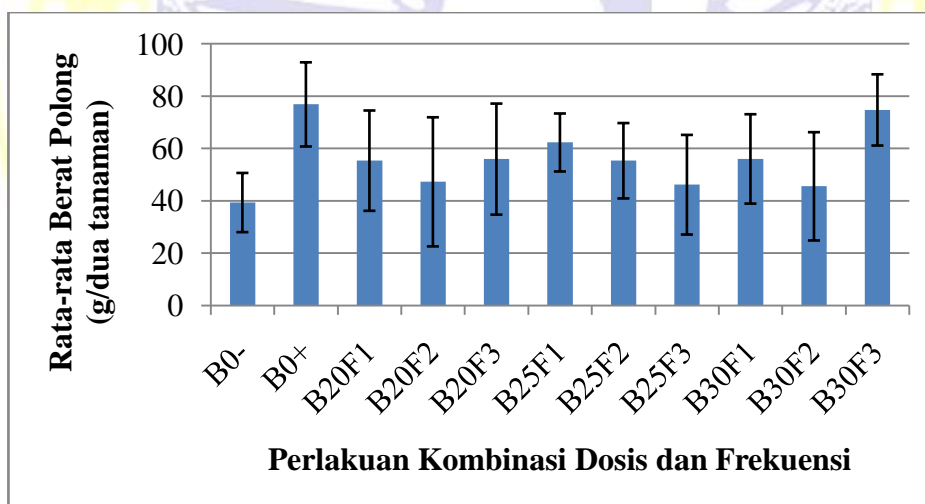
\*Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada berat polong berdasarkan uji *Mann-Whitney*  $\alpha = 0,05$  sedangkan pada jumlah polong dan berat kering biji berdasarkan uji *Duncan*  $\alpha = 0,05$

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



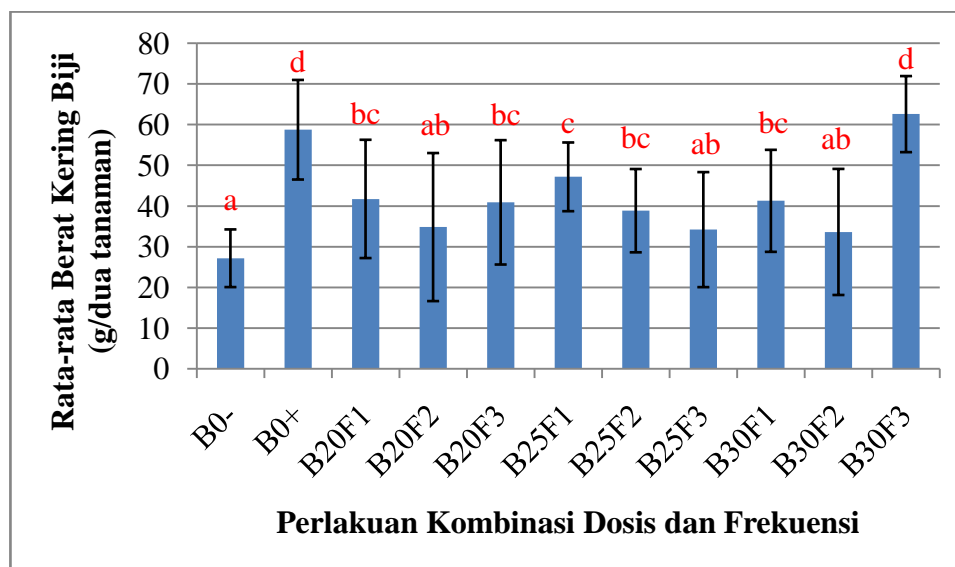
**Gambar 4.6** Diagram rata-rata jumlah polong tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada Akhir panen.

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



**Gambar 4.7** Diagram rata-rata berat polong tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* pada Akhir panen.

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).



**Gambar 4.8** Diagram rata-rata berat kering biji tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian biofertilizer pada Akhir panen.

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).

**Tabel 4.9** Hasil Uji *Mann-Whitney* Berat Polong yang Diukur pada Akhir Panen

	B0-	B0+	B20 F1	B20 F2	B20 F3	B25 F1	B25 F2	B25 F3	B30 F1	B30 F2	B30 F3
B0-		S	S	TS	S	S	S	TS	S	TS	S
B0+			S	S	S	S	S	S	S	S	TS
B20F1				TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	S
B20F2					TS	S	TS	TS	TS	TS	S
B20F3						TS	TS	TS	TS	TS	S
B25F1							TS	S	TS	S	S
B25F2								TS	TS	TS	S
B25F3									TS	TS	S
B30F1										TS	S
B30F2											S
B30F3											

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam); S (Signifikan); TS (tidak signifikan).



Tabel 4.8 dan diagram rata-rata produktivitas tanaman kacang hijau pada akhir panen menunjukkan bahwa jumlah polong dan berat kering biji mempunyai rata-rata tertinggi pada perlakuan yang sama yaitu B30F3, masing-masing mempunyai rata-rata  $90,53 \pm 11,04$  dan  $62,58 \pm 9,35$  (g/dua tanaman). Pada berat polong yang mempunyai rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan B0+ ( $76,85 \pm 16,09$  g/dua tanaman) tetapi tidak berbeda nyata dengan B30F3 ( $74,74 \pm 13,61$  g/dua tanaman). Pada hasil uji *Duncan* dari data rata-rata jumlah polong dan berat kering biji menunjukkan bahwa perlakuan B30F1 berbeda nyata dengan semua perlakuan tetapi tidak berbeda nyata dengan B0-.

Pada hasil uji *Mann Whitney* dari data rata-rata berat polong, menunjukkan bahwa B0- berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20F2, B25F3 dan B30F2; B0+ berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B30F3; B20 (F1, F3), B25F2 dan B30F1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0-, B0+, dan B30F3; B20F2, B25F3 dan B30F2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0+, B25F1 dan B30F3; B25F1 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B20 (F1, F3), B25F2 dan B30F1; B30F3 berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan B0+.

#### 4.1.5 Uji Efektivitas *Biofertilizer*

Efektivitas *biofertilizer* yang diberikan pada perlakuan dapat dihitung dengan menggunakan nilai *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE). Jika nilai hasil dari perhitungan RAE lebih dari atau sama dengan 100%, maka penggunaan *biofertilizer* tersebut efektif. Jika nilai RAE kurang dari 100%, maka penggunaan

*biofertilizer* tersebut tidak efektif. Adapun Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$RAE = \frac{(B) - (K-)}{(K+) - (K-)} \times 100\%$$

Keterangan : B = Hasil produk dari perlakuan pemberian *biofertilizer*  
 K(-) = Hasil produk dari perlakuan pemberian air [B0]  
 K(+) = Hasil produk dari perlakuan pemberian pupuk kimia [B0<sup>+</sup>]

**Tabel 4.10** Nilai Efektivitas *Biofertilizer* yang Dipengaruhi Variasi Kombinasi Dosis dan Frekuensi Pemberian *Biofertilizer*

Perlakuan	Nilai RAE (%)
	Berat kering biji
B0-	-
B0+	-
B20F1	46,17
B20F2	24,27
B20F3	43,51
B25F1	63,35
B25F2	37,02
B25F3	22,27
B30F1	44,68
B30F2	20,47
B30F3	<b>112,15</b>

\*Nilai RAE yang bercetak tebal menunjukkan efektivitas *biofertilizer*

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam).

Hasil perhitungan efektivitas *biofertilizer* menunjukkan bahwa nilai efektivitas tertinggi dari pupuk hayati (*biofertilizer*) yaitu terdapat pada perlakuan B30F3 dengan nilai RAE 112,15 %.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengukuran Mikroba dalam Sampel *Biofertilizer* dan Tanah

Pada hasil pengukuran mikroba dalam *biofertilizer* menunjukkan bahwa *biofertilizer* yang digunakan terdapat tiga kandungan mikroba yang fungsional yaitu bakteri fiksasi nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan bakteri pendegradasi bahan organik. Pada pengukuran mikroba juga menunjukkan jumlah dalam *biofertilizer* adalah  $10^6$ , yaitu untuk bakteri fiksasi nitrogen sebesar 1100 sel /100 mL, bakteri pelarut fosfat sebesar  $6,6 \times 10^6$  CFU/mL, dan bakteri perombak bahan organik sebesar  $1,23 \times 10^7$  CFU/mL. Hal ini sesuai dengan Permentan No.70/Permentan/SR.140/10/2011 bahwa mikroba yang terkandung dalam *biofertilizer* yaitu harus  $\geq 10^6$ . Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa *biofertilizer* tersebut sudah dapat digunakan sebagai pengganti pupuk kimia karena sudah mengandung mikroba yang dapat bermanfaat bagi pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Pada hasil pengukuran mikroba tanah terlihat bahwa tanah yang digunakan sebagai perlakuan *biofertilizer* sebelum tanam dan setelah panen terjadi peningkatan jumlah mikroba, yang menunjukkan bahwa *biofertilizer* mampu meningkatkan jumlah mikroba dalam tanah karena didalam *biofertilizer* tersebut mengandung beberapa kelompok mikroba yang fungsional. Hal ini sesuai dengan pernyataan Vessey (2003), bahwa *biofertilizer* merupakan substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang mampu mengembalikan siklus nutrisi alami tanah dan meningkatkan kesehatan tanah. Pada hasil pengukuran mikroba tanah kontrol negatif sebelum tanam dan setelah panen juga terjadi peningkatan



jumlah mikroba yang menunjukkan bahwa mikroba yang ada di dalam tanah mampu beradaptasi di lingkungan tanah tersebut meskipun jumlah mikroba tidak sebanyak yang ada dalam tanah yang digunakan sebagai perlakuan *biofertilizer* karena pada tanah yang digunakan sebagai kontrol negatif tidak diberikan penambahan mikroba.

Pada hasil pengukuran mikroba tanah kontrol positif sebelum tanam dan setelah panen terjadi penurunan jumlah mikroba yang menunjukkan bahwa mikroba yang ada di dalam tanah tidak mampu beradaptasi di lingkungan tanah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kontrol positif dengan menggunakan pupuk kimia dapat berdampak buruk bagi kesehatan tanah, sebagaimana sesuai dengan pernyataan Cahyono (2003) bahwa aplikasi pupuk kimia secara terus menerus dapat menurunkan sifat biologis tanah sehingga aktivitas jasad renik dalam tanah terganggu.

#### **4.2.2 Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)**

Pertumbuhan adalah proses dalam kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran semakin besar dan juga menentukan hasil tanaman. Pertambahan ukuran tubuh tanaman secara keseluruhan merupakan hasil dari pertambahan ukuran bagian-bagian (organ-organ) tanaman akibat dari pertambahan jaringan sel yang dihasilkan oleh pertambahan ukuran sel (Sitompul dan Guritno, 1995).

Pada hasil pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) menunjukkan pertumbuhan yang linier. Pertumbuhan tertinggi dari tinggi tanaman terdapat pada perlakuan B30F1 (*biofertilizer* sebanyak 30 mL dengan satu kali



pemberian), yaitu menunjukkan pertumbuhan tertinggi mulai minggu ke empat setelah tanam jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, yang berarti tanaman kacang hijau pada perlakuan B30F1 mempunyai kemampuan lebih baik jika dibandingkan dengan tanaman pada perlakuan yang lain dalam menyerap unsur-unsur hara yang terkandung dalam *biofertilizer*.

Unsur N, P dan K yang dihasilkan mikroba tanah maupun mikroba dalam *biofertilizer* diserap oleh tanaman dan digunakan untuk proses metabolisme di dalam tanaman tersebut. Suplai hara yang cukup dapat membantu terjadinya proses fotosintesis dalam tanaman menghasilkan senyawa organik yang akan diubah dalam bentuk ATP saat berlangsungnya respirasi, selanjutnya ATP ini digunakan untuk membantu pertumbuhan tanaman (Meirina, 2011).

Unsur N (Nitrogen) merupakan unsur hara yang penting dalam peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman. Jika unsur hara N mampu diserap dan dimanfaatkan dengan baik oleh tanaman, tentunya pertumbuhan tinggi tanamanpun akan semakin pesat. Karsono *et al.*, (2002), menyatakan bahwa unsur N merupakan kunci yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen. Menurut Wijaya (2010), agar dapat tumbuh dengan baik tanaman membutuhkan unsur hara yang selalu tersedia selama siklus hidupnya mulai dari penanaman hingga panen.

#### **4.2.3 Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau pada Akhir Panen**

Pada penelitian ini, perlakuan variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* menunjukkan perbedaan terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radata* L.) pada akhir panen yaitu tinggi tanaman (cm), biomassa tanaman (g), biomassa akar (g) dan panjang akar (cm).

Berdasarkan analisis data secara statistik, perlakuan variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* menunjukkan perbedaan terhadap tinggi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Pada parameter tinggi tanaman, perlakuan variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* yang terbaik yaitu pada perlakuan B30F1 dengan nilai rata-rata  $80,76 \pm 4,15$  cm/dua tanaman tetapi tidak berbeda nyata dengan B20F1, B25F1 dan B25F3. Hal ini menunjukkan bahwa pada penelitian ini dosis pupuk hayati 30 mL/dua tanaman dengan satu kali pemberian *biofertilizer* merupakan perlakuan yang sesuai untuk pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Junaedi (2014), bahwa pupuk hayati dengan dosis 30 mL/tanaman mampu meningkatkan tinggi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Miller var. tymoti) yaitu  $107,82 \pm 6,01$  cm/tanaman.

Pada perlakuan B0- memiliki nilai rata-rata parameter tinggi terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar  $53,31 \pm 8,66$  cm/dua tanaman, hal ini karena pada tanah perlakuan B0- meskipun terdapat mikroba yang mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman tetapi jumlahnya lebih sedikit karena tidak adanya penambahan mikroba ke dalam tanah sehingga pertumbuhan tinggi tanaman kurang optimal. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran jumlah mikroba tanah pada B0- lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah mikroba dalam tanah pada perlakuan *biofertilizer*. Pada perlakuan *biofertilizer* memiliki nilai rata-rata tinggi tanaman lebih besar karena pada perlakuan tersebut disamping adanya mikroba dalam tanah juga terdapat penambahan mikroba yang diberikan melalui

penambahan *biofertilizer* yang mengandung beberapa mikroba fungsional yang mampu menyediakan unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Berdasarkan analisis data secara statistik, pemberian *biofertilizer* menunjukkan perbedaan terhadap biomassa tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Rata-rata biomassa tanaman tertinggi yaitu pada perlakuan B20F3 (20 mL *biofertilizer* dengan tiga kali frekuensi) sebesar  $144,93 \pm 69,15$  g/dua tanaman. Pemberian *biofertilizer* ini memberikan hasil yang berbeda dengan pemberian pupuk kimia vitonic super pada B0+ dan tanpa pemberian pupuk pada B0-, hasil uji statistik menunjukkan bahwa semua perlakuan *biofertilizer* memiliki beda signifikan dengan B0- dan B0+. Perlakuan B20F3 (20 mL *biofertilizer* dengan tiga kali pemberian) mampu meningkatkan hasil biomassa tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Junaedi (2014) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati sebesar 20 mL memberikan respon yang tinggi terhadap biomassa tanaman tomat.

Pada biomassa tanaman perlakuan B0- juga memiliki nilai rata-rata terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar  $15,93 \pm 1,92$  g/dua tanaman, hal ini karena pada tanah perlakuan B0- meskipun terdapat mikroba yang mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman tetapi jumlahnya lebih sedikit karena tidak adanya penambahan mikroba ke dalam tanah sehingga pertumbuhan tanaman kurang optimal. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran jumlah mikroba tanah pada B0- lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah mikroba dalam tanah pada perlakuan *biofertilizer*.



Berdasarkan analisis data secara statistik, pemberian *biofertilizer* menunjukkan perbedaan terhadap biomassa akar tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Rata-rata biomassa akar tanaman tertinggi juga terdapat pada perlakuan B20F3 (20 mL *biofertilizer* dengan tiga kali pemberian) sebesar  $7,67 \pm 2,32$  g/dua tanaman. Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Chusnia (2012), pemberian pupuk hayati sebanyak 15 mL dengan frekuensi tiga kali pada tanaman kacang hijau dimana dosis tersebut merupakan dosis yang tertinggi pada penelitiannya, mampu meningkatkan biomassa akar sebesar  $0,53 \pm 0,32$  g/tanaman, hasil dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penelitian ini menghasilkan biomassa akar yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya, hal ini diduga bahwa tanaman kacang hijau masih mampu memanfaatkan *biofertilizer* dengan dosis yang lebih tinggi.

Menurut Shantharam dan Matto (1997), biomassa akar dipengaruhi oleh bakteri *Azospirillum* karena bakteri tersebut menyebabkan perubahan morfologi perakaran, meningkatkan jumlah akar, dan menyebabkan percabangan akar lebih berperan dalam penyerapan unsur hara. Peranan *Azospirillum* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tersebut dengan cara memfiksasi nitrogen kemudian direduksi melalui proses nitrifikasi menghasilkan nitrit dan ammonium, unsur tersebut diserap melalui akar tanaman, dengan bantuan air unsur tersebut diangkut oleh xylem ke seluruh tubuh tanaman yang dimanfaatkan untuk respirasi. Unsur karbon dari udara dan air dimanfaatkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Hasil fotosintesis diangkut dengan floem dan diedarkan ke seluruh jaringan tanaman untuk dimanfaatkan dalam pertumbuhan tanaman, sedangkan



akar mengeluarkan hasil eksudat yang merupakan produk fotosintesis yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber karbon hidupnya (Chusnia, 2012).

Berdasarkan analisis data secara statistik, pemberian *biofertilizer* berpengaruh terhadap panjang akar tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Rata-rata panjang akar tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan B30F3 (30 mL *biofertilizer* dengan tiga kali pemberian) sebesar  $23,82 \pm 1,28$  cm/dua tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Junaedi (2014), bahwa pemberian 30 mL pupuk hayati (*biofertilizer*) mampu meningkatkan panjang akar tanaman tomat yaitu sebesar  $32,74 \pm 13,86$  cm/tanaman.

Pertumbuhan panjang akar dipengaruhi oleh peran bakteri fiksasi nitrogen dan bakteri pelarut fosfat yang terdapat di daerah perakaran. Alexander (1977) menyatakan bahwa *Azotobacter* sp. merupakan bakteri pemfiksasi nitrogen yang mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh asam indol asetat sehingga pemanfaatannya dapat memacu pertumbuhan akar. Menurut Hendra (2014), fosfor dapat memacu pemanjangan akar.

#### **4.2.4 Produktivitas Tanaman Kacang Hijau pada Akhir Panen**

Hasil analisis statistik parameter produktivitas pada akhir panen meliputi jumlah polong, berat polong (g) dan berat kering biji (g). Hasil analisis statistik terhadap jumlah polong, berat polong, dan berat kering biji tanaman kacang hijau menunjukkan bahwa variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* menunjukkan perbedaan terhadap semua parameter produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Jumlah polong dan berat kering biji tanaman kacang hijau tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan B30F3 (30 mL *biofertilizer* dengan tiga

kali pemberian) dibandingkan dengan perlakuan *biofertilizer* yang lain. Hal ini dimungkinkan oleh peran bakteri pemfiksasi nitrogen dan bakteri pelarut fosfat yang terdapat dalam pupuk hayati (*biofertilizer*).

Keberadaan pengaruh *biofertilizer* dari tingkat produktivitas tanaman didukung dengan fungsi biofertilizer sebagai faktor penting untuk mengontrol perkembangan tanaman, yang mampu memberi nutrisi dari tanah. Nutrisi tersebut dalam bentuk yang mudah dan cepat diserap oleh tanaman melalui fungsi bakteri dekomposer dalam formulasi *biofertilizer* (Rai, 2006).

*Biofertilizer* mengandung beberapa kelompok mikroba fungsional salah satunya yaitu bakteri pemfiksasi nitrogen dengan adanya bakteri tersebut dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk meningkatkan hasil produktivitas, karena nitrogen yang dihasilkan oleh bakteri dapat berperan penting sebagai faktor nutrisi dalam proses morfogenesis buah. Kekurangan nitrogen dapat menghambat pembentukan antosianin yang merangsang pembungaan (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Ardisarwanto (2005), menyatakan bahwa jumlah nitrogen yang diserap tanaman melalui tanah pada awalnya tertimbun pada bagian batang dan daun setelah terbentuk polong, nitrogen selanjutnya dihimpun di dalam kulit polong, semakin tua polong, maka sebagian besar nitrogen (80-85%) diserap ke dalam biji. Semakin tinggi unsur P dalam tanah maka semakin tinggi pula unsur hara N tersedia dalam tanah, sehingga pengaruh pada pertumbuhan vegetatif tanaman dan akhirnya berpengaruh pada perkembangan generatifnya.

Pada penelitian ini, perlakuan B30F3 yang memberikan hasil tertinggi pada jumlah polong per dua tanaman sebesar  $90,53 \pm 11,04$  dan pada berat biji sebesar  $62,58 \pm 9,35$  g/dua tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muslifa (2010), bahwa hasil tertinggi pada berat kering biji kacang koro pedang diperoleh dari dosis yang lebih tinggi yaitu 30 mL. Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Chusnia (2012), pemberian pupuk hayati sebanyak 15 mL dengan frekuensi tiga kali pada tanaman kacang hijau dimana dosis tersebut merupakan dosis yang tertinggi pada penelitiannya, mampu meningkatkan jumlah polong sebesar  $10,00 \pm 7,94$  dan berat biji sebesar  $5,41 \pm 0,41$  g/tanaman, hasil dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penelitian ini menghasilkan jumlah polong dan berat biji yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya, hal ini diduga bahwa tanaman kacang hijau masih mampu memanfaatkan *biofertilizer* dengan dosis yang lebih tinggi.

Hasil analisis statistik terhadap berat polong tanaman kacang hijau tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan B0+ (pupuk kimia vitonic super sebanyak 5 mL/tanaman) sebesar  $76,85 \pm 16,09$  g/dua tanaman. Pada perlakuan B0+ meskipun menghasilkan berat polong tertinggi tetapi dari uji *Mann-Whitney* perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan B30F3 yaitu sebesar  $74,74 \pm 13,61$  g/dua tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan B30F3 (30 mL *biofertilizer* dengan frekuensi tiga kali pemberian) dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti pupuk kimia yang ramah lingkungan dan dapat meningkatkan hasil produktivitas tanaman.



Pada perlakuan B30F3 yang menghasilkan produktivitas tanaman kacang hijau tertinggi mempunyai hasil biomassa tanaman dan biomassa akar yang lebih rendah daripada B20F3 sedangkan pada perlakuan B20F3 mempunyai hasil biomassa tanaman dan biomassa akar tertinggi tetapi menghasilkan produktivitas yang lebih rendah daripada B30F3. Hal ini diduga dapat disebabkan karena adanya faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal dikategorikan dalam ekosistem meliputi iklim (cahaya, temperatur, dan angin), tanah (tekstur, bahan organik, sumber air dan pH), dan biologis (serangga, mikroorganisme, virus, dan organisme lainnya). Faktor internal yaitu gen, aktivitas fitohormon, dan laju fotosintetik (Gardner *et al.*, 1991). Selain itu juga diduga bahwa dengan banyaknya unsur hara yang digunakan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman menyebabkan unsur hara yang akan digunakan sebagai pertumbuhan generatif menjadi berkurang sehingga pertumbuhan generatifnya menjadi kurang optimal.

#### **4.2.5 Efektivitas *Biofertilizer* terhadap Hasil Produktivitas Tanaman**

Menurut Saraswati (2007), efektifitas pupuk hayati (*biofertilizer*) merupakan salah satu upaya untuk memelihara kesehatan dan kualitas tanah serta mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pupuk kimia melalui proses biologi. Pengujian efektivitas dari suatu *biofertilizer* dilakukan untuk mengetahui kualitas dari pupuk yang telah dibuat. Efektivitas dari suatu *biofertilizer* dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman sangat tergantung pada keunggulan karakter fungsional, kepadatan populasi, kecocokan dengan tanaman inang, dan daya saing inokulan (Husen, 2009).



Pada penelitian ini, nilai RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*) tertinggi ditunjukkan pada perlakuan B30F3, yaitu 112,15%. Nilai RAE yang > 100% menunjukkan bahwa *biofertilizer* yang digunakan mempunyai potensial untuk meningkatkan produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) sehingga mampu menjadi pengganti pupuk kimia. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Chusnia (2012), pemberian pupuk hayati sebanyak 15 mL dengan frekuensi tiga kali pada tanaman kacang hijau dimana dosis tersebut merupakan dosis yang tertinggi pada penelitiannya, menghasilkan nilai RAE sebesar 347,37%, hasil dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penelitian Chusnia menghasilkan nilai RAE lebih tinggi, hal ini diduga bahwa aplikasi *biofertilizer* sebanyak 15 mL dengan frekuensi tiga kali pemberian yang diberikan kepada tanaman kacang hijau di media polybag mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi daripada pemberian *biofertilizer* sebanyak 30 mL dengan tiga kali frekuensi yang diberikan kepada tanaman kacang hijau di lahan sawah, karena *biofertilizer* yang diaplikasikan di media polybag tidak menyebar ke luar polybag sehingga nutrisi yang terkandung di dalamnya dapat terserap seutuhnya dan dimanfaatkan oleh tanaman tersebut, sedangkan *biofertilizer* yang diaplikasikan di lahan sawah dapat menyebar ke area yang lebih luas.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur (2016), produktivitas kacang hijau pada tahun 2014 sebesar 12 ku/ha. Pada hasil produktivitas perlakuan B30F3 jika dikonversikan ke dalam satuan ku/ha menghasilkan produk sebesar 26 ku/ha. Hal ini dapat diketahui bahwa perlakuan B30F3 dapat menghasilkan produk yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil

statistik produktivitas kacang hijau di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2014. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa dosis 30 mL *biofertilizer* dengan frekuensi tiga kali dapat diaplikasikan sebagai pengganti pupuk kimia yang ramah lingkungan dan juga dapat meningkatkan hasil produktivitas kacang hijau.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) yaitu B30F1 memberikan hasil yang tertinggi pada tinggi tanaman sebesar  $80,76 \pm 4,15$  (cm/dua tanaman); B20F3 memberikan hasil yang tertinggi pada biomassa tanaman dan biomassa akar sebesar  $144,07 \pm 69,15$  (g/dua tanaman) dan  $7,67 \pm 2,32$  (g/dua tanaman) dan B30F3 memberikan hasil yang tertinggi pada panjang akar sebesar  $23,82 \pm 1,28$  (cm/dua tanaman).
2. Ada beda pemberian variasi kombinasi dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) yaitu B30F3 memberikan hasil yang tertinggi pada jumlah polong dan berat kering biji sebesar  $90,53 \pm 11,04$  dan  $62,58 \pm 9,35$  (g/dua tanaman) dan B0+ memberikan hasil yang tertinggi pada berat polong sebesar  $76,85 \pm 16,09$  (g/dua tanaman) tetapi tidak berbeda nyata dengan B30F3 yaitu sebesar  $74,74 \pm 13,61$  (g/dua tanaman).
3. Nilai RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*) dari variasi kombinasi dosis dan frekuensi pemberian *biofertilizer* yang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) yaitu  $62,58 \pm 9,35$  (g/dua tanaman) oleh perlakuan B30F1 dengan nilai RAE sebesar 112,15%.

## 5.2 Saran

1. Berdasarkan uji efektivitas *biofertilizer*, pemberian *biofertilizer* sebanyak 30 mL dengan tiga kali frekuensi menunjukkan hasil yang efektif pada produktivitas tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Penggunaan *biofertilizer* sebanyak 30 mL dengan ferkuensi tiga kali dapat diterapkan oleh petani sebagai alternatif pengganti pupuk kimia yang dapat meningkatkan produksi tanaman dan ramah lingkungan.
2. Dari hasil penelitian dapat dikaji lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas penggunaan *biofertilizer* terhadap hasil produktivitas tanaman.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abt, B., B. Foster, A. Lapidus, A. Clum, H. Sun, R. Pukall, S. Lucas, T. Glavina Del Rio, M. Nolan, H. Tice, J. F. Cheng, S. Pitluck, K. Liolios, N. Ivanova, K. Mavromatis, G. Ovchinnikova, A. Pati, L. Goodwin, A. Chen, K. Palaniappan, M. Land, L. Hauser, Y. J. Chang, C. D. Jeffries, M. Rohde, M. Goker, T. Woyke, J. Bristow, J. A. Eisen, V. Markowitz, P. Hugenholtz, N. C. Kyrpides, H. P. Klenk. 2010. Complete Genome Sequence of *Cellulomonas flavigena* type strain (134<sup>T</sup>). *Standart Genomic Science*. **Vol. 3** : 1
- AgroMedia, Redaksi. 2007. *Petunjuk Pemupukan*. Jakarta : PT. AgroMedia Pustaka
- Alexander, M., 1977. *Introduction to Soil Microbiology*, 2<sup>nd</sup> Edition John Wiley and Sons, New York. 467
- Alexandre, G., Rene Rohr, and Rene Bally. 1999. A Phase Variant of *Azospirillum lipoferum* Lacks a Polar Flagellum and Constitutively Expresses Mechanosensing Lateral Flagella. *Applied and Environmental Microbiology*. **Vol : 65** (10) : 4702.
- Anonim<sup>1</sup>, 2014. Indonesia Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Indonesia. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) Diakses pada 2 Oktober 2015
- Ardisarwanto, T., 2005. *Kedelai Budidaya dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Arshad, M and W.T Frankenberger. 1993. Microbial Production of Plant Growth Regulators. In F.B. Mettind (ed.) *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. Hongkong p.307-347
- Aryantha I, DP Lestari, N Pangesti. 2004. Potensi isolat penghasil IAA dalam peningkatan pertumbuhan kecambah kacang hijau pada kondisi hidroponik. *Jurnal Mikrobiol Indonesia*. **Vol.9**, No.2, hlm 43-46.
- BPS. 2016. Produksi Padi dan Palawija. Berita Resmi Statistik Provinsi Jawa Timur. No.19/03/35/Th.XIV
- Bahamdain, L., Fatma, F., Sahira L., and Mada, A. 2015. Characterization of some *Bacillus* strains obtained from marine habitats using different taxonomical methods. *Life Science Journal*. Faculty of Science. King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia.

- Bergey, D. H., Brenner J. D, Garrity M. G., and Staley, J. T. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology : Second Edition*. Springer. United State of America.
- Cahyono, B. 2003. *Teknik dan Strategi Budi Daya Sawi Hijau*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta
- Chusnia, Wilda. 2012. Kajian Aplikasi Pupuk Hayati dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) dalam Polybag. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- De Veen, H.B., Tjakko Abee, Marcel T., Peter A. Bron, Michiel K. and Maria L. M., 2011. Short- and Long-Term Adaptation to Ethanol Stress and Its Cross Protective Consequences in *Lactobacillus plantarum*. *Applied and Environmental Microbiology*. **Vol. 77** (15). p. 5247–5256
- Dewi A. I.R. 2007. Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). *Makalah*. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jatinangor.
- Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan. 2012. *Kacang Hijau di Kabupaten Gorontalo*. Gorontalo
- Farida, 2009, Biofertilisasi Rhizobium pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Fardiaz, Srikandi. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. PT. Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Gardner,F.P., Pearce, dan Mitchell, R.L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI Press
- Garrity, G. M., Julia A. Bell, and Timothy G. Lilburn. 2004. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology : Second Edition, vol. 2 : The Proteobacteria*. Springer,p. 385.
- Garrity, G. M., Don J. B., Noel R. K., James R. Stanley. 2005. *Bergey's Manual Systematic Bacteriology : Second Edition, vol. 2 : The Proteobacteria*. Springer, p. 385
- Glazer, A., dan Nikaido, N., 2007. *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology, 2<sup>nd</sup> edition*. 2. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hakim, N. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.

- Hanafiah, A. S., T. Sabrina, dan H. Guchi. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. 409 hlm.
- Handayanto, E., dan K. Hairiah. 2009. *Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura. Yogyakarta
- Hanum, C. 2008. *Teknik Budidaya Tanaman*. DPSMK. Depdiknas.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah Edisi Pertama*. Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Harjadi, S.S. 1993. *Pengantar Agronomi*. P.T. Gramedia. Jakarta. 238 hlm.
- Harwood, C.S., Kathy F. and Marilyn D., 1989. Flagellation of *Pseudomonas putida* and Analysis of Its Motile Behavior. *Journal Of Bacteriology*. **Vol. 171** : 7
- Hendra, H. A., dan Andoko A., 2014. *Bertanam Sayuran Hidroponik Ala Pak Tani Hidrofarm*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan.
- Husen, E., 2009. *Telaah Efektifitas Pupuk Hayati Komersial dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman*. Balai Penelitian Tanah. Bogor
- Holt, John G., N. P. Krieg., P. H. A. Streath., J. T. Staley, and S. T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9<sup>th</sup> Ed.* Williams and Wilkins Baltimore. p 559-561
- Holt, John G., N. P. Krieg., P. H. A. Streath., J. T. Staley, and S. T. Williams. 2000. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Ninth Edition*. Philadelphia, USA.
- Iswandari. R., 2006. Studi Kandungan Isoflavon Pada Kacang Hijau (*Vigna radiata L*), Tempe Kacang Hijau, dan Bubur Kacang Hijau. Program Studi Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Jawetz, Melnik & Aldelberg. 1996. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : EGC
- Jaya, D. K., 2015. Pengaruh Variasi Konsentrasi Biofertilizer dan Bokashi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium cepa L. var. Biru lancor*). *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Judoamidjojo, M., A.A. Darwis, dan E.G. Sa'id. 1990. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Pers. Jakarta. 333 hlm.



- Junaedi, A., 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati dan Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Miller var. *tymoti*). *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Karsono, S., Sudarmodjo, dan Suytiyoso. 2002. *Hidroponik Skala Rumah Tangga*. Jakarta: Agro Media Pustaka
- Lestari, Adiyarningsih Puji. 2009. Pengembangan Pertaian Berkelanjutan Melalui Substitusi Pupuk Anorganik dengan Pupuk Organik. *Jurnal Agronomi*. **Vol. 13**, No. 1, ISSN 1410-1939.
- Lingga, P. dan Marsono. 2001. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lingga, P dan Marsono. 2002. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Liu, S. 2006. A Simple Method to Generate Chromosomal Mutations in *Lactobacillus plantarum* strain TF103 to Eliminate Undersired Fermentation Products. *Appl. Biochem. Biotechnol.* **Vol.131**.p. 854-863.
- Ma, Yingfang, Haiquan Yang, Xianzhong Chen, Bo Sun, Guocheng Dua, Zhemin Zhou, Jiangning Song, You Fan, and Wei Shen. 2015. Significantly improving the yield of recombinant proteins in *Bacillus subtilis* by a novel powerful mutagenesis tool (ARTP): Alkaline -amylase as a case study. *Protein Expression and Purification*. **Vol. 114** : 82–88
- Mao, W., R. Pan, and D. Freedman. 1992. High Production of Alkaline Protease by *Bacillus licheniformis* in a Fed-Batch Fermentation Using a Syntetic Medium. *J of Industrial Microbiology*. **Vol. 11** : 1-6
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., and Parker, J. 2003. *Biology of Microorganism Tenth Edition*. Prentice Hall : USA
- Madigan, M. and Martinko, J. 2005. *Brock Biology of Microorganism 11<sup>th</sup> Ed.* Prentice Hall.
- Marista E, Khotimah S, Linda R. 2013. Bakteri pelarut fosfat hasil isolasi dari tiga jenis tanah rhizosfer tanaman pisah nipah (*Musa paradisiacavar.Nipah*) diKota Singkawang. *Probiot 2* (2): 93-101.
- Marx Gretchen, Abigail M., and Daniela B.A., 2011. A Comparative Study on The Structure of *Saccharomyces cerevisiae* under Nonthermal Technologies: High Hydrostatic Pressure, Pulsed Electric Fields and Thermo-Sonication. *International Journal of Food Microbiology*. **Vol. 151** : 327 – 337
- Marzuki AR. 1977. *Pengenalan Varietas Kacang Hijau*. Bogor : LP3.



- Meirina, T., Darmanti, S., dan Haryanti, S., 2011. Produktivitas Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill var.lokon) yang Diperlakukan dengan Pupuk Organik Cair Lengkap pada Dosis dan Waktu Pemupukan yang berbeda, *Skripsi*. Jurusan Biologi MIPA. Universitas Diponegoro, Semarang
- Mukhlis dan Fauzi. 2003. *Pergerakan Unsur Hara Nitrogen dalam Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Muslifa, E., 2010, Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskular dan Pupuk Konsorsium Mikroba Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*). *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya
- Mustakim, M. 2012. *Budidaya Kacang Hijau Secara Intensif*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 140 hal.
- Najiyati, Sri dan Danarti. 2000. *Memilih Dan Merawat Tanaman Buah Di Perkarangan Sempit*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Nakano, M.M., dan Zuber, P., 1998. Anaerobic growth of a "strict aerobe" (*Bacillus subtilis*). *Annu Rev Microbiol* 52: 165-90.
- Nasution, A.S., 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Agrium*. **Vol. 19** (2) : 89-95
- Ni'matuzahroh, Fatimah, Agus Supriyanto dan Moch. Affandi. 2009. Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Menggunakan Konsorsium Mikroba. *Jurnal Ilmiah Biologi*. Lembaga Penelitian Universitas Airlangga. Surabaya
- Permentan, 2011. *Peraturan Menteri Pertanian Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah*, Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011, Jakarta
- Pelczar, M. J. Dan E. C. S. Chan. 2012. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 2*. UI Press. Jakarta. Hal 849 dan 947.
- Pranata, A. S., 2010. *Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta, hlm. 6
- Premono, E. M. 1994. Jasad Renik Pelarut Fosfat, Pengaruhnya terhadap P Tanah dan Efisiensi Pemupukan P Tanaman Tebu. *Disertasi*. Program Pascasarjana IPB.
- Purwono dan Hartono, Rudi. 2005. *Kacang Hijau*. Penebar Swadaya: Bogor
- Quan, Z. X., H. S. Bae, J. H. Baek, W. F. Chen, W. T. Im, and S. T. Lee. 2005. *Rhizobium daejenonense* sp. nov. Isolated from Acyanide Treatment

- Bioreactor. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. **Vol. 55** p. 2543-2549.
- Rai, M. K. Ed., 2006. *Handbook of Microbial Biofertilizers*. Food Products Press-The Haworth Press Inc, New York
- Reis, V. M., K. R. D. S. Teixeira, and R. O. Pedraza. 2011. *What Is Expected from the Genus Azospirillum as a Plant Growth-Promoting Bacteria? In Bacteria in Agrobiolgy Plant Growth Responses*. D. K. Maheshwari (ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany.
- Robinson, D. and DN. Singh, 2001. *Alternative Protein Sources for Lying Hens*. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Queensland Poultry Research and Development Centre.
- Rukmana, R., 1997. *Kacang Hijau, Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Saraswati, R., 2007. Peran Pupuk Hayati dalam Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Produktivitas Tanah, *Jurnal Sumberdaya Lahan*. **Vol. 1** No.4:3
- Shantaram, S. dan Matto A.K. 1997. Enhancing Biological Nitrogen Fixation: An Appraisal of Current and Alternative Technologies for N Input Into Plants. *Plant and Soil*. **Vol. 194**: 205-216
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati; *Organic Fertilizer and Biofertilizer*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Slamet DS, Tarwotjo. 1980. *Komposisi Zat Gizi Makanan Indonesia*. Di dalam Penelitian Gizi dan Makanan. Jilid 4. Badan Penelitian dan Pengembangan Depkes RI.
- Soeka, Y.S., S.H. Rahayu, N. Setianingrum dan E. Naiola. 2011. Kemampuan *Bacillus licheniformis* dalam Memproduksi Enzim Protease yang Bersifat Alkali dan Termofilik. *Artikel Ilmiah*. Media Litbang Kesehatan. Cibinong. Bogor
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Subba Rao, N. S. 1993. *Biofertilizers in Agriculture and Forestry*. Oxford and IBM Publising Co., (P) Ltd. Third edition.

- Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. **Vol. 3** No. 1.
- Sundara Rao, W. C. B. and M. K. Sinha. 1962. Phospate Dissolving Microorganism in The Soil and Rhizosphat. *Indian Journal Science*. **Vol. 23**: 272-278.
- Susanna. 2000. Analisis Introduksi Mikarorganisme Antagonisme Untuk Pengendalian Hayati Penyakit Layu Pisang (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) pada Pisang (*Musa sapientum* L.). *Skripsi*. IPB. Bogor
- Syofia, I. Khair, H. Anwar K. 2014. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap Pemberian Pupuk Organik Padat dan Pupuk Organik Cair. Fakultas Pertanian Jurusan Agroekoteknologi UMSU. **Vol. 19**, No.1, (2014) 0852-1077.
- Taylor R., Marten M., Burgess J. 1997. Under The Microscope a Hidden World Revealed. Press Syndicate of The University of Cambridge. New York
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1990. *Soil Fertility and Fertilizer Elements Required in Plant Nutrition*, 4<sup>th</sup> ed. Max Well McMillan Publising, Singapore. p. 52-92.
- Van Bruggen, AHC and Semenov, AM 2000. *In search of biological indicators for soil health and disease suppression*. *Applied Soil Ecology*, 15: 13-24.
- Vary, Patricia S., Rebekka Biedendieck, Tobias Fuerch, Friedhelm Meinhardt, Manfred Rohde, Wolf-Dieter Deckwer, and Dieter Jahn. 2007. *Bacillus megaterium* - from Simple Soil Bacterium to Industrial Protein Production Host. *Appl Microbiol Biotechnol*. **Vol. 76** : 957-967
- Vessey JK. 2003. *PGPR as biofertilizer*. *Plant and soil*. Hal: 255:571-586.
- Volk, T. and Galbraith, A. 2002. *Tom Volk's Fungus of the Month for December 2002*. University of Wisconsin La Crosse.
- Wartono, Giyanto, dan Kikin H.M., 2014. Efektivitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* **Vol. 34** (1)
- Wijaya, K. 2010. Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair Hasil Perombakan Anaerob Limbah Makanan terhadap Pertumbuhan 48 Tanaman sawi. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret



Wu, S.C., K.C. Cheung, Y.M. Luo, M.H. Wong. 2005. Effects of inoculation of plant growth-promoting rhizobacteria on metal uptake by *Brassica juncea*. *Environmental Pollution*. **140** : 124-135

Zulaika, E., M. Shovitri and N.D. Kuswyasari. 2012. *Characterization and Identification Azotobacter From Kalimas Surabaya, Candidate for a Potential Biofertilizer and Mercury Bioreducer*. Paper. Chulalongkorn University, Bangkok Thailand.





## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Hasil Analisis Statistik Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.) Setiap Perlakuan**

1. Tinggi Tanaman
  - a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Tinggi_tanaman
N		165
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	71,9321
	Std, Deviation	9,50379
Most Extreme Differences	Absolute	,111
	Positive	,066
	Negative	-,111
Kolmogorov-Smirnov Z		1,431
Asymp, Sig, (2-tailed)		,033

a, Test distribution is Normal.

- b. Uji Homogenitas

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	15	53.313	8.6638	2.2370	48.515	58.111	40.0	70.0
2	15	72.133	5.9169	1.5277	68.857	75.410	62.5	83.2
3	15	78.080	4.2940	1.1087	75.702	80.458	71.0	87.0
4	15	74.680	5.2257	1.3493	71.786	77.574	64.0	83.0
5	15	74.780	4.7732	1.2324	72.137	77.423	66.0	84.0
6	15	79.000	4.9713	1.2836	76.247	81.753	69.0	89.0
7	15	71.913	6.5235	1.6843	68.301	75.526	61.0	86.0
8	15	74.313	6.0084	1.5514	70.986	77.641	62.0	81.0
9	15	80.760	4.1522	1.0721	78.461	83.059	75.0	90.0

10	15	62.293	7.9105	2.0425	57.913	66.674	44.0	75.0
11	15	69.987	4.5646	1.1786	67.459	72.514	61.0	76.0
Total	165	71.932	9.5038	.7399	70.471	73.393	40.0	90.0

### Test of Homogeneity of Variances

Tinggi\_tanaman

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,962	10	154	,041

#### c. Uji *Brown-Forsythe*

### Robust Tests of Equality of Means

Tinggi\_tanaman

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	27.185	10	121.734	.000

a. Asymptotically F distributed.

#### d. Uji *Games-Howell*

### Multiple Comparisons

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	1	2	-18.8200*	2.7089	.000	-28.393	-9.247
		3	-24.7667*	2.4967	.000	-33.761	-15.773
		4	-21.3667*	2.6124	.000	-30.664	-12.070
		5	-21.4667*	2.5540	.000	-30.606	-12.327
		6	-25.6867*	2.5791	.000	-34.893	-16.481
		7	-18.6000*	2.8002	.000	-28.451	-8.749
		8	-21.0000*	2.7223	.000	-30.613	-11.387
		9	-27.4467*	2.4806	.000	-36.401	-18.492
		10	-8.9800	3.0292	.154	-19.577	1.617
		11	-16.6733*	2.5285	.000	-25.747	-7.600
	2	1	18.8200*	2.7089	.000	9.247	28.393

	3	-5.9467	1.8877	.110	-12.598	.705
	4	-2.5467	2.0383	.970	-9.681	4.588
	5	-2.6467	1.9629	.951	-9.534	4.241
	6	-6.8667	1.9954	.058	-13.859	.126
	7	.2200	2.2740	1.000	-7.736	8.176
	8	-2.1800	2.1773	.994	-9.792	5.432
	9	-8.6267*	1.8664	.004	-15.214	-2.040
	10	9.8400*	2.5506	.023	.865	18.815
	11	2.1467	1.9295	.986	-4.634	8.928
3	1	24.7667*	2.4967	.000	15.773	33.761
	2	5.9467	1.8877	.110	-.705	12.598
	4	3.4000	1.7464	.684	-2.724	9.524
	5	3.3000	1.6577	.656	-2.501	9.101
	6	-.9200	1.6961	1.000	-6.860	5.020
	7	6.1667	2.0165	.135	-.974	13.307
	8	3.7667	1.9068	.666	-2.957	10.490
	9	-2.6800	1.5423	.804	-8.072	2.712
	10	15.7867*	2.3240	.000	7.462	24.111
	11	8.0933*	1.6181	.001	2.435	13.752
4	1	21.3667*	2.6124	.000	12.070	30.664
	2	2.5467	2.0383	.970	-4.588	9.681
	3	-3.4000	1.7464	.684	-9.524	2.724
	5	-.1000	1.8274	1.000	-6.493	6.293
	6	-4.3200	1.8623	.449	-10.832	2.192
	7	2.7667	2.1581	.964	-4.808	10.341
	8	.3667	2.0560	1.000	-6.832	7.566
	9	-6.0800*	1.7233	.048	-12.130	-.030
	10	12.3867*	2.4479	.001	3.720	21.053
	11	4.6933	1.7915	.286	-1.579	10.966
5	1	21.4667*	2.5540	.000	12.327	30.606
	2	2.6467	1.9629	.951	-4.241	9.534
	3	-3.3000	1.6577	.656	-9.101	2.501
	4	.1000	1.8274	1.000	-6.293	6.493
	6	-4.2200	1.7795	.418	-10.442	2.002

	7	2.8667	2.0871	.944	-4.485	10.218
	8	.4667	1.9813	1.000	-6.489	7.422
	9	-5.9800*	1.6335	.035	-11.700	-.260
	10	12.4867*	2.3855	.001	3.997	20.976
	11	4.7933	1.7053	.205	-1.169	10.756
6	1	25.6867*	2.5791	.000	16.481	34.893
	2	6.8667	1.9954	.058	-.126	13.859
	3	.9200	1.6961	1.000	-5.020	6.860
	4	4.3200	1.8623	.449	-2.192	10.832
	5	4.2200	1.7795	.418	-2.002	10.442
	7	7.0867	2.1177	.072	-.359	14.533
	8	4.6867	2.0135	.445	-2.373	11.746
	9	-1.7600	1.6724	.991	-7.622	4.102
	10	16.7067*	2.4123	.000	8.142	25.271
	11	9.0133*	1.7426	.001	2.918	15.109
7	1	18.6000*	2.8002	.000	8.749	28.451
	2	-.2200	2.2740	1.000	-8.176	7.736
	3	-6.1667	2.0165	.135	-13.307	.974
	4	-2.7667	2.1581	.964	-10.341	4.808
	5	-2.8667	2.0871	.944	-10.218	4.485
	6	-7.0867	2.1177	.072	-14.533	.359
	8	-2.4000	2.2899	.991	-10.410	5.610
	9	-8.8467*	1.9966	.007	-15.930	-1.763
	10	9.6200*	2.6474	.037	.337	18.903
	11	1.9267	2.0557	.996	-5.329	9.183
8	1	21.0000*	2.7223	.000	11.387	30.613
	2	2.1800	2.1773	.994	-5.432	9.792
	3	-3.7667	1.9068	.666	-10.490	2.957
	4	-.3667	2.0560	1.000	-7.566	6.832
	5	-.4667	1.9813	1.000	-7.422	6.489
	6	-4.6867	2.0135	.445	-11.746	2.373
	7	2.4000	2.2899	.991	-5.610	10.410
	9	-6.4467	1.8858	.064	-13.107	.214
	10	12.0200*	2.5649	.003	3.000	21.040



	11	4.3267	1.9483	.511	-2.525	11.178
9	1	27.4467*	2.4806	.000	18.492	36.401
	2	8.6267*	1.8664	.004	2.040	15.214
	3	2.6800	1.5423	.804	-2.712	8.072
	4	6.0800*	1.7233	.048	.030	12.130
	5	5.9800*	1.6335	.035	.260	11.700
	6	1.7600	1.6724	.991	-4.102	7.622
	7	8.8467*	1.9966	.007	1.763	15.930
	8	6.4467	1.8858	.064	-.214	13.107
	10	18.4667*	2.3068	.000	10.187	26.747
	11	10.7733*	1.5932	.000	5.199	16.347
	10	1	8.9800	3.0292	.154	-1.617
2		-9.8400*	2.5506	.023	-18.815	-.865
3		-15.7867*	2.3240	.000	-24.111	-7.462
4		-12.3867*	2.4479	.001	-21.053	-3.720
5		-12.4867*	2.3855	.001	-20.976	-3.997
6		-16.7067*	2.4123	.000	-25.271	-8.142
7		-9.6200*	2.6474	.037	-18.903	-.337
8		-12.0200*	2.5649	.003	-21.040	-3.000
9		-18.4667*	2.3068	.000	-26.747	-10.187
11		-7.6933	2.3581	.093	-16.108	.721
11		1	16.6733*	2.5285	.000	7.600
	2	-2.1467	1.9295	.986	-8.928	4.634
	3	-8.0933*	1.6181	.001	-13.752	-2.435
	4	-4.6933	1.7915	.286	-10.966	1.579
	5	-4.7933	1.7053	.205	-10.756	1.169
	6	-9.0133*	1.7426	.001	-15.109	-2.918
	7	-1.9267	2.0557	.996	-9.183	5.329
	8	-4.3267	1.9483	.511	-11.178	2.525
	9	-10.7733*	1.5932	.000	-16.347	-5.199
	10	7.6933	2.3581	.093	-.721	16.108

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 2. Biomassa Tanaman

## a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Biomassa_tanaman
N		165
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	61,4545
	Std. Deviation	46,82067
Most Extreme Differences	Absolute	,142
	Positive	,138
	Negative	-,142
Kolmogorov-Smirnov Z		1,821
Asymp. Sig. (2-tailed)		,003

a. Test distribution is Normal,

## b. Uji Homogenitas

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	15	15.933	1.9227	.4964	14.869	16.998	12.2	18.9
2	15	18.800	1.3980	.3610	18.026	19.574	16.3	20.9
3	15	51.533	26.8138	6.9233	36.684	66.382	21.0	110.0
4	15	35.933	9.6841	2.5004	30.570	41.296	20.0	52.0
5	15	144.067	69.1494	17.8543	105.773	182.360	65.0	340.0
6	15	49.133	15.6016	4.0283	40.493	57.773	25.0	80.0
7	15	57.400	28.1775	7.2754	41.796	73.004	23.0	112.0
8	15	71.400	49.5693	12.7987	43.949	98.851	5.0	219.0
9	15	55.267	16.8924	4.3616	45.912	64.621	30.0	90.0
10	15	72.933	28.6443	7.3959	57.071	88.796	25.0	128.0
11	15	103.600	28.6825	7.4058	87.716	119.484	51.0	159.0
Total	165	61.455	46.8207	3.6450	54.257	68.652	5.0	340.0

**Test of Homogeneity of Variances**

Biomassa\_tanaman

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6,325	10	154	,000

c. Uji *Brown-Forsythe***Robust Tests of Equality of Means**

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	20.476	10	53.921	.000

a. Asymptotically F distributed.

d. Uji *Games-Howell***Multiple Comparisons**

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	1	2	-2.8667*	.6138	.003	-5.029	-.704
		3	-35.6000*	6.9411	.005	-61.881	-9.319
		4	-20.0000*	2.5492	.000	-29.554	-10.446
		5	128.1333*	17.8612	.000	-195.857	-60.410
		6	-33.2000*	4.0588	.000	-48.520	-17.880
		7	-41.4667*	7.2923	.002	-69.082	-13.851
		8	-55.4667*	12.8084	.019	-104.020	-6.913
		9	-39.3333*	4.3898	.000	-55.914	-22.753
		10	-57.0000*	7.4126	.000	-85.072	-28.928
		11	-87.6667*	7.4224	.000	-115.776	-59.557
	2	1	2.8667*	.6138	.003	.704	5.029
		3	-32.7333*	6.9327	.010	-59.003	-6.463
		4	-17.1333*	2.5263	.000	-26.653	-7.614
		5	125.2667*	17.8579	.000	-192.986	-57.547

	6	-30.3333*	4.0445	.000	-45.633	-15.034
	7	-38.6000*	7.2843	.004	-66.205	-10.995
	8	-52.6000*	12.8038	.029	-101.148	-4.052
	9	-36.4667*	4.3765	.000	-53.029	-19.905
	10	-54.1333*	7.4047	.000	-82.195	-26.072
	11	-84.8000*	7.4146	.000	-112.899	-56.701
3	1	35.6000*	6.9411	.005	9.319	61.881
	2	32.7333*	6.9327	.010	6.463	59.003
	4	15.6000	7.3610	.580	-11.407	42.607
	5	-92.5333*	19.1496	.005	-162.529	-22.538
	6	2.4000	8.0100	1.000	-26.167	30.967
	7	-5.8667	10.0431	1.000	-40.984	29.250
	8	-19.8667	14.5513	.944	-71.999	32.265
	9	-3.7333	8.1826	1.000	-32.779	25.312
	10	-21.4000	10.1307	.579	-56.829	14.029
	11	-52.0667*	10.1379	.001	-87.521	-16.612
4	1	20.0000*	2.5492	.000	10.446	29.554
	2	17.1333*	2.5263	.000	7.614	26.653
	3	-15.6000	7.3610	.580	-42.607	11.407
	5	108.1333*	18.0285	.001	-176.092	-40.175
	6	-13.2000	4.7412	.224	-30.044	3.644
	7	-21.4667	7.6931	.239	-49.762	6.829
	8	-35.4667	13.0407	.275	-84.360	13.427
	9	-19.3333*	5.0275	.028	-37.280	-1.387
	10	-37.0000*	7.8072	.006	-65.738	-8.262
	11	-67.6667*	7.8165	.000	-96.441	-38.893
5	1	128.1333*	17.8612	.000	60.410	195.857
	2	125.2667*	17.8579	.000	57.547	192.986
	3	92.5333*	19.1496	.005	22.538	162.529
	4	108.1333*	18.0285	.001	40.175	176.092
	6	94.9333*	18.3031	.003	26.547	163.320
	7	86.6667*	19.2797	.009	16.390	156.943
	8	72.6667	21.9678	.080	-4.783	150.116



	9	88.8000*	18.3793	.006	20.286	157.314
	10	71.1333*	19.3255	.046	.756	141.511
	11	40.4667	19.3293	.595	-29.919	110.852
6	1	33.2000*	4.0588	.000	17.880	48.520
	2	30.3333*	4.0445	.000	15.034	45.633
	3	-2.4000	8.0100	1.000	-30.967	26.167
	4	13.2000	4.7412	.224	-3.644	30.044
	5	-94.9333*	18.3031	.003	-163.320	-26.547
	7	-8.2667	8.3162	.994	-38.017	21.484
	8	-22.2667	13.4177	.836	-71.818	27.285
	9	-6.1333	5.9372	.992	-26.900	14.634
	10	-23.8000	8.4218	.212	-53.959	6.359
	11	-54.4667*	8.4305	.000	-84.660	-24.274
7	1	41.4667*	7.2923	.002	13.851	69.082
	2	38.6000*	7.2843	.004	10.995	66.205
	3	5.8667	10.0431	1.000	-29.250	40.984
	4	21.4667	7.6931	.239	-6.829	49.762
	5	-86.6667*	19.2797	.009	-156.943	-16.390
	6	8.2667	8.3162	.994	-21.484	38.017
	8	-14.0000	14.7221	.996	-66.581	38.581
	9	2.1333	8.4826	1.000	-28.065	32.332
	10	-15.5333	10.3745	.909	-51.803	20.736
	11	-46.2000*	10.3816	.005	-82.494	-9.906
8	1	55.4667*	12.8084	.019	6.913	104.020
	2	52.6000*	12.8038	.029	4.052	101.148
	3	19.8667	14.5513	.944	-32.265	71.999
	4	35.4667	13.0407	.275	-13.427	84.360
	5	-72.6667	21.9678	.080	-150.116	4.783
	6	22.2667	13.4177	.836	-27.285	71.818
	7	14.0000	14.7221	.996	-38.581	66.581
	9	16.1333	13.5215	.975	-33.620	65.886
	10	-1.5333	14.7820	1.000	-54.275	51.209
	11	-32.2000	14.7869	.540	-84.955	20.555
9	1	39.3333*	4.3898	.000	22.753	55.914

	2	36.4667*	4.3765	.000	19.905	53.029
	3	3.7333	8.1826	1.000	-25.312	32.779
	4	19.3333*	5.0275	.028	1.387	37.280
	5	-88.8000*	18.3793	.006	-157.314	-20.286
	6	6.1333	5.9372	.992	-14.634	26.900
	7	-2.1333	8.4826	1.000	-32.332	28.065
	8	-16.1333	13.5215	.975	-65.886	33.620
	10	-17.6667	8.5862	.615	-48.264	12.931
	11	-48.3333*	8.5947	.000	-78.964	-17.703
10	1	57.0000*	7.4126	.000	28.928	85.072
	2	54.1333*	7.4047	.000	26.072	82.195
	3	21.4000	10.1307	.579	-14.029	56.829
	4	37.0000*	7.8072	.006	8.262	65.738
	5	-71.1333*	19.3255	.046	-141.511	-.756
	6	23.8000	8.4218	.212	-6.359	53.959
	7	15.5333	10.3745	.909	-20.736	51.803
	8	1.5333	14.7820	1.000	-51.209	54.275
	9	17.6667	8.5862	.615	-12.931	48.264
	11	-30.6667	10.4664	.164	-67.256	5.923
11	1	87.6667*	7.4224	.000	59.557	115.776
	2	84.8000*	7.4146	.000	56.701	112.899
	3	52.0667*	10.1379	.001	16.612	87.521
	4	67.6667*	7.8165	.000	38.893	96.441
	5	-40.4667	19.3293	.595	-110.852	29.919
	6	54.4667*	8.4305	.000	24.274	84.660
	7	46.2000*	10.3816	.005	9.906	82.494
	8	32.2000	14.7869	.540	-20.555	84.955
	9	48.3333*	8.5947	.000	17.703	78.964
	10	30.6667	10.4664	.164	-5.923	67.256

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

3. Biomassa Akar  
a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Biomassa_akar
N		165
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	5.100
	Std. Deviation	2.8080
Most Extreme Differences	Absolute	.126
	Positive	.126
	Negative	-.092
Kolmogorov-Smirnov Z		1.623
Asymp. Sig. (2-tailed)		.010

a. Test distribution is Normal.

- b. Uji Homogenitas

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	15	3.680	1.2520	.3233	2.987	4.373	2.1	6.6
2	15	4.047	.8459	.2184	3.578	4.515	3.0	6.5
3	15	4.160	2.4142	.6233	2.823	5.497	1.0	10.0
4	15	3.680	1.3837	.3573	2.914	4.446	1.0	6.0
5	15	7.667	2.3197	.5989	6.382	8.951	4.0	13.0
6	15	6.400	2.7844	.7189	4.858	7.942	3.0	14.0
7	15	6.167	3.5840	.9254	4.182	8.151	1.0	15.0
8	15	4.847	4.2337	1.0931	2.502	7.191	1.0	18.0
9	15	6.673	2.1235	.5483	5.497	7.849	3.0	12.0
10	15	2.793	1.0285	.2656	2.224	3.363	1.0	5.0
11	15	5.987	2.6578	.6863	4.515	7.459	3.0	14.0
Total	165	5.100	2.8080	.2186	4.668	5.532	1.0	18.0

**Test of Homogeneity of Variances**

Biomassa\_akar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.724	10	154	.004

c. Uji *Brown-Forsythe***Robust Tests of Equality of Means**

Biomassa\_akar

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	5.971	10	90.243	.000

a. Asymptotically F distributed.

d. Uji *Games-Howell***Multiple Comparisons**

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	1	2	-.3667	.3901	.996	-1.746	1.013
		3	-.4800	.7022	1.000	-3.002	2.042
		4	.0000	.4818	1.000	-1.686	1.686
		5	-3.9867*	.6806	.000	-6.425	-1.548
		6	-2.7200	.7883	.070	-5.577	.137
		7	-2.4867	.9802	.348	-6.089	1.116
		8	-1.1667	1.1399	.991	-5.387	3.054
		9	-2.9933*	.6365	.004	-5.262	-.725
		10	.8867	.4183	.575	-.580	2.354
		11	-2.3067	.7586	.150	-5.048	.435
	2	1	.3667	.3901	.996	-1.013	1.746
		3	-.1133	.6605	1.000	-2.540	2.314
		4	.3667	.4187	.998	-1.122	1.856
		5	-3.6200*	.6375	.001	-5.958	-1.282
		6	-2.3533	.7514	.139	-5.132	.426
		7	-2.1200	.9508	.517	-5.668	1.428



	8	-.8000	1.1147	.999	-4.977	3.377
	9	-2.6267*	.5902	.010	-4.781	-.473
	10	1.2533*	.3438	.037	.048	2.459
	11	-1.9400	.7202	.279	-4.598	.718
3	1	.4800	.7022	1.000	-2.042	3.002
	2	.1133	.6605	1.000	-2.314	2.540
	4	.4800	.7185	1.000	-2.085	3.045
	5	-3.5067*	.8645	.013	-6.529	-.484
	6	-2.2400	.9515	.429	-5.572	1.092
	7	-2.0067	1.1158	.770	-5.953	1.939
	8	-.6867	1.2584	1.000	-5.180	3.807
	9	-2.5133	.8302	.136	-5.419	.393
	10	1.3667	.6775	.641	-1.097	3.830
	11	-1.8267	.9271	.669	-5.070	1.417
4	1	.0000	.4818	1.000	-1.686	1.686
	2	-.3667	.4187	.998	-1.856	1.122
	3	-.4800	.7185	1.000	-3.045	2.085
	5	-3.9867*	.6974	.000	-6.470	-1.503
	6	-2.7200	.8028	.077	-5.612	.172
	7	-2.4867	.9920	.361	-6.113	1.140
	8	-1.1667	1.1500	.992	-5.407	3.073
	9	-2.9933*	.6544	.005	-5.312	-.675
	10	.8867	.4452	.656	-.680	2.454
	11	-2.3067	.7737	.163	-5.085	.472
5	1	3.9867*	.6806	.000	1.548	6.425
	2	3.6200*	.6375	.001	1.282	5.958
	3	3.5067*	.8645	.013	.484	6.529
	4	3.9867*	.6974	.000	1.503	6.470
	6	1.2667	.9357	.950	-2.013	4.547
	7	1.5000	1.1023	.947	-2.407	5.407
	8	2.8200	1.2465	.489	-1.642	7.282
	9	.9933	.8120	.974	-1.847	3.834
	10	4.8733*	.6552	.000	2.497	7.250
	11	1.6800	.9109	.745	-1.509	4.869

6	1	2.7200	.7883	.070	-.137	5.577
	2	2.3533	.7514	.139	-.426	5.132
	3	2.2400	.9515	.429	-1.092	5.572
	4	2.7200	.8028	.077	-.172	5.612
	5	-1.2667	.9357	.950	-4.547	2.013
	7	.2333	1.1718	1.000	-3.884	4.351
	8	1.5533	1.3084	.978	-3.080	6.186
	9	-.2733	.9041	1.000	-3.452	2.906
	10	3.6067*	.7664	.006	.798	6.415
	11	.4133	.9939	1.000	-3.062	3.888
	7	1	2.4867	.9802	.348	-1.116
2		2.1200	.9508	.517	-1.428	5.668
3		2.0067	1.1158	.770	-1.939	5.953
4		2.4867	.9920	.361	-1.140	6.113
5		-1.5000	1.1023	.947	-5.407	2.407
6		-.2333	1.1718	1.000	-4.351	3.884
8		1.3200	1.4322	.997	-3.698	6.338
9		-.5067	1.0756	1.000	-4.339	3.325
10		3.3733	.9627	.073	-.196	6.942
11		.1800	1.1521	1.000	-3.876	4.236
8		1	1.1667	1.1399	.991	-3.054
	2	.8000	1.1147	.999	-3.377	4.977
	3	.6867	1.2584	1.000	-3.807	5.180
	4	1.1667	1.1500	.992	-3.073	5.407
	5	-2.8200	1.2465	.489	-7.282	1.642
	6	-1.5533	1.3084	.978	-6.186	3.080
	7	-1.3200	1.4322	.997	-6.338	3.698
	9	-1.8267	1.2229	.906	-6.229	2.575
	10	2.0533	1.1249	.751	-2.141	6.248
	11	-1.1400	1.2907	.998	-5.722	3.442
	9	1	2.9933*	.6365	.004	.725
2		2.6267*	.5902	.010	.473	4.781
3		2.5133	.8302	.136	-.393	5.419
4		2.9933*	.6544	.005	.675	5.312

	5	-.9933	.8120	.974	-3.834	1.847
	6	.2733	.9041	1.000	-2.906	3.452
	7	.5067	1.0756	1.000	-3.325	4.339
	8	1.8267	1.2229	.906	-2.575	6.229
	10	3.8800*	.6092	.000	1.682	6.078
	11	.6867	.8784	.999	-2.396	3.770
10	1	-.8867	.4183	.575	-2.354	.580
	2	-1.2533*	.3438	.037	-2.459	-.048
	3	-1.3667	.6775	.641	-3.830	1.097
	4	-.8867	.4452	.656	-2.454	.680
	5	-4.8733*	.6552	.000	-7.250	-2.497
	6	-3.6067*	.7664	.006	-6.415	-.798
	7	-3.3733	.9627	.073	-6.942	.196
	8	-2.0533	1.1249	.751	-6.248	2.141
	9	-3.8800*	.6092	.000	-6.078	-1.682
	11	-3.1933*	.7358	.013	-5.883	-.503
11	1	2.3067	.7586	.150	-.435	5.048
	2	1.9400	.7202	.279	-.718	4.598
	3	1.8267	.9271	.669	-1.417	5.070
	4	2.3067	.7737	.163	-.472	5.085
	5	-1.6800	.9109	.745	-4.869	1.509
	6	-.4133	.9939	1.000	-3.888	3.062
	7	-.1800	1.1521	1.000	-4.236	3.876
	8	1.1400	1.2907	.998	-3.442	5.722
	9	-.6867	.8784	.999	-3.770	2.396
	10	3.1933*	.7358	.013	.503	5.883

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 4. Panjang Akar

## a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Panjang_akar
N		165
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	19.394
	Std. Deviation	6.1109
Most Extreme Differences	Absolute	.115
	Positive	.100
	Negative	-.115
Kolmogorov-Smirnov Z		1.481
Asymp. Sig. (2-tailed)		.025

a. Test distribution is Normal.

## b. Uji Homogenitas

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	15	8.067	1.2799	.3305	7.358	8.775	6.0	10.0
2	15	11.133	1.7265	.4458	10.177	12.089	8.0	13.0
3	15	18.153	6.2049	1.6021	14.717	21.590	5.0	33.0
4	15	19.833	3.1261	.8072	18.102	21.564	14.0	26.0
5	15	23.007	4.2545	1.0985	20.651	25.363	16.0	32.5
6	15	20.047	3.5258	.9104	18.094	21.999	14.0	26.0
7	15	22.367	4.6818	1.2088	19.774	24.959	12.0	33.5
8	15	23.113	5.7706	1.4900	19.918	26.309	17.0	40.5
9	15	20.707	2.3554	.6082	19.402	22.011	16.5	24.5
10	15	23.087	1.7250	.4454	22.131	24.042	20.0	27.0
11	15	23.820	1.2891	.3328	23.106	24.534	21.0	27.0
Total	165	19.394	6.1109	.4757	18.455	20.333	5.0	40.5



**Test of Homogeneity of Variances**

Panjang\_akar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.792	10	154	.003

c. Uji *Brown-Forsythe***Robust Tests of Equality of Means**

Panjang_akar	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	29.864	10	83.736	.000

a. Asymptotically F distributed.

d. Uji *Games-Howell***Multiple Comparisons**

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games- Howell	1	2	-3.0667 <sup>*</sup>	.5549	.000	-5.020	-1.113
		3	-10.0867 <sup>*</sup>	1.6358	.001	-16.212	-3.961
		4	-11.7667 <sup>*</sup>	.8722	.000	-14.945	-8.588
		5	-14.9400 <sup>*</sup>	1.1471	.000	-19.184	-10.696
		6	-11.9800 <sup>*</sup>	.9685	.000	-15.532	-8.428
		7	-14.3000 <sup>*</sup>	1.2532	.000	-18.954	-9.646
		8	-15.0467 <sup>*</sup>	1.5262	.000	-20.752	-9.342
		9	-12.6400 <sup>*</sup>	.6921	.000	-15.119	-10.161
		10	-15.0200 <sup>*</sup>	.5546	.000	-16.972	-13.068
		11	-15.7533 <sup>*</sup>	.4690	.000	-17.393	-14.114
	2	1	3.0667 <sup>*</sup>	.5549	.000	1.113	5.020
		3	-7.0200 <sup>*</sup>	1.6630	.019	-13.192	-.848
		4	-8.7000 <sup>*</sup>	.9221	.000	-11.999	-5.401
		5	-11.8733 <sup>*</sup>	1.1855	.000	-16.196	-7.551
		6	-8.9133 <sup>*</sup>	1.0136	.000	-12.568	-5.259
		7	-11.2333 <sup>*</sup>	1.2884	.000	-15.955	-6.511

	8	-11.9800 <sup>*</sup>	1.5552	.000	-17.736	-6.224
	9	-9.5733 <sup>*</sup>	.7540	.000	-12.229	-6.918
	10	-11.9533 <sup>*</sup>	.6302	.000	-14.156	-9.750
	11	-12.6867 <sup>*</sup>	.5563	.000	-14.644	-10.729
3	1	10.0867 <sup>*</sup>	1.6358	.001	3.961	16.212
	2	7.0200 <sup>*</sup>	1.6630	.019	.848	13.192
	4	-1.6800	1.7939	.996	-8.136	4.776
	5	-4.8533	1.9425	.351	-11.717	2.010
	6	-1.8933	1.8427	.992	-8.475	4.688
	7	-4.2133	2.0070	.588	-11.273	2.846
	8	-4.9600	2.1879	.481	-12.612	2.692
	9	-2.5533	1.7137	.905	-8.824	3.718
	10	-4.9333	1.6629	.184	-11.105	1.238
	11	-5.6667	1.6363	.082	-11.793	.460
4	1	11.7667 <sup>*</sup>	.8722	.000	8.588	14.945
	2	8.7000 <sup>*</sup>	.9221	.000	5.401	11.999
	3	1.6800	1.7939	.996	-4.776	8.136
	5	-3.1733	1.3632	.446	-7.974	1.627
	6	-.2133	1.2167	1.000	-4.472	4.045
	7	-2.5333	1.4535	.800	-7.676	2.610
	8	-3.2800	1.6945	.690	-9.350	2.790
	9	-.8733	1.0106	.998	-4.428	2.682
	10	-3.2533	.9219	.055	-6.552	.045
	11	-3.9867 <sup>*</sup>	.8731	.008	-7.167	-.806
5	1	14.9400 <sup>*</sup>	1.1471	.000	10.696	19.184
	2	11.8733 <sup>*</sup>	1.1855	.000	7.551	16.196
	3	4.8533	1.9425	.351	-2.010	11.717
	4	3.1733	1.3632	.446	-1.627	7.974
	6	2.9600	1.4267	.603	-2.042	7.962
	7	.6400	1.6334	1.000	-5.075	6.355
	8	-.1067	1.8511	1.000	-6.625	6.411
	9	2.3000	1.2556	.751	-2.192	6.792
	10	-.0800	1.1854	1.000	-4.402	4.242
	11	-.8133	1.1478	1.000	-5.059	3.432

6	1	11.9800 <sup>*</sup>	.9685	.000	8.428	15.532
	2	8.9133 <sup>*</sup>	1.0136	.000	5.259	12.568
	3	1.8933	1.8427	.992	-4.688	8.475
	4	.2133	1.2167	1.000	-4.045	4.472
	5	-2.9600	1.4267	.603	-7.962	2.042
	7	-2.3200	1.5133	.895	-7.644	3.004
	8	-3.0667	1.7461	.792	-9.276	3.142
	9	-.6600	1.0948	1.000	-4.534	3.214
	10	-3.0400	1.0135	.160	-6.694	.614
	11	-3.7733 <sup>*</sup>	.9693	.032	-7.327	-.219
	7	1	14.3000 <sup>*</sup>	1.2532	.000	9.646
2		11.2333 <sup>*</sup>	1.2884	.000	6.511	15.955
3		4.2133	2.0070	.588	-2.846	11.273
4		2.5333	1.4535	.800	-2.610	7.676
5		-.6400	1.6334	1.000	-6.355	5.075
6		2.3200	1.5133	.895	-3.004	7.644
8		-.7467	1.9187	1.000	-7.478	5.984
9		1.6600	1.3532	.971	-3.210	6.530
10		-.7200	1.2883	1.000	-5.442	4.002
11		-1.4533	1.2538	.979	-6.109	3.202
8		1	15.0467 <sup>*</sup>	1.5262	.000	9.342
	2	11.9800 <sup>*</sup>	1.5552	.000	6.224	17.736
	3	4.9600	2.1879	.481	-2.692	12.612
	4	3.2800	1.6945	.690	-2.790	9.350
	5	.1067	1.8511	1.000	-6.411	6.625
	6	3.0667	1.7461	.792	-3.142	9.276
	7	.7467	1.9187	1.000	-5.984	7.478
	9	2.4067	1.6093	.904	-3.459	8.272
	10	.0267	1.5551	1.000	-5.729	5.782
	11	-.7067	1.5267	1.000	-6.412	4.999
	9	1	12.6400 <sup>*</sup>	.6921	.000	10.161
2		9.5733 <sup>*</sup>	.7540	.000	6.918	12.229
3		2.5533	1.7137	.905	-3.718	8.824
4		.8733	1.0106	.998	-2.682	4.428

	5	-2.3000	1.2556	.751	-6.792	2.192
	6	.6600	1.0948	1.000	-3.214	4.534
	7	-1.6600	1.3532	.971	-6.530	3.210
	8	-2.4067	1.6093	.904	-8.272	3.459
	10	-2.3800	.7538	.108	-5.035	.275
	11	-3.1133*	.6933	.007	-5.595	-.631
10	1	15.0200*	.5546	.000	13.068	16.972
	2	11.9533*	.6302	.000	9.750	14.156
	3	4.9333	1.6629	.184	-1.238	11.105
	4	3.2533	.9219	.055	-.045	6.552
	5	.0800	1.1854	1.000	-4.242	4.402
	6	3.0400	1.0135	.160	-.614	6.694
	7	.7200	1.2883	1.000	-4.002	5.442
	8	-.0267	1.5551	1.000	-5.782	5.729
	9	2.3800	.7538	.108	-.275	5.035
	11	-.7333	.5560	.957	-2.690	1.223
11	1	15.7533*	.4690	.000	14.114	17.393
	2	12.6867*	.5563	.000	10.729	14.644
	3	5.6667	1.6363	.082	-.460	11.793
	4	3.9867*	.8731	.008	.806	7.167
	5	.8133	1.1478	1.000	-3.432	5.059
	6	3.7733*	.9693	.032	.219	7.327
	7	1.4533	1.2538	.979	-3.202	6.109
	8	.7067	1.5267	1.000	-4.999	6.412
	9	3.1133*	.6933	.007	.631	5.595
	10	.7333	.5560	.957	-1.223	2.690

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



**Lampiran 2. Hasil Analisis Statistik Produktivitas Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.) Setiap Perlakuan**

1. Jumlah Polong

a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Jumlah_polong
N		165
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	63,0667
	Std, Deviation	23,61586
Most Extreme Differences	Absolute	,075
	Positive	,075
	Negative	-,056
Kolmogorov-Smirnov Z		,961
Asymp, Sig, (2-tailed)		,314

a, Test distribution is Normal,

b. Uji Homogenitas

**Test of Homogeneity of Variances**

Jumlah\_polong

Levene Statistic	df1	df2	Sig,
1,435	10	154	,170

**ANOVA**

Jumlah_polong	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	32487,067	10	3248,707	8,483	,000
Within Groups	58977,200	154	382,969		
Total	91464,267	164			

## c. Uji Duncen

**Post Hoc Tests****Homogeneous Subsets****Jumlah\_polong**

Duncan

Kelompok	N	Subset for alpha = 0,05			
		1	2	3	4
1	15	40,8667			
4	15	50,0000	50,0000		
10	15	51,6667	51,6667	51,6667	
8	15	54,4000	54,4000	54,4000	
7	15		60,4000	60,4000	
9	15		63,0000	63,0000	
3	15		63,6667	63,6667	
5	15		65,8000	65,8000	
6	15			67,8667	
2	15				85,5333
11	15				90,5333
Sig,		,085	,057	,050	,485

Means for groups in homogeneous subsets are displayed,

## 2. Berat Polong

## a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Berat_polong
N		165
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	55.8945
	Std. Deviation	20.54705
Most Extreme Differences	Absolute	.034
	Positive	.034
	Negative	-.022
Kolmogorov-Smirnov Z		.442
Asymp. Sig. (2-tailed)		.990

a. Test distribution is Normal.

## b. Uji Homogenitas

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	15	39.3467	11.31383	2.92122	33.0813	45.6121	25.40	56.80
2	15	76.8533	16.09902	4.15675	67.9380	85.7687	49.70	106.70
3	15	55.3467	19.17755	4.95162	44.7265	65.9668	19.70	98.60
4	15	47.2667	24.66674	6.36893	33.6067	60.9267	10.00	111.20
5	15	55.9400	21.22935	5.48140	44.1836	67.6964	25.30	101.50
6	15	62.3067	11.08574	2.86232	56.1676	68.4457	43.20	83.80
7	15	55.3200	14.40670	3.71980	47.3418	63.2982	26.70	80.30
8	15	46.1533	19.71822	5.09122	35.2337	57.0729	15.40	78.10
9	15	56.0267	17.68787	4.56699	46.2315	65.8219	31.90	91.80
10	15	45.5400	20.69858	5.34435	34.0775	57.0025	12.00	82.80
11	15	74.7400	13.61259	3.51476	67.2016	82.2784	49.80	107.10
Total	165	55.8945	20.54705	1.59959	52.7361	59.0530	10.00	111.20

**Test of Homogeneity of Variances**

Berat\_polong

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,375	10	154	,196

c. Uji *Kruskal-Wallis***Ranks**

	Kelompok	N	Mean Rank
Berat_polong	1	15	40.57
	2	15	131.10
	3	15	79.73
	4	15	61.80
	5	15	81.60
	6	15	102.43
	7	15	83.40
	8	15	60.57

9	15	81.37
10	15	60.57
11	15	129.87
Total	165	

### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	Berat_polong
Chi-Square	53.626
Df	10
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kelompok

d. Uji Mann-Withney

	B0-	B0+	B20 F1	B20 F2	B20 F3	B25 F1	B25 F2	B25 F3	B30 F1	B30 F2	B30 F3
B0-		S	S	TS	S	S	S	TS	S	TS	S
B0+			S	S	S	S	S	S	S	S	TS
B20F1				TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	S
B20F2					TS	S	TS	TS	TS	TS	S
B20F3						TS	TS	TS	TS	TS	S
B25F1							TS	S	TS	S	S
B25F2								TS	TS	TS	S
B25F3									TS	TS	S
B30F1										TS	S
B30F2											S

Keterangan: B0- (K- ); B0+ (pupuk Vitonik Super); B20, B25, B30 (*biofertilizer* 20 mL, 25 mL, 30 mL); F1 (1 minggu setelah tanam), F2 (1 dan 3 minggu setelah tanam) F3 (1,3, dan 5 minggu setelah tanam); S (Signifikan); TS (tidak signifikan).



## 3. Berat Total Biji

## a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Berat_biji
N		165
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	41,9073
	Std. Deviation	16,24664
Most Extreme Differences	Absolute	,052
	Positive	,052
	Negative	-,050
Kolmogorov-Smirnov Z		,671
Asymp. Sig. (2-tailed)		,759

a, Test distribution is Normal,

## b. Uji Homogenitas

**Test of Homogeneity of Variances**

Berat\_biji

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,557	10	154	,125

**ANOVA**

Berat\_biji

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17187,755	10	1718,775	10,141	,000
Within Groups	26100,591	154	169,484		
Total	43288,346	164			

## c. Uji Duncen

**Post Hoc Tests****Homogeneous Subsets****Berat\_biji**

Duncan

Kelompok	N	Subset for alpha = 0,05			
		1	2	3	4
1	15	27,1467			
10	15	33,6133	33,6133		
8	15	34,1867	34,1867		
4	15	34,8100	34,8100		
7	15		38,8467	38,8467	
5	15		40,8900	40,8900	
9	15		41,2667	41,2667	
3	15		41,7333	41,7333	
6	15			47,1667	
2	15				58,7400
11	15				62,5800
Sig,		,145	,146	,122	,420

Means for groups in homogeneous subsets are displayed,

**Lampiran 3. Hasil Penghitungan *Relativity Agronomic Effectivity* (RAE)**

$$B20F1 = \frac{4,7 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 46,17 \%$$

$$B20F2 = \frac{3,8 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 24,27 \%$$

$$B20F3 = \frac{4,8 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 43,51 \%$$

$$B22F1 = \frac{4,1 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 63,35 \%$$

$$B25F2 = \frac{3,8 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 37,02 \%$$

$$B25F3 = \frac{3,1 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 22,27 \%$$

$$B30F1 = \frac{4,2 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 44,68 \%$$

$$B30F2 = \frac{3,6 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 20,47 \%$$

$$B30F3 = \frac{6,5 - 2,1}{5,7 - 2,1} \times 100\% = 112,15 \%$$

#### Lampiran 4. Hasil Perhitungan Produktivitas Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Produksi kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dihitung dengan cara konversi ke dalam satuan ku/ha.

- a. Berat kering biji B0- = 27,14 g/ dua tanaman = 13,57 g/tanaman  
 Luas media tanam =  $40 \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2$   
 =  $0,12 \text{ m}^2/\text{tanaman}$   
 Jumlah tanaman/ha =  $\frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman}$   
 =  $83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha}$   
 Produktivitas =  $83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \times 13,57 \text{ g/tanaman}$   
 =  $1.130.833,28 \text{ g/ha}$   
 =  $1,13 \text{ ton/ha}$   
 =  $11,3 \text{ ku/ha}$
- b. Berat kering biji B0+ = 58,74 g/ dua tanaman = 29,37 g/tanaman  
 Luas media tanam =  $40 \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2$   
 =  $0,12 \text{ m}^2/\text{tanaman}$   
 Jumlah tanaman/ha =  $\frac{1.0}{0,12} \times 1 \text{ tanaman}$   
 =  $83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha}$   
 Produktivitas =  $83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \times 29,37 \text{ g/tanaman}$   
 =  $2.447.499,9 \text{ g/ha}$   
 =  $2,45 \text{ ton/ha}$   
 =  $24,5 \text{ ku/ha}$
- c. Berat kering biji B20F1 = 41,73 g/ dua tanaman = 20,86 g/tanaman  
 Luas media tanam =  $40 \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2$   
 =  $0,12 \text{ m}^2/\text{tanaman}$   
 Jumlah tanaman/ha =  $\frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman}$   
 =  $83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha}$   
 Produktivitas =  $83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \times 20,86 \text{ g/tanaman}$   
 =  $1.738.333,2638 \text{ g/ha}$   
 =  $1,74 \text{ ton/ha}$   
 =  $17,4 \text{ ku/ha}$
- d. Berat kering biji B20F2 = 34,81 g/ dua tanaman = 17,41 g/tanaman  
 Luas media tanam =  $40 \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2$   
 =  $0,12 \text{ m}^2/\text{tanaman}$



Jumlah tanaman/ha =  $\frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman}$   
= 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha

Produktivitas = 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha x 17,41 g/tanaman  
= 1.450.833,2753 g/ha  
= 1,45 ton/ha  
=14,5 ku/ha

e. Berat kering biji B20F3 = 40,89 g/ dua tanaman = 20,44 g/tanaman  
Luas media tanam = 40x30 cm =1.200 cm<sup>2</sup>  
= 0,12 m<sup>2</sup>/tanaman

Jumlah tanaman/ha =  $\frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman}$   
= 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha

Produktivitas = 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha x 20,44 g/tanaman  
= 1.703.333,2652 g/ha  
= 1,7 ton/ha  
=17 ku/ha

f. Berat kering biji B25F1 = 47,16 g/ dua tanaman = 23,58 g/tanaman  
Luas media tanam = 40x30 cm =1.200 cm<sup>2</sup>  
= 0,12 m<sup>2</sup>/tanaman

Jumlah tanaman/ha =  $\frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman}$   
= 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha

Produktivitas = 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha x 23,58 g/tanaman  
= 1.964.999,9214 g/ha  
= 1,96 ton/ha  
=19,6 ku/ha

g. Berat kering biji B25F2 = 38,84 g/ dua tanaman = 19,42 g/tanaman  
Luas media tanam = 40x30 cm =1.200 cm<sup>2</sup>  
= 0,12 m<sup>2</sup>/tanaman

Jumlah tanaman/ha =  $\frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman}$   
= 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha

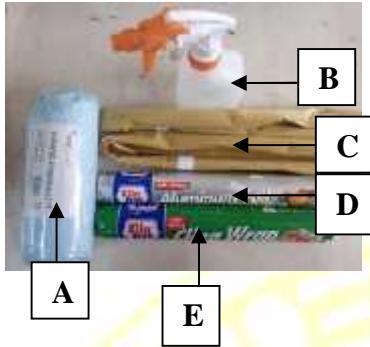
Produktivitas = 83.333,33 m<sup>2</sup>/ha x 19,42 g/tanaman  
= 1.618.333,2686 g/ha  
= 1,62 ton/ha  
=16,2 ku/ha

h. Berat kering biji B25F3 = 34,18 g/ dua tanaman = 17,09 g/tanaman  
Luas media tanam = 40x30 cm =1.200 cm<sup>2</sup>  
= 0,12 m<sup>2</sup>/tanaman

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tanaman/ha} &= \frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman} \\
 &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \\
 \text{Produktivitas} &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \times 17,09 \text{ g/tanaman} \\
 &= 1.424.166,609 \text{ g/ha} \\
 &= 1,42 \text{ ton/ha} \\
 &= 14,2 \text{ ku/ha} \\
 \text{i. Berat kering biji B30F1} &= 41,26 \text{ g/ dua tanaman} = 20,63 \text{ g/tanaman} \\
 \text{Luas media tanam} &= 40 \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,12 \text{ m}^2/\text{tanaman} \\
 \text{Jumlah tanaman/ha} &= \frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman} \\
 &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \\
 \text{Produktivitas} &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \times 20,63 \text{ g/tanaman} \\
 &= 1.719.166,5979 \text{ g/ha} \\
 &= 1,72 \text{ ton/ha} \\
 &= 17,2 \text{ ku/ha} \\
 \text{j. Berat kering biji B30F2} &= 33,61 \text{ g/ dua tanaman} = 16,81 \text{ g/tanaman} \\
 \text{Luas media tanam} &= 40 \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,12 \text{ m}^2/\text{tanaman} \\
 \text{Jumlah tanaman/ha} &= \frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman} \\
 &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \\
 \text{Produktivitas} &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \times 16,81 \text{ g/tanaman} \\
 &= 1.400.833,2773 \text{ g/ha} \\
 &= 1,4 \text{ ton/ha} \\
 &= 14 \text{ ku/ha} \\
 \text{k. Berat kering biji B30F3} &= 62,58 \text{ g/ dua tanaman} = 31,29 \text{ g/tanaman} \\
 \text{Luas media tanam} &= 40 \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,12 \text{ m}^2/\text{tanaman} \\
 \text{Jumlah tanaman/ha} &= \frac{1.0}{0,1} \times 1 \text{ tanaman} \\
 &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \\
 \text{Produktivitas} &= 83.333,33 \text{ m}^2/\text{ha} \times 31,29 \text{ g/tanaman} \\
 &= 2.607.499,8957 \text{ g/ha} \\
 &= 2,6 \text{ ton/ha} \\
 &= 26 \text{ ku/ha}
 \end{aligned}$$

**Lampiran 5. Bahan dan Alat Penelitian**

**a. Bahan Penelitian**



- A. Kapas**
- B. Alkohol**
- C. Kertas Coklat**
- D. Aluminium Foil**
- E. Cling Warp**



**Akuades Steril**



**Media Nfb Semi Solid**



**Media CMC Agar**



**Media  
Pikovskaya**



**Biofertilizer**



**Pupuk Vitonic  
Super**



**Biofertilizer yang  
Sudah Diencerkan**



**Sampel Tanah  
B0- yang Sudah  
Diencerkan**



**Sampel Tanah  
B0+ yang Sudah  
Diencerkan**



**Sampel Tanah  
Biofertilizer yang  
Sudah Diencerkan**



**b. Alat Penelitian**



**Spatula**



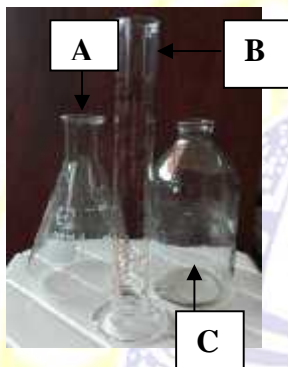
**Pipet Volume**



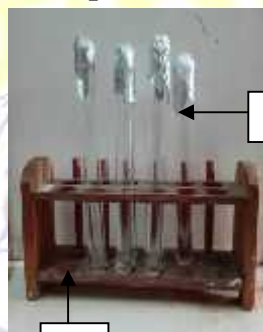
**Bunsen**



**Gelas Beaker**



**A. Labu Erlenmeyer  
B. Gelas Ukur  
C. Botol Kultur**



**B**

**A. Tabung Reaksi  
B. Rak Tabung Reaksi**



**Cawan Petri**



**Spidol**



**Gunting**



**Timbangan Analitik**



**Colony Counter**



**Water Bath**



**Timbangan Digital**



**Kompur Listrik**



**Shaker Incubator**



**Autoclave**





**Incubator**



**Oven**

**Lampiran 6. Dokumentasi Di Lahan Sawah**



**Tanaman Kacang Hijau pada Lahan Sawah**



**Tanaman Kacang Hijau Berumur 1 Minggu**



**Tanaman Kacang Hijau Berumur 5 Minggu**



**Proses Pengukuran Tinggi Tanaman Kacang Hijau**



**Tanaman Kacang Hijau Berumur 6 Minggu**



**Bunga Tanaman Kacang Hijau**



**Kuncup Polong Tanaman Kacang Hijau**



**Polong yang Siap Dipanen**



**Proses Pengambilan Tanaman Kacang Hijau**



**Proses Penimbangan Akar  
Tanaman Kacang Hijau**



**Polong Tanaman  
Kacang Hijau**



**Proses Penimbangan  
Polong Tanaman Kacang  
Hijau**



**Proses Pengupasan Polong  
Tanaman Kacang Hijau**



**Biji Tanaman Kacang  
Hijau**



**Proses Penimbangan Biji  
Tanaman Kacang Hijau**