

**KOMBINASI *Biofertilizer* DAN *Crotalaria Juncea* DAPAT  
MENINGKATKAN POPULASI MIKROBA TANAH PELARUT P DAN  
PENAMBAT NITROGEN PADA FASE VEGETATIF TANAMAN TEBU  
(*Saccharum Officinarum* L.)**

Oleh  
**IZMI ALNINDA SINAGA**

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN TANAH**

**MALANG**

**2017**

## PERNYATAAN

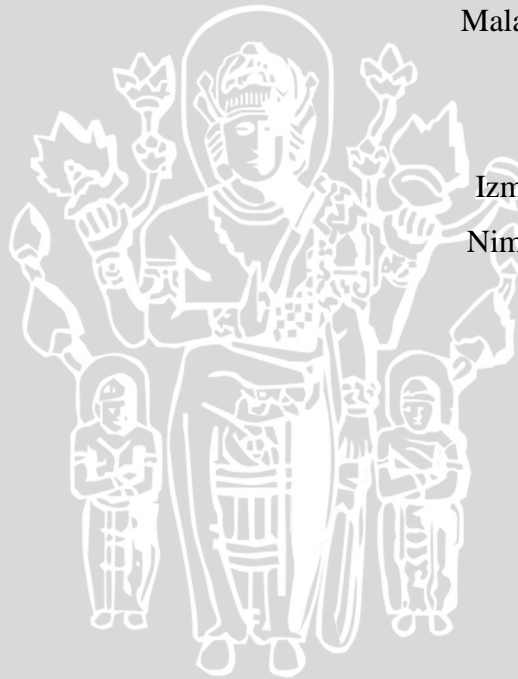
Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian yang saya lakukan sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2017

Izmi Alninda Sinaga

Nim: 125040201111328

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Kombinasi *Biofertilizer* dan *Crotalaria juncea* dapat Meningkatkan Jumlah Mikroba Tanah Pelarut P dan Penambat Nitrogen pada Fase Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)**

Nama Mahasiswa : **Izmi Alninda Sinaga**

NIM : 125040201111328

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Biologi Tanah

Menyetujui :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Cahyo Prayogo, SP., MP., Ph.D.

NIP. 19730103199821002

Ir. Djajadi, Msc., Ph.D

NIP. 196102141986031001

Mengetahui,

a.n Dekan

Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP. 195405011981031006

Tanggal Persetujuan :



**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I,

Penguji II,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU  
NIP. 195405011981031006

Cahyo Prayogo SP., MP., Ph.D  
NIP. 197301031998021002

Penguji III,

Penguji IV,

Ir. Djajadi, Msc., Ph.D  
NIP. 196102141986031001

Lenny Sri Nopriani, SP., MP  
NIP. 197411032003122001

**Tanggal Lulus :**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skrripsi ini kupersembahkan untuk orang-orang terkasih mama, papa, kakakku tersayang Frni Alviana Sinaga, adekku terkasih Sakti Alzuhri Sinaga dan nenekku tercinta .*

## RINGKASAN

**Izmi Alinda Sinaga. 125040201111328. Kombinasi *Biofertilizer* dan *Crotalaria juncea* dapat Meningkatkan Populasi Mikroba Tanah Pelarut Fosfat dan Penambat Nitrogen pada Fase Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Dibimbing oleh Cahyo Prayogo sebagai Pembimbing Utama dan Djajadi Sebagai Pembimbing Pendamping**

Tebu merupakan tanaman jenis rumput yang dimanfaatkan sebagai sumber utama industri gula di Indonesia. Karena permintaannya yang meningkat mengakibatkan terjadinya produktivitas lahan yang disebabkan penggunaan pemupukan yang berlebihan. Salah satu cara untuk memperbaiki produktivitas lahan dan meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah dengan pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau. Pemberian kedua pupuk tersebut tidak terlepas dari peran mikroba tanah di dalam tanah. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian *biofertilizer* dan *crotalaria juncea* terhadap jumlah populasi mikroba tanah penambat N dan pelarut P serta pertumbuhan tanaman tebu pada fase vegetatif tanaman tebu. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Karangploso Balittas Malang pada bulan Februari hingga bulan Juli 2016.

Penelitian ini menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 10 perlakuan 3 ulangan. Perlakuan ini terdiri dari P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP + Biofet), P4 (50% NP + Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75 % NP + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj). Pengamatan dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada 4 dan 8 BST (Bulan Setelah Tanam) yang terdiri dari beberapa parameter yaitu parameter kimia tanah yang terdiri dari C-Organik, N tersedia, P tersedia, pH, pengamatan biologi tanah yang terdiri dari pengamatan populasi bakteri penambat nitrogen *Azospirillum*, *Azotobacter* dan bakteri pelarut fosfat dan pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman yang terdiri dari tinggi tanaman dan jumlah anakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau terhadap jumlah populasi mikroba tanah pelarut P tertinggi yaitu pada perlakuan P9 dengan dosis pupuk 75% NP + Biofet + Cj dengan jumlah 421970 cfu/mL cfu pada 4 BST. Pada 8 BST jumlah populasi tertinggi pada perlakuan P5 dengan dosis 100% NP + biofet + Cj dengan jumlah 62757 cfu/mL. Jumlah bakteri penambat nitrogen *Azospirillum* 4BST tertinggi pada perlakuan P7 dengan dosis 50% NP + Cj dengan jumlah 85273004 cfu/mL, dan pada 8 BST tertinggi pada P8 (100% NP + Biofet + Cj) dengan jumlah 157494059 cfu/mL sedangkan pada *Azotobacter* 4 BST jumlah populasi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan P10 (50% NP + Biofet + Cj) dengan jumlah mencapai 496993 cfu/mL dan pada 8 BST tertinggi pada P5 (100% NP + Cj) dengan jumlah 683238 cfu/mL. Pengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu yaitu jumlah anakan ditunjukkan pada perlakuan P8 yaitu pemberian dosis 100 % N + 100% P + *biofertilizer* + pupuk hijau dengan jumlah 132,2. Untuk pertumbuhan tinggi tanaman hasil tertinggi ditunjukkan pada perlakuan P10 dengan tinggi 181,7 cm.



## SUMMARY

**Izmi Alninda Sinaga. 12504020111328. Combinations of Biofertilizer and *Crotalaria juncea* can Increase Populations of Soil Microbial Phosphate Solubilizing and Nitrogen Fixing on Vegetative Phase of Sugarcane Plant Supervised by Cahyo Prayogo as First Supervised and Djajadi as Second Supervisor**

---

Sugarcane is a plant species of grass that is used as the main source of the sugar industry in Indonesia. Due to increased demand resulted in land productivity caused by excessive fertilizer use. One way to improve land productivity and increase plant growth is the provision of fertilizer and green manure biofertilizer. Giving both the fertilizer can not be separated from the role of soil microbes in the soil. The purpose of the research is to examine the effect of biofertilizer and *crotalaria juncea* application to total population of soil microbial population N fastening and solvent P and the growth of sugarcane plants in the vegetative phase of plant cane. This research was conducted at experimental field of Karangploso Balittas Malang February and in July 2016

This research was conducted with randomized block design consisting of 10 treatments. Each treatment was repeated three times. The treatment given is P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP + Biofet), P4 (50% NP + Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75 % NP + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj). Observation was made at 4 and 8 MAP (Months After Planting), which consists of several parameters, namely chemical parameters of land consisting of C-Organic, N-available, P-available, pH, observations of soil biology consisting of nitrogen-fixing bacteria population observation *Azospirillum*, *Azotobacter* and bacteria of phosphate solvent and observation of vegetative growth of crops consisting of plant height and number of tillers.

The result showed that effect of biofertilizer and green manure due of serve at the total populations of soil microbial. The highest of P solubilizing is P9 at level 75% N + 75% P + *biofertilizer* + green manure with amount 421970 cfu/mL in 4 MAP. In 8 MAP the highest total populations is P5 at level 100% NP+*biofet*+Cj with amount 62757 cfu/mL The highest of Nitrogen fixing *Azospirillum* is P7 at level 50% NP + Cj with amount 85273004 cfu/mL, and in 8 MAP the highest is P8 (100% NP + Biofet + Cj) with amount P8 (100% NP + Biofet + Cj), while on *Azotobacter* in 4 MAP the highest is P10 (50% NP + Biofet + Cj) with amount 496993 cfu/mL and in 8 MAP the highest is P5 (100% NP + Cj) with amount 683238 cfu/mL. The effect of biofertilizer and green manure to vegetative growth of sugarcane plant on number of tillers is P8 at level 100 % N + 100% P + *biofertilizer* + green manure with amount 132,2. And for high growth of plants, the highest is P10 with amount 181,7 cm. And for growth on 7 month the highest result is P8 with amount 313,4 cm

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufiq dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Skripsi dengan judul **“Kombinasi Biofertilizer dan *Crotalaria juncea* dapat Meningkatkan Populasi Mikroba Tanah Pelarut P dan Penambat Nitrogen pada Fase Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)”**. Merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang begitu besar kepada:

1. Bapak Cahyo Prayogo, S.P.,M.P, Ph.D sebagai dosen pembimbing utama dan Bapak Ir.Djajadi, M,sc.Ph.D sebagai dosen pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
2. Bapak Roni Syahputra S.P sebagai pembantu pembimbing yang selalu memberikan masukan dalam penyusunan skripsi.
3. Teman-teman terdekat Eldira, Madan, Linda, Widya, Sukma, Tiara yang selalu mendukung dan memberikan masukan dalam pengerjaan skripsi.
4. Sahabat yang jauh Tanti Indah Lestari Sinaga, Febby Violynd Sinaga, Vira Rizky Elvika Sitorus, Maya Sari Dalimunthe, dan Dewi Sartika Dalimunthe.
5. Teman-teman Soiler senagkatan yang selalu mendukung dan memberi masukan dalam penyusunan skripsi.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, terutama Balittas Malang dan mampu memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan di Pertanian dan Indonesia.

Malang, Januari 2017

Penulis

Izmi Alninda Sinaga



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Pematangsiantar pada tanggal 10 Januari 1994 sebagai putri ke dua dari 3 bersaudara dari Bapak Syawalman Sinaga dan Ibu Sudarmaningsih. Penulis menempuh pendidikan dasar di Sekolah Dasar Swasta Yayasan Perguruan Keluarga di Pematangsiantar pada tahun 2000 sampai tahun 2006. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah di SMP Negeri 2 Pematangsiantar pada tahun 2006 sampai tahun 2009 dan dilanjutkan dengan pendidikan Sekolah Akhir di SMA Negeri 2 Pematangsiantar pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi melalui jalur undangan, dan tahun 2014 masuk pada Minat Manajemen Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

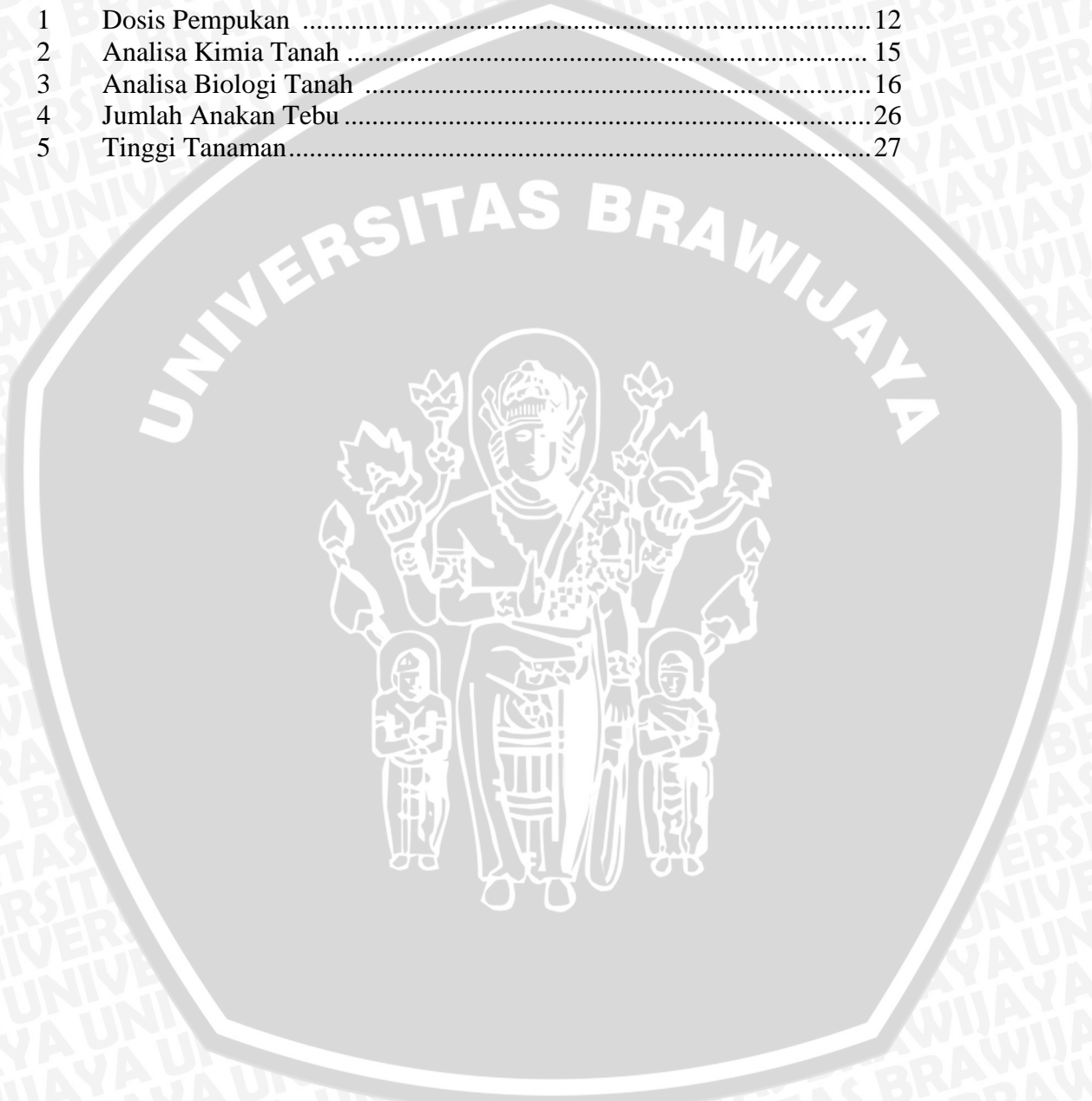
Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Manajemen Kesuburan Tanah pada tahun 2015 dan 2016, Asisten Praktikum Mata kuliah Kewirausahaan pada tahun 2015, dan Asisten Praktikum mata Kuliah Tanah-Tanah Utama Pertanian pada tahun 2016. Selain itu penulis juga pernah mengikuti beberapa kegiatan kepanitiaan diluar kuliah yaitu menjadi panitia Rantai IV dan V, panitia *Soil Soccer* pada tahun 2014, panitia PERNAS PERWIL tahun 2015 dan panitia GATRAKSI pada tahun 2015 dan 2016.

**DAFTAR ISI**

RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Hipotesis .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Karakteristik dan Syarat Tumbuh Tanaman Tebu .....	4
2.2 <i>Biofertilizer</i> (Pupuk Hayati) .....	5
2.3 Mikroba Tanah .....	6
2.4 <i>Crotalaria juncea</i> .....	9
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>11</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	11
3.2 Alat dan Bahan .....	11
3.3 Metodologi Penelitian .....	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	13
3.5 Parameter Penelitian .....	14
3.6 Analisa Kimia dan Biologi Tanah .....	15
3.7 Analisa Data .....	17
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>18</b>
4.1 Hasil .....	18
4.2 Pembahasan Umum .....	27
<b>V. PENUTUP</b> .....	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>44</b>

### DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Dosis Pempukan .....	12
2	Analisa Kimia Tanah .....	15
3	Analisa Biologi Tanah .....	16
4	Jumlah Anakan Tebu .....	26
5	Tinggi Tanaman.....	27



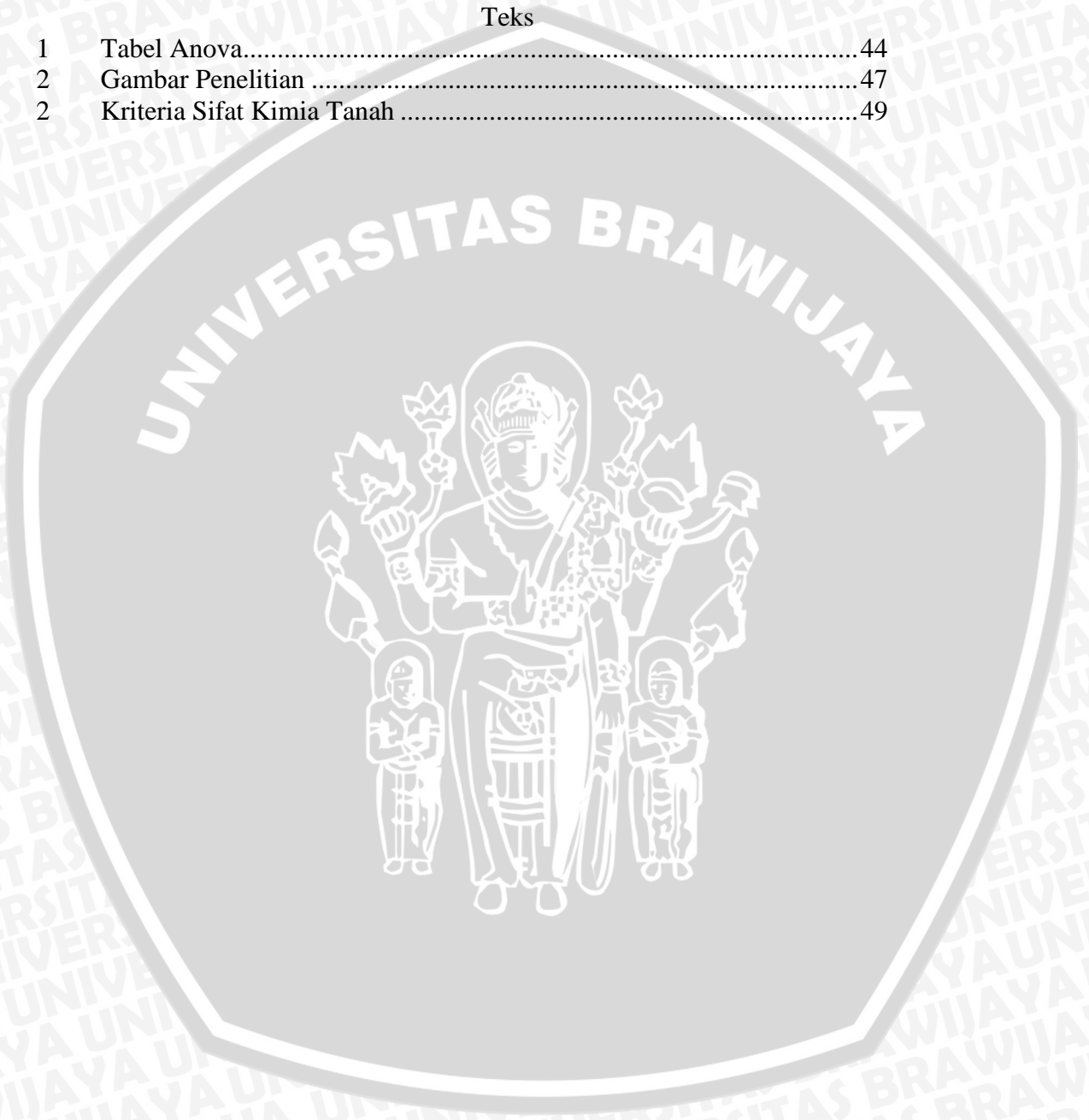


## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Gambar Tanaman <i>Crotalaria juncea</i> .....	10
2	Denah penelitian.....	12
3	Kandungan C-organik (%) di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	18
4	Kandungan $\text{NH}_4^+$ (ppm) di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	19
5	Kandungan $\text{NO}_3^-$ (ppm) di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	20
6	Kandungan P-tersedia (ppm) di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	21
7	Kandungan pH di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	22
8	Kandungan Pelarut fosfat (cfu/ml) di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	23
9	Kandungan <i>Azospirillum</i> (cfu/ml) di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	24
10	Kandungan <i>Azotobacter</i> (cfu/ml) di Berbagai Pemberian Pupuk, <i>Biofertilizer</i> dan Pupuk Hijau.....	25
11	Gambar <i>Canonical Variate Analysis</i> (CVA) Parameter Kimia Tanah.....	32
12	Gambar <i>Canonical Variate Analysis</i> (CVA) Parameter Biologi Tanah.....	33
13	Gambar <i>Canonical Variate Analysis</i> (CVA) Semua Parameter.....	34
14	Gambar <i>Principal Component Biplot</i> Biologi Tanah.....	36
15	Gambar <i>Principal Component Biplot</i> Kimia Tanah...	37

### DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Tabel Anova.....	44
2	Gambar Penelitian .....	47
2	Kriteria Sifat Kimia Tanah .....	49



## I.PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tebu merupakan tanaman jenis rumput-rumputan yang dimanfaatkan sebagai sumber utama industri gula di Indonesia. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Menurut Panjta, (2010) di Indonesia produksi gula masih jauh dari cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Indonesia sendiri, pada tahun 1930-an merupakan eksportir terbesar kedua setelah Kuba, dimana saat itu tingkat produktivitas mencapai 14,8 ton gula per hektar dari produktivitas tebu sebesar 130 ton per hektar (Mubyarto, 1994). Setelah perang dunia kedua industri gula mengalami penurunan. Produktivitas tebu pada saat itu merosot hingga mencapai 80-90 ton tebu per hektar. Tahun 2000 an produksi gula nasional mencapai 1.7 juta ton, dengan perincian produksi perusahaan gula yang terbesar terdapat di Jawa mencapai 960 ribu ton dan pada Pabrik Gula Luar Jawa mencapai 740 ribu ton. Sementara itu untuk konsumsi di dalam negeri sendiri mencapai 3.2 juta ton, sehingga memang sudah seharusnya dilakukan impor gula dari luar negeri. Sekitar 0.450 juta ton impor gula pada tahun 2004 merupakan gula unruk konsumsi masyarakat, sedangkan 0.900 ribu juta ton adalah untuk konsumsi gula industri seperti industri makanan dan minuman. Terjadi penurunan produksi tebu di Indonesia yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti, penurunan areal dan peningkatan proporsi areal tebu tegalan, penurunan produktivitas lahan, dan penurunan efisiensi di tingkat pabrik (Woeryanto, 2000).

Tebu memerlukan unsur hara dalam proporsi yang tinggi untuk dapat bisa tumbuh secara maksimal. Unsur hara esensial seperti N, P, K dibutuhkan tanaman tebu dalam jumlah yang cukup banyak, sehingga dengan keterbatasan tersedianya di dalam tanah, maka unsur-unsur tersebut perlu ditambahkan melalui pemupukan. Pemupukan yang tinggi dapat berpotensi menurunkan produktivitas lahan. Hal ini dapat dikurangi dengan memanfaatkan pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau salah satunya yaitu *crotalaria juncea*.. Pemberian *biofertilizer* (pupuk hayati) ke dalam tanah akan memberikan pengaruh besar dalam memenuhi kebutuhan unsur hara



esensial terutama unsur N dan P. Pupuk hayati sangat aman di gunakan karena tidak meninggalkan residu pada hasil tanaman (Musnamar, 2003). Pemberian pupuk lain yang dapat memperbaiki sifat tanah selain pemberian biofertilizer adalah dengan pemberian pupuk hijau *Crotalaria juncea*, dimana pupuk ini dapat menyuplai bahan organik, menambah nitrogen dan memperbaiki jasad renik di dalam tanah. Menurut Sumarni 2014, penggunaan *crotalaria juncea* dapat meningkatkan kualitas tanah, kemantapan agregat, bahan organik, N, P, dan KTK, serta mampu meningkatkan hasil jagung (bobot biji/ha). Pemanfaatan dari kedua pupuk ini juga tidak terlepas dari keberadaan mikroba dalam tanah.

Bakteri yang berada didalam tanah mempunyai peranan yang berbeda-beda, bakteri ada yang berfungsi sebagai penambat nitrogen dalam tanah dan ada juga sebagai pelarut fosfat. Menurut Schlegel (1994) kemampuan bakteri penambat nitrogen salah satunya rhizobium dalam menambat nitrogen diperkirakan dalam setahun dapat mencapai 50-600 kg/ha. Jika disetarakan penggunaan bakteri ini sama dengan penggunaan pupuk urea sekitar 100-1300 kg ha<sup>-1</sup>. Menurut James dan Olivares, (1997) Bakteri penambat N<sub>2</sub> seperti *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Herbaspirillum* telah terbukti mampu meningkatkan secara nyata penambatan N<sub>2</sub>. Selain itu bakteri penambat N<sub>2</sub> pada rizosfer seperti *Azotobacter* merupakan salah satu bakteri aerobik yang dapat mengkolonisasi permukaan akar (Baldani *et al.*, 1997). Populasi *Azotobacter* dalam tanah dipengaruhi oleh permukaan dan jenis tanaman. Di daerah empat musim, biasanya jumlah nitrogen yang dapat ditambat oleh *Azotobacter* berkisar 10-15 kg ha<sup>-1</sup> (Subba Rao, 1999). Umumnya jumlah N yang dapat dihasilkan oleh bakteri ini sekitar 46 kg N ha<sup>-1</sup> (Tenuta, 2006). Bakteri di dalam tanah selain penambat N, juga terdapat bakteri pelarut fosfat, dimana pemanfaatan bakteri pelarut fosfat diharapkan dapat mengatasi masalah ketersediaan P dalam tanah (Sundara Rao dan Sinha, 1963). Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan para peneliti mengungkapkan bahwa efektifnya bakteri pelarut P tidak hanya karena kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan P, akan tetapi

juga dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh. Salah satu bakteri yang dapat menghasilkan ZPT yaitu *Pseudomonas fluorescens*, *P. putilda* dan *p. striata* yaitu menghasilkan ZPT seperti asam indol asetat (IAA) dan asam giberelin (GA3) (Arshad dan Frankenberger, 1993; Patten dan Glick, 1996). Beberapa bakteri pelarut fosfat juga dapat berperan sebagai *biocontrol* yang dapat meningkatkan kesehatan akar dan pertumbuhan tanaman melalui proteksinya terhadap penyakit. Menurut Premono (1994) penggunaan bakteri P (*P.Putilda* dan *P. fluorecens*) pada tanaman tebu dapat meningkatkan bobot kering tanaman sebesar 5-40% dan juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P asal TSP sebanyak 60-135 kg ha<sup>-1</sup>.

### 1.2 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau terhadap jumlah populasi mikroba tanah pelarut P dan penambat N.
2. Mengetahui pengaruh pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu

### 1.3 Hipotesis

1. Kombinasi pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau dapat meningkatkan jumlah populasi mikroba tanah pelarut P (*Pseudomonas* sp.) dan penambat N (*Azospirillum* dan *Azotobacter*)
2. Pengaruh pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu

### 1.4 Manfaat

Sebagai dasar pertimbangan atau masukan untuk mengurangi aplikasi pemupukan anorganik dengan pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau pada tanaman tebu serta mengetahui kombinasi pemupukan yang memberikan pengaruh terbaik.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik dan Syarat Tumbuh Tanaman tebu

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu famili rerumputan yang menyimpan sukrosa sebagai cadangan karbohidrat. Sukrosa terletak pada batang dan mengandung nilai ekonomi setelah batang dihancurkan (Verheye, 2012) Hal ini menjadikan tebu sebagai salah satu tanaman pangan utama yaitu sekitar 75% tebu dipanen untuk dikonsumsi manusia (Sreenivasan *et al.*, 1987.; FAO 2004). Tanaman tebu dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Menurut Indrawanto (2010) tanaman tebu dapat tumbuh dan berkembang pada ketinggian 0-1400 mdpl, akan tetapi pertumbuhannya akan optimal apabila tanaman tebu di tanam pada ketinggian kurang dari 500 mdpl. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman adalah tanah dengan pH berkisar antara 4,5-8,5. Sedangkan untuk pertumbuhan tanaman tebu agar tumbuh secara optimal pada tanah dengan pH 6-7,5. Apabila pH tanah kurang dari 5 maka akan menyebabkan tanaman tebu keracunan Fe dan Al (Indrawanto 2010). Menurut Willy Verheye, 2012 siklus pertumbuhan tanaman tebu bervariasi yaitu antara 20-24 bulan, namun siklus ini dapat diperpanjang empat kali dengan tambahan tanam keprasan. Pada sebagian tanaman tebu dapat mulai dipanen pada umur 12 sampai 18 bulan

Tebu termasuk kelompok tanaman C-4 yaitu memiliki sifat dapat beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang terik (panas) dan bertemperatur tinggi, fotorespirasinya rendah dimana sangat efisien dalam menggunakan air serta toleran terhadap lingkungan yang mengandung garam (Elawad *et al.*, 1982). Selain itu tanaman tebu juga dipengaruhi oleh karakteristik agroklimat yang terdiri dari iklim, kesuburan tanah, dan topografi (Cerianet, 2008). Tanaman tebu memerlukan curah hujan yang berkisar antara 1.000-1.300 mm/tahun dengan sekurang-kurangnya 3 bulan kering. Curah hujan yang ideal adalah selama 5-6 bulan dengan rata-rata 200 mm. Sedangkan untuk suhu udara yang diperlukan tanaman tebu adalah suhu udara minimum 24<sup>0</sup>C dan maksimum 34<sup>0</sup>C. Tanaman tebu juga merupakan tanaman yang membutuhkan penyinaran matahari selama 12-14 jam tiap harinya. Selain itu kondisi



kelembaban yang rendah (45-65%) sangat baik untuk pemasakan tanaman tebu. Sedangkan kelembaban yang tinggi dapat mempengaruhi fotosintesis yang dapat mengakibatkan pembentukan gula terhambat (Kuntohartono, 1999). Pertumbuhan tanaman tebu juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lainnya. Menurut Sudiarmo (1999) tanah yang gembur juga dapat membantu pertumbuhan tebu yang optimal karena aerasi dan perakaran berkembang sempurna. Selain itu solum tanah untuk pertumbuhan tanaman tebu minimal 50 cm dengan tidak ada lapisan kedap air dan permukaan air 40 cm. Lahan yang baik untuk pertumbuhan tanaman tebu pada lahan tegalan adalah lahan dengan kemiringan kurang dari 8%, kemiringan sampai 10% juga dapat digunakan untuk areal dilokalisasi.

## 2.2 Biofertilizer (Pupuk Hayati)

Menurut Simanungkalit *et al.*, (2006) *biofertilizer* atau pupuk hayati adalah pupuk yang menggunakan mikroorganisme sebagai bahan yang berfungsi sebagai penyedia hara didalam tanah sehingga lebih mudah dalam menyerap unsur hara. *Biofertilizer* merupakan mikroorganisme yang ketika di aplikasikan pada benih, permukaan tanaman atau tanah dapat memacu pertumbuhan tanaman tersebut (Vessey, 2003). Penggunaan *biofertilizer* pada tanaman yang dibudidayakan selain sebagai penyedia hara juga untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik oleh petani (Sutanto, 2002). Pada umumnya, mikroba yang digunakan sebagai pupuk hayati biasanya mikroba yang dapat hidup bersama (bersimbiosis) dengan tanaman inangnya. Dalam aplikasinya mikroba ini dapat di berikan bersama pupuk organik, langsung ke dalam tanah atau disalutkan pada benih yang akan ditanam.

Dalam beberapa penelitian pengaplikasian *biofertilizer* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pada tanaman jagung aplikasi *biofertilizer* yang mengandung mikoriza dan bakteri pengikat N (*Azotobacter* dan *chroococum*) terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan (Wu *et al.*). Menurut Eki (2008) pemberian *bifertilizer* secara nyata pada tanaman jagung dapat meningkatkan daun dan akar, tinggi tanaman,

bobot kering tajuk, bobot kering biji, serta dapat memperlambat senescensi daun tanaman jagung. Berdasarkan penelitian, pada tanaman kedelai pemerian pupuk hayati menunjukkan adanya peningkatan serapan P dari 3 mg menjadi 3,3 mg pot<sup>-1</sup>, selain itu juga meningkatkan N dari 65,40 mg menjadi 65,80 mg pot<sup>-1</sup>. Penelitian tersebut juga mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk hayati dapat memperbaiki kondisi fisik, kimia dan biologi tanah, juga mampu meningkatkan hasil produksi tanaman. Kondisi tanah, jenis tanah, kualitas tanah, iklim serta jenis tanaman yang ditanam juga menentukan keberhasilan pupuk hayati yang digunakan (Mezuan *et al.*, 2002).

### 2.3 Mikroba Tanah

Di dalam tanah, terdapat berbagai macam mikroba seperti bakteri, jamur, dan alga yang mampu berperan dalam menambat hara untuk memenuhi kebutuhan tanaman serta meningkatkan kesuburan tanah (Blair, 1975; Dart, 1997; Fitter dan Hay, 1983; Foyer dan Noctor, 2004). Mikroba ini sangat sering berada disekitar perakaran tanaman, dimana daerah ini merupakan sumber nutrisi bagi banyak mikroba tanah. Keberadaan mikroba dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa kondisi meliputi kondisi fisik, kimia dan biologi tanah. Menurut Beijerinck (2007) bahwa dalam pertumbuhan mikroba faktor lingkungan berpengaruh sangat besar, hal ini karena faktor lingkungan memilih jenis mikroba yang dapat bertahan hidup dan berkembang biak dalam suatu kondisi tanah tertentu. Dimana kondisi tanah dengan jenis dan kandungan bahan organik, kadar air, jenis pengelolaan dan penggunaan tanahnya akan mempengaruhi jenis mikroba yang hidup didalamnya. Selain itu, didalam tanah mikroba tanah juga melakukan berbagai proses metabolisme yang meliputi respirasi dan enzim dalam tanah. Mikroba tanah juga sangat berperan penting dalam memelihara kesuburan tanah dengan melakukan perombakan bahan organik dan siklus hara di dalam tanah. Selain itu, mikroba tanah juga dapat menghasilkan hormon tumbuh dan pestisida (Altieri dan Nicholls, 2005; Khalequzzaman dan Hossain, 2007). Bakteri sendiri merupakan kelompok mikroorganisme yang dapat berperan sebagai dekomposer unsur hara seperti



nitrogen, fosfor, dan karbon (Anas, 1989). Selain itu, bakteri didalam tanah mempunyai peranan yang berbeda-beda, bakteri ada yang berfungsi sebagai penambat nitrogen dalam tanah dan ada juga sebagai pelarut fosfat.

### 2.3.1 Mikroba Tanah Pelarut P

Beberapa mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan *streptomyces* diketahui dapat berperan dan mempunyai kemampuan untuk melarutkan unsur hara P dari pupuk fosfat di alam maupun P yang berada di dalam tanah. Mikroba tanah juga banyak berperan dalam penyediaan dan penerapan unsur hara bagi tanaman. Salah satunya yaitu bakteri pelarut fosfat (*PHosphat Solubilizing Bacteria* = PSB). Bakteri pelarut fosfat merupakan mikroba yang dapat mengubah fosfat tidak larut dalam tanah menjadi fosfat dengan bentuk yang dapat larut yaitu dengan mensekresikan asam-asam organik seperti asam laktat, suksinat, fumarat, glikolat, format, asetat dan, propionate (Subba Rao, 1982). Bakteri-bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick 1995). Selain itu keunggulan bakteri pelarut P yaitu tidak mencemari lingkungan, keberadaannya dapat membantu meningkatkan kelarutan P yang terjerap dalam tanah, menghalangi terjerapnya P pupuk oleh unsur-unsur penjerap, serta dapat mengurangi toksisitas  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  dan  $Mn^{2+}$  terdapat tanaman pada tanah yang masam. Bakteri pelarut fosfat bukan merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang teradsorpsi permukaan oksida-oksida besi dan aluminium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P (Hartono 2000). Beberapa kelompok *Actinomycetes* (Nitta *et al.*, 2002) dan kelompok jamur (Aleksieva *et al.*, 2003), dapat juga melarutkan Fe-P dan Al-P.

Didalam tanah mikroba pelarut P anorganik terdapat sekitar  $10^4$ - $10^6$  per gram tanah dan sebagian besar berada pada daerah perakaran. Fosfor tidak mudah tercuci, tetapi karena pengaruh dari lingkungan maka status dari P dapat berubah dari P yang tersedia bagi tanaman menjadi tidak tersedia. P yang tidak tersedia yaitu dalam bentuk Ca-P, Mg-P, Al-P, Fe-P atau Occluded. Pelarut P dapat menghasilkan asam-asam



organik diantaranya malat, glioksalat, oksalat, laktat, suksinat, fumarat, tartarat, glutamat dan sitrat (Alexander, 1978; Subba Rao, 1994; Ilmer *et al.*, 1995; Beaucamp dan Hume, 1997). Penelitian mikroba pelarut P telah banyak dilakukan di negara-negara India, Mesir dan Kanada yang bertujuan untuk melarutkan endapan-endapan Ca-fosfat (Sen dan Paul, 1957; Kundu dan Gaur, 1980; Subba Rao, 1997; 1982). Beberapa bakteri yang sering dijumpai dan dapat melarutkan P yaitu bakteri genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Bacterium*, *Citrobacter* dan *Entrobacter* (Alexander, 1978; Buntan, 1992; Premono, 1994; Ilmer *et al.*, 1995).

### 2.3.2 Mikroba Tanah Penambat N

Salah satu pendekatan yang dilakukan untuk penghematan dalam pemakaian pemupukan anorganik yaitu dengan meningkatkan penggunaan N-tersedia di dalam tanah dengan memanfaatkan nitrogen Penambat N. Berbagai jenis bakteri juga dapat berperan sebagai penambat N<sub>2</sub> secara hayati (Ladha dan reddy, 1995; Boddey *et al.*, 1995; Kyuma, 2004). Bakteri dapat melakukan penambatan nitrogen udara, baik secara simbiosis maupun nonsimbiosis. Penambat Nitrogen merupakan proses yang dapat menyebabkan nitrogen di dalam tanah bebas. Menurut Salisbury dan Ross (1995) penambat nitrogen merupakan reaksi reduksi N<sub>2</sub> menjadi NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, dimana bahwa reaksi ini hanya dapat dilakukan oleh mikroorganisme prokariot. Untuk reaksi keseluruhan dari penambat nitrogen yaitu :



Reaksi tersebut memerlukan electron dan proton serta banyak molekul ATP yang diperoleh dari oksidasi piruvat.

#### 2.3.2.1 Bakteri Penambat N *Azospirillum*

Bakteri penambat N merupakan bakteri yang berada didaerah perakaran, salah satunya adalah bakteri *Azospirillum*. Menurut Widawati (2012) bakteri ini mampu merombak bahan organik yang mengandung lemak dan protein, selain itu juga bahan

organik dari kelompok karbohidrat yaitu amilosa dan selulosa yang berada di dalam tanah. Pada tanaman padi yang juga dinokulasi dengan inokulan dari campuran beberapa bakteri penambat N dapat memacu pertumbuhan tanaman. Malik *et al.*, (1997) mengatakan bahwa campuran inokulan, *Azospirillum brasilense* Wb-3 dan *Azospirillum lipoferum* N-4 serta beberapa penambat N lainnya mampu menambat N dari udara sekitar 46 kg N ha<sup>-1</sup>, serta bakteri tersebut berperan sebagai pemacu dan penyedia N pada tanaman.

### 2.3.2.2 Bakteri Penambat N *Azotobacter*

Bakteri penambat N *Azotobacter* merupakan salah satu bakteri yang hidup bebas (non simbiotik) pada rizosfer tanaman *graminae*, selain itu bakteri ini juga termasuk salah satu dari kelompok bakteri aerobik yang mengkolonisasi permukaan akar (Baldani *et al.*, 1997). Menurut Alexander (1997) *Azotobacter* merupakan bakteri penambat N<sub>2</sub> yang dapat memacu pertumbuhan akar karena bakteri ini mampu menghasilkan substansi zat tumbuh giberelin, sitokinin, dan asam indo asetat. Pertumbuhan populasi *Azotobacter* dalam tanah juga dipengaruhi dari pemupukan dan jenis tanaman yang ditanam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa inokulasi tanah atau benih dengan bakteri ini efektif dapat meningkat hasil tanaman, serta nitrogen yang ditambat berkisar antara 10-15 kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> (Subba Rao 1999). Menurut Tenuta 2006 bakteri ini secara umum menghasilkan N sekitar 10 kg N ha<sup>-1</sup>.

## 2.4 *Crotalaria juncea* ( Pupuk Hijau)

Pemberian unsur hara dalam bentuk pupuk organik ke dalam tanah dapat menyebabkan perubahan dan memperbaiki sifat-sifat kimia, fisik maupun biologi tanah. Pupuk organik yang diberikan dapat berupa pupuk kandang, kompos dan pupuk hijau. Pemberian pupuk hijau berfungsi sebagai penyangga dan sumber unsur hara melalui peranannya terhadap penyedia hara dalam proses dekomposisi dalam tanah, serta dapat mengurangi efisiensi penggunaan pupuk. Menurut (Barus 1999) pemberian pupuk hijau juga dapat memperbaiki sifat fisika tanah antara lain pori aerasi tanah,



berat volume tanah, dan air tersedia tanah). *Crotalaria juncea* merupakan satu tanaman yang berpotensi sebagai pupuk hijau. Tanaman ini termasuk dalam tanaman *leguminaceae* dimana mampu mengikat unsur hara N bebas di udara karena tanaman ini memiliki bintil akar. Menurut Cook dan White (1996) Tanaman *Crotalaria juncea* memiliki kelebihan sebagai pupuk hijau karena mudah tumbuh diberbagai kondisi tanah, memiliki kandungan N yang tinggi dengan laju pertumbuhan yang cepat. Tanaman ini juga memiliki biomassa yang banyak serta proses dekomposisi yang cepat. Tanaman *Crotalaria juncea* selain memiliki nitrogen serta kandungan air yang tinggi juga memiliki peran sebagai sumber bahan organik untuk menambah unsur hara dalam tanah yang diperlukan dalam mendukung perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Tanaman *Crotalaria juncea* akan ditunjukkan pada gambar berikut:



Sumber: USDA-NRCS (2012)

Gambar 1. Gambar Tanaman *Crotalaria juncea*



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Februari sampai Juli 2016 Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Karangploso Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang. Untuk Kegiatan Analisa dasar di lakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan analisa Biologi dilakukan di Laboratorium Bioprocessing Balittas Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, cangkul untuk persiapan lahan. Bor tanah, pisau lapang, plastik, ember, spidol untuk pengambilan sampel tanah. Tabung *erlenmayer*, pH analitik, timbangan, LAFC

##### 3.2.2 Bahan

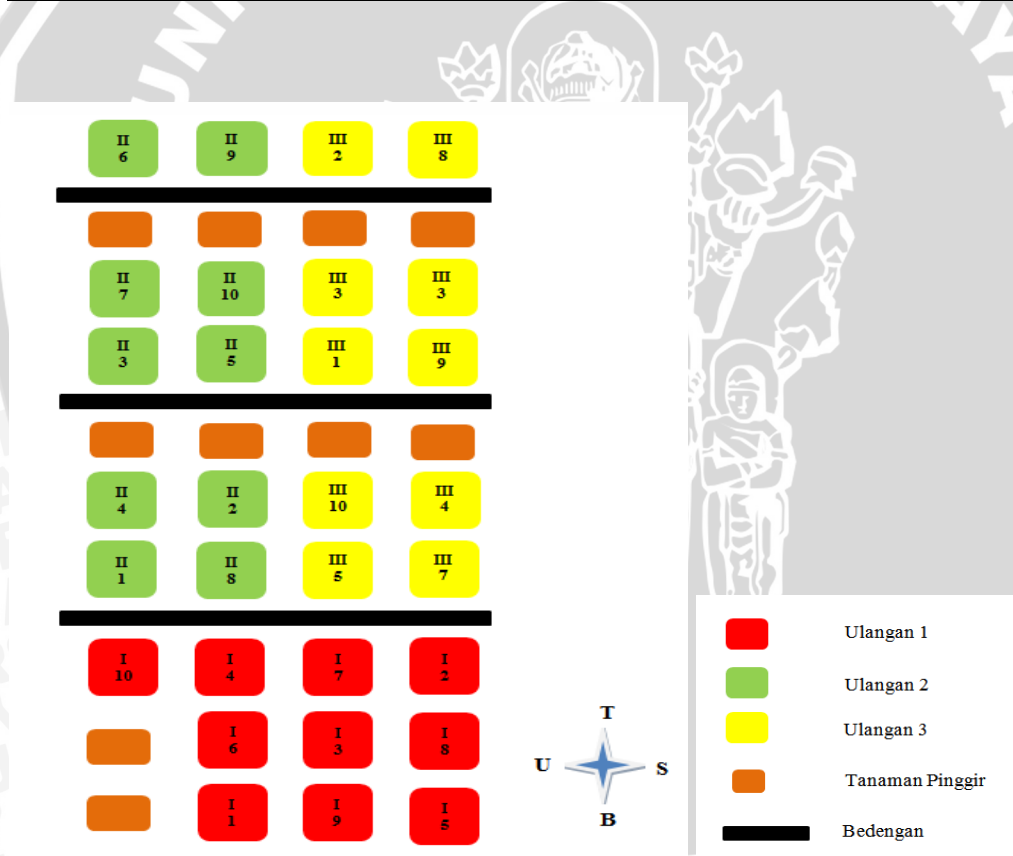
Bahan yang digunakan pada saat penelitian adalah Tanaman tebu PC varietas BL, Pupuk *biofertilizer*, tanaman *crotalaria juncea* yang telah ditanam ke tanah sebagai pupuk hijau p dan pupuk anorganik N dan P sebagai perlakuan penelitian.

#### 3.3 Metode Penelitian

Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan metode RAK (Rancangan Acak Kelompok) sebanyak 10 Perlakuan 3 Ulangan dengan keterangan yang akan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Dosis Pemupukan

Perlakuan	Dosis Pemupukan
P1	100% N + 100% P
P2	100% N + 100% P + <i>Biofertilizer</i>
P3	75% N + 75 % P + <i>Biofertilizer</i>
P4	50% N+ 50% P + <i>Biofertilizer</i>
P5	100% N + 100% P + Pupuk Hijau
P6	75% N + 75 % P + Pupuk Hijau
P7	50% N+ 50% P + Pupuk Hijau
P8	100% N + 100% P + Pupuk Hijau + <i>Biofertilizer</i>
P9	75% N + 75 % P + Pupuk Hijau + <i>Biofertilizer</i>
P10	50% N+ 50% P + Pupuk Hijau + <i>Biofertilizer</i>



Gambar 2. Denah penelitian

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Lahan

Persiapan lahan dilakukan agar lahan yang akan digunakan bersih dari sisa-sisa tanaman sebelumnya. Persiapan lahan yaitu dengan pengolahan tanah menggunakan cangkul. Kemudian di lahan dilakukan penanaman *Crotalaria juncea*. yang nantinya akan digunakan sebagai pupuk hijau. Tanaman *Crotalaria juncea* ditanam pada bulan Juni 2015. Setelah tanaman *Crotalaria juncea*. siap untuk dipanen maka, tanaman akan dicacah atau dihancurkan menggunakan sabit atau cangkul. Selanjutnya tanaman akan dibenamkan di tanah sebagai pupuk hijau.

#### 3.4.2 Penanaman

Penanaman tanaman tebu dilakukan pada tanggal 1 Oktober 2015. Lahan ditanam tebu varietas BL dengan bibit tebu yaitu bibit bagal dengan tunas mata dua yang ditanam langsung ke dalam tanah. Tebu ditanam sesuai dengan perlakuan. Untuk penanaman tebu ulangan 1, dan 2, 3 terdapat perbedaan penanaman. Yaitu tanaman tebu ulangan 2 dan 3 ditanam setelah 10 hari ulangan ke 1.

#### 3.4.3. Pemupukan

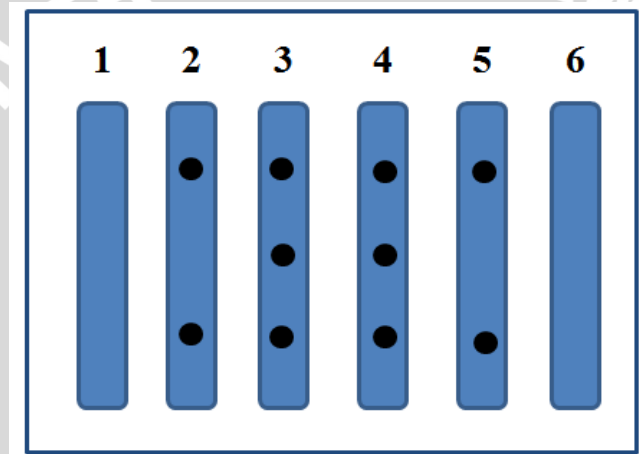
Pemupukan sendiri dilakukan dengan menggunakan pupuk N, P, serta dengan pengaplikasian pupuk *biofertilizer*. Untuk pemupukan pertama yaitu pemberian pupuk PHonska dengan total dosis 600kg/ha yaitu pada saat tanaman tebu berumur 1 BST (Bulan Setelah Tanam). Selanjutnya tanaman tebu diberikan pupuk *biofertilizer* pada umur 2 BST. Pupuk *biofertilizer* sendiri diberikan dalam bentuk padat dengan membenamkan ke dalam tanah disekitar tanaman tebu. Pemupukan selanjutnya yaitu pemberian pupuk nitrogen berupa ZA dengan dosis 500 kg/ha yang diberikan pada saat tebu berumur 3 BST.

#### 3.4.3 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada saat tanaman tebu berumur 4 BST dengan menggunakan bor tanah. Sampel tanah diambil dengan cara mengkompositkan



tanah yang diambil dari 10 titik dalam satu plot pengamatan. Sampel tanah yang diambil dari setiap plot pengamatan yaitu pada juring ke 2, 3, 4, dan 5 dari 6 juring pada satu plot. Karena pada penelitian ini akan menganalisa biologi tanah maka pada saat pengambilan sampel tanah setiap pengambilan yang berbeda dilakukan sterilisasi pada bor tanah. Hal ini digunakan agar sampel tanah tidak terpengaruh dengan yang lainnya. Sama seperti waktu penanaman, saat pengambilan sampel juga terjadi perbedaan pada ulangan 1 dan 2, 3 dimana ulangan 2 dan 3 di ambil sampel tanahnya setelah 10 hari setelah pengambilan sampel tanah ulangan pertama.



Keterangan :



: Juring Tanaman



: Sampel Tanaman

### 3.5 Parameter Penelitian

#### 1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman tebu dilakukan dengan menggunakan penggaris (cm) dan diukur mulai dari pangkal batang tanaman yang tumbuh di permukaan tanah hingga titik tertinggi batang. Untuk pengukuran tinggi batang yaitu dilakukan pada juring ke 3 dan 4 pada setiap plot pengamatan dan pada meter ke

3 dari 7 meter total panjang juring. Pengamatan tinggi tanaman dimulai pada 3 BST dan di amati setiap bulannya.

## 2. Jumlah anakan

Pengamatan jumlah anakan hampir sama dengan tinggi tanaman yaitu dilakukan pada juring ke 3 dan ke 4 pada setiap plot pengamatan dan pada meter ke 3 dari 10 meter total panjang juring dan dilakukan pada tanaman tebu yang sudah punya tinggi sekitar 1 meter. Akan tetapi pada pengamatan jumlah anakan juga dilakukan pengamatan pada satu juring penuh yaitu juring ke 3 dan ke 4.

Pengamatan dalam penelitian ini juga meliputi pengamatan tanah meliputi pengamatan Kimia Tanah yang terdiri dari pengamatan c-organik, P-total dan N-total, kemudian juga dilakukan pengamatan Biologi yang terdiri dari pengamatan jumlah bakteri pelarut P dan penambat nitrogen.

### 3.6 Analisa Kimia dan Biologi Tanah

Tabel 2. Analisa Kimia Tanah

Parameter	Metode Pengujian	Waktu
pH	Glass Elektrode	4 dan 8 BST
C-Organik	Walkey and Black	4 dan 8 BST
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Kjeldahl (MgO)	4 dan 8 BST
N-NH <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Kjeldahl (Devarda Alloy)	4 dan 8 BST
P-Tersedia	Kjeldahl	4 dan 8 BST

Analisa kimia untuk N mineral atau NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) menggunakan alat destilasi Kjeldahl Adapun tahap-tahap yang dilakukan sangat penting agar analisa bisa berhasil. Tahap yang pertama yaitu sampel tanah dalam keadaan basah ditimbang seberat 1 g, kemudian ditambahkan dengan larutan KCL 2M yang telah disediakan sebanyak 10 ml dan dikocok selama 1 jam. Setelah sampel di kocok dilarutkan dengan aquades hingga 50 ml di dalam tabung kjeldahl. Di tempat lain disiapkan tabung *erlenmeyer* untuk diisi dengan larutan borat sebanyak 20 ml

sebagai penampung. Untuk pengujian destilasinya yang pertama yaitu uji  $\text{NH}_4^+$  yang dilakukan terlebih dahulu dengan menambahkan MgO sesuai takaran. Setelah itu dilanjutkan dengan  $\text{NO}_3^-$  dengan menambahkan Devadra Alloy pada sampel yang sama, hingga borat berubah menjadi warna hijau dan sampai 60 ml. Kemudian sampel borat di titrasi menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hingga warna borat borat berubah seperti awal yaitu merah anggur:

Tabel 3. Analisa Biologi Tanah

Parameter	Metode Pengujian
Populasi Pelarut Fosfat ( <i>Pseudomonas</i> sp.)	<i>Plate Count</i> dengan metode <i>pour plate</i> dengan media Pikovskaya
Populasi Penambat Nitrogen ( <i>Azospirillum</i> )	<i>Plate Count</i> dengan metode <i>pour plate</i> dengan media Malat
Populasi Penambat Nitrogen ( <i>Azotobacter</i> )	<i>Plate Count</i> dengan metode <i>pour plate</i> dengan media Agar Manitol Asbhy

Untuk analisa mikroba tanah ada 3 yaitu Analisa yaitu yang pertama analisa populasi bakteri pelarut P *Plate Count* dengan metode *pour plate* menggunakan media Pikovskaya, yang kedua analisa populasi bakteri penambat nitrogen *Azospirillum Plate Count* dengan metode *pour plate* menggunakan media Malat, dan yang ketiga analisa populasi bakteri penambat nitrogen *Azotobacter Plate Count* dengan metode *pour plate* menggunakan media Agar Manitol Asbhy. Tahap pertama yang dilakukan adalah pembuatan media, pembuatan larutan garfis atau garam fisiologis, dan pengenceran. Kemudian memasukkan sampel tanah 10 g kedalam tabung *erlenmeyer* yang berisi 90 ml larutan garfis. Kemudian ambil sampel dengan pipet yang berukuran 1 ml dan masukkan kedalam pengenceran. Dimana pengenceran terdiri dari  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , dan  $10^{-4}$  untuk media pikovskaya. Sedangkan untuk analisa populasi bakteri penambat nitrogen dilakukan dengan pengenceran  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$ . Setelah itu dari masing-masing pengenceran, ambil kembali sampel dengan menggunakan pipet berukuran 1



ml untuk dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah di beri tabel perlakuan dan media yang digunakan. Kemudian masing-masing dari cawan petri diberikan medianya dengan cara menungkan masing-masing media pada cawan yang telah di beri label yang sesuai. Untuk Pemberian media harus dengan cepat karena media agar yang di tuang tidak boleh terlalu dingin dan terlalu panas. Selanjutnya inkubasi pada suhu kamar selama 3-4 hari. Kemudian amati pertumbuhan koloni MPF ( Mikroba Pelarut Fosfat), pilih koloni yang mempunyai zona bening (*halozone*) paling lebar dan paling jernih untuk dihitung jumlahnya. Untuk perhitungan jumlah populasi, digunakan rumus berikut:

$$\text{Total Populasi Bakteri (cfu g}^{-1}\text{) tanah} = \frac{\text{jumlah koloni} \times \text{fp}}{\text{bk tanah}}$$

Keterangan :

- fp : faktor pengenceran pada cawan petri yang dihitung koloninya  
bk tanah : berat kering contoh tanah (berat basah x (1- kadar air))  
cfu : *Colony Forming Unit*

### 3.7 Analisa Data

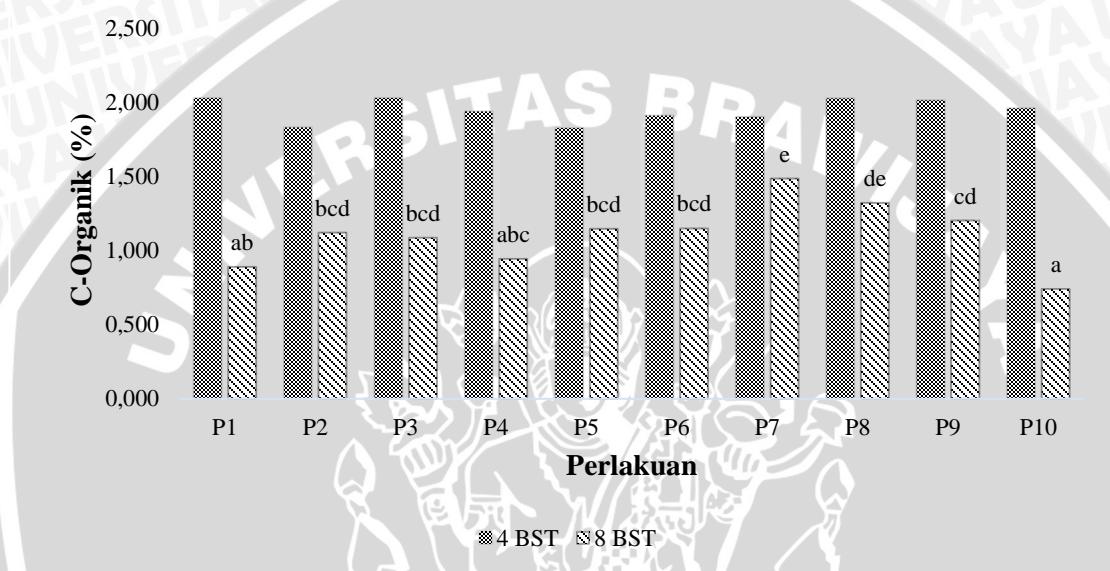
Analisa ragam untuk mengetahui pengaruh pada setiap perlakuan dengan menggunakan software GENSTAT Edition 14 dan *Microsoft Excel*. Kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT atau Duncan pada taraf uji F 5 % untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Selanjutnya saya juga melakukan analisis menggunakan *Canonical Variate Analysis (CVA)* dan *Principal Componet Biplot. Canonical Variate*.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Analisa Tanah C-Organik

Analisa tanah yang dilakukan terdiri dari beberapa parameter salah satunya adalah C-organik. Untuk peningkatan jumlah C-organik dapat dilihat pada gambar berikut:



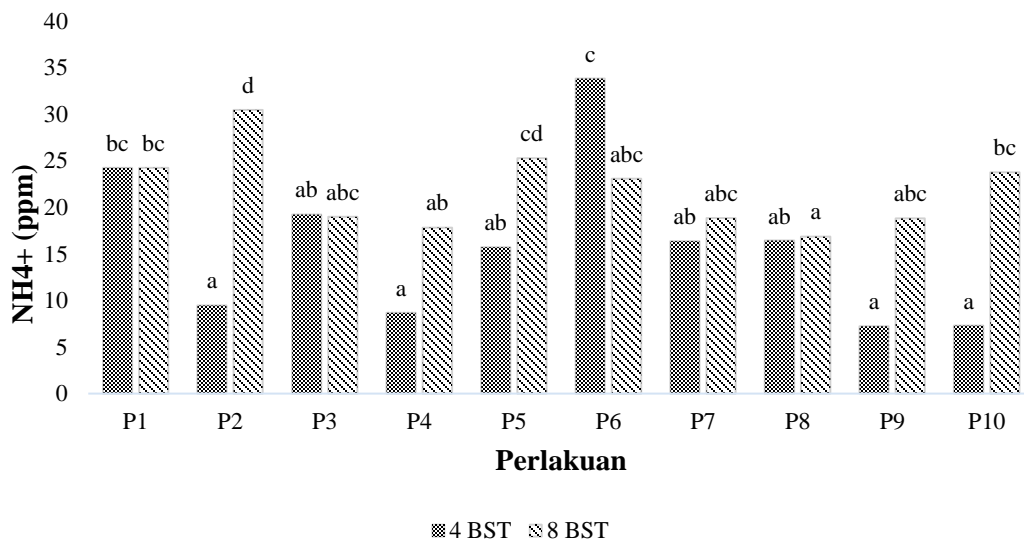
Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Gambar 3. Kandungan C-organik (%) di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, Biofertilizer dan Pupuk Hijau

C-organik yang didapatkan dari hasil analisa mengalami penurunan pada pengamatan 4 BST hingga 8 BST. Pengamatan 4 BST pemberian pupuk dari setiap perlakuan didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata, sedangkan untuk analisa pengamatan kedua perlakuan pemberian pupuk pada setiap perlakuan berbeda nyata. Perlakuan C-organik tertinggi didapatkan pada perlakuan P7 dengan dosis pemupukan 50% N + 50% P + biofertilizer mencapai 1,48% dan nilai terendah ditunjukkan oleh perlakuan P10 dengan nilai 0,74% ( $P < 0.05$ ).

#### 4.1.2 Analisa Tanah N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Analisa tanah yang dilakukan untuk melihat kandungan N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Amonium) didapatkan hasil dengan nilai yang sangat bervariasi. Untuk hasil analisa dari N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dapat dilihat pada gambar berikut:



Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofret), P3 (75% NP+Biofret), P4 (50% NP+ Biofret), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofret + Cj), P9 (75% NP + Biofret + Cj), P10 (50% NP + Biofret + Cj).

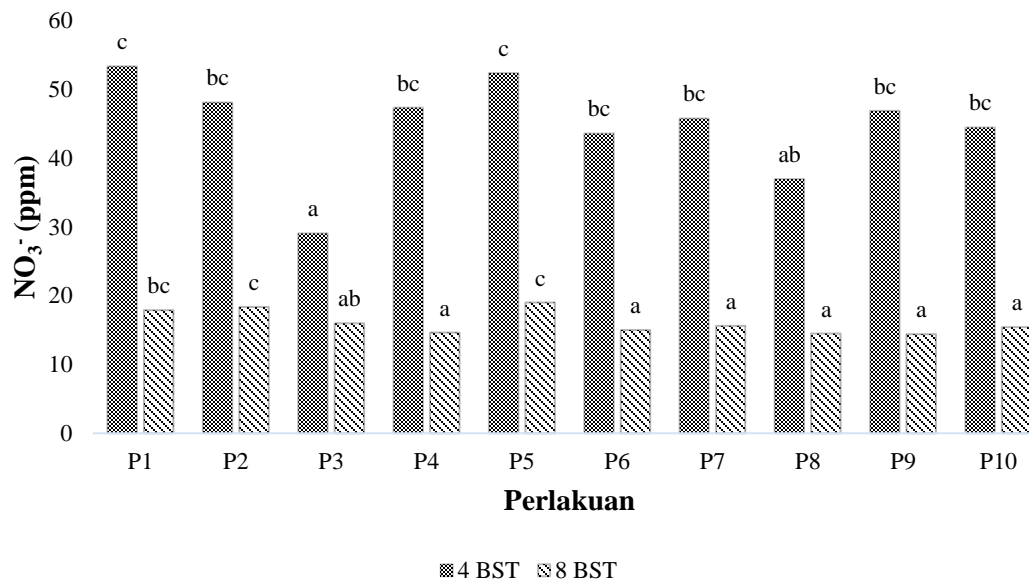
Gambar 4. Kandungan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>(ppm) di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, *Biofertilizer* dan Pupuk Hijau

Analisa sidik ragam yang didapatkan bahwa kandungan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> di dalam tanah pada pengamatan 4 BST dan 8 BST menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan. Rerata yang ditunjukkan oleh gambar di atas, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mengalami peningkatan dan perlakuan pemupukan dengan dosis yang berbeda mendapatkan kandungan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> yang bervariasi. Pengamatan 4 BST didapatkan hasil dengan nilai tertinggi pada perlakuan P6 dengan nilai 33,82 ppm, sedangkan nilai terendah pada P9 dengan nilai 7,23 ppm. Pengamatan pada 8 BST nilai tertinggi ditunjukkan pada P2 dengan nilai 30,46 ppm, sedangkan nilai terendah ditunjukkan pada perlakuan P4 dengan nilai 17,83 ppm.



#### 4.1.3 Analisa Tanah N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, kandungan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dalam tanah juga menjadi parameter penting. Hasil analisa N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dapat dilihat pada gambar berikut:



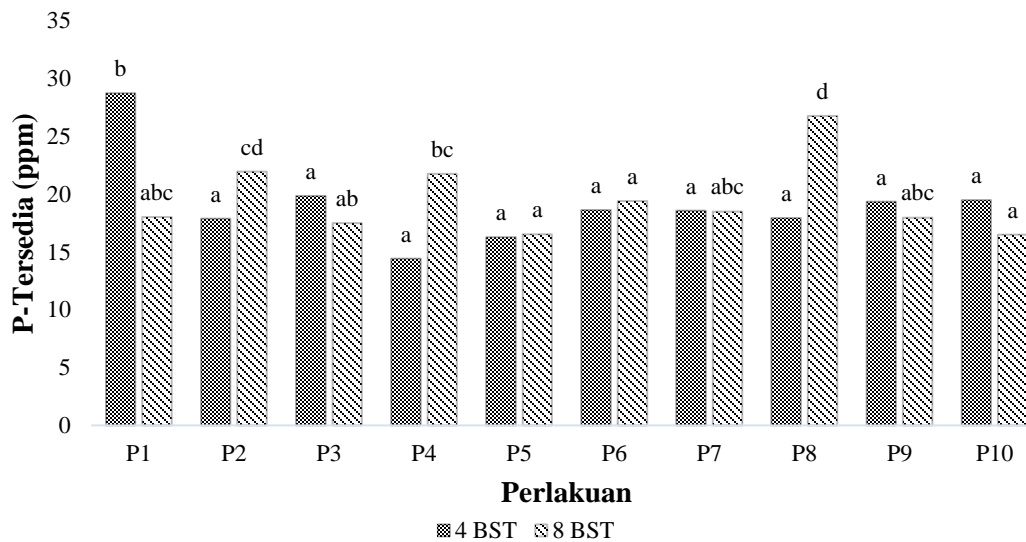
Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Gambar 5. Kandungan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, Biofertilizer dan Pupuk Hijau

Berdasarkan analisa sidik ragam (anova) di dapatkan hasil bahwa kandungan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pada setiap perlakuan berbeda nyata. Nilai amonium tertinggi pada 4 BST ditunjukkan oleh P5 dengan dosis 100% NP + Cj mencapai 52,42 ppm dan nilai amonium terendah pada perlakuan P3 dengan dosis 75% NP + Biofet mencapai 29,06 ppm. Pengamatan 8 BST, nilai amonium tertinggi ditunjukkan pada perlakuan P5 100% NP + Cj dimana mencapai 19,02 ppm, sedangkan nilai yang terendah ditunjukkan pada perlakuan P9 dengan dosis 75% NP + Biofet + Cj nilai 14,41 ppm (P <0,05%). Kandungan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dari hasil pengamatan juga mengalami penurunan dari 4 BST ke 8 BST.

#### 4.1.4 Analisa Tanah P-Tersedia

Analisa P-tersedia yang dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada 4 BST dan 8 BST. Hasil analisa p-tersedia dapat dilihat pada gambar berikut:



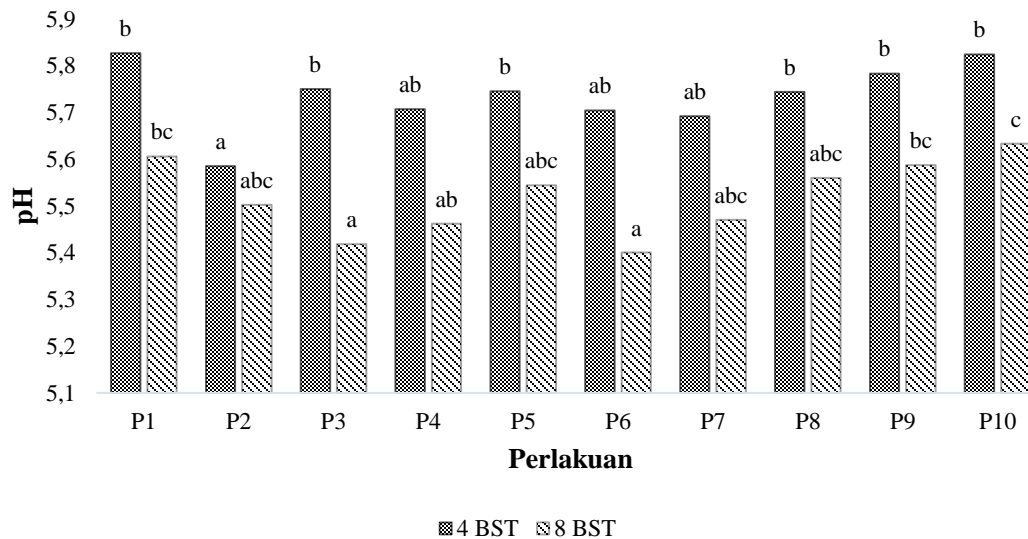
Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofiet), P3 (75% NP+Biofiet), P4 (50% NP+ Biofiet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% NP + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofiet + Cj), P9 (75% NP + Biofiet + Cj), P10 (50% NP + Biofiet + Cj).

Gambar 6. Kandungan P-tersedia (ppm) di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, *Biofertilizer* dan Pupuk Hijau

Dari hasil analisa diatas menunjukkan bahwa kandungan P-tersedia pada pengamatan 4 BST dan 8 BST berbeda nyata terhadap perlakuan pemupukan. Pengamatan 4 BST nilai P-tersedia tertinggi ditunjukkan oleh P1 dengan dosis 100% NP mencapai 28,74 ppm, sedangkan untuk P-tersedia yang terendah ditunjukkan pada perlakuan P4 dengan dosis 50% NP+ Biofiet yaitu 16,28 ppm. Pengamatan 8 BST, nilai P-tersedia tertinggi ditunjukkan pada perlakuan P8 dengan dosis 100% NP + Biofiet + Cj mencapai 26,79 ppm dan P-tersedia terendah ditunjukkan pada perlakuan P10 dengan dosis 50% NP + Biofiet + Cj yaitu 16,51 ppm ( $P < 0,05\%$ ).

#### 4.1.5 Analisa Tanah pH

Kandungan pH yang didapatkan dari hasil analisa rata-rata mengandung pH yang masam. Nilai dari hasil penelitian akan di tunjukkan pada gambar berikut:



Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Gambar 7. Kandungan pH di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, *Biofertilizer* dan Pupuk Hijau

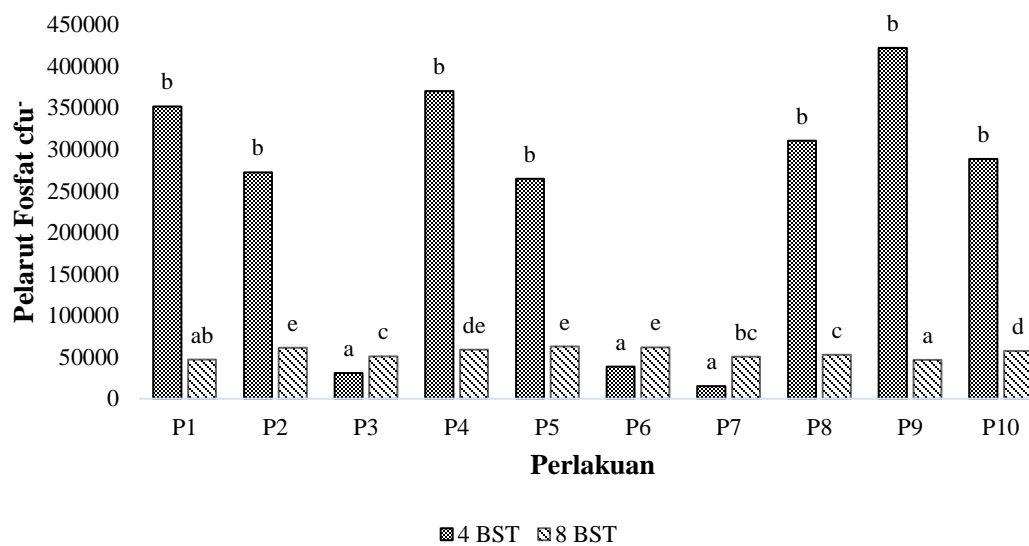
Hasil sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa kandungan pH pada masing masing perlakuan mulai dari 4 BST hingga 8 BST berbeda nyata . Kandungan pH yang didapatkan memiliki nilai rata-rata 5 dimana tanah dengan pH 5 menunjukkan pH masam. Tidak terdapat perubahan yang signifikan dari analisa pertama dan kedua, karena hingga analisa terakhir yaitu dengan 8 BST tanah masih mengandung pH masam.

#### 4.1.6 Analisa Biologi Tanah Jumlah Populasi Bakteri Pelarut Fosfat

Selain analisa kimia tanah, dilakukan juga analisa biologi tanah untuk melihat mikroorganisme di dalam tanah. Untuk lebih tepatnya analisa ini dilakukan untuk mengetahui jumlah populasi dari bakteri pelarut fosfat. Analisa dilakukan sama dengan



analisa kimia tanah yang dilakukan dua kali. Untuk hasil dari analisa biologi tanah jumlah populasi bakteri pelarut fosfat akan ditunjukkan pada gambar berikut:



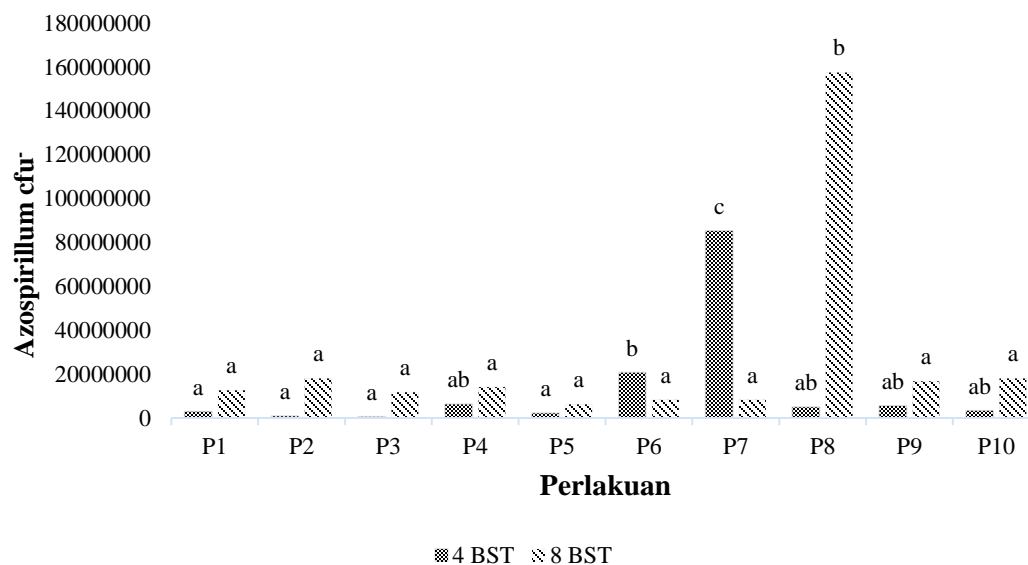
Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75%NP + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Gambar 8. Kandungan pelarut fosfat (cfu/ml) di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, *Biofertilizer* dan Pupuk Hijau

Dari hasil analisa, didapatkan data jumlah populasi yang bervariasi. Dimana jumlah populasi bakteri pelarut fosfat dari 4 BST hingga 8 menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan. Pengamatan pada 4 BST jumlah populasi pelarut fosfat tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P9 (75% NP + Biofet + Cj) dengan jumlah 421970 cfu/mL, sedangkan jumlah populasi terendah ditunjukkan oleh perlakuan P7 (50% NP + Cj) dengan jumlah populasi 15041 cfu/mL. Pada 8 BST pemupukan yang dilakukan memberikan pengaruh terhadap jumlah populasi tertinggi yaitu P5 (100% NP + Cj) dengan jumlah 62757 cfu/mL, sedangkan perlakuan dengan nilai jumlah populasi pelarut fosfat terendah ditunjukkan oleh perlakuan P9 dengan dosis pemupukan 75% NP + Biofet + Cj yaitu jumlah populasi pelarut fosfat 46595 cfu/mL.

#### 4.1.7 Analisa Jumlah Populasi Bakteri Penambat Nitrogen *Azospirillum*

Salah satunya yaitu melihat jumlah dari bakteri *Azospirillum*. Untuk hasil dari jumlah populasi bakteri penambat nitrogen *Azospirillum* akan ditunjukkan pada gambar berikut:



Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofret), P3 (75% NP+Biofret), P4 (50% NP+ Biofret), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% NP + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofret + Cj), P9 (75% NP + Biofret + Cj), P10 (50% NP + Biofret + Cj).

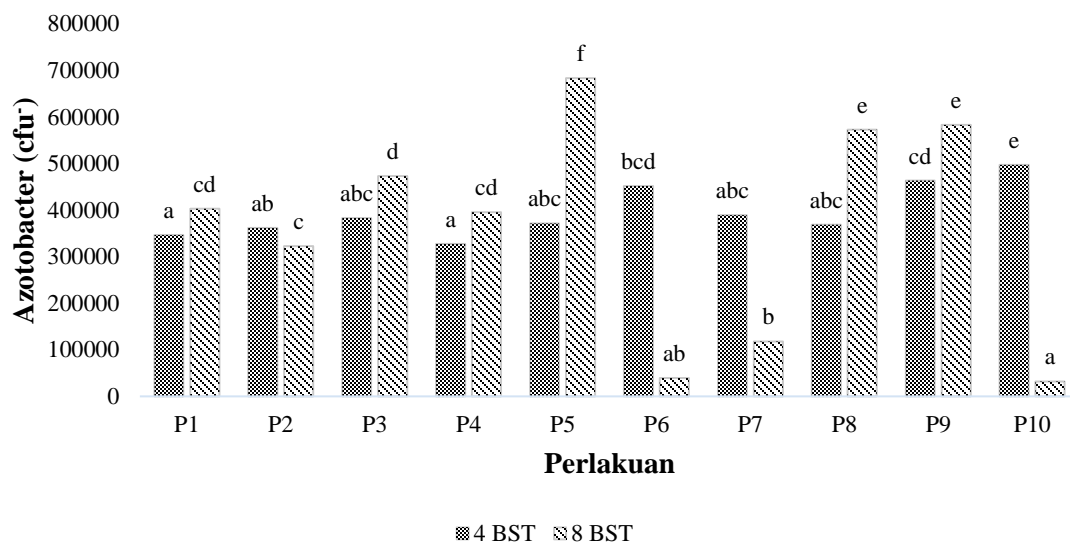
Gambar 9. Kandungan *Azospirillum* (cfu/ml) di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, *Biofertilizer* dan Pupuk Hijau

Hasil analisa ragam (anova) menunjukkan bahwa jumlah populasi *Azospirillum* berbeda nyata pada 4 BST dan 8 BST. Pengamatan 4 BST menunjukkan bahwa nilai jumlah populasi *Azospirillum* tertinggi didapatkan pada perlakuan P7 dengan dosis pemupukan 50% NP + Cj mencapai 85273004 cfu/mL. Perlakuan jumlah populasi terendah ditunjukkan pada P2 dengan dosis 100% NP + Biofret mencapai 726667 cfu/mL. Pengamatan 8 BST menunjukkan jumlah populasi bakteri *Azospirillum* tertinggi pada perlakuan P8 (100% NP + Biofret + Cj) dengan jumlah 157494059

cfu/mL, sedangkan jumlah populasi *Azospirillum* terendah ditunjukkan pada P5 (100% NP + Cj) 6246333 cfu/mL ( $P < 0,05\%$ ).

#### 4.1.8 Analisa Jumlah Populasi Bakteri Penambat Nitrogen *Azotobacter*

Analisa yang dilakukan untuk mengetahui jumlah populasi bakteri penambat nitrogen selain *Azospirillum* juga dilakukan analisa bakteri azotobacter. Dimana analisa tersebut hampir sama, akan tetapi dibedakan oleh media saja. Untuk hasil analisa dari jumlah populasi bakteri *azotobacter* akan ditunjukkan pada gambartabel berikut:



Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Gambar 10. Kandungan *Azotobacter* (cfu/ml) di Berbagai Perlakuan Pemberian Pupuk, *Biofertilizer* dan Pupuk Hijau

Dari hasil analisa analisa sidik ragam didapatkan bahwa perlakuan pemupukan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada pengamatan 4 BST dan 8. Pada pengamatan 4 BST perlakuan yang menunjukkan jumlah populasi *Azotobacter* tertinggi yaitu P10 (50% NP + Biofet + Cj) dengan jumlah mencapai 496993 cfu/mL, sedangkan nilai dari jumlah populasi yang terendah ditunjukkan oleh perlakuan P4 (50% NP+ Biofet) dengan



total bakteri 327759 cfu/mL. Pengamatan 8 BST menunjukkan bahwa jumlah populasi tertinggi yaitu pada P5 (100% NP + Cj) dengan jumlah populasi *Azotobacter* mencapai 683238 cfu/mL, sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh P10 (50% NP + Biofet + Cj) dengan jumlah 32000 cfu/mL.

#### 4.1.9 Analisa Jumlah Anakan Tebu

Selain melakukan pengamatan kimia dan biologi, juga dilakukan pengamatan pada variabel vegetatif yaitu pengamatan jumlah anakan tanaman tebu dan tinggi tanaman tebu. Pengamatan sendiri dilakukan selama 5 bulan yakni dari 4 BST hingga 8 BST. Untuk hasil dari jumlah anakan tebu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Jumlah Anakan Tebu

Perlakuan	Bulan Ke 4	Bulan Ke 5	Bulan Ke 6	Bulan Ke 7	Bulan ke 8
P1	106,7 abc	110,8 a	110,8	107,3 a	106,7 a
P2	120,2 de	121,5 bc	125,3	119,3 c	114,8 b
P3	116,3 cde	120,5 bc	115,7	113 abc	111,7 ab
P4	113,8 bcd	112,8 ab	112,5	111,3 abc	108 ab
P5	118,6 de	114,8 ab	116,2	113,7 abc	110,8 ab
P6	104,2 ab	126,6 c	115,2	117,6 bc	111,7 ab
P7	125,6 e	117,0 ab	116,0	113,8 abc	109,6 ab
P8	116,5 cde	118,3 abc	117,7	114,1 abc	113 ab
P9	101,6 a	109,8 a	112,3	110,0 ab	108,2 ab
P10	116,3 cde	114,5 ab	117,7	119,6 c	112,5 ab

Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 (100% NP + Cj), P6 (75% NP + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Dari hasil analisa sidik ragam, didapatkan bahwa pertumbuhan jumlah anakan tebu mengalami peningkatan pada pertumbuhan awalnya dan beberapa mengalami penurunan pada bulan terakhir. Dari tabel diatas didapatkan hasil berbeda nyata pada akhir pengamatan saja yaitu bulan ke 8 BST dengan jumlah anakan tertinggi pada perlakuan P2 yaitu pemberian dosis 100 % N + 100% P + *biofertilizer* + pupuk hijau dengan jumlah 114,8, sedangkan untuk hasil terendah ditunjukkan oleh perlakuan P1 yaitu pemberian pupuk dengan dosis 100%NP dengan jumlah 106,7.

#### 4.1.10 Analisa Tinggi Tanaman Tebu

Selain melakukan pengamatan pada jumlah anakan, dilakukan juga pengamatan pada tinggi tanaman tebu. Untuk pengamatan tinggi tanaman tebu juga dilakukan selama 5 kali pengamatan mulai dari 4 BST hingga 8 BST. Untuk hasil dari tinggi tanaman tebu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Tinggi Tanaman

Perlakuan	Bulan Ke 4	Bulan Ke 5	Bulan Ke 6	Bulan Ke 7	Bulan ke 8
P1	170,5 ab	221,6	253,0 abc	297,2 abc	325,5
P2	169,3 ab	218,6	251,0 ab	292,5 ab	315,8
P3	177,0 b	219,6	251,0 ab	305,6 abc	327,9
P4	184,5 d	226,4	266,3 d	303,8 abc	325,3
P5	171,2 ab	224,7	267,3 d	306,4 abc	331,6
P6	170,4 ab	220,9	260,7 bcd	311,5 c	332,8
P7	179,5 cd	223,2	250,4 ab	309,4 bc	335,9
P8	170,0 ab	217,6	262,5 cd	313,4 c	334,0
P9	167,6 a	216,3	249,8 a	299,5 abc	319,2
P10	174,4 ab	228,7	257,9 abcd	291,4 a	327,0

Keterangan : Analisa yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%. P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofot), P3 (75% NP+Biofot), P4 (50% NP+ Biofot), P5 (100% NP + Cj), P6 (75%N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofot + Cj), P9 (75% NP + Biofot + Cj), P10 (50% NP + Biofot + Cj).

Dari hasil analisa sidik ragam didapatkan hasil yang berbeda nyata pada beberapa bulan pengamatan, dan beberapa yang tidak berbeda nyata. Walaupun demikian hasil dari tinggi tanaman tebu mengalami peningkatan hingga akhir pengamatan.

## 4.2 Pembahasan Umum

### 4.2.1 Pengaruh Perlakuan Terhadap Sifat Kimia dan Biologi Tanah

Hasil analisa pada parameter C-organik tanah, didapatkan hasil kandungan c-organik yang menurun pada pertumbuhan tanaman tebu 4 BST hingga 8 BST. Hal ini dikarenakan tanah mengandung mikroorganisme yaitu bakteri. Bahan organik



merupakan sumber utama untuk pertumbuhan bakteri di dalam tanah. Sesuai dengan pernyataan Santosa (2012) yang mengatakan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan aktivitas pertumbuhan dari bakteri di dalam tanah. Selain itu dapat di lihat juga pada hasil analisa pertumbuhan bakteri yang didapatkan, dari hasil diatas menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri meningkat pada pemberian *biofertilizer* dan *crotalaria juncea*. Sumarni (2014) mengatakan bahwa dengan pemberian pupuk hijau *crotalaria juncea* dapat meningkatkan sifat kimia tanah yaitu bahan organik, dan sifat biologi tanah. Menurut Bokhtiar (2003) pada tanaman tebu, pemberian pupuk hijau *Crotalaria juncea* dapat meningkatkan bahan organik, N total P-Tersedia dan S pada tanah.

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa kandungan  $\text{NH}_4^+$  berbeda nyata terhadap perlakuan. Kandungan  $\text{NO}_3^-$  pada pengamatan 4 BST dan 8 BST juga berbeda nyata terhadap perlakuan, akan tetapi mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena tanaman tebu menyerap nitrogen untuk kebutuhan pada fase vegetatif, hal ini juga sesuai dengan pernyataan Lingga (1986) bagi tanaman, nitrogen berperan untuk mendorong terbentuknya klorofil yang berguna untuk proses fotosintesis dan nantinya yang akan merangsang pertumbuhan khususnya pertumbuhan batang, cabang, daun serta kandungan  $\text{NO}_3^-$  yang telah berkurang dengan pertumbuhan tebu sendiri. Menurut Schuylenborg dan Saryadi (1958) unsur nitrogen biasanya diserap pada awal pertumbuhan tanaman, dan pada tanaman tebu banyak menyerap nitrogen pada umur 3-4 bulan dan kemudian akan menurun setelah 8 bulan. Menurut Patti dan Silahooy (2013) pada tanaman padi proses penyerapan N tinggi pada proses pembentukan malai, pembentukan malai ini merupakan proses akhir vegetatif sehingga terjadi penyerapan N ke daun tanaman.

Fosfat dalam tanah berperan sangat penting pada pertumbuhan tanaman. Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan p-tersedia berbeda nyata terhadap perlakuan. Kandungan dari p-tersedia juga mengalami peningkatan walaupun tidak signifikan. Dan pada pengamatan 4 BST dapat dilihat pada gambar bahwa perlakuan P1 yaitu



dengan pemberian dosis pupuk 100% N + 100% merupakan hasil yang tertinggi. Hal ini dikarenakan pemberian pupuk dan kandungan P sepenuhnya berasal dari pupuk yang diberikan dan masih berada dalam tanah. Tidak adanya pemberian biofertilizer maupun pupuk hijau mengakibatkan kandungan P tidak dapat diserap oleh tanaman. Berbeda dengan perlakuan P4 dimana dengan pemberian dosis pupuk yang besar menunjukkan hasil yang rendah, hal ini bisa terjadi dikarenakan kandungan P yang tersedia sudah terserap oleh tanaman atas bantuan dari pemberian pupuk hijau begitu juga dengan perlakuan dengan tambahan *biofertilizer*. Tanah masam-agak masam unsur P biasanya bersenyawa dalam bentuk Al-P, Fe-P dan lainnya sehingga terjadi pengikatan unsur hara P di dalam tanah. Pupuk P yang diberikan pada tanah menjadi tidak efisien. Jones (1982) mengatakan bahwa P dimanfaatkan oleh tanaman hanya sebesar 10-30% dari pupuk yang diberikan dan sisanya tetap berada dalam tanah. Keadaan tersebut yang menyebabkan kandungan P tersedia yang tinggi, sehingga berbeda dengan perlakuan yang diberikan *biofertilizer* dan pupuk hijau.

Kandungan pH yang didapatkan dari pengamatan 4 BST maupun 8 BST menunjukkan hasil yang berbeda nyata, dan tidak mengalami perubahan yang signifikan. Untuk pH sendiri juga masih masuk dalam kategori agak masam dimana ini hampir sama pada perlakuan 4 BST dan 8BST. Waluyo 2004 juga mengatakan bahwa kondisi pH yang agak masam cocok dengan pertumbuhan serta aktivitas bakteri atau mikroba tanah, sehingga dapat terjadi peningkatan populasi.

Hasil analisa sidik ragam yang dilakukan, didapatkan data jumlah populasi bakteri yang berbeda nyata terhadap perlakuan. Jumlah populasi bakteri pelarut fosfat mengalami penurunan pada pengamatan 8 BST yang disebabkan oleh beberapa faktor. Stotzky (1977) mengatakan bahwa pertumbuhan bakteri pelarut fosfat dipengaruhi oleh pH, suhu, kelembaban, hara yang terkandung dalam tanah, serta ketersediaan bahan organik sebagai sumber tenaga, dan juga kemampuan bersaing terhadap kelompok bakteri lainnya. Dimana dalam penelitian ini selain perlakuan yang diberikan selain mengandung bakteri pelarut fosfat, juga mengandung bakteri lainnya yaitu *Azotobacter*

dan *Azospirillum* sehingga dapat terjadi persaingan dalam mendapatkan sumber tenaga. Bakteri penambat N *Azospirillum* dan *Azotobacter* merupakan bakteri yang sering disebut dengan *diazotrof* karena mampu menggunakan sumber N yang berada dari udara untuk pertumbuhannya. Dari hasil analisa ragam (anova) menunjukkan bahwa jumlah populasi *Azospirillum* meningkat dengan cukup signifikan yang mencapai hampir 70% pada pertumbuhan 8 BST. Peningkatan ini juga berbanding lurus dengan peningkatan  $NH_4^+$  yang terjadi pada pengamatan 8 BST, dimana  $NH_4^+$  meningkat hampir 50% dari pengamatan 4 BST. Peningkatan ini terjadi karena bakteri penambat nitrogen mampu menambat nitrogen sehingga terjadi peningkatan pada kandungan  $NH_4^+$  yang diberi perlakuan. Bakteri *Azotobacter* juga menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan. Hal ini sesuai dengan Urquiaga *et al.*, 1992 yang menyatakan bahwa pada beberapa varietas tebu, bakteri penambat nitrogen mampu hidup dan menyumbangkan sekitar 70 % kebutuhan N total. Selain itu bakteri penambat nitrogen *Azospirillum* biasanya banyak ditemukan pada tanaman C4, dimana tebu termasuk kedalamnya dan pada tanaman ini bakteri tersebut dapat tumbuh dengan baik (Okon *et al.*, 1976 ; Purushotman *et al.*,1980).

#### **4.2.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tebu**

Dari hasil analisa sidik ragam menunjukan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan pada pertumbuhan 8 BST, akan tetapi pertumbuhan jumlah anakan mengalami peningkatan dari awal pertumbuhan. Pemberian pemupukan memiliki pengaruh terhadap jumlah anakan serta tinggi tanaman. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Endrizal dan Bobihoe (2004) yang mengatakan bahwa dengan pemberian nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karean nitrogen berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif pada tanaman padi. Selain itu menurut Lestari *et.al.*, 2007) mengatakan bahwa dengan pemberian *Azospirillum* pada tanaman padi dapat memberikan pengaruh pada jumlah anakan, bobot kering tajuk serta akar.

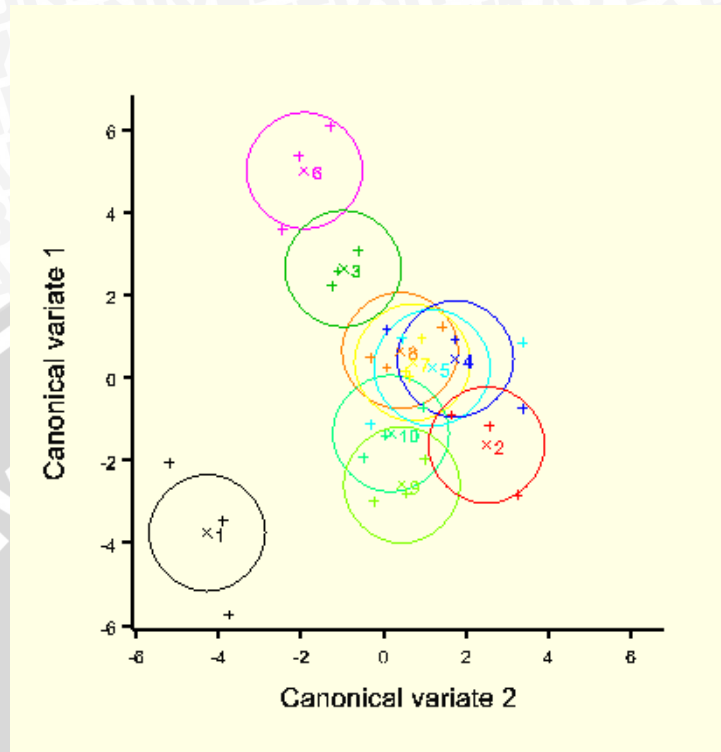


Dari perlakuan yang diberikan terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman tebu hingga 8 BST, Dapat dilihat dari tabel di atas bahwa pemberian pupuk dapat meningkatkan tinggi tanaman hampir 50 % mulai dari 4 BST hingga 8 BST. Pemberian pupuk nitrogen memiliki peran penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Widyawati *et al.*, 2014 mengatakan bahwa dengan pemberian pupuk nitrogen dapat meningkatkan tinggi tanaman karena nitrogen memiliki peran dalam membentuk fitoplasma, memperbanyak serta memperpanjang sel tanaman dimana termasuk bagian batang tanaman, sehingga dapat meningkatkan tinggi tanaman. Berbeda dengan nitrogen, unsur hara fosfat memiliki peran yang berbeda, dimana unsur hara fosfat biasanya berpengaruh dalam fase generatif tanaman. Walaupun terkadang fosfat ikut andil dalam pembentukan vegetatif tanaman. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Soepardi (1993) yang mengatakan bahwa peranan P pada tanaman biasanya untuk pembentukan bunga, buah dan biji serta juga membantu dalam pertumbuhan sel, pembentukan akar halus, dan rambut akar.

#### 4.2.2 Hubungan antar Parameter

Untuk melihat hubungan dari semua parameter dilakukan dengan menggunakan Uji Analisa Multivariat dengan pendekatan *Canonical Variate Analysis* (CVA) yang biasanya dilakukan setelah uji sidik ragam. Analisa ini juga berfungsi untuk melihat perbedaan hubungan berdasarkan 2 parameter atau lebih sehingga dapat diketahui keragaman dari setiap parameter. Parameter yang di analisis meliputi parameter Kimia dan Biologi Tanah. Untuk parameter Kimia Tanah terdiri dari C-organik,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , P-Tersedia, pH, Sedangkan untuk parameter Biologi tanah terdiri dari jmlah populasi Pelarut Fosfat, *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Untuk hasil dari *Canonical Variate Analysis* (CVA) akan ditunjukkan pada gambar berikut:



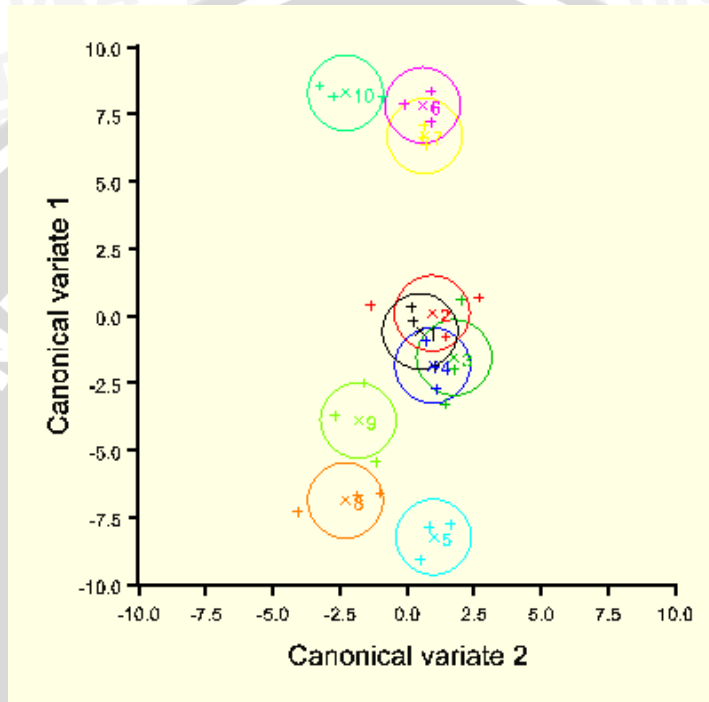


Keterangan : P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 ( 100% NP + Cj), P6 (75%N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Gambar 11. *Canonical Variate Analysis (CVA) Parameter Kimia Tanah*

Berdasarkan hasil *Canonical Variate Analysis (CVA)* dengan persentase 95 % dengan titik referensi CVA yaitu (0,0) menunjukkan bahwa dari berbagai parameter pada perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini ditandai dengan lingkaran selang yang tidak bersinggungan dengan lingkaran lainnya. Berbeda dengan perlakuan lainnya yang menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata P1 hal ini ditandai dengan lingkaran selang yang saling bersinggungan satu sama lain dan menunjukkan bahwa parameter pada perlakuan tersebut saling berhubungan. Lingkaran yang semakin menjauh dari titik referensi merupakan perlakuan yang paling berbeda nyata. CVA menjelaskan perbedaan pada parameter dengan menggunakan sumbu y (*canonical variate 1*) dan sumbu x (*canonical variate 2*). Berdasarkan perlakuan.

Keragaman yang dihasilkan dari *canonical variate* 1 menunjukkan presentasi variasi 41,18% lebih tinggi jika dibandingkan dengan *canonical variate* 2 dengan presentasi variasi 28,54%.

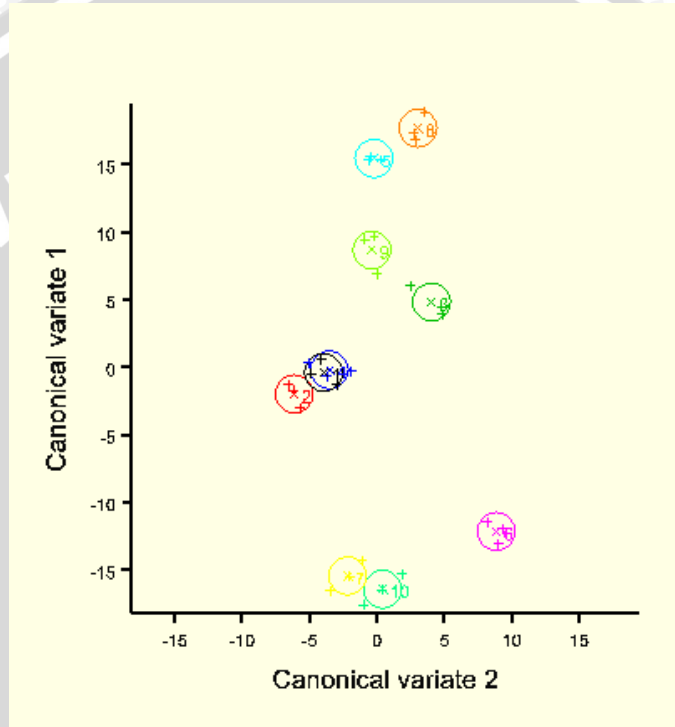


Keterangan : P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 ( 100% NP + Cj), P6 (75%N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

Gambar 12. *Canonical Variate Analysis* (CVA) Parameter Biologi Tanah

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil dari *Canonical Variate Analysis* (CVA) dengan persentase 95 % menunjukkan bahwa hasil yang berbeda yang dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian. Hal ini dapat dilihat dari lingkaran yang bersinggungan dan yang tidak bersinggungan yang menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh terhadap perlakuan lainnya. Dilihat dari gambar untuk P10, P6 dan 7 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Selain itu juga ada P9, P8 dan P5 yang berbeda sangat nyata terhadap perlakuan lainnya dikarenakan lingkaran diantara

perlakuan tersebut tidak bersinggungan. Berbeda P1, P2, P3 dan P4 yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya akan tetapi ke empat perlakuan tersebut tidak berbeda nyata satu sama lain. Hal ini dapat dilihat dari lingkaran yang bersinggungan. Keragaman yang dihasilkan pada *canonical variate 1* menunjukkan presentasi 87,40% lebih tinggi jika dibandingkan dengan *canonical variate 2* yang menunjukkan presentasi 5,82%.



Keterangan P1 (100% NP), P2 (100% NP + Biofet), P3 (75% NP+Biofet), P4 (50% NP+ Biofet), P5 ( 100% NP + Cj), P6 (75%N P + Cj), P7 (50% NP + Cj), P8 (100% NP + Biofet + Cj), P9 (75% NP + Biofet + Cj), P10 (50% NP + Biofet + Cj).

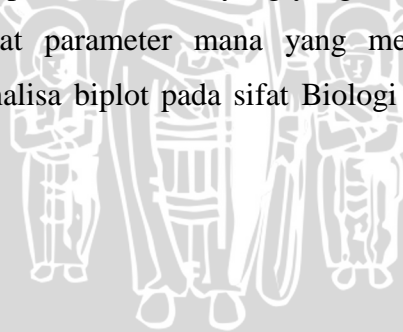
Gambar 13. *Canonical Variate Analysis* (CVA) Semua pada Parameter

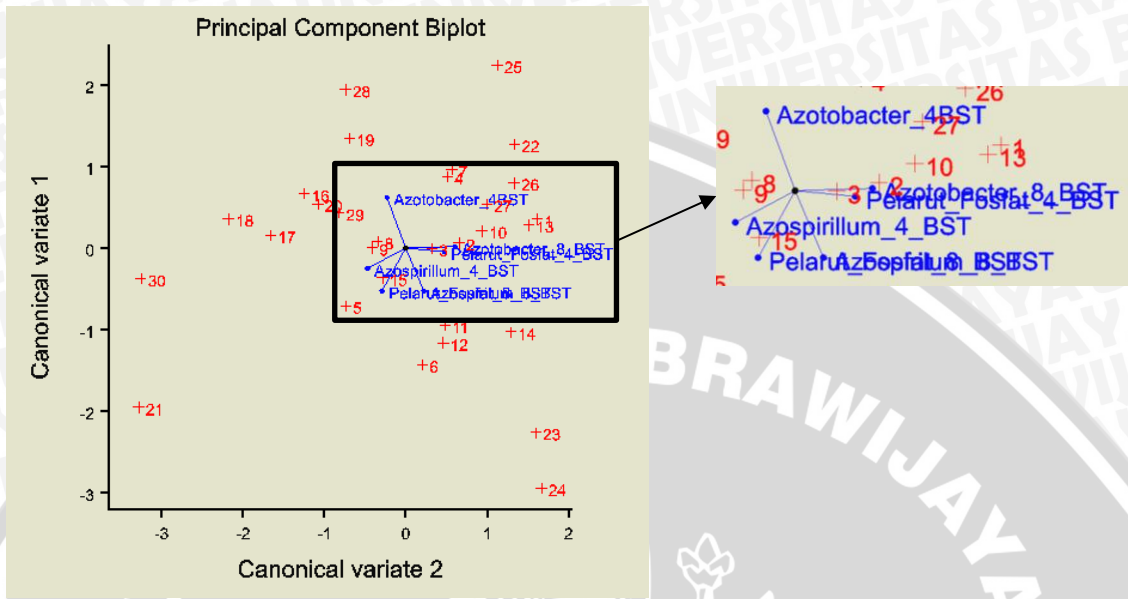
Berdasarkan hasil *Canonical Variate Analysis* (CVA) dengan menggabungkan parameter Kimia dan Biologi tanah dengan persentase 95 % menunjukkan adanya Pengaruh yang sangat berbeda nyata dari setiap perlakuan. Hasil dari setiap perlakuan yaitu pada perlakuan P8 sangat berbeda nyata berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, Perlakuan P5 dan P6 juga berbeda nyata dengan yang lainnya. Kemudian P9 serta P3 yang sangat berbeda nyata dengan yang lainnya, selanjutnya ada P1, P2, dan P4 yang



menunjukkan hasil berbeda sangat nyata dan dan yang terakhir adalah P7 dan P10 yang tidak berbeda nyata. Hal ini dilihat lingkaran kepercayaan yang tidak bersinggungan satu sama lain antara perlakuan yang telah dijelaskan diatas. Akan tetapi dari setiap perlakuan yang berbeda nyata tersebut didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata yaitu antara perlakuan P7 dan P10. Hal yang sama juga terlihat pada perlakuan P1, P2 dan P4 yang tidak berbeda nyata Hal ini menunjukkan bahwa pada masing-masing parameter terdapat hubungan dan saling keeratan satu sama lain. Keragaman yang dihasilkan oleh *canonical variate* 1 menunjukkan presentasi 81,09%, jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan *canonical variate* 2 yang menunjukkan presentasi 10,82%. Menurut Amin (2016) *Canonical Variate Analysis* (CVA) memiliki korelasi pada setiap parameter perlakuan di setiap sumbu x dan y sehingga akan membentuk linier antara hubungan x dan y antar variabel yang diamati.

Selain melakukan analisa dengan menggunakan *Canonical Variate Analysis* (CVA) dilakukan juga analisa menggunakan *Principal Component Biplot*. Analisa ini digunakan untuk melihat persamaan pengaruh dari beberapa parameter yang dilakukan. Selain itu juga untuk melihat perlakuan mana yang yang memiliki pengaruh terhadap parameter, dan juga melihat parameter mana yang menunjukkan hasil paling signifikan. Untuk melihat analisa biplot pada sifat Biologi tanah dapat dilihat pada gambar berikut :

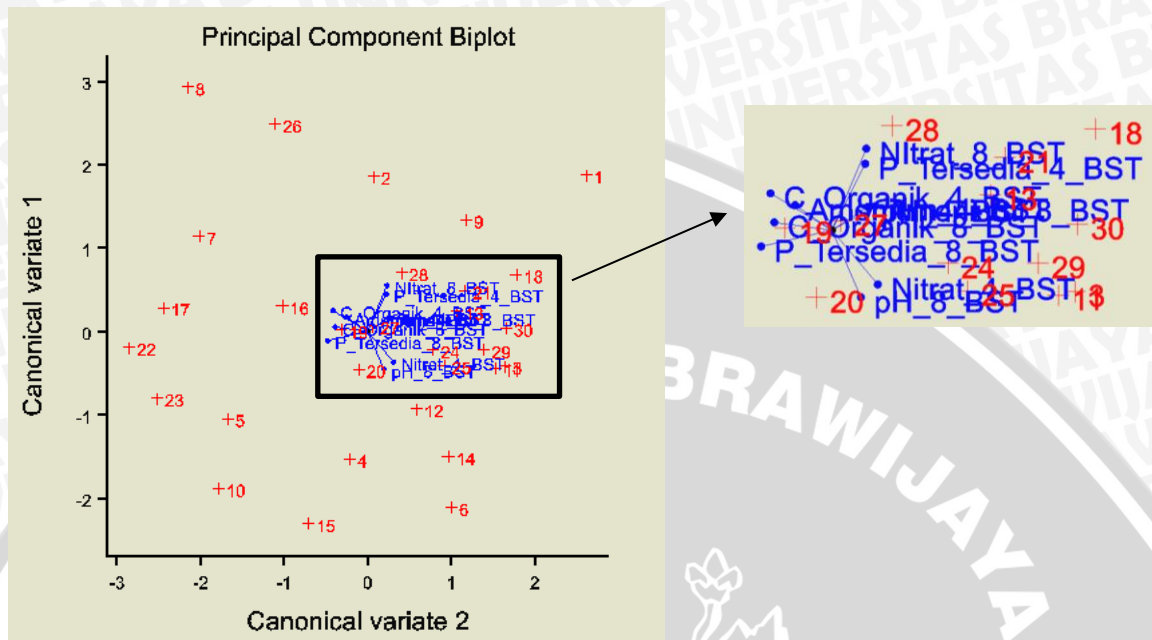




Gambar 11. Principal Componet Biplot Biologi Tanah

Gambar diatas menjelaskan bahwa pada analisa *Principal Compnent Biplot* menunjukkan semua parameter Biologi tanah memiliki pengaruh yang berbeda pada parameter dengan presentase 95%. Titik refrensi pada gambar di atas yaitu pada (0,0). Dilihat dari sudut garis yang dihasilkan beberapa perbedaan, yang pertama adalah garis yang membentuk sudut hampir 360° ada dua garis yaitu parameter *Azospirillum 4 BST*, Selanjutnya ada garis yang membentuk sudut 270° yaitu parameter *azospirillum 8 BST* dan *Pelarut Fosfat 8 BST* yang juga memiliki pengaruh yang hampir sama. Selanjutnya ada parameter *pelarut fosfat 4 BST* dan *Azotobacter 8 BST* yang beradad dalam garis yang sama membentuk garis sekitar 180° dan tidak berpengaruh terhadap parameter lainnya. Terakhir adalah parameter *Azotobacter 4 BST* yang membentuk sudut 60° yang juga tidak berpengaruh terhadap parameter lainnya.

Selanjutnya juga dilakukan analisa *principal Component Biplot* Kimia tanah. Dimana hasil ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 12. Principal Compnet Biplot Kimia tanah

Gambar diatas menjelaskan bahwa pada analisa *Principal Compnent Biplot* menunjukkan semua parameter Kimia tanah memiliki pengaruh yang berbeda pada parameter dengan presentase 95%. Titik refrensi pada gambar di atas yaitu pada (0,0). Dilihat dari sudut garis yang dihasilkan beberapa perbedaan, yang pertama adalah garis yang membentuk sudut hampir 360° yaitu garis dengan parameter C-organik 8 BST memiliki pengaruh yang nyata terhadap parameter lainnya. Kemudian ada parameter P-tersedia yang membentuk garis kearah hampir 360°. Untuk parameter pH 8 BST dan nitrat 4 BST dengan garis ke arah dekat dengan 270° memiliki pengaruh yang sama. Hal ini juga sama dengan parameter pH 4 BST dan Amonium 8 BST dengan garis yang sama ke arah 180°. Parameter nitrat 8 BST dan P-Tersedia 4 Bst juga menunjukkan pengaruh yang sama dilihat dari arah garis yang sama menuju 95°, dan yang terakhir adalah parameter C-Organik dan Amonium 4 BST ke arah yang sama yaitu 45° menunjukkan kedua parameter memiliki pengaruh yang sama.



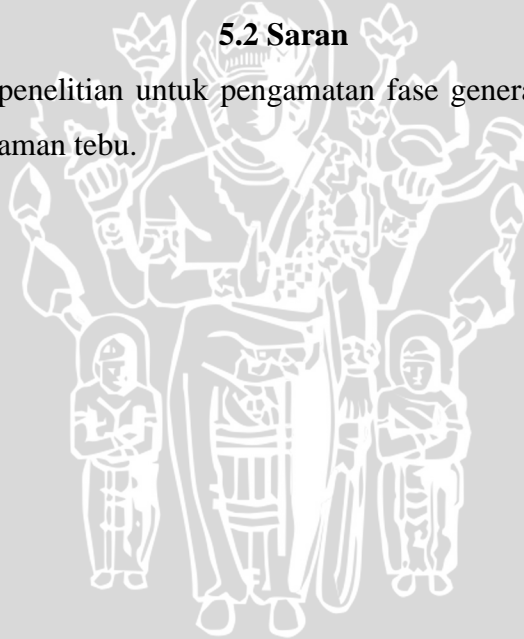
## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Pengaruh pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau terhadap jumlah populasi mikroba tanah pelarut P, *Azotobacter* serta *azospirillum* tertinggi rata-rata didapatkan pada perlakuan dengan pemberian Pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau *Crotalaria juncea* yaitu pada perlakuan P7, P8 dan P9.
2. Pengaruh pemberian pupuk *biofertilizer* dan pupuk hijau terhadap terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu yaitu jumlah anakan ditunjukkan pada perlakuan P8 yaitu pemberian dosis 100 % N + 100% P + *biofertilizer* + pupuk hijau dengan jumlah 132,2. Dan untuk pertumbuhan pada bulan ke 7 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi pada perlakuan P8 dengan nilai 313,4 cm.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian untuk pengamatan fase generatif serta pegamatan produksi dari tanaman tebu.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aleksieva, P., D. Spasova, and S. Radoevska. 2003. Acid PHospHatase Distribution and Localization in the Fungus *Humicola lutea*. *Z. Naturforsch.* 58c:239-243.
- Alexander, M. 1978. *Intorduction to Soil Micobiology*. 2<sup>nd</sup>ed. Willey Eastern Limited. New Delhi.
- Altieri, M.A. and C.I. Nicholis. 2005. *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. Mexico. United Nations Environments Programme.
- Arshad, M and W.T. Frankenberger. 1993. Microbial production of plant growth regulators. *In*. F.B. Metting (ed). *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hongkong.p 307-347.
- Baldani, J.I., L. Caruso Vera, L.D. Baldani, Silvia R. Goi and J. Dobereiner. 1997. Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biol. Biochem.* 29(5/6): 911-922.
- Beauchamp, E.G dan D.J Hume. 1997. Agricultural soil manipulation: The use of bacteria, manuring and plowing. *In* J.D van Elsas., J.T. Trevors and E.M.H.Wellington (eds). *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker, New York .p 643-664.
- Buntan, A. 1992. Efektivitas bakteri pelarut fosfat dalam kompos terhadap peningkatan serapan P dan efisiensi pemupukan P pada tanaman jagung. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Boddey, R.M., de O.C. Oliviera, S. Urquiaga, V.M. Reis, F.L. Olivares, V.L.D. Baldani, and J. Dobereiner. 1995. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: contributions and prospects for improvement. *Plant Soil* 174: 195-209.
- Bokhtiar,S.M and Gafur, M.A, Rahman, A,B,M,M. 2003 Effect of *Crotalaria* and *Sesbania aculeatagreen* manures and N fertilizer on soil fertility and the productivity of sugarcane. 305-303
- Cerianet. 2008. Konsep Budidaya Tebu. <http://cerianetagricultur.blogspot.com/2015/12/konsep-budidayatebu.html>. CV. Yasaguna. Bogor.

- Cook, C.G. dan G.A. White. 1996. *Crotalaria juncea* : A potential multi purpose fiber crop. ASHS Press. Arlington, VA. P. 389-394
- Ciptadi, G. 2013. Tanaman Tebu. LPP Press. Yogyakarta. P.1-3.
- Dart, P.J. 1977. Host-symbiont relationships innodule development and nitrogen fixation. In Ayanaba, A. and P.J. Dart (eds). 1977. *Biological Nitrogen Fixation in Farming Systems of the Tropics*. New York: John Wiley and Sons.
- Eky, R.P. 2008. Kandungan IAA dan Respon Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Kedelai Terhadap Perlakuan Pupuk Hayati. IPB. Bogor.
- Elawed, S.H.; G.J. Gascho & J.J. Street (1982). Response of sugarcane to silicate source and rate.2. Leaf freckling and nutrient content. *J. Agron*, 74,484-487.
- Endrizal, J. Bobihoe. 2004. Efisiensi Penggunaan Pupuk Nitrogen dengan Penggunaan Pupuk Organik pada Tanaman Padi Sawah. *J. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 7:118-124.
- FAO(2004).*Saccharumofficinarum*.[www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/data/Pf000310.HTM](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/data/Pf000310.HTM)
- Fitter, A.H. and R.K.M. Hay. 1987. *Environmental PHysiology of Plants*. Second Edition. London: Academic Press.
- Foyer, C.H. and G. Noctor. 2004. *PHotosynthetic Nitrogen Assimilation and Associated Carbon and Respiratory Metabolism*. London. Kluwer Academic Publisher
- Glick, B. R. 1995. The Enhancement of Plant Growth by Free Living Bacteria. *Canadian J. Microbiol.* 41:109- 117.
- Hartono, A. 2000. Pengaruh Pupuk Fosfor, Bahan Organik, dan Kapur terhadap Pertumbuhan Jerapan P pada Tanah Masam Latosol Darmaga. *J. Ilmiah Pert. Gakuryoku*. VI(1): 73-78
- Ida Widiyawati, Sugiyanta, Ahmad Junaedi, dan Rahayu Widyastuti. 2014. Peran Bakteri Penambat Nitrogen untuk Mengurangi Dosis Pupuk Nitrogen Anorganik pada Padi Sawah. *J. Agron. Indonesia* 42 (2) : 96-102



Indrawanto, Chandra, Purwono, Siswanto, M. Syakir, dan Widi Rumini. 2010. Budidaya dan Pascapanen Tebu. ESKA Media. Jakarta

Illmer, P., A. Barbato dan F. Scinner. 1995. Solubilizing of hardly soluble  $AlPO_4$  with P-solubilizing bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop. *Plant Soil* 57: 23-230.

Juarsah, I. 1999. Manfaat dan Alternatif Penguasaan Pupuk Organik pada Lahan Kering Melalui Pertanaman Leguminosa. Dalam Prosiding Pusat Penelitian Tanah dan Groklimat, Bogor. Hal 891-900.

Kuntohartono, T. 1999. Pertanasan Tanaman Tebu. *Gula Indonesia*.24 (3): 11-15

Kyuma, K. 2004. *Paddy Soil Science*. Kyoto University Press and Trans Pacific Press.

Ladha, J.K. and P.M. Reddy. 1995. Extension of nitrogen fixation to rice: necessity and possibilities. *Geo Journal* 35: 363-372.

Lawn, R.J. Some physiological processes and plant growth. In Matheson, E.M., J.V. Lovett, G.J. Blair and R.J. Lawn (eds.) 1975. *Annual Crop Production*. Brisbane: academy Press.

Lestari, P., D.N. Susilowati, E.I. Riyanti. 2007. Pengaruh hormon asam indol asetat yang dihasilkan *Azospirillum* sp. terhadap perkembangan akar padi. *J. Agrobiogen*. 3:66-72.

Malik, K.A., R. Bilal, S. Mehnaz, G. Rasul, M.S. Mirza, and S. Ali. 1997. Association of nitrogen-fixing, plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) with kallar grass and rice. *Plant and Soil* 194: 37-44.

Mubyarto. 1994. *Masalah Industri Gula Indonesia*, BPFE, Yogyakarta

Musnamar EL. 2003. *Pupuk organik: cair dan Padat, Pembuatan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya

Nitta, M., M. Goro, N. Shibuya, and Y. Okawa. 2002. A Novel Protein with Alkaline PHosphatase and Protease Inhibitor Activities in *Streptomyces hirosimensis*. *Bull. Biol. Pharmacy*. 25(7):833-836.

Olivares, F.L., V.L.D. Baldani, V.M. Reis, J.I. Baldani, and J. Dobereiner. 1997. Occurrence of the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum* spp. In roots, stems and leaves predominantly of gramineae. *Biology Fertility Soils* 21: 197-200.

Patten, C.L and B.R. Glick. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3 acetic acid. *Can. J Microbial* 42;207-220.

Premono, E.M. 1994. Jasad renik elarut fosfat, pengaruhnya pada tanah dan efisiensi pemupukan P tanaman tebu. Disertasi. Program Pascasarjana IPB.

Salisbury, F, B and C, W, Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung. ITB press.

Saraswati R., E. Husen, and R.D.M. Simanungkalit. 2007. *Metode Analisa Biologi Tanah*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor

Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta., R. Saraswati., D. Setyorini dan W. Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.

Schlegel, H.G. 1994. *Mikrobiologi Umum*, edisi keenam. Terje,ahan dari *Microbiology*, 6st edition, oleh : R.M. Tedjo Baskoro.1984. Gadjah mada University Press. Yogyakarta.

Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. IPB. Bogor

Stotszky G. 1997. Soil as Environment for Microbial Life. Pp 1-20. In J.D. Van Elsas, J.T. Trevor, and A.M.H. Wellington (*Eds*). *Modem Soil Microbioogy*. Marcel Dekker, Inc. New York-Basel.

Subba Rao, N.S. 1982. *Biofertilizers in Agriculture*. Oxford dan IBH Publising Co, New Delhi. 158 pp

\_\_\_\_\_ 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi kedua. Terjemahan Herawati Susilo. UI Press.

\_\_\_\_\_ 1999. *Soil <Microbiology (Fourth Edition of Soil Microorganism and Plant Growth)*. Science Publishers, Inc. USA

Sundaro Rao, W.C.B and M.K. Sinha. 1962. PHospHate dissolving microorganism in the soil and rhizospHere. *Indian J. Sei.*23: 272-278.

Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius. Yogyakarta. Pp.211

Sreenivasan, TV, Ahloowalia, BS, Heinz, DJ (1987). Cytogenetics. Chapter 5. In: DJ Heinz,ed. *Sugarcane improvement through breeding*. Elsevier, Amsterdam. pp 211-253.

Tenuta, M. 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Prospect for increasing nutrient acquisition and disease control. Available: [http://www.umanitoba.ca/afs/agronomists\\_conf/2003/pdf/tenuta\\_rhizobacteria.pdf](http://www.umanitoba.ca/afs/agronomists_conf/2003/pdf/tenuta_rhizobacteria.pdf). [Accessed 22 July 2006].

Titin Sumarni. 2014. Upaya Optimalisasi Kesuburan tanah melalui Pupuk Hijau Orok-Orok (*Crotalaria juncea*) pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) ISBN : 979-587-529-9

USDA-NRCS. 2012. The PLANTS database. National Plant Data Team, Greensboro, NC. <http://plants.usda.gov> (accessed 31 Aug. 2012).

Vessey JK. 2003. PGPR as biofertilizer. *Plant and Soil* 255: 571-586.

Verheye, W. 2012 Growth and production of sugarcane. <11.<http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C10/E1-05A-22-00.pdf>>. Diakses tanggal 14 juni 2015

Widawati, S 2011 a, 'Diversity and phosphate solubilization by bacteria isolated from Laki island coastal ecosystem', *Biodiversitas J. Biol. Diversity*, vol. 12, no. 1, pp. 17-21.

Wu SC, Zh Cao, ZG Li, KC Cheung, MH Wong. 2005. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth : a greenhouse trial. *Geoderma* 125p: 155-166



## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Tabel anova

## Analisa C-Organik

## Analisa Pengamatan Awal

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	0.16969	0.01885	0.96
Ulangan	2	0.13766	0.06883	3.51
Residual	18	0.33350	0.01962	
Total	29	0.61692		

## Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	1.23299	0.13689	7.19
Ulangan	2	0.10268	0.05134	2.70
Residual	18	0.30466	0.01904	
Total	29	1.41774		

Tabel Anova NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

## Analisa Pengamatan Awal

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	1933.44	214.83	5.08
Ulangan	2	855.37	427.68	10.11
Residual	18	676.73	42.30	
Total	29	3058.70		

## Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	492.05	54.67	4.84
Ulangan	2	2.73	1.37	0.12
Residual	18	180.62	11.29	
Total	29	647.78		

Tabel Anova NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

## Analisa Pengamatan Awal

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	1395.63	155.07	2.97
Ulangan	2	27.87	13.93	0.27
Residual	18	886.44	52.14	
Total	29	2067.70		

## Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	79.381	8.820	6.09
Ulangan	2	62,790	1.395	0.96
Residual	18	21.710	1.447	
Total	29	87.061		

## Analisa P-Tersedia

## Analisa Pengamatan Awal

	Db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	380.72	42.30	3.96
Ulangan	2	11.23	5.61	0.52
Residual	18	171.11	10.69	
Total	29	563.04		

## Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	163.63	18.18	0.99
Ulangan	2	9.13	49.56	2.70
Residual	18	330.39	18.35	
Total	29	593.14		

## Analisa pH

## Analisa Pengamatan Awal

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	0.135656	0.015073	3.20
Ulangan	2	0.379454	0.189727	40.32
Residual	18	0.079999	0.004706	
Total	29	0.530355		

## Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	0.139982	0.015554	1.61
Ulangan	2	0.316728	0.158364	16.43
Residual	18	0.173524	0.009640	
Total	29	0.0302327		

## Analisa Azospirillum

## Analisa Pengamatan Awal

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	1.822E+16	2.025E+15	24.50
Ulangan	2	2.607E+14	1.304E+14	1.58
Residual	18	1.322E+15	8.262E+13	
Total	29	1.380E+16		

## Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	5.712E+16	6.347E+15	74.55
Ulangan	2	1.741E+13	8.704E+12	0.10
Residual	18	41.362E+15	8.514E+13	
Total	29	5.774E+16		

#### Analisa Azotobacter

##### Analisa Pengamatan Awal

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	8.294E+10	9.215E+09	3.48
Ulangan	2	1.319E+10	6.597E+09	2.49
Residual	18	4.496E+10	2.645E+09	
Total	29	1.318E+11		

##### Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	6.952E+11	7.725E+10	1.15
Ulangan	2	1.227E+11	6.133E+10	0.92
Residual	18	1.206E+12	6.702E+10	
Total	29	2.024E+12		

#### Analisa Pelarut Fosfat

##### Analisa Pengamatan Awal

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	1.030E+09	1.145E+08	25.18
Ulangan	2	2.181E+09	1.091E+09	1239.81
Residual	18	68.186E+07	458E+06	
Total	29	3.293E+09		

##### Analisa Pengamatan Akhir

	db	JK	KT	F.hitung
Perlakuan	9	1.030E+09	1.145E+08	25.18
Ulangan	2	2.181E+09	1.091E+09	239.81
Residual	18	8.186E+07	4.548E+06	
Total	29	3.293E+09		

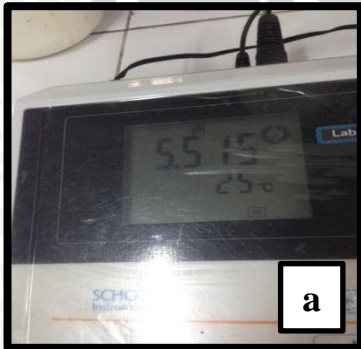
Lampiran 2. Gambar



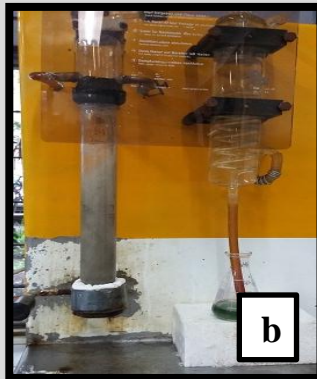


Gambar Lahan tebu yang diamati

Analisa kimia



a



b



c



d



e

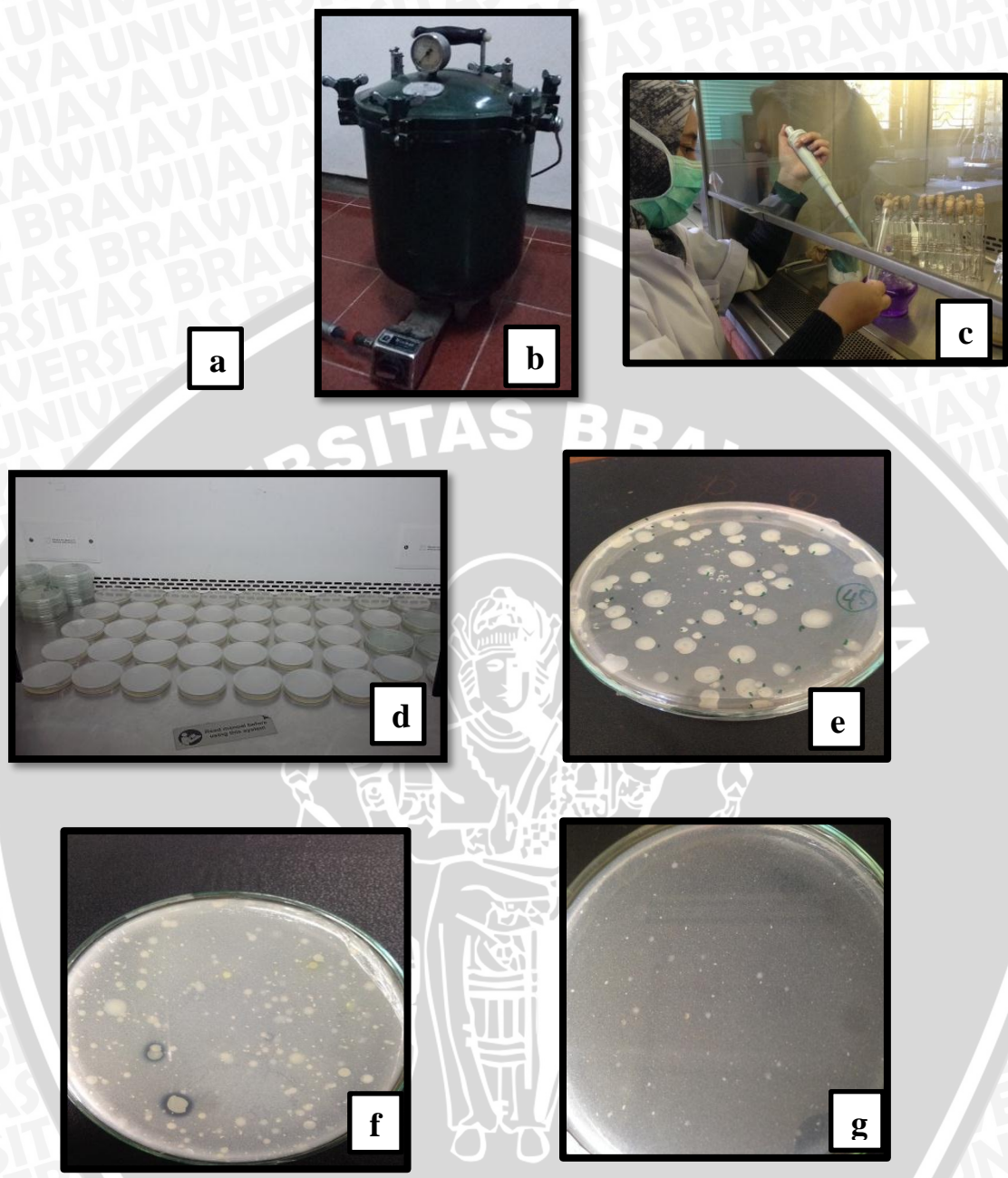


f

Keterangan : Gambar (a) Analisa pH, (b) dan (c) Analisa N-tersedia, (d) Analisa C-organik, (e) dan (f) Analisa P-Tersedia

Analisa Biologi Tanah





Keterangan : Gambar (a) Pembuatan Media, (b) Sterilisasi Media dan Alat, (c) Pengenceran Sampel, (d) Petri yang telah dimasukkan Sampel ppengenceran, (e) Hasil *Azotobacter*, (f) Hasil Pelarut Posfat, (g) Hasil *Azospirillum*  
 Lampiran 3. Kriteria sifat Kimia Tanah

Tabel 1. Kriteria Analisis Tanah Hardjowigeno S. 1993

Sifat Tanah	Sangat Rendah	rendah	sedang	Tinggi	Sangat tinggi
Karbon	< 1,00	<1,00	2,01-3,00	3,01-5,00	>5,00



Nitrogen	< 0,10	<0,10	0,21-0,50	0,51-0,75	0,75	
C/N	<5,0	<5,0	8,0-12,0	12,1-17,0	>17	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> eks- HCL (%)	<0,021	<0,021	0,040-0,060	0,062-0,100	>0,100	
P- avl Bray-II (ppm)	8,0-15	8,0-15	16-25	26-35	>35	
P- avl Olsen (ppm)	<10	10-25	26-45	46-60	>60	
K <sub>2</sub> O eks- HCL (mg/100)	<0,03	0,03-0,06	0,07-0,11	0,12-0,20	>0,21	
KTK/CEC (me/100)	<5	10-16	17-24	25-40	>40	
K-tukar	<0,1	0,1-0,5	0,06-1,0	0,6-1,0	>1,0	
Na-tukar (me/100)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1,0	
Mg-tukar (me/100)	<0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	>8,0	
Ca-tukar me/100	<20	2-5	6-10	11-20	>20	
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70	
Kejenuhan Al (%)	<10	10-20	21-30	31-60	>60	
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Normal	Agak Alkalis	Alkalis
pH (H <sub>2</sub> O)	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5
pH (KCL)	<2,5	2,5-4,0	-	4,1-6,0	6,1-6,5	>6,5

Tabel 2. Kriteria Analisis Tanah Staf Pusat Penelitian Tanah 1983

	Parmeter tanah				
	sangat rendah	rendah	sedang	tinggi	sangat tinggi
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25% (mg 100 g <sup>-1</sup> )	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray (ppm P)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm P)	<5	5-10	10-15	16-20	>20
K <sub>2</sub> O HCl 25% (mg 100 g <sup>-1</sup> )	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan kation	<2	2-5	6-10	11-20	>20
- Ca (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8	>8
- Mg (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1	>1
- K (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1	>1
- Na (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1	>1
Kejenuhan basah (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80