



**PERAN BAKTERI FOTOSINTETIK *Synechococcus* sp. DAN EKSTRAK  
RUMPUT LAUT DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN  
TANAMAN KEDELAI PADA BERBAGAI KOMPOSISI  
NUTRISI DI LAHAN TEGALAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ari Wahyudi  
NIM 111510501131**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PERAN BAKTERI FOTOSINTETIK *Synechococcus* sp. DAN EKSTRAK  
RUMPUT LAUT DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN  
TANAMAN KEDELAI PADA BERBAGAI KOMPOSISI  
NUTRISI DI LAHAN TEGALAN**

**SKRIPSI**

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
program sarjana (S1) Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

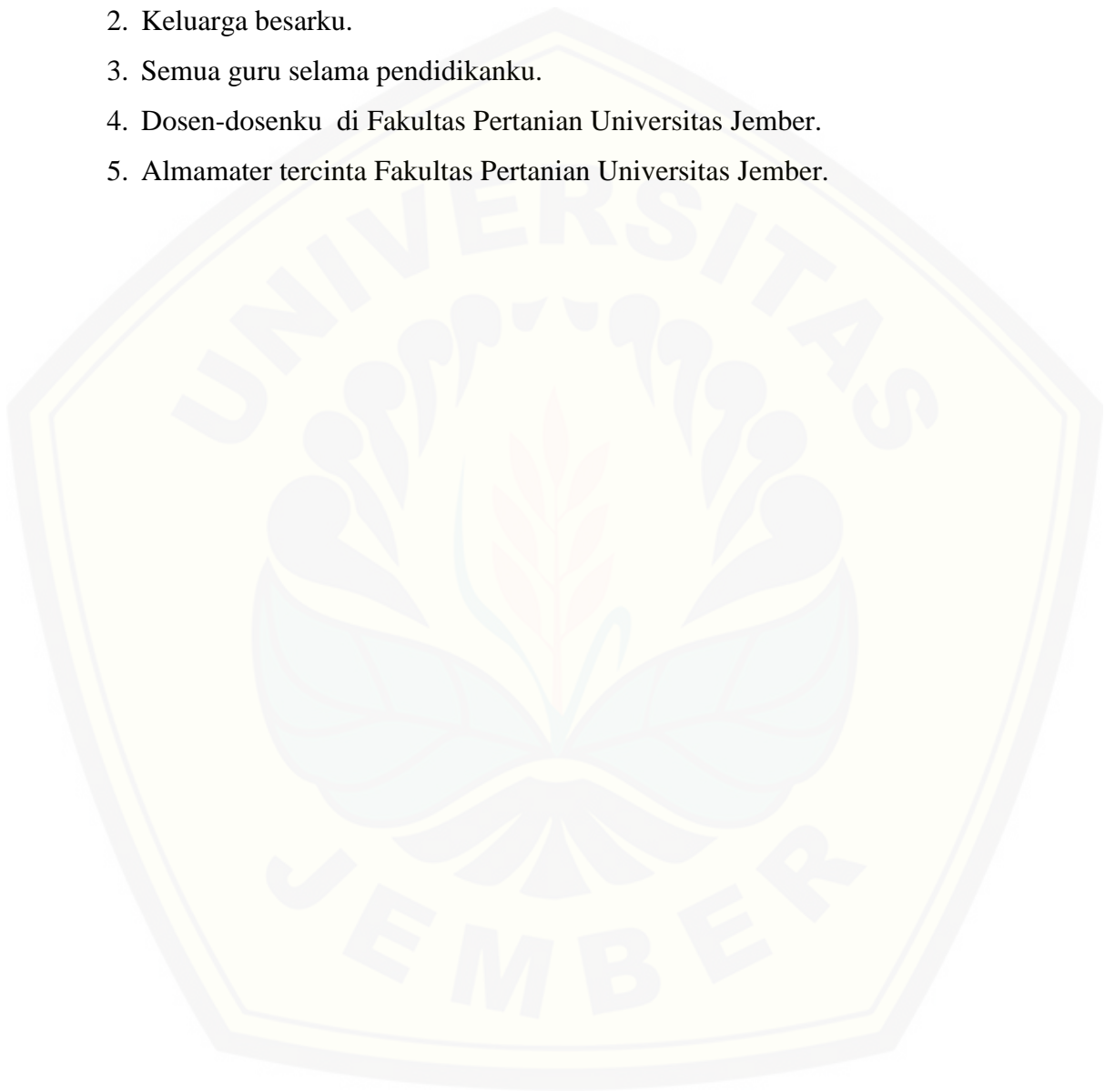
**Ari Wahyudi**  
**NIM 111510501131**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Ibunda Lasemi dan Ayahanda Slamet yang tercinta.
2. Keluarga besarku.
3. Semua guru selama pendidikanku.
4. Dosen-dosenku di Fakultas Pertanian Universitas Jember.
5. Almamater tercinta Fakultas Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

“Tanamlah biji kurma yang ada ditanganmu, walau kiamat sudah datang”  
(Nabi Muhammad SAW)

“Belajar dari kesalahan untuk menjadi yang terbaik”  
(Penulis)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ari Wahyudi

NIM : 111510501131

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Peran Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* Sp. Dan Ekstrak Rumput Laut Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Berbagai Komposisi Nutrisi Di Lahan Tegalan**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 9 Februari 2016  
Yang menyatakan,

Ari Wahyudi  
NIM. 111510501131

**SKRIPSI**

**PERAN BAKTERI FOTOSINTETIK *Synechococcus* sp. DAN EKSTRAK  
RUMPUT LAUT DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN  
TANAMAN KEDELAI PADA BERBAGAI KOMPOSISI  
NUTRISI DI LAHAN TEGALAN**

Oleh

**Ari Wahyudi**  
**NIM 111510501131**

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Anang Syamsunihar, M.P., Ph.D.  
NIP : 19660626 199103 1 002

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Miswar, M.Si.  
NIP : 19641019 1990021 002

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Peran Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* Sp. Dan Ekstrak Rumput Laut Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Berbagai Komposisi Nutrisi Di Lahan Tegalan” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 9 Februari 2016

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Dosen Pembimbing Utama,**

**Dosen Pembimbing Anggota,**

**Ir. Anang Syamsunihar, M.P., Ph.D.**  
NIP. 19660626 199103 1 002

**Dr. Ir. Miswar, M.Si.**  
NIP. 19641019 199002 1 002

**Dosen Penguji I,**

**Dosen Penguji II,**

**Ir. Raden Soedradjad, M.T.**  
NIP. 19570718 198403 1 001

**Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si.**  
NIP. 19650523 199302 2 001

**Mengesahkan**  
**Dekan,**

**Dr. Ir. Jani Januar, MT.**  
NIP. 19590102 198803 1 002

## IJIN PENGGUNAAN PLASMA NUTFAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Ari Wahyudi  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat/Tanggal Lahir : Banyuwangi, 11 Nopember 1992  
Alamat : Dusun Sragi Tengah RT/RW 04/01, Desa Sragi,  
Kecamatan Songgon, Kabupaten Banyuwangi.  
NIM : 111510501131  
Fakultas/Universitas : Pertanian / Universitas Jember  
Prog. Studi/Jurusan : Agroteknologi / Budidaya Pertanian  
Alamat Kampus : Jl. Kalimantan 37 Jember 68121. Telp 0331-337828

Memajukan permohonan penggunaan bakteri fotosintetik (*Synechococcus* sp. strain Situbondo) dan meminta biakan murni untuk penelitian yang berjudul : **“Peran Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* Sp. Dan Ekstrak Rumput Laut Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Berbagai Kondisi Nutrisi Di Lahan Tegalan”**.

Dibuat di : Jember  
Pada Tanggal : 14 April 2015

Menyetujui,

Inventor *Synechococcus* sp. strain Situbondo

Yang mengajukan ijin,

**Ir. R. Soedradjad, MT.**

NIP. 195707181984031001

**Ari Wahyudi**

111510501131



## RINGKASAN

**Peran Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. dan Ekstrak Rumput Laut dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kedelai pada Berbagai Komposisi Nutrisi di Lahan Tegalan;** Ari Wahyudi; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Inovasi teknologi bidang pertanian saat ini mengarah kepada teknologi yang ramah lingkungan. Penggunaan sumber daya lokal merupakan salah satu alternatif untuk mendukung budidaya pertanian. Bakteri *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut merupakan sumber daya lokal yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Keberadaan bakteri *Synechococcus* sp. di permukaan daun dapat merangsang peningkatan produksi asam indol asetat (IAA) dalam tubuh tanaman, yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Rumput laut mengandung hormon dan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga dapat menjadi pendukung pasokan nutrisi dan hormon.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peran bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai pada berbagai kondisi nutrisi di lahan tegalan. Penelitian dilaksanakan di lahan tegalan dengan pohon penaung, bertempat di Dusun Sragi Tengah, Desa Sragi, Kecamatan Songgon, Kabupaten Banyuwangi sejak bulan Maret s/d Agustus 2015. Penelitian mengikuti Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola *split plot*, dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama terdiri dari 4 perlakuan yaitu tanpa pemberian ekstrak rumput laut dan bakteri *Synechococcus* sp. sebagai kontrol (P0), pemberian ekstrak rumput laut (P1), pemberian bakteri *Synechococcus* sp. (P2) dan pemberian ekstrak rumput laut dan bakteri *Synechococcus* sp. (P3). Faktor kedua terdiri dari 3 komposisi nutrisi N:P:K yaitu N1 (10:10:15), N2 (10:15:10) dan N3 (15:15:15). Data diperoleh dengan melakukan pengukuran terhadap tinggi tanaman (cm), jumlah daun per tanaman, jumlah cabang pada batang utama, jumlah bunga terbentuk, jumlah polong, jumlah biji per tanaman, berat biji per tanaman (g), berat 100 biji (g), produksi biji (kg/ha), laju fotosintesis, kandungan klorofil daun ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ ), konduktansi stomata ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ ). Selanjutnya data dianalisis mengikuti prosedur *Analysis of variance* (ANOVA), jika terdapat hasil yang berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian bakteri *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut memiliki nilai rerata pertumbuhan dan rerata produksi biji lebih baik dibandingkan dengan tanaman kontrol. Rerata produksi biji mengalami peningkatan dengan pemberian ekstrak rumput laut 22,38 %, bakteri *synechococcus* sp. 25,78%, dan kombinasi ekstrak rumput laut dan bakteri *synechococcus* sp. 31,95 %. Pemberian dosis nutrisi (N2) merupakan taraf nutrisi yang memiliki nilai rerata produksi biji kedelai terbaik dalam penelitian ini.

## SUMMARY

**The role of photosynthetic bacteria *Synechococcus* sp. and seaweed extract to increasing the growth of soybean plant on various nutrition compositions in dryland;** Ari Wahyudi; 111510501131; Agrotechnology Department; Agricultural Faculty; University of Jember.

Technology innovation in agriculture has based on ecological friendly agriculture. Local natural resources usage is one of alternatives for supporting agriculture. *Synechococcus* sp. and seaweed extract are local resources which potential to be developed. The presence of bacteria *Synechococcus* sp. in the leaf surface stimulate production of indole acetic acid (IAA) in the host plant, which has positive effect on plant growth. Seaweed contains hormones and nutrients needed by plants so it supports nutrients and hormones supply.

The aim of this study is to examine the role of *Synechococcus* sp. photosynthetic bacteria and seaweed extract to increasing the growth of soybean plant on various nutrition compositions in dryland. This research was conducted in shaded dryland, located in Sragi Village, Songgon Distric, Banyuwangi Regency from March till August 2015. This research based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with split plot that contains two factors and three replications. First factor was consist of 4 levels, i.e. with no seaweed extract and *Synechococcus* sp. bacteria as control (P0), seaweed extract (P1), *Synechococcus* sp. (P2) and seaweed extract and *Synechococcus* sp. mixed (P3). Second factor was consist of 3 N:P:K compositions dosages which are N1 (10:10:15), N2 (10:15:10) and N3 (15:15:15). Data was collected from the plant height (cm), the number of leaves per plant, the number of primary branches, the number of flowers, the number of pods, the number of seeds per plant, the seeds weight per plant (g), the weight of 100 seeds (g), seed production (Kg/ha), photosynthetic rate, leaf chlorophyll content ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ ), stomatal conductance ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ ). Data then was analyzed using ANOVA followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT) at  $\alpha=5\%$ .

The results showed that application *Synechococcus* sp. bacteria and the seaweed extract have an average value of growth and seed production better than the control plants. Average seed production has increased by application of seaweed extract (22.38%), bacteria *Synechococcus* sp. (25.78%) and a combination of extracts of seaweed and bacteria *Synechococcus* sp. (31.95%). Nutrients composition of N2 has the highest average value of soybean production.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T. yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun karya tulis yang berjudul “**Peran Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. dan Ekstrak Rumput Laut dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kedelai pada Berbagai Komposisi Nutrisi di Lahan Tegalan**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Karya ilmiah ini berisi tentang peluang memanfaatkan bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut sebagai sumber nutrisi dan hormon dalam mendukung pertumbuhan tanaman kedelai, khususnya yang dibudidayakan di lahan tegalan dengan pohon penangung. Bakteri fotosintetik *Synechococcus* Sp. telah diketahui memiliki pengaruh positif dalam mendukung pertumbuhan tanaman, sedangkan rumput laut memiliki kandungan nutrisi maupun hormon yang berpotensi sebagai sumber hormon dan nutrisi alternative bagi tanaman. Keduanya adalah sumberdaya hayati lokal. Oleh karena itu, informasi ini bisa menambah khasanah ilmu dan aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam menunjang pelaksanaan pertanian berkelanjutan.

Akhirnya penulis berharap semoga Karya Ilmiah (Skripsi) ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat digunakan sebagai acuan penelitian-penelitian selanjutnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini sangat jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Segala koreksi mohon dikirim ke email [asyamsunihar.faperta@unej.ac.id](mailto:asyamsunihar.faperta@unej.ac.id).

Jember, 9 Februari 2016

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

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

1. Ibunda Lasmi, ayahanda Slamet, adikku Riyan Kurniawan dan keluarga tercinta atas segala pengorbanan, dukungan baik moril maupun materil serta do'a yang selalu dipanjatkan yang mungkin tidak dapat terbalas dengan apapun demi kelancaran penyusunan karya tulis ini;
2. Ir. Anang Syamsunihar, M.P., Ph.D. dan Dr. Ir. Miswar, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, pendanaan serta perhatiannya dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Ir. Raden Soedradjad, M.T. dan Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan evaluasi, perbaikan, dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan karya tulis ini;
4. Dr. Ir. Jani Januar, MT. selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D. DIC. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
5. Prof. Dr. Ir. Wiwiek Sri Wahyuni, MS. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan dan motivasi selama menjalani pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Jember;
6. Ketua, Sekretaris dan Ketua Komisi Pendidikan Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Jember yang turut membantu kelancaran pelaksanaan karya tulis ini;
7. Teman spesialku Fatmawati Ningtias yang telah memberikan semangat dan motivasi demi kelancaran penulisan karya ilmiah ini;
8. Keluarga besar angkatan 2011 Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan warna baru dalam kehidupan penulis selama menempuh pendidikan sarjana.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan selama mengikuti studi dan penulisan karya tulis ini.

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN IJIN PENGGUNAAN PLASMA NUTFAH</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Bakteri Fotosintetik <i>Synechococcus</i> sp. ....	5
2.2 Rumput Laut .....	6
2.3 Tinjauan Umum Tanaman Kedelai .....	8
2.4 Arti Penting N, P, dan K .....	9
2.5 Potensi Tanah Tegalan .....	10
2.6 Hipotesis .....	11
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>12</b>

3.1 Tempat dan Waktu .....	12
3.2 Bahan dan Alat .....	12
3.3 Rancangan Penelitian .....	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	14
3.5 Pengumpulan Data .....	17
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Kondisi Umum Kedelai Dan Lokasi Penelitian.....	19
4.2 Hasil dan Analisis penelitian .....	21
4.3 Pembahasan .....	33
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>48</b>

**DAFTAR GAMBAR**

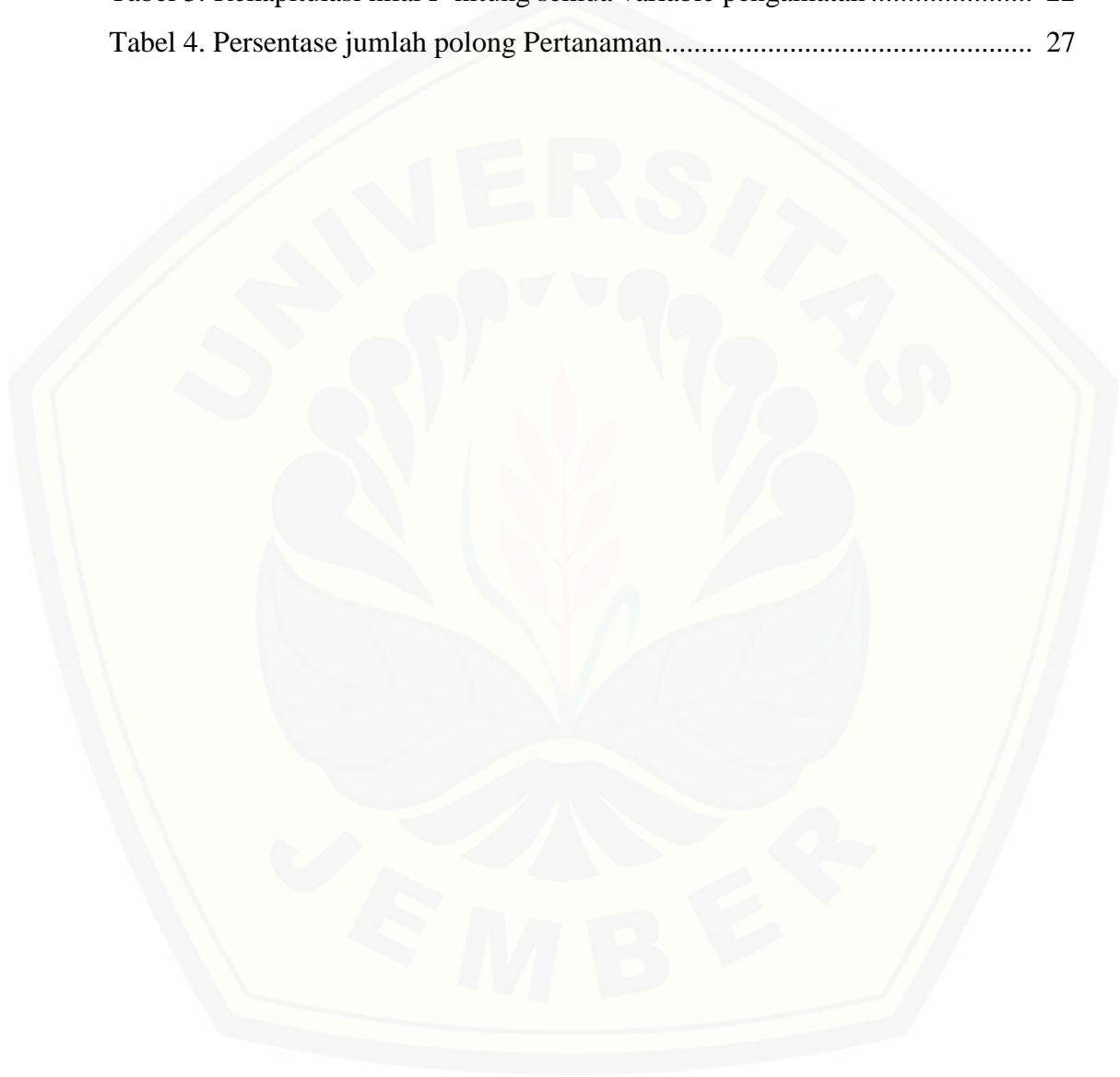
	Halaman
Gambar 1. Pengamatan mikroskopis bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan filosfer permukaan daun .....	6
Gambar 2. Rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> dan <i>Sargassum</i> sp. ....	7
Gambar 3. Grafik temperatur (°C) dan kelembaban relatif (%) .....	20
Gambar 4. Intensitas sinar matahari pada setiap petak perlakuan .....	20
Gambar 5. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap tinggi tanaman kedelai pada berbagai komposisi nutrisi .....	23
Gambar 6. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap jumlah daun kedelai pada berbagai komposisi nutrisi..	24
Gambar 7. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap jumlah cabang kedelai pada berbagai komposisi nutrisi.....	25
Gambar 8. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap jumlah bunga kedelai pada berbagai komposisi nutrisi.....	25
Gambar 9. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap jumlah polong kedelai pada berbagai komposisi nutrisi.....	26
Gambar 10. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap jumlah biji per tanaman kedelai pada berbagai komposisi nutrisi .....	28
Gambar 11. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap berat biji per tanaman kedelai pada berbagai komposisi nutrisi .....	29
Gambar 12. Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap berat 100 biji kedelai pada berbagai komposisi nutrisi.....	29

Gambar 13	Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap berat biji produksi kedelai.....	30
Gambar 14	Pengaruh komposisi nutrisi terhadap berat biji produksi kedelai Kg.....	30
Gambar 15.	Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap laju fotosintesis kedelai.....	31
Gambar 16.	Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap kandungan klorofil kedelai pada berbagai dosis nutrisi.....	32
Gambar 17.	Peran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dan ekstrak rumput laut terhadap daya hantar stomata kedelai pada berbagai dosis nutrisi.....	33



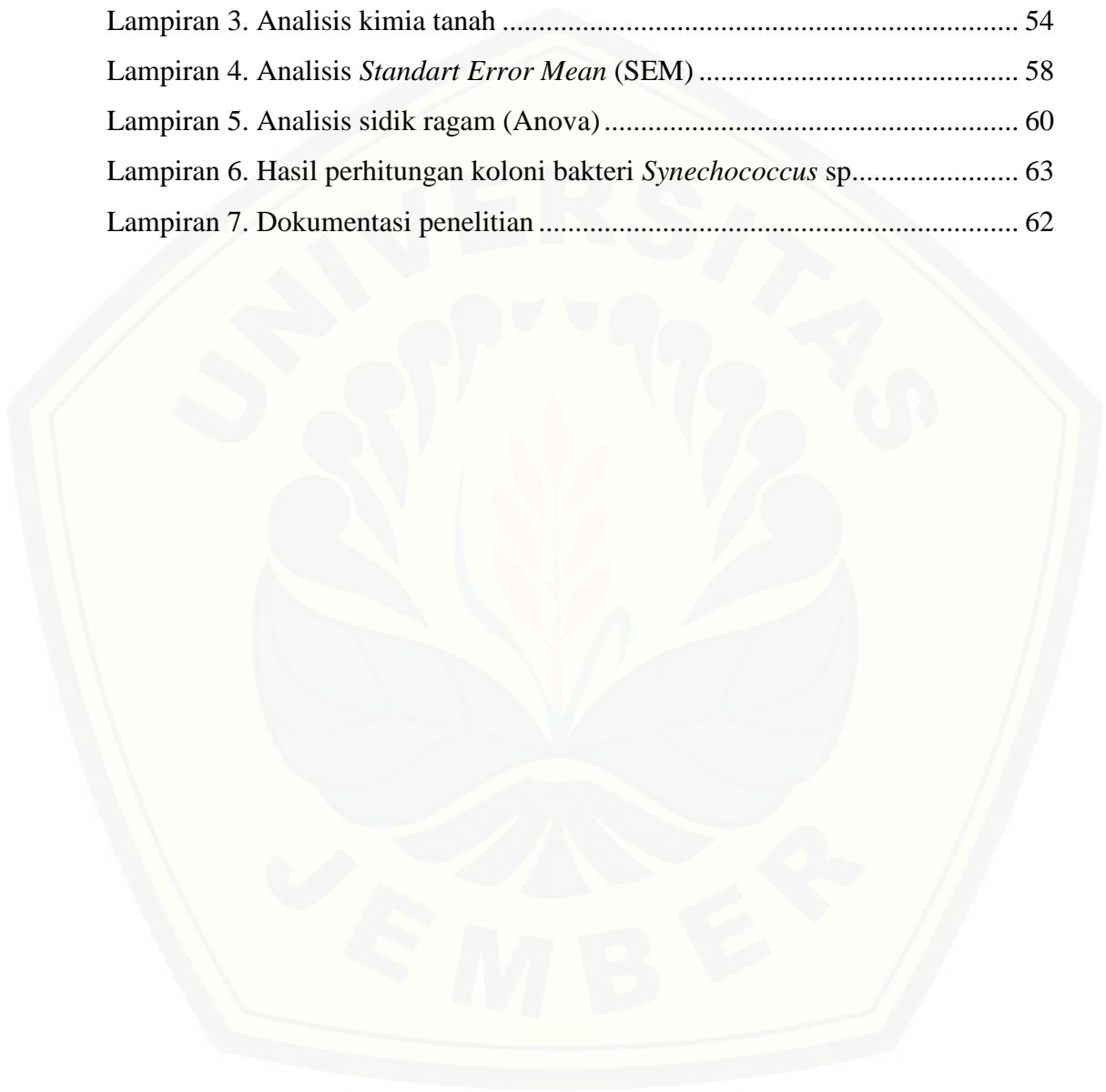
**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan penelitian .....	21
Tabel 2. Hasil analisis sifat kimia pupuk kandang yang digunakan .....	21
Tabel 3. Rekapitulasi nilai F-hitung semua variable pengamatan .....	22
Tabel 4. Persentase jumlah polong Pertanaman.....	27



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Kriteria penilaian sifat kimia tanah .....	48
Lampiran 2. Perhitungan dosis pupuk.....	49
Lampiran 3. Analisis kimia tanah .....	54
Lampiran 4. Analisis <i>Standart Error Mean</i> (SEM) .....	58
Lampiran 5. Analisis sidik ragam (Anova) .....	60
Lampiran 6. Hasil perhitungan koloni bakteri <i>Synechococcus</i> sp.....	63
Lampiran 7. Dokumentasi penelitian .....	62



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Inovasi teknologi bidang pertanian hingga saat ini mengalami perkembangan yang signifikan, hal ini banyak memunculkan berbagai inovasi teknologi yang ramah lingkungan. Teknologi ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan guna mendukung kegiatan budidaya tanaman adalah pemanfaatan mikroorganisme menguntungkan. Salah satu mikroorganisme tersebut adalah bakteri kelompok cyanobacteria yang disebut dengan ganggang biru hijau (Fay, 1992). Cyanobacteria merupakan bakteri fotosintetik yang memiliki pigmen klorofil a, karotenoid, dan fikobiliprotein, sehingga memungkinkan untuk melakukan fotosintesis sendiri.

Bakteri kelompok cyanobacteria mampu melakukan fotosintesis sendiri serta dapat tumbuh dengan baik pada permukaan tanaman, baik di atas permukaan daun, batang, maupun buah. Habitat bakteri yang ada pada permukaan daun tanaman disebut dengan filosfer (*Phyllosphere*) dan habitat yang langsung di dalam permukaan daun disebut dengan filoplan (*Phylloplane*). Cyanobacteria yang hidup pada permukaan daun tergantung dari pengaruh bahan-bahan nutritif utama berupa glukosa, sukrosa atau asam amino di dalam daun yang terdifusi keluar. Menurut Rai *et al.* (2000) asosiasi kelompok bakteri cyanobacteria dengan tanaman, merupakan interaksi antara simbiosis dan inang serta modifikasi metabolik yang menyebabkan pertukaran nutrisi secara *biotropik*.

Bakteri dari kelompok cyanobacteria yang menggunakan oksigen sebagai oksidator, diantaranya *Synechococcus* sp. *Synechococcus* sp. diketahui hidup di filosfer dan mempunyai kemampuan memanfaatkan energi cahaya untuk memecah air yang digunakan sebagai fotosintesis. Keberadaan bakteri *Synechococcus* sp. di permukaan daun dapat merangsang peningkatan produksi asam indolasetat (IAA) dalam tubuh tanaman, Hal ini dapat memberikan hasil positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Setia dkk. (2013) menerangkan bahwa asosiasi bakteri *Synechococcus* sp. dengan tanaman dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis tanaman. Hasil penelitian Adi (2009) menunjukkan bahwa perlakuan media dengan bakteri

*Synechococcus* sp. memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan klorofil daun yang relatif lebih tinggi yaitu 24,93 µg/g dibandingkan dengan kontrol yaitu 20,56 µg/g, dengan adanya kandungan klorofil yang semakin banyak per satuan luas daun, maka laju fotosintesis tanaman akan meningkat.

Peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman juga dapat dilakukan dengan pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Mengingat mahalnya harga ZPT dipasaran maka diperlukan alternatif untuk memperoleh ZPT tersebut. ZPT dapat diperoleh dari pemanfaatan sumber daya lokal yang ada, salah satunya dapat diperoleh dari ekstrak rumput laut. Telah banyak penelitian yang menggunakan ekstrak rumput laut sebagai substitusi ZPT dan terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Kusmaningrum dkk., (2007) diketahui bahwa rumput laut mengandung senyawa auksi, giberelin, dan sitokinin serta mengandung senyawa bioaktif lain, seperti triterpenoid, steroid dan fenolat yang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Hasil penelitian Sedayu *et al.*, (2013) mengungkapkan bahwa ekstrak cairan (*sap*) rumput laut *Eucheuma Cottonii* mengandung giberelin yang terdiri dari *gibberellic acid* GA3 dan GA7 sebesar 128 dan 110 ppm, sitokinin yang terdiri dari zeatin dan kinetin sebesar 117 dan 73 ppm, dan auksin berupa *Indole Acetic Acid* (IAA) sebesar 160 ppm. Hasil penelitian lainnya Basmal *et al.*, (2009) menggunakan rumput laut *Sargassum* sp. zat pengatur tumbuh yang terkandung meliputi: auksin (IAA) = 91,48 ppm, sitokinin (zeatin = 70,27 ppm dan kinetin=84,71 ppm) serta giberelin (GA3) 107,72 ppm. Dalam rumput laut juga ditemukan unsur hara makro N,P,K dan unsur hara mikro seperti Fe, B, Mn, Zn, Mo, Cu, dan Cl. Berdasarkan hal tersebut potensi rumput laut sebagai asupan nutrisi dan ZPT sangat potensial untuk digunakan, mengingat sumber bahan baku tersedia sangat melimpah terutama di daerah –daerah kepulauan.

Kedelai merupakan komoditi bahan pangan nasional yang hingga saat ini produksinya selalu mengalami *devisit* atau kekurangan, sehingga perlu untuk ditingkatkan (Zahra, 2011). Sebagai sumber makanan kedelai banyak digemari sebaaian besar masyarakat Indonesia. Telah diketahui bahwa kedelai memiliki protein paling baik karena mempunyai susunan asam amino esensial paling

lengkap, sehingga kedelai banyak diolah menjadi berbagai bahan makanan (Setia *et al.*, 2013).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik<sup>2</sup> (2015), Produksi kedelai pada tahun 2014 (angka sementara) sebesar 953,96 ribu ton biji kering mengalami peningkatan sebesar 173,96 ribu ton (22,30 persen) dibandingkan tahun 2013. Produksi kedelai pada tahun 2013 (angka ramalan) diperkirakan 847,16 ribu ton biji kering atau mengalami peningkatan sebesar 4,00 ribu ton (0,47 persen) dibandingkan tahun 2012 (Badan Pusat Statistik<sup>1</sup>, 2013). Peningkatan produksi kedelai terjadi di Pulau Jawa sebanyak 100,20 ribu ton dan diluar pulau jawa sebanyak 73,76 ribu ton. Kenaikan produksi ini terjadi karena kenaikan luas panen seluas 64,23 ribu hektar (11,66 persen) dan kenaikan produktivitas sebesar 1,35 kuintal/hektar (9,53%).

Adapun kebutuhan masyarakat akan kedelai mencapai 2,54 juta ton, sehingga untuk memenuhi kebutuhan masyarakat pemerintah mengimpor sebanyak 1,59 juta ton kedelai dari sejumlah negara (Badan Pusat Statistik<sup>2</sup>, 2015). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri. Program ekstensifikasi dan pemanfaatan sumber daya lokal merupakan upaya yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi kedelai (Sumarno *et al.*, 1991). Salah satu bentuk program ekstensifikasi adalah dengan memanfaatkan dan memperluas lahan untuk tanam kedelai. Indonesia memiliki lahan marginal yang sangat luas dan lahan tersebut memiliki potensi yang tinggi untuk dikembangkan sebagai lahan produksi kedelai.

Peningkatan produksi kedelai perlu didukung dengan pemenuhan nutrisi yang cukup. Menurut Mulyadi (2012), selama satu kali tanam kedelai akan menyerap nitrogen, fosfor dan kalium dalam jumlah yang relatif besar. Pemberian nutrisi ke dalam tanaman dalam jumlah yang rasional dapat meningkatkan produksi dan kualitas hasil tanaman (Sarief, 1986 *dalam* Mulyadi, 2012). Dari hasil penelitian Kuo dan Neal (1984); Mardawilis, (2004); Zahrah, (2006); dan (Rover, 2009) *dalam* (Zahrah, 2011) dilaporkan bahwa pemberian pupuk N, P, dan K mampu meningkatkan serapan nutrisi dan produksi tanaman. Pada umumnya setiap areal tanam memiliki kandungan nutrisi yang berbeda – beda, hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, oleh sebab itu maka

perlu dilakukan pengujian pengaruh berbagai dosis nutrisi terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Berdasarkan informasi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang peranan bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai pada berbagai kondisi nutrisi di lahan tegalan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan uraian diatas adalah sebagai berikut :

1. Apakah aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan tegalan ?
2. Apakah komposisi N:P:K berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan tegalan ?

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

### 1.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan tegalan.
2. Mendapatkan komposisi N:P:K yang berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan tegalan.

### 1.3.2. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna dalam usaha peningkatan produksi tanaman kedelai dengan memanfaatkan lahan marginal (tegalan) serta memanfaatkan sumber daya lokal. Informasi tersebut juga berguna bagi para peneliti untuk mengembangkan penelitian di masa yang akan datang

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp.

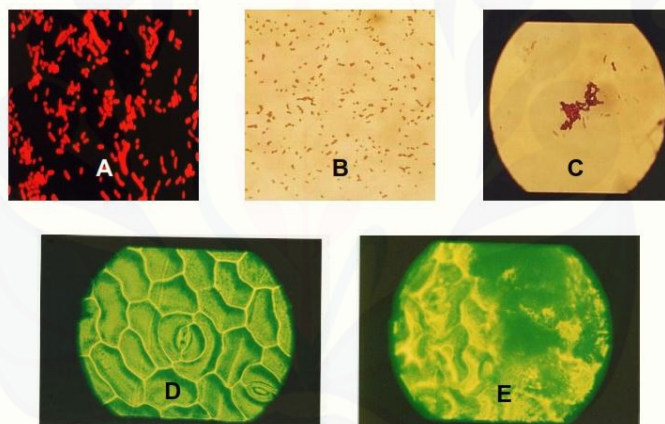
Bakteri *Synechococcus* sp. merupakan salah satu dari kelompok Cyanobacteria yang disebut ganggang biru hijau (Fay, 1992). Cyanobacteria juga dikenal sebagai bakteri fotosintetik, karena mampu melakukan proses fotosintesis sendiri. Cyanobacteria secara umum sangat bervariasi pada habitat alami dan seringkali jumlahnya berlimpah pada lingkungan air tawar serta terdapat pada lingkungan daratan (Fogg *et al.* 1973). Bakteri ini digolongkan ke dalam organisme uniseluler sederhana (sering mempunyai kecenderungan untuk membentuk kelompok dan koloni). Bakteri ini merupakan golongan bakteri prokariot dengan jumlah terbesar, sangat beragam jenis dan bentuknya, serta terluas penyebarannya diantara kelompok prokariot yang mampu melakukan fotosintesis lainnya. Selain itu cyanobacteria dapat tumbuh pada tempat-tempat ekstrem dan mampu memfiksasi molekul nitrogen (Schlegel dan Schmidt, 1994).

Kemampuan yang lebih menarik dari bakteri kelompok cyanobacteria adalah kemampuannya dalam memfiksasi nitrogen (Rao, 1994 ; Sergeeva, 2001). Penambatan atau fiksasi-N dan fotosintesis oksigenik, sebenarnya *incompatible* karena enzim nitrogenase yang berperan dalam reduksi N<sub>2</sub> menjadi tidak aktif dengan adanya konsentrasi oksigen, walaupun dalam jumlah yang kecil. Namun, Cyanobacteria mampu mengatasi *incompatibility* tersebut dengan membagi peran diantara sel-sel anoksiknya. Dimana fiksasi-N diperankan sel yang disebut *heterocyst* dan fotosintesis diperankan oleh sel vegetatif yang mengandung *phycobillin* (Ibrahim dan Setiyono, 2007).

Asosiasi bakteri *Synechococcus* sp. dengan tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan pada tanaman inang. Menurut Rai *et al.* (2000) asosiasi kelompok bakteri cyanobacteria dengan tanaman, merupakan interaksi antara simbiosis dan inang serta modifikasi metabolik yang menyebabkan pertukaran nutrisi secara *biotropik*. Asosiasi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. pada daun tanaman kedelai memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kandungan auksin pada tanaman kedelai. Hal ini dimungkinkan akibat respon terhadap asam indol

asetat (IAA) yang produksinya dirangsang oleh bakteri atau mungkin sebagai respon terhadap etilen yang dirangsang oleh IAA. Peranan auksin sebagai hormon endogen diperlukan oleh tumbuhan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan (Mulyanto, 2009).

Menurut Syamsunihar dkk., (2007) keberadaan bakteri *Synechococcus* sp. pada tanaman ini menyebabkan tanaman tidak mengalami perubahan bentuk jaringan seperti tumor sebagai indikator adanya infeksi oleh bakteri tersebut, meskipun terjadi perbedaan pada bagian mesofil tanaman yang diinokulasi dan yang tidak diinokulasi bakteri. Prasetya (2005) juga menjelaskan bahwa inokulasi bakteri *Synechococcus* sp. secara umum tidak merubah morfologis daun, tetapi terdapat perubahan fungsional secara anatomis yaitu penebalan sel epidermis adaxial dan jaringan mesofil.



Gambar 1. Pengamatan mikroskopis bakteri *Synechococcus* sp. dan filusfer permukaan daun; A. *Synechococcus* sp. dalam jurnal Microbial Biorealm (sebagai pembandingan); B. *Synechococcus* sp. hasil pewarnaan perbesaran 800X; C. Koloni *Synechococcus* sp. pada perbesaran 1000 X; D. Permukaan daun tanaman tanpa aplikasi *Synechococcus* sp. E. Permukaan daun tanaman dengan aplikasi *Synechococcus* sp. (Sumber: Soedradjad dan Avivi<sup>1</sup>, 2005).

## 2.2 Rumput laut

Terdapat dua jenis rumput laut yang telah banyak digunakan sebagai Zat Pengatur Tumbuh tanaman dan terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu *Eucheuma* sp. dan *Sargassum* sp. Hasil penelitian Sedayu *et al.* (2013), Ekstrak cairan (*sap*) rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dianalisis menggunakan



HPLC menunjukkan hasil positif akan keberadaan kandungan hormon pemacu tumbuh tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa *sap E. cottonii* mengandung giberelin yang terdiri dari *gibberellic acid* GA3 dan GA7 sebesar 128 dan 110 ppm, sitokinin yang terdiri dari zeatin dan kinetin sebesar 117 dan 73 ppm, dan auksin berupa *Indole Acetic Acid* (IAA) sebesar 160 ppm. Hormon pemacu tumbuh tidak hanya dapat meningkatkan produksi, tetapi juga meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan serangan serangga, serta memperbaiki struktur tanah (Basmal, 2009 dalam Ambarita *et al.*, 2014).



Gambar 2. Rumput laut *Eucheuma cottonii* (a) dan *Sargassum* sp. (b)  
(sumber. [www.google.com](http://www.google.com))

Selain mengandung hormon, dalam rumput laut juga ditemukan beberapa unsur hara penting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di dalam *thallus* rumput laut *Sargassum* sp. ditemukan unsur hara makro N, P, K dan unsur hara mikro seperti Fe, B, Mn, Zn, Mo, Cu, dan Cl, sedangkan zat pengatur tumbuh yang terkandung meliputi: auksin (IAA) = 91,48 ppm, sitokinin (zeatin = 70,27 ppm dan kinetin=84,71 ppm) serta giberelin (GA3) 107,72 ppm (Basmal *et al.*,2009). Hasil penelitian Handayani *et al.* (2004) menyebutkan bahwa rumput laut *Sargassum* sp. mengandung unsur hara Ca 1540,66 mg/100g; Fe 132,65 mg/100g; P 474,03 mg/100g; abu (mineral) 36,93%; dan protein 5,19 %. Unsur hara yang terdapat dalam rumput laut berasal dari air laut, sebab air laut mengandung natrium, klor, bromida, yodium, fosfor, nitrogen, dan karbondioksida. Unsur-unsur hara tersebut yang akan terdeposit di dalam *thallus* rumput laut (Anom, 2003 dalam Basmal, 2010).

### 2.3 Tinjauan Umum Tanaman Kedelai

Kedelai tergolong dalam jenis tumbuhan berbiji tertutup, bijinya terdiri atas dua keping biji, merupakan jenis tanaman polong-polongan. Kedelai dibagi menjadi dua spesies, yaitu disebut kedelai putih (*Glycine max*), yang bijinya biasa berwarna kuning, agak putih, atau hijau dan kedelai hitam (*Glycine soja*) berbiji hitam. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai dibagi menjadi dua fase penting, yaitu fase vegetatif yang dihitung sejak tanaman muncul dari dalam tanah dan fase reproduktif yang dihitung sejak awal berbunga sampai biji masak fisiologis. Periode vegetatif ditandai dengan pembentukan buku dan daun baru serta akumulasi berat kering bagian vegetatif tanaman (Danarti dan Najiyati, 1992). Periode pertumbuhan reproduktif (generatif) dihitung sejak tanaman kedelai mulai berbunga sampai pembentukan polong, perkembangan biji, dan pemasakan biji (Irwan, 2006).

Pitojo (2003) secara umum mengklasifikasikan taksonomi tanaman kedelai sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermathophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae
Sub Famili	: Papilionoidae
Genus	: Glycine
Spesies	: <i>Glycine max</i> L. Merr

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dapat tumbuh baik pada berbagai tanah dengan syarat drainase tanah cukup baik, serta ketersediaan air yang cukup selama pertumbuhan tanaman. Tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan faktor lingkungan. Pertumbuhannya dapat lebih baik pada struktur tanah yang subur, bebas dari rumput dan teknik penanaman yang baik dan tepat. Respon kedelai terhadap perubahan lingkungan akan menjadi menguntungkan dengan memilih varietas yang sesuai, waktu tanam yang tepat, dan pemupukan dengan populasi tanaman yang tepat (Suprpto, 1992).

Varietas kedelai yang banyak dikembangkan di wilayah Jember-Banyuwangi dan sekitarnya adalah varietas Baluran, potensi hasil varietas ini adalah 2,5-3,5 ton/ha, namun pada kenyataannya di lapang target produksi sering kali tidak tercapai. Program Ekstensifikasi, Intensifikasi serta pemanfaatan sumber daya lokal merupakan upaya yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri (Sumarno *et al.*, 1991). Kebutuhan nutrisi dalam setiap fase pertumbuhan berbeda-beda. Fase inisiasi bunga merupakan salah satu fase kritis tanaman yang membutuhkan suplai unsur nitrogen dalam jumlah cukup karena pada fase inisiasi bunga ini menjadi awal perkembangan bunga meliputi penyerbukan dan pembuahan hingga pertumbuhan biji. Fase pembentukan polong termasuk dalam stadia pertumbuhan generatif, fase ini juga termasuk dalam fase kritis tanaman dimana kebutuhan suplai nutrisi terutama nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang cukup sebagai tempat perkembangan dan pemasakan biji (Gardner *et al.*, 1991).

#### **2.4 Arti Penting Pupuk N, P, K**

Nitrogen (N) merupakan salah satu hara makro yang menjadi pembatas utama produksi tanaman, baik di daerah tropis maupun di daerah-daerah beriklim sedang. Kebutuhan N tanaman kedelai dapat mencapai 92 g/kg biji untuk hasil biji yang optimum. Penggunaan N oleh tanaman kedelai berasal dari berbagai sumber, yaitu materi organik tanah yang termineralisasi, penambatan N secara simbiosis dan N dari jaringan tanaman (Soedradjad dan Avivi, 2005). Menurut Edmeades *et al.* (1994), sekitar 90% pertanaman kedelai di daerah tropis pada lahan kering dan sawah tadah hujan, hasilnya dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen (Mayani dan Hapsoh, 2011).

Menurut Tuherkih dan Sipahutar (2008), Peningkatan dosis pemupukan N di dalam tanah secara langsung dapat meningkatkan kadar protein (N) dan produksi tanaman. Pemenuhan unsur N saja tanpa P dan K akan menyebabkan tanaman mudah rebah, peka terhadap serangan hama penyakit dan menurunnya kualitas produksi (Rauf *et al.*, 2000). Pemupukan P yang dilakukan terus menerus tanpa menghiraukan kadar P tanah yang sudah jenuh, mengakibatkan menurunnya

tanggap tanaman terhadap pemupukan P (Goenadi, 2006) dan tanaman yang dipupuk P dan K saja tanpa disertai N, hanya mampu menaikkan produksi yang lebih rendah (Winarso, 2005).

Hasil penelitian Reid dan Bohner (2007), menunjukkan bahwa kadar K dalam daun berkorelasi positif dengan respon kedelai terhadap pemupukan K. Respon tanaman kedelai terhadap pemupukan K sering kali berkorelasi dengan kadar K tertukar dalam tanah (Nursyamsi, 2006). Hasil penelitian lain menunjukkan adanya korelasi positif antara bobot kering tanaman dengan dosis pupuk K (Parthipan dan Kulasooriya, 1989; Premaratne dan Oertli, 1994). Peningkatan kadar N dari proses fiksasi  $N_2$  dan kadar K diperlukan untuk pembentukan asam amino, protein dan minyak biji (Haq dan Mallarino (2005) dalam Nursyamsi, 2006).

Unsur P yang ada dalam kandungan pupuk N, P, K berperan penting dalam sintesis ATP dan NADPH sebagai suplai energi dalam pembentukan bintil akar dan bekerjanya proses penambatan N oleh Rhizobium. Kandungan P total dalam jaringan tanaman selain berasal dari proses penyerapan unsur P yang berasal dari tanah, juga adanya sumbangan P yang berasal dari proses katabolisme energi yang digunakan dalam berbagai reaksi metabolik (Mulyadi, 2012). Menurut Tisdale *et al.*, (1985), perubahan P akar tanaman dibedakan menjadi tiga fase, yaitu ; (1) Perubahan P anorganik yang baru diserap tanaman menjadi bentuk senyawa organik, (2) Perubahan P dari ATP menjadi ADP dan (3) Pemecahan dari pirofosfat atau fosfat secara hidrolisis.

## 2.5 Potensi Tanah Tegalan

Tanah tegalan merupakan bagian dari lahan kering yang mempunyai potensi besar untuk usaha pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura (sayuran dan buah-buahan) maupun tanaman tahunan dan peternakan. Dari segi luas, potensi lahan kering di Indonesia tergolong tinggi, namun terdapat permasalahan biofisik dan sosial ekonomi yang harus diatasi untuk meningkatkan produktivitasnya secara berkelanjutan. Telah diketahui bahwa lahan tegalan memiliki daya simpan air, kandungan bahan organik dan juga kandungan unsur hara yang rendah, sehingga membutuhkan pengelolaan yang intensif. Beberapa tindakan untuk menanggulangi

faktor pembatas biofisik lahan meliputi pengelolaan kesuburan tanah, konservasi dan rehabilitasi tanah, serta pengelolaan sumber daya air secara efisien (Abdurachman *et al.*, 2008).

Tanah tegalan memiliki suasana aerob, sehingga tekstur tanah seperti pasir debu, liat sangat berperan dalam tata air dan udara tanah. Tanah tegalan memiliki kandungan organik yang rendah jika dibandingkan dengan lahan sawah, hal ini diakibatkan oleh pelapukan yang terjadi dilahan tegalan akan berlangsung dengan cepat, sedangkan bahan organik yang berada di lahan sawah pelapukan yang terjadi berjalan secara lambat (Tangketasik dkk., 2012).

## 2.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tela'ah pustaka yang telah disajikan, maka hipotesis penelitian ini adalah ;

1. Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan tegalan.
2. Komposisi N:P:K berimbang meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan tegalan.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di lahan tegalan dengan pohon penayang, bertempat di Dusun Sragi Tengah, Desa Sragi, Kecamatan Songgon, Kabupaten Banyuwangi. Berlangsung mulai dari bulan Maret 2015 s/d Agustus 2015.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas baluran, Bakteri *Synechococcus* sp., pupuk N,P,K dengan berbagai komposisi, ekstrak rumput laut *Sargassum* sp., serta berbagai bahan-bahan lain yang mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Peralatan yang akan digunakan terdiri atas; cangkul, timbangan analitik, meteran, hand sprayer, timba, oven, saringan, cutter, termometer, *photosintetic yield analyzer*, *chlorophyll* meter SPAD-502, Leaf Porometer, dan *Lux* Meter, serta peralatan pendukung lainnya.

#### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola *split plot*, dengan dua faktor yaitu pemberian ekstrak rumput laut dan bakteri *Synechococcus* sp. melalui daun (P) dan faktor komposisi nutrisi (N) di ulang sebanyak tiga kali setiap perlakuan dengan sampel sebanyak sepuluh tanaman.

Detail faktor perlakuan dalam percobaan ini diuraikan sebagai berikut;

- a. P0 = Tanpa pemberian bakteri *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut (Kontrol)
- b. P1 = Perlakuan pemberian ekstrak rumput laut
- c. P2 = Perlakuan pemberian bakteri *Synechococcus* sp.
- d. P3 = Perlakuan pemberian ekstrak rumput laut dan bakteri *Synechococcus* sp.

Faktor kedua perlakuan komposisi nutrisi (N) terdiri dari 3 taraf, yakni :

- a. N1 = Pemberian N,P,K dengan perbandingan, (10:10:15)  
(Urea 107,14 kg ; SP-36 107,14 kg ; KCL 160,72 kg)
- b. N2 = Pemberian N,P,K dengan perbandingan, (10:15:10)  
(Urea 107,14 kg ; SP-36 160,72 kg ; KCL 107,14 kg)
- c. N3 = Pemberian N,P,K dengan perbandingan, (15:15:15)  
(Urea 125 kg ; SP-36 125 kg ; KCL 125 kg)

Model linier aditif dari rancangan acak kelompok (RAK) pola *split plot* dua faktor adalah

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

Keterangan :

- i = 1,2,3,4 (faktor pemberian)
- j = 1,2,3 (faktor komposisi nutrisi)
- k = 1,2,3 (ulangan)
- $Y_{ijk}$  = pengamatan pada satuan percobaan ke-i yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-j dari faktor A (faktor pemberian) dan taraf ke-k dari faktor B (faktor dosis nutrisi)
- $\mu$  = nilai rata-rata yang sesungguhnya (rata-rata populasi)
- $\rho_k$  = pengaruh aditif dari kelompok ke k
- $\alpha_i$  = pengaruh aditif taraf ke-i dari faktor A (faktor pemberian)
- $\beta_j$  = pengaruh aditif taraf ke-j dari faktor B (faktor dosis nutrisi)
- $(\alpha\beta)_{ij}$  = pengaruh aditif taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B
- $\gamma_{ik}$  = pengaruh acak dari petak utama, yang muncul pada taraf ke-I dari faktor A dalam kelompok ke-k. sering disebut galat petak utama.  $\gamma_{ik} \sim N(0, \sigma_\gamma^2)$ .
- $\epsilon_{ijk}$  = pengaruh acak dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij.  $\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$ . (Setiawan, 2009).

Perlakuan akan terdiri dari 12 kombinasi dengan 3 kali ulangan, dimana setiap petak perlakuan terdapat 64 tanaman kedelai. Sampel yang digunakan sebanyak 10 tanaman kedelai untuk setiap petak perlakuan. Data yang diperoleh akan di uji menggunakan SPSS 21, jika data menunjukkan homogen, independent, dan normal selanjutnya akan dilanjutkan dengan analisis sidik ragam (Anova), jika terdapat

perlakuan yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan. Data yang tidak sesuai dengan syarat anova dilanjutkan uji menggunakan *Standard Error Mean* (SEM) dimana nilai tengah rata-rata setiap kombinasi perlakuan dibedakan secara statistik dengan nilai simpangan baku nyata rata-rata di lapangan.

Rumus untuk menghitung SEM yaitu :

$$S^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}$$

Keterangan :

$S^2$  = Standard deviasi

$xi$  = Nilai pengamatan ke-i

$\bar{x}$  = Rerata nilai pengamatan perlakuan

$n$  = Jumlah ulangan (Zar, 1999).

$$SE \text{ (standard error)} = \frac{S^2}{\sqrt{n}} \text{ (brown, 1999).}$$

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Analisis Pendahuluan

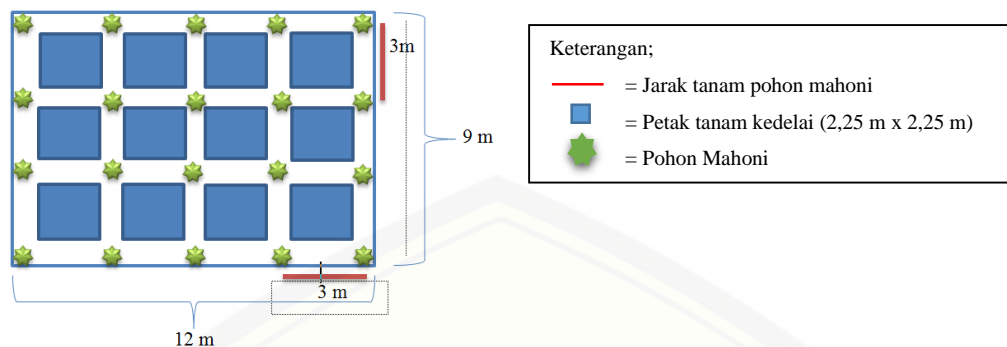
Analisis pendahuluan yang dilakukan yaitu melakukan analisis kandungan kimia tanah yang terdiri atas : N total, P total, K total, N tersedia, P tersedia, serta K tersedia, dan melakukan analisis kandungan C/N ratio pada pupuk kandang yang digunakan. Analisis ini dilakukan di Laboratorium tanah Universitas Politeknik Negeri Jember.

#### 3.4.2 Persiapan lahan

Lahan yang digunakan merupakan lahan marginal (tegalan), dimana dalam lahan tersebut telah ada tanaman mahoni dengan jarak tanam 3 m x 3 m. Tanaman kedelai akan ditanam pada sela tanaman mahoni sehingga perlu dilakukan pemetakan, total petak yang akan dibentuk sebanyak 36 petak dengan luasan masing-masing 5,0625 m<sup>2</sup>. Sebelum dilakukan penanaman semua areal tanam diberikan pupuk kandang 1 ton/ha.



## Denah Lahan



## 3.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan menanam 3 benih per lubang tanam pada kedalaman 2 cm dari permukaan tanah, kemudian lubang tanam di tutup kembali menggunakan tanah halus.

3.4.4 Perbanyak Biakan Bakteri *Synechococcus* sp.

Perbanyak biakan bakteri *Synechococcus* sp. dilakukan dengan memperbanyak induk dari simpanan pada media biakan. Perbanyak dilakukan dengan cara mencampurkan 5 ml biakan bakteri murni *Synechococcus* sp., 25 gram gula pasir dan 12,5 gram urea ke dalam 1 liter air aquades. Selanjutnya larutan di inkubasi selama 2x24 jam dalam tempat yang gelap. Berdasarkan hasil perhitungan koloni bakteri *Synechococcus* sp, jumlah koloni yaitu  $326 \cdot 10^6$  per ml, hasil ini telah sesuai dengan syarat minimum bakteri sebesar  $100 \cdot 10^6$  per ml.

Penyemprotan larutan hasil inkubasi bakteri *Synechococcus* sp. dilakukan secara penuh pada seluruh bagian tanaman hingga jenuh, rerata volume penyemprotan pertanaman adalah 8 ml larutan bakteri. Waktu penyemprotan dilakukan pagi hari 08.00 WIB. menggunakan *hand sprayer* sesuai perlakuan. Penyemprotan larutan bakteri *Synechococcus* sp. dilakukan sebanyak 3 kali dalam penelitian yakni pada saat 21 HST, 31 HST dan 41 HST sesuai dengan perlakuan yang ditentukan.

3.4.5 Pembuatan dan aplikasi ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Kusumaningrum (2007) dimana hasil penelitian yang tampak terdapat pada konsentrasi perasan *Sargassum* sp. 50% berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Sehingga pada penelitian ini

digunakan ekstrak rumput laut sebanyak 50 ml diencerkan hingga mencapai volume 100 ml (1:1). Rumput laut sebanyak 5 kg, kemudian ditambahkan 5 liter aquades dan diblender, Selanjutnya dipanaskan pada suhu 40° C, selama 15 menit. Didinginkan. Air perasan rumput laut kemudian diawetkan dengan memberi 1 ppt formalin 4% (Kusmaningrum *et al.*, 2007).

Pemberian ekstrak rumput laut yang telah diencerkan diberikan dengan cara disemprot pada tanaman kedelai secara penuh pada seluruh bagian tanaman hingga jenuh, rerata volume penyemprotan pertanaman adalah 8 ml larutan. Waktu penyemprotan dilakukan pada pagi hari 08.00 WIB. Penyemprotan dimulai saat tanaman berumur 2 minggu dan diakhiri setelah tanaman berumur 35 hari yaitu saat berakhirnya periode vegetatif.

#### 3.4.6 Pembuatan takaran pupuk N,P,K dan Aplikasi pupuk N,P,K

Lahan yang akan digunakan sebelumnya dilakukan analisis kandungan nutrisi N, P, dan K terlebih dahulu, analisis kandungan nutrisi tersebut terdiri atas N total, P total, K total, N tersedia, P tersedia, dan K tersedia. Rekomendasi pemupukan yang digunakan dalam penelitian ini adalah urea 75 kg/ha, Sp-36 150 kg/ha, KCL 150 kg/ha (Busyra dan Firdaus, 2010). Perhitungan N,P,K dilakukan sesuai dengan perlakuan yang diberikan (perhitungan terlampir). Pupuk N,P,K dengan takaran yang telah ditentukan diberikan seluruhnya pada tanaman kedelai, Pemberian pupuk diberikan 2 kali yaitu pada 7 HST dan 31 HST.

#### 3.4.7 Pemeliharaan tanaman kedelai

Kegiatan pemeliharaan selama penelitian meliputi penyiraman, penyulaman, dan penyiangan. Penyiraman bertujuan untuk menjaga kelembaban areal pertanama yang dilaksanakan pada pagi dan sore hari sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada. Penyulaman dilakukan pada tanaman yang mati atau pada tanaman yang tumbuh abnormal, penyulaman dilakukan dengan mengambil dari tanaman yang telah disediakan. Penyulaman dilakukan sampai 2 minggu setelah tanam. Penyiangan dilakukan dengan membersihkan gulma yang muncul di areal tanam kedelai.

#### 3.4.8 Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan ketika tanaman menunjukkan gejala - gejala terserang hama dan penyakit. Bila terjadi serangan hama, maka dilakukan penyemprotan dengan insektisida, sedangkan untuk penyakit digunakan fungisida untuk melindungi tanaman dari serangan. Pada saat kegiatan penelitian berlangsung tanaman kedelai mendapat serangan hama yaitu kutu apis. Peneliti tidak ingin mengambil resiko, sehingga ketika kutu apis menyerang, tanpa memperhitungkan aspek ekonomi, kutu apis segera dikendalikan dengan menyemprotkan insektisida pada lahan tanam kedelai. Insektisida yang digunakan adalah insektisida kempo.

#### 3.3.12 Panen

Panen kedelai dilakukan saat tanaman kedelai berusia 115 HST, tanaman kedelai yang siap panen memiliki ciri-ciri semua daun kedelai telah berwarna coklat serta polong yang telah berubah berwarna coklat sepenuhnya.

### 3.5 Pengumpulan data

Variabel pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

#### A. Parameter Utama

1. Produksi Biji (Kg/ha), dihitung pada saat panen untuk mengetahui potensi hasil tanaman kedelai.

#### B. Komponen Produksi

1. Berat 100 biji (g), dihitung dengan menimbang berat 100 biji menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 gram.

2. Berat biji per tanaman (g), dihitung dengan menimbang berat biji yang dihasilkan oleh setiap tanaman sampel menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 gram.

3. Jumlah biji per tanaman, menghitung jumlah seluruh biji yang dihasilkan oleh setiap tanaman sampel.

### C. Komponen Pertumbuhan

1. Jumlah daun per tanaman, perhitungan dilakukan secara periodik setiap 1 minggu sekali, dimulai dari tanaman kedelai berumur 7 HST sampai 31 HST yaitu pada akhir fase vegetative.
2. Tinggi tanaman (cm), diukur dengan cara mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai ujung titik pertumbuhan tanaman menggunakan penggaris. Pengukuran dilakukan secara periodik setiap 1 minggu sekali, dimulai tanaman berumur 7 HST sampai 31 HST yaitu pada akhir fase vegetatif.
3. Jumlah cabang, dihitung pada saat tanaman berumur 28 HST dan 42 HST dengan menghitung jumlah cabang yang tumbuh dari batang utama.

### D. Atribut Fotosintesis

1. Laju fotosintesis tanaman kedelai,  
Diukur dengan menggunakan alat *photosintetic yield analyzer*. Pengukuran dilakukan pada saat tanaman memulai fase pembungaan. Tujuan dari pengukuran adalah untuk mengetahui perbedaan laju fotosintesis tanaman perlakuan dengan tanaman kontrol.
2. Kandungan Korofil Daun ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )  
Pengamatan kandungan klorofil daun bertujuan untuk mengetahui kandungan klorofil tanaman setiap perlakuan. Jumlah klorofil dihitung dengan menggunakan *chlorophyll meter* SPAD 502. Kandungan klorofil dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :  
Kandungan klorofil =  $10^{m^{0,265}}$   
Keterangan :  
m = nilai yang ditunjukkan SPAD 502
3. Daya Hantar Stomata ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ )  
Daya hantar stomata mencerminkan kecepatan  $\text{CO}_2$  yang masuk melalui stomata sehingga semakin besar nilai daya hantar stomata, maka laju fotosintesisnya akan semakin baik. Daya hantar stomata diukur dengan menggunakan alat *Leaf Porometer*. Pengukuran ini dilakukan pada saat tanaman memulai fase pembungaan.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian peran bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. Dan ekstrak rumput laut dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai pada berbagai kondisi nutrisi di lahan tegalan, dapat disimpulkan;

1. Pemberian bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. dan ekstrak rumput laut berpengaruh nyata pada jumlah daun (8,27 helai), jumlah cabang (3,33 cabang), jumlah bunga (23,97 tangkai), jumlah polong (22,44 polong), jumlah biji pertanaman (30 biji), berat biji pertanaman (4,33 g), berat 100 biji (17 g), sehingga mampu meningkatkan hasil 48,94 kg/Ha (31,95 %). Pemberian perlakuan mengalami peningkatan produksi jika dibandingkan dengan hasil tanaman kontrol, perlakuan pemberian ekstrak rumput laut (22,38 %), bakteri *synechococcus* sp. (25,78%) dan pemberian ekstrak rumput laut dan bakteri *synechococcus* sp. (31,95 %).
2. Pemberian dosis nutrisi (N2) merupakan taraf nutrisi yang memiliki nilai rerata produksi biji kedelai terbaik (139,59 Kg/Ha) dalam penelitian ini.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa ekstrak rumput laut memiliki potensi untuk mendukung kegiatan pertanian, maka peneliti berharap penelitian tentang ekstrak rumput laut ini agar lebih dikembangkan lag

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman., Dariah., Dan Mulyani. 2008. Strategi Dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. *Litbang pertanian*, 27 (2).
- Adi. M. I. P. 2009. *Kandungan Asam Amino Pada Biji Kedelai Yang Berasosiasi Dengan Bakteri Synechococcus Sp.* Skripsi. Tidak diterbitkan. Jurusan budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Adisarwanto. 2008. *Budidaya Kedelai Tropika*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Ai, N. S. 2012. Evolusi Fotosintesis Pada Tumbuhan. *Ilmiah Sains*, 12 (1): 29-31.
- Ambarita, Alida Lubis, Ir. Hardy Guchi. 2014. Penggunaan Rumput Laut Laut (*Sargassum Polycystum*) Sebagai Bahan Pupuk Cair Dan Pengaruhnya Terhadap Kandungan N,P,K,Ca,Mg Tanah Ultisol Danproduksi Sawi (*Brassica Juncea L.*) Organik. *Online Agroekoteknologi*, 2 (2): 793 - 802.
- Badan Pusat Statistik<sup>2</sup>. 2013. *Statistik Indonesia*. BPS Jakarta
- Badan Pusat Statistik<sup>1</sup>. 2015. *Produksi Padi, Jagung kedelai (Angka sementara Tahun 2014)*. BPS Jakarta.
- Basmal, J. 2010. Teknologi Pembuatan Pupuk Organik Cair Kombinasi Hidrolisat Rumput Laut Sargassum Sp. Dan Limbah Ikan. *Squalen*, 5 (2).
- Bertham, Y. H. Dan Abimanyu D. Nusantara. 2012. Perbaikan Hasil Genotipe Baru Kedelai Dengan Menggunakan Kompos Dan Pupuk Kalium Pada Tanah Ultisol. *Agrivigor*, 11 (2): 214-222.
- Busyra & Firdaus. 2010. *Rekomendasi Pemupukan Tanaman Padi dan Palawija pada Lahan Kering di Provinsi Jambi*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Jambi.
- Campbell, N. A. and J. B. Reece. 2002. *Biology. Sixth Edition*, Pearson Education. Inc. San Francisco.
- Danarti dan Najiyati, S. 1992. *Palawija Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 1986. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia; Jakarta.

- Edmeades, G., H. R. Lafitte, J. Balanos, S. Chapman, M. Banziger, dan J. Deutsch. 1994. *Developing maize that tolerates drought or low nitrogen condition. Maize Program Special Report*. CIMMYT. D.F. Mexico.
- Fay, P. 1992. Oxygen Relation Of Nitrogen Fixation in Cyanobacteria. *Microbiological Reviews*, 56 (2).
- Fogs, G. E., W. D. P. Stewart, P. Fay, dan A. E Walaby. 1973. *The Blue-green Algae*. Academic Press Ltd. London.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tumbuhan Budidaya*. UI Press; Jakarta.
- Goenadi, D. H. 2006. Pupuk dan Teknologi Pemupukan berbasis Hayati dari Cawan Petri ke Lahan Petani. Edisi Pertama. Yayasan John Hi-Tech Idetama; Jakarta
- Gumilar, S., Jonis, G., dan Sanggam, S. 2013. Respons Beberatap Varietas Kedelai (*Glycine Max L.*) Terhadap Pemberian Pupuk Guano. *Agroteknologi Online*, 1 (4) :1333-1336.
- Handayani, T., Sutarno, dan Setyawan. 2004. Analisis Komposisi Nutrisi Rumput Laut *Sargassum Crassifolium* J. Agardh. *Biofarmasi*, 2 (2): 45-52.
- Hidayat, N. E. 2009. *Pengaruh Pemberian Bakteri Fotosintetik Synechococcus Sp. Pada Daun Terhadap Aktivitas Sucrose Synthase Daun Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai*. Tensis (skripsi). Tidak diterbitkan. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Ibrahim, C dan Setiyono. 2007. *Pengaruh Aplikasi Bakteri Synechococcus Sp. Melalui Daun Dan Pupuk NPK Terhadap Parameter Agronomis Tanaman Kedelai (Glycine max L.)*. Laporan Penelitian (Tidak dipublikasikan).
- Irwan, A. W. 2006. *Budidaya Tanaman Kedelai (Glycine Max L. Merrill)*. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Jones, V. S. 1982. *Fertilizers and soil Fertility*, 2<sup>nd</sup>ed. Prentice Hall. Virginia .
- Lembaga penelitian Tanah. 1983. Kriteria penilaian sifat kimia tanah. Bogor.
- Kasniari, D. N dan Nyoman Supadma. 2007. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk (N, P, K ) Dan Jenis Pupuk Alternatif Terhadap Hasil Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*) Dan Kadar N, P, K Inceptisol Selemadeg, Tabanan. *Agritrop*, 26 (4): 168 – 176.
- Kusumaningrum, I., Hastuti, R.B., Dan Haryanti, S. 2007. Pengaruh Perasan *Sargassum Crassifolium* Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap

- Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine Max (L) Merill*). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 15 (2).
- Kuo, S. and B. L. McNeal. 1984. Effects of pH and phosphate on cadmium sorption by a Hydrous Ferric Oxide. *Soil Sci. Soc. Am.* 48: 1040-1044.
- Mahyudin dan Koesnandar. 2006. *Biohydrogen Produktion: Prospects And Limitation To Practical Application*. Akta Kimindo, 1(2).
- Mulyadi, A. 2012. Pengaruh Pemberian Legin, Pupuk Npk (15:15:15) Dan Urea Pada Tanah Gambut Terhadap Kandungan N, P Total Pucuk Dan Bintil Akar Kedelai (*Glycine Max (L.) Merr.*). *Kaunia*, 8 (1): 21-29.
- Manshuri, A. G. 2012. Optimasi Pemupukan Npk Pada Kedelai Untuk Mempertahankan Kesuburan Tanah Dan Hasil Tinggi Di Lahan Sawah. *Iptek Tanaman Pangan*, 7 (1).
- Mardawilis. 2004. Pemanfaatan tanaman optimal dan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen pada beberapa varietas jagung (*Zea mays*). *Dinamika Pertanian*, 19(3): 303-314.
- Martini, E. 2001. Respon Konduktansi Stomata dan Potensial Air Daun Anakan Bayur (*Pterospermum javanicum* Jungh.), Damar (*Shorea javanica* Koord. & Valetton.), Duku (*Lansium domesticum* Corr.), Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg), dan Pulai (*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.) terhadap Kondisi Stres Air. *Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Mayani, N Dan Hapsoh. 2011. Potensi Rhizobium Dan Pupuk Urea Untuk Meningkatkan Produksi Kedelai (*Glycine Max L.*) Pada Lahan Bekas Sawah. *Ilmu Pertanian Kultivar*, 5 (2).
- Mayerni, R. 2008. Pengaruh Beberapa Konsentrasi Giberelin Terhadap Pertumbuhan Bibit Kina Suci (*Cinchona Succirura* Pavon). *Jerami*, 1(1):4.
- Mulyanto. 2009. Kandungan Auksin Pada Daun Tanaman Kedelai yang Berasosiasi dengan *Synechococcus* sp. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Nursyamsi, D. 2006. Kebutuhan hara kalium tanaman kedelai di tanah Ultisol. *Tanah dan Lingkungan*, 6: 71-81.
- Parthipan, S. dan S. A. Kulasooriya. 1989. Effect of nitrogen and potassium based fertilizers on nitrogen fixation in the winged bean. *Microbiol. Biotechnol.* 5: 335-341.
- Partohardjono, S. 2005. *Upaya peningkatan produksi kedelai melalui perbaikan teknologi budidaya*. Dalam Partohardjono (penyunting). Analisis dan Opsi



- Kebijakan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Monograf No. 1, 2005. Puslitbangtan. Bogor.
- Pitojo, S. 2003. *Seri Penangkaran "Benih Kedelai"*. Kanisius; Jakarta.
- Prasetya, R. 2005. *Kajian Aplikasi Bakteri Synechococcus Sp. Dan Dosis Pupuk N,P,K Terhadap Hasil Biji Tanaman Kedelai (Glycine Max L.)*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Jurusan budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Premaratne, K. P. and J. J. Oertli. 1994. The influence of potassium supply on nodulation, nitrogenase activity and nitrogen accumulation of soybean (*Glycine max L. Merrill*) grown in nutrient solution. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 38: 95-99
- Proklamasiningsih, E., I. D. Prijambada, D. Rachmawati, dan R. P. Sancayaningsih. 2012. Laju fotosintesis dan kandungan klorofil kedelai pada media tanam masam dengan pemberian garam aluminiu. *Agrotrop.* 2(1):17-24
- Rai, A. N., E. Soderback, B. Bergman. 2000. *Cyanobacterium-plant symbioses.* New Phytol. 147 : 449-481.
- Rao, N. S. S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan tanaman.* Ui-Press; Jakarta.
- Rauf, A. W., T. Syamsuddin, S. R. Sihombing. 2000. Peranan Pupuk NPK pada Tanaman Padi. *Loka Pengkajian Teknologi Pertanian.* Hal 1-9.
- Rosmini., Idwar., dan M. Syafril. 2002. Efisiensi Pupuk Fosfor Dan Beberapa Kultivar Kedelai (*Glycine Max L. Merrill*). *Sagu*, 1(1):8-9.
- Rukmana, R dan Yuniarsih, Y. 2003. *Kedelai Budidaya dan Pasca Panen.* Kanisius; Yogyakarta.
- Salisbury, F. B dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan, Jilid 3.* Bandung. Penerbit ITB.
- Sedayu, B. B., Basmal, J., Dan Utomo. 2013. Identifikasi Hormon Pemacu Tumbuh Ekstrak Cairan (Sap) *Eucheuma Cottonii*. *Kelautan Dan Perikanan.* 8(1):1-8.
- Setia, A. D., Soedradjad, R Dan Syamsunihar A. 2013. Peran Asosiasi *Synechococcus Sp.* Terhadap Protein Dan Produksi Biji Tanaman Kedelai Pada Berbagai Dosis Bokashi. *Berkala Ilmiah Pertanian,* 1(1) : 4-6.

- Schlegel, H. G., K. Schmidt. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sirai, J. 2008. Luas Daun, Kandungan Klorofil Dan Laju Pertumbuhan Rumpuk Pada Naungan Dan Pemupukan Yang Berbeda. *Itv*, 3(2); 110-112.
- Soedradjad, R dan Sholeh Avivi<sup>1</sup>. 2005. Efek Aplikasi *Synechococcus* sp pada Daun dan Pupuk NPK terhadap Parameter Agronomis kedelai. *Bulletin Agronomi*, 33(3) :17-23.
- Soedradjad, R dan Sholeh Avivi<sup>2</sup>. 2005. Pengaruh aplikasi bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. terhadap laju fotosintesis tanaman kedelai. *Pertanian*, 2 (1) : 1-10.
- Sumarno, D.M, Arsyad dan Manwa, I. 1991. *Teknologi Usaha Tani Kedelai. Dalam Pengembangan Kedelai*. Pusat Penelitian Pengembangan Tanaman Pangan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Suprpto, H.S. 1992. *Bertanam Kedelai*. PT. Penebar Swadaya; Jakarta.
- Syamsunihar A, R Soedradjad, Usmadi. 2007. *Karakterisasi Asosiasi Bakteri Fotosintetik Synechococcus sp. dengan tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)*. Laporan Kemajuan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Jember. Jember.
- Syamsunihar, A. 2008. *Karakterisasi Asosiasi Bakteri Fotosintetik Synechococcus sp dengan Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)*. Laporan Akhir Program Insentif Kementerian Negara Riset dan Teknologi. Lembaga Penelitian Universitas Jember. Jember.
- Tisdale, S. I., W. L. Nelson & J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizer*. MacMillan Pub. Co. New York.
- Toyip. 2012. Pengaruh Pemupukan Fosfor Dan Kalsium Terhadap Serapan Hara Dan Produktivitas Dua Genotipe Kedelai Pada Budidaya Kering. *Agropet* 9 (1) : 27
- Tuherkih, E Dan I. A. Sipahutar. 2008. *Pengaruh Pupuk Npk Majemuk (16:16:15) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung (Zea Mays L) Di Tanah Inceptisols*. Balai Penelitian Tanah.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Edisi Pertama. Gava Media; Yogyakarta.
- Zahrah, S. 2011. Respons Berbagai Varietas Kedelai (*Glycine Max* (L) Merrill) terhadap Pemberian Pupuk NPK Organik. *Teknobiologi*, 2(1):65 – 69.