



**PENGARUH APLIKASI BAKTERI FOTOSINTETIK *Synechococcus* sp.
TERHADAP LAJU FOTOSINTESIS TANAMAN KEDELAI**

SKRIPSI

Oleh :

**Ahmad Setiawan Hadi Saputro
NIM. 061510101053**

**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PENGARUH APLIKASI BAKTERI FOTOSINTETIK *Synechococcus* sp.
TERHADAP LAJU FOTOSINTESIS TANAMAN KEDELAI**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agronomi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh :

**Ahmad Setiawan Hadi Saputro
NIM. 061510101053**

**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Setiawan Hadi Saputro

NIM : 061510101053

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” Pengaruh Aplikasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Kedelai” adalah benar-benar hasil karya sendiri kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun serta bukan karya jiplakan. Karya ilmiah ini juga merupakan bagian dari penelitian yang berjudul “Aktivitas Nitrogenase Bintil Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merill) yang Berasosiasi dengan Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp.”. Saya bertanggung jawab atas keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 14 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Ahmad Setiawan Hadi Saputro
NIM. 061510101053

SKRIPSI

PENGARUH APLIKASI BAKTERI FOTOSINTETIK *Synechococcus* sp. TERHADAP LAJU FOTOSINTESIS TANAMAN KEDELAI

Oleh:

Ahmad Setiawan Hadi Saputro
NIM. 061510101053

Pembimbing:

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Anang Syamsunihar, MP.
NIP. : 196606261991031002

Pembimbing Anggota : Ir. R. Soedradjad, MT.
NIP. : 195707181984031001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Aplikasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Kedelai “ telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian pada :

Hari : Jum’at
Tanggal : 14 Oktober 2011
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji
Penguji 1,

Dr. Ir. Anang Syamsunihar, MP.
NIP. 196606261991031002

Penguji 2,

Penguji 3,

Ir. R. Soedradjad, MT.
NIP. 195707181984031001

Ir. Gatot Subroto, MP.
NIP. 196301141989021001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
NIP. 196111101988021001

RINGKASAN

Pengaruh Aplikasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Kedelai; Ahmad Setiawan Hadi Saputro, 061510101053; 2011: 48 Halaman; Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Kebutuhan kedelai setiap tahun semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Besarnya kebutuhan kedelai tidak diimbangi dengan besarnya produksi yang dihasilkan, sehingga untuk memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri dilakukan dengan cara impor kedelai. Tanaman kedelai tergolong dalam famili leguminosae yang merupakan tanaman C₃. Tanaman C₃ dalam kondisi penyinaran tinggi dan suhu panas akan memiliki kemampuan fotosintesis lebih lambat dan lebih sedikit menghasilkan biomassa daripada tanaman C₄. Untuk memacu proses fotosintesis pada tanaman dapat dilakukan asosiasi dengan bakteri dari kelompok cyanobakter. Salah satu jenis cyanobakter adalah *Synechococcus* sp. Bakteri ini merupakan bakteri fotosintetik karena mampu melakukan fotosintesis sendiri. Hasil penelitian sebelumnya membuktikan bahwa keberadaan bakteri *Synechococcus* sp. dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai. Pertumbuhan tanaman kedelai terbagi menjadi dua fase, yaitu fase vegetatif dan generatif. Pentingnya mengetahui fase-fase pertumbuhan tanaman dikarenakan setiap fase pertumbuhan merupakan tahap perkembangan fisiologis tanaman dan pada setiap tahapnya mempunyai sifat dan kebutuhan yang berbeda. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada tanaman kedelai sesuai dengan fase – fase pertumbuhan tanaman.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengkaji pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap laju fotosintesis tanaman kedelai. Hasil penelitian ini dapat menambah informasi dan pengetahuan mahasiswa mengenai pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap laju fotosintesis tanaman kedelai, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman serta memberikan pengetahuan tentang aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada fase yang tepat dalam meningkatkan produksi tanaman kedelai.

Penelitian ini dilaksanakan di *Green House* dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian dimulai bulan Juni sampai dengan Agustus 2010. Bahan utama yang digunakan adalah kedelai varietas Baluran dan bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. Strain Situbondo. Penelitian dilakukan dengan lima perlakuan yang masing-masing terdiri dari sepuluh ulangan. Adapun perlakuannya yaitu (P0) tanaman tanpa disemprot dengan *Synechococcus* sp. (Kontrol); (P1) tanaman disemprot dengan *Synechococcus* sp. 1 kali pada saat inisiasi bunga (31 HST); (P2) tanaman disemprot dengan *Synechococcus* sp. 2 kali pada saat fase pertumbuhan eksponensial (21 HST) dan inisiasi bunga (31 HST); (P3) tanaman disemprot dengan *Synechococcus* sp. 2 kali pada saat inisiasi bunga (31 HST) dan pembentukan polong (40 HST) dan (P4) tanaman disemprot dengan

Synechococcus sp. 3 kali pada saat fase pertumbuhan eksponensial (21 HST), inisiasi bunga (31 HST) dan pembentukan polong (40 HST). Parameter pengamatan meliputi Laju Fotosintesis Tanaman Kedelai, Jumlah daun per Tanaman, Kandungan Klorofil Daun ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$), *Stomatal Conductance* ($\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$), Indeks Luas Daun, Tinggi Tanaman (cm), Jumlah Cabang, Berat 100 biji (g), Berat Biji per Tanaman (g), Jumlah Biji per Tanaman. Nilai rerata masing-masing perlakuan setiap parameter dibandingkan dengan nilai SEM (*Standard error of the mean*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asosiasi bakteri *Synechococcus* sp. dengan tanaman kedelai dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai sebesar 17,52 %, sehingga berdampak pada peningkatan produksi tanaman kedelai sebesar 40,68 %.

Kata kunci: kedelai, fotosintesis, *Synechococcus* sp.

SUMMARY

Effect of Photosynthetic Bacteria *Synechococcus* sp. Inoculation on Photosynthetic Rate of Soybean. Ahmad Setiawan Hadi Saputro, 061510101053; 2011: 41 pages; Department of Agronomy, Agricultural Faculty, University of Jember.

Soybean needs increased yearly along with the increasing population. The national product has not meet the domestic needs, so that the rest was fulfilled by import. Soybean plants classified in the leguminoseae family which is a C₃ plant. As a C₃ plant, soybean has low photosynthetic efficiency particularly when it is exposed to high radiation and air temperature. This efficiency could be improved using biotechnology of forming association between soybean and *Synechococcus* sp. bacteria, a photosynthetic bacteria. Previous studies proved that the presence of bacteria *Synechococcus* sp. on leaf surfaces improved plant photosynthetic attributes, such as mesophyll thickness, chlorophyll content, and stomatal conductance. Growth of soybean plants is divided into two major phases, vegetative and generative phases. Each phase of growth has unique physiological stage of plant development and each stage has different characters. Therefore, the effect of *Synechococcus* sp. bacteria inoculation should different on each critical growth stage of soybean.

The objective of this research was to study the effect of *Synechococcus* sp. bacteria inoculation on the rate of photosynthesis of soybean. To address this objective, the research was conducted based on randomized complete design with 5 levels of treatments, namely control that is plant without *Synechococcus* sp bacteria inoculation (P0), *Synechococcus* sp. bacteria inoculated once at flower inisiation stage (P1), *Synechococcus* sp bacteria inoculated twice, ie at vegetatife exponential growth and flower inisiation stages (P2), *Synechococcus* sp. bacteria inoculated three times, ie at flower inisiation and pod formation stages (P3), *Synechococcus* sp. bacteria inoculated twice, ie at vegetatife exponential growth, flower inisiation and pod formation stages (P4). Each treatment was replicated ten times.

Observation as focused on photosynthetic rate (Fv/Fm), the number of leaves per plant, leaf chlorophyll content ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$), stomatal conductance ($\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$), leaf area index, plant height (cm), the number of branches, weight of 100 seeds (g), seed weight per plant (g), the number of seeds per plant. Collected data then was analyzed with the value of SEM (*Standard Error of the Mean*).

The results showed that inoculation of *Synechococcus* sp. bacteria at flower inisiation stage increases the photosynthetic rate of soybean by 17.52%, that leads to increase soybean seed production by 40.68%.

Keywords: soybean, photosynthetic, *Synechococcus* sp.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul "Pengaruh Aplikasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Kedelai" dengan sebaik-baiknya. Karya tulis ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan karya tulis ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibunda Hj. Yusifah Kusmijati dan Ayahanda H. Iskak Suwandi yang telah memberikan restu, kasih sayang, kesabaran serta doa-doanya. Saudara-saudaraku yang telah banyak memberikan dukungan dan doa untukku demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Dr. Ir. Anang Syamsunihar, MP. Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan guru dalam segala hal yang selalu membimbing, memarahi dan menjadikan saya seperti sekarang ini serta telah menyediakan dana dan fasilitas penelitian melalui program scheme Penelitian Fundamental DIPA Universitas Jember tahun 2010.
3. Ir. R. Soedradjad, MT selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan dan pengarahannya demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Ir. Gatot Subroto, MP selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar membimbing dari awal hingga akhir semester.
5. Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Dr. Ir. Sigit Soeparjono, MS selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian.
6. Pradyto Moerhasrianto yang selama ini menjadi sahabat dan rekan dalam segala hal serta sebagai *support gunner* dalam perjalananku.

7. Adik Shuhufin Mukarromah yang selalu menjadi penyemangat dan tidak henti-hentinya memotifasiku untuk selalu optimis dan berfikir positif dalam segala hal.
8. Teman-teman *Agro Community '06* (Benk, Sapi, Bobby, Didik, Nyno, Demo, Dadank, Ndut, Gendon, Pes, Tiem, Dodo, Ayu, Lia, Jizah, Tika, Dian, Resti, Tohodo, Husen, Imam, Nurul, Roy, Gunawan, Haqim, Calenk, Anandang, Marco, Ning, Bar-bara, Aripin, Lita, Ilmi, Jo dan kawan-kawan yang tidak dapat disebutkan satu per satu. HIMAGRO, teman-teman penelitian (Dina dan Yiyin), serta mas Giono, mas Budi, mb Erni, pak Adi dan teman-teman asisten Fisiologi Tumbuhan. Terima kasih atas kekompakan yang kalian berikan untukku.
9. Teman-teman Alumni Brantas 237B (Ade, Ucup, Ivan, Om, Rudy, Mudz, Itoh, Toro, Frog, Pak Pipin dan mbah Toyo sekeluarga) dan kantin P. Rosuli, terima kasih telah mengukir kenangan manis dalam hidupku. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan kepada semua pihak yang telah memberikan kebaikan dan dukungan. Semoga mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pertanian, Amin.

Jember, 14 Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum Kedelai	4
2.2 Proses Fotosintesis	6
2.3 Bakteri Fotosintetik	10
2.4 Hipotesis	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14

3.4.1 Persiapan Media	14
3.4.2 Penanaman	14
3.4.3 Pemupukan	15
3.4.4 Penyiraman	15
3.4.5 Penjarangan	15
3.4.6 Penyiangan	15
3.4.7 Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman	15
3.4.8 Inokulasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	16
3.5 Parameter Penelitian	17
3.5.1 Parameter Utama	17
3.5.2 Parameter Pendukung	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Nomer	Judul Tabel	Halaman
1	Perkembangan Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Kedelai 2008-2010	1
2	Log book penelitian	40

DAFTAR GAMBAR

Nomer	Judul Gambar	Halaman
1	Stadia pertumbuhan kedelai	5
2	Reduksi Carbon C ₃ dan reduksi carbon C ₄	7
3	Siklus Calvin C ₃	8
4	Respon Fotosintetik Tumbuhan Jagung dan Kacang pada beberapa level CO ₂	8
5	Respon fotosintesis terhadap intensitas cahaya	9
6	Hasil Pengamatan Filosfer Daun Tanaman Kedelai	11
7	Pengenceran bakteri, Inkubasi bakteri, Aplikasi bakteri.....	16
8	Pengukuran laju fotosintesis dengan menggunakan alat MINI PAM	17
9	Temperatur dan kelembapan udara di lokasi penelitian	19
10	Temperatur, kelembapan dan pH tanah di lokasi penelitian selama penelitian berlangsung	20
11	Laju Fotosintesis tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	21
12	Kandungan klorofil total pada daun tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	23
13	Nilai <i>stomatal conductance</i> tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	25
14	Indeks luas daun tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	26
15	Jumlah daun tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	26
16	Jumlah cabang tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	27
17	Tinggi tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	28

18	Grafik hasil panen dari tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	30
19	Persiapan media dalam polybag	37
20	Pemeliharaan tanaman kedelai pada umur 7 HST	37
21	Pengamatan laju fotosintesis dengan MINI PAM sebelum aplikasi bakteri <i>Synechococcus</i> sp. (21 HST)	38
22	Aplikasi bakteri fotosintetik <i>Synechococcus</i> sp. pada tanaman kedelai pada umur tanaman 31 HST (masuk fase inisiasi bunga)	38
23	Panen kedelai pada saat umur 76 HST	39
24	Penjemuran kedelai setelah panen	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomer	Judul Lampiran	Halaman
1	Surat pernyataan kesediaan mengikuti riset dosen	36
2	Foto kegiatan penelitian	37
3	Log book penelitian	40
4	Biodata penulis	46

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan kedelai setiap tahun semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, baik digunakan sebagai bahan pangan dan sumber protein, seperti tempe, tahu, maupun sebagai bahan baku industri, seperti kecap, susu dan juga sebagai pakan ternak. Sumber protein nabati dalam menu pangan masih didominasi oleh kacang-kacangan terutama kedelai (Nugraha, dkk., 2002).

Upaya untuk memenuhi besarnya kebutuhan kedelai di Indonesia, dapat pula dengan menanam kedelai varietas unggul. Diantaranya kedelai yang paling banyak diminati oleh petani adalah kedelai varietas Baluran dan Anjasmoro, dikarenakan kedelai varietas tersebut tergolong kedelai berbiji besar (Krisnawati dan Adie, 2007). Kedelai varietas Baluran memiliki potensi hasil sebesar 2,5 – 3,5 ton/ha (Deptan, 2010). Namun kisaran produktivitas yang dibudidayakan oleh petani hanya mencapai 1,77 sampai 2,55 ton/ha (Adisarwanto, 2006).

Besarnya kebutuhan kedelai tidak diimbangi dengan besarnya produksi yang dihasilkan (Tabel 1), sehingga untuk memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri dilakukan dengan cara impor kedelai. Angka Tetap (ATAP) produksi kedelai tahun 2009 sebesar 2,26 ribu ton biji kering. Dibandingkan produksi tahun 2008, terjadi penurunan sebanyak 323 ton (-12,52 persen).

Tabel 1. Perkembangan Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Kedelai 2008-2010

Uraian	2008	2009 (ATAP)	2010 (ARAM II)	Perkembangan			
				2008-2009		2009-2010	
				Absolut	(%)	Absolut	(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1. Luas Panen (ha)	2.143	1.879	1.740	-265	-12,37	-138	-7,35
2. Produktivitas (ku/ha)	12,03	12,01	11,98	-0,02	-0,17	-0,03	-0,25
3. Produksi (ton)	2.578	2.255	2.085	-323	-12,53	-170	-7,55

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2010)

Penurunan produksi disebabkan menurunnya luas panen seluas 265 hektar (-12,37 persen), hal ini disebabkan bergesernya masa tanam sehingga tanaman yang biasanya dipanen pada bulan Nopember dan Desember bergeser ke bulan Januari dan Februari tahun berikutnya (Badan Pusat Statistik, 2010).

Tanaman kedelai tergolong dalam famili leguminosae yang merupakan tanaman C₃. Tanaman C₃ dalam kondisi penyinaran tinggi dan suhu panas akan memiliki kemampuan fotosintesis lebih lambat dan lebih sedikit menghasilkan biomassa daripada tanaman C₄ (Salisbury and Rose, 1995). Kemampuan fotosintesis yang lambat pada tanaman C₃ dikarenakan adanya kehilangan CO₂ pada saat fotorespirasi, hal ini dapat mengurangi laju asimilasi CO₂ kurang lebih 25 – 50 % (Fisher, 1992).

Untuk memacu proses fotosintesis pada tanaman dapat dilakukan asosiasi dengan bakteri dari kelompok cyanobakter. Salah satu jenis cyanobakter adalah *Synechococcus* sp. Bakteri ini merupakan bakteri fotosintetik karena mampu melakukan fotosintesis sendiri (Soedradjad dan Avivi, 2005). Hasil penelitian sebelumnya membuktikan bahwa keberadaan bakteri *Synechococcus* sp. dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya kandungan N-total daun serta meningkatnya proses metabolisme yang ditunjukkan dengan peningkatan berat biji per tanaman dibandingkan tanaman kontrol (Soedradjad, 2008).

Fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya umur fisiologi tanaman. Pertumbuhan tanaman kedelai terbagi menjadi dua fase, yaitu fase vegetatif dan generatif. Pentingnya mengetahui fase-fase pertumbuhan tanaman dikarenakan setiap fase pertumbuhan merupakan tahap perkembangan fisiologis tanaman dan pada setiap tahapnya mempunyai sifat dan kebutuhan yang berbeda. Saat fase eksponensial, buku pertama dan tanaman sudah terlihat jelas. Akar – akar cabang dari akar sekunder sudah mulai tumbuh dan pada saat ini perlu persediaan hara yang cukup untuk menopang pertumbuhan, terutama Nitrogen sebagai stater pertumbuhan (Arsyad, 1995). Fase inisiasi bunga, juga merupakan fase penting dalam pertumbuhan kedelai. Fase inisiasi bunga (R1) 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 (R5) termasuk dalam stadia pertumbuhan generatif, fase ini juga termasuk dalam fase kritis tanaman dimana kebutuhan suplai unsur hara terutama nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang cukup sebagai tempat perkembangan dan pemasakan biji (Gardner *et al.*, 1991).

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada tanaman kedelai sesuai dengan fase – fase pertumbuhan tanaman.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengkaji pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap laju fotosintesis tanaman kedelai.

1.3 Manfaat Penelitian

1.3.1 Manfaat bagi IPTEK

Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap laju fotosintesis tanaman kedelai

1.3.2 Manfaat bagi Petani

Dapat memberikan pengetahuan baru tentang bakteri *Synechococcus* sp., serta pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap tanaman kedelai.

1.3.3 Manfaat bagi Mahasiswa

Hasil penelitian ini dapat menambah informasi dan pengetahuan mahasiswa mengenai pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap laju fotosintesis tanaman kedelai, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman serta memberikan pengetahuan tentang aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada fase yang tepat dalam meningkatkan produksi tanaman kedelai.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L.) adalah salah satu komoditas utama kacang-kacangan yang menjadi andalan nasional karena merupakan sumber protein nabati penting untuk diversifikasi pangan dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Meskipun kedelai merupakan tanaman asli Asia, tetapi ironisnya negara Asia menjadi pengimpor kedelai dari luar kawasan. Indonesia termasuk produsen utama kedelai, namun masih mengimpor biji, bungkil, dan minyak kedelai (Partohardjono, 2005).

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 bisa berwarna kuning, agak putih, atau hijau dan kedelai hitam (*Glycine soja*) berbiji hitam. Taksonomi tanaman kedelai diklasifikasikan sebagai berikut (Pijoto, 2003):

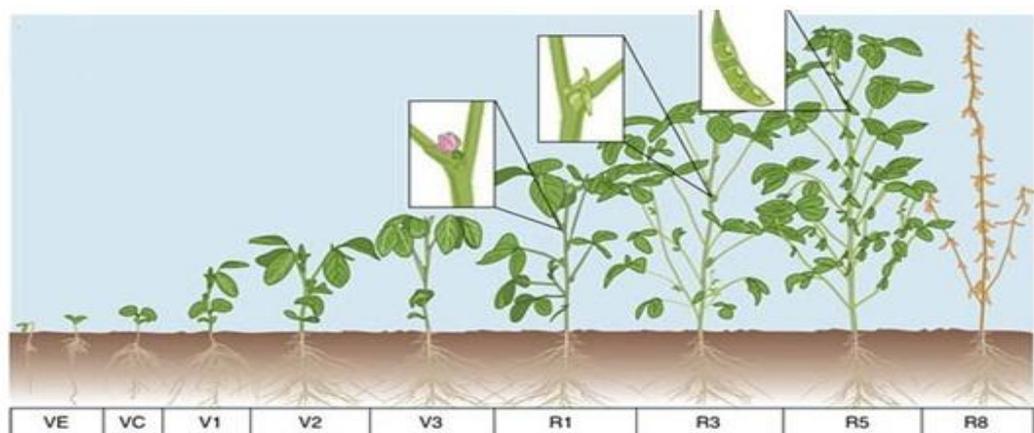
Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermathophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae
Sub Famili	: Papilionidae
Genus	: Glycine
Spesies	: <i>Glycine max</i>

Kedelai dapat tumbuh baik ditempat yang berhawa panas, ditempat-tempat terbuka dan bercurah hujan 100 – 400 mm³ per bulan. Varietas kedelai berbiji kecil, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0,5 - 300 m dpl. Sedangkan varietas kedelai berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300-500 m dpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 hingga 600 m dpl. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan (Usu, 2011).

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dapat tumbuh dengan baik pada berbagai tanah dengan syarat drainase tanah cukup baik, serta ketersediaan air yang cukup selama pertumbuhan tanaman. Pertumbuhannya dapat lebih baik pada struktur tanah yang subur (Suprpto, 2001).

Tipe pertumbuhan kedelai di bedakan menjadi tiga macam, yaitu tipe *determinate*, *semideterminate*, dan *indeterminate*. Tipe *determinate* memiliki ciri-ciri antara lain ujung tanaman hampir sama besarnya dengan batang bagian tengah, pembungaannya berlangsung secara serempak, pertumbuhan vegetatif akan berhenti setelah tanaman berbunga, tinggi tanaman termasuk dalam kategori pendek sampai sedang. Tipe *indeterminate* memiliki ciri berbunga secara bertahap dari bawah ke atas dan tumbuhan terus tumbuh. Tanaman berpostur sedang sampai tinggi, ujung batang lebih kecil dari bagian tengah. Tipe *semideterminate* memiliki karakteristik antara kedua tipe lainnya.

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 (Gambar 1) (Irwan, 2006).



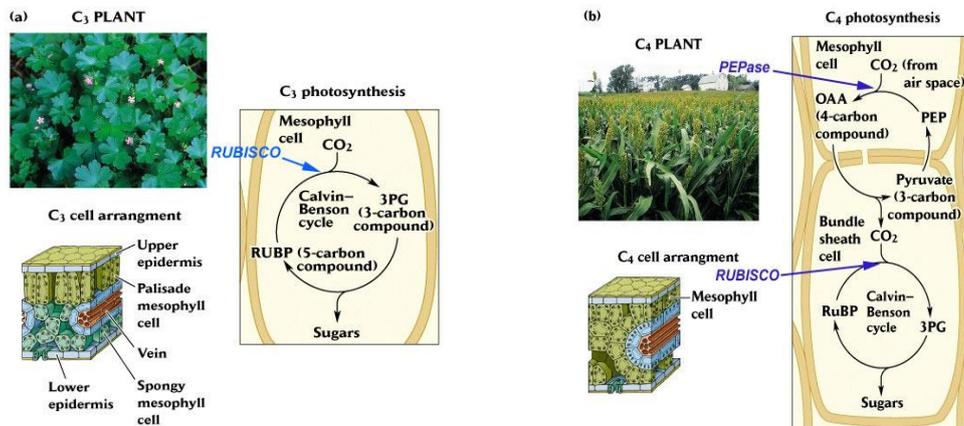
Gambar 1. Stadia pertumbuhan kedelai VE : Stadium kecambah awal, VC : Stadium kecambah akhir, V1 : Stadium vegetatif 1, V2 : Stadium vegetatif 2, V3 : Stadium vegetatif 3, R1 : Stadium reproduktif awal,

R3 : Stadium reproduktif, R5 : Stadium pembentukan polong, R8 : Senesens (Irwan, 2006).

Tanaman kedelai memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan dan produksi biji. Tingkat nutrisi sangat membatasi pertumbuhan tanaman dan hasil biji optimum. 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, penambahan N secara simbiosis dan N dari jaringan tanaman. Salah satu usaha untuk mencukupi kebutuhan hara tanaman adalah dengan memberikan tambahan unsur hara yang dibutuhkan (Soedradjad dan Avivi, 2005). Kebutuhan nutrisi dalam setiap fase pertumbuhan berbeda-beda. Fase inisiasi bunga (R1) 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 (R5) termasuk dalam stadia pertumbuhan generatif, fase ini juga termasuk dalam fase kritis tanaman dimana kebutuhan suplai unsur hara terutama nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang cukup sebagai tempat perkembangan dan pemasakan biji (Gardner *et al.*, 1991).

2.2 Proses Fotosintesis

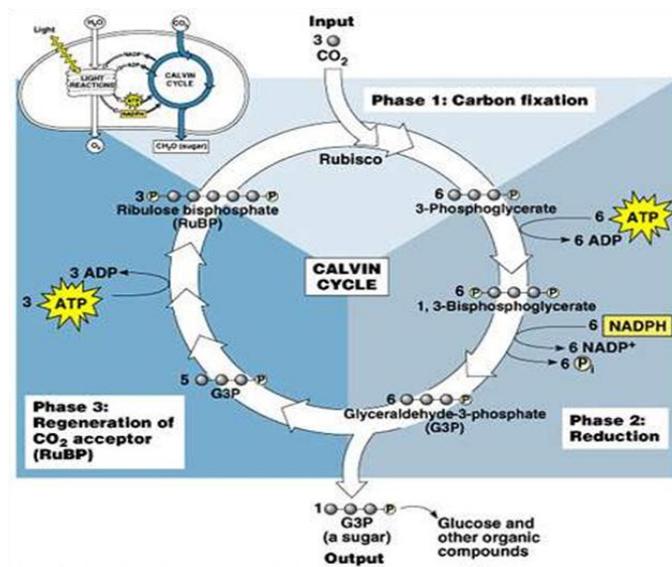
Fotosintesis merupakan proses pemanfaatan energi matahari oleh tumbuhan hijau yang terjadi di kloroplast guna menghasilkan makanan. Tanaman kedelai (*Glycine max*) termasuk ke dalam famili leguminoseae yang merupakan tanaman C₃. Dalam proses fotosintesis tanaman C₃ (kedelai), CO₂ dan ribulose biphosphate (RuBP) difiksasi dengan bantuan enzim Rubisco membentuk 3-phosphoglycerate (3-PGA) (Gambar 2a) (Baharsjah, dkk, 1994). Sedangkan proses fotosintesis tanaman C₄ (jagung), CO₂ difiksasi dalam bentuk malat atau aspartat oleh PEPase di dalam sel mesofil, kemudian masuk pada *bundle sheath cell* CO₂ akan didekarboksilasi oleh enzim Rubisco membentuk 3-PGA (Gambar 2b) (Lakitan, 2004).



Sumber : Ecology.botany.ufl.edu

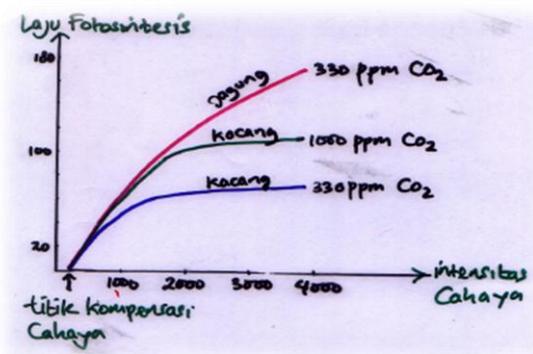
Gambar 2. Reduksi Karbon C₃ (a); Reduksi Karbon C₄ (b).

Tanaman C₃ adalah tanaman yang menghasilkan asam 3 karbon sebagai produk awal penambatan CO₂ pada proses fotosintesis. Karbondioksida (CO₂) akan masuk ke dalam siklus kelvin sebagai input dari reaksi gelap. Siklus kelvin memiliki tiga macam proses, yaitu: karboksilasi, reduksi dan regenerasi (Salisbury and Ross, 1995). Produk pertama yang dihasilkan oleh CO₂ dengan ribulose bisphosphate karboksilase (Rubisco) sebagai pengkatalis adalah 3-phosphoglycerate (PGA) (Gambar 3), karena dihasilkan 3 karbon ini maka disebut dengan tanaman C₃. Setelah fiksasi CO₂, ATP bersama-sama dengan nukleotida yang tereduksi dalam resksi terang, mengubah 3-phosphoglycerate (3-PGA) menjadi 3-phosphoglyceraldehid (3-PGald) yang disebut dengan fase reduksi. Hasil dari fase reduksi yang berupa 3-phosphoglyceraldehid akan diubah menjadi komponen gula seperti sukrosa pada sitosol dan pati pada kloroplas. Fase terkahir dari siklus kelvin yaitu regenerasi dimana 3-phosphoglyceraldehid (3-PGald) akan diubah menjadi Ribulose bisphosphate (RuBP) (Gardner et al., 1991).



Gambar 3. Siklus kelvin (C₃) (Hidayat, 2009).

Tanaman C₃ selain melakukan fotosintesis juga terjadi fotorespirasi (proses pembongkaran karbohidrat untuk menghasilkan energi) pada saat ada cahaya. Proses ini dapat mengurangi laju asimilasi CO₂ kurang lebih 25 – 50 % (Fisher, 1992). Respon laju fotosintesis dengan konsentrasi CO₂ pada lingkungan yang sama (330 ppm), jagung (*Zea mayz*) sebagai contoh dari tumbuhan C₄ memiliki laju fotosintesis lebih tinggi dibanding dengan kacang, bahkan dengan tumbuhan kacang yang diberi suplai CO₂ 1000 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan C₄ memiliki kemampuan yang efisien dibandingkan tanaman C₃ dalam memfiksasi CO₂ (Gambar 4) (Suyitno, 2006).

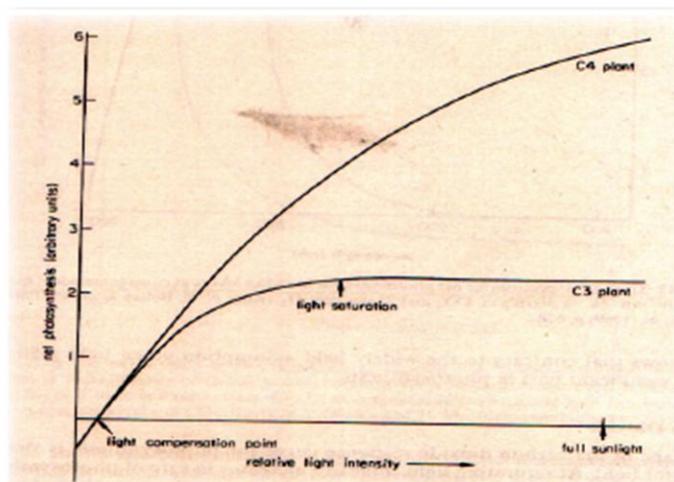


Gambar 4. Respon Fotosintetik Tumbuhan Jagung dan Kacang pada beberapa level CO₂ (Suyitno, 2006)

Karbon dioksida (CO₂) merupakan bahan penting yang berperan dalam fotosintesis tanaman. Senyawa ini masuk ke dalam tubuh tanaman melalui lubang

stomata, saat CO_2 masuk maka di stomata akan terjadi pertukaran gas masuk dan keluar. Gas masuk berupa CO_2 , sedangkan H_2O sebagai produk samping dari fotosintesis akan keluar dari tanaman. Banyaknya H_2O yang dikeluarkan tanaman dapat dihitung dengan menggunakan alat *leaf porometer*, dimana banyaknya air yang keluar per satuan luas per satuan waktu disebut dengan *stomatal conductance*. Terjadinya pertukaran CO_2 dan H_2O di stomata, diasumsikan sebagai nilai stomatal conductance sama dengan CO_2 yang masuk ke dalam tanaman (Beals and Harrell, 1999). Karbon dioksida (CO_2) merupakan bahan penting dalam fotosintesis, dan cahaya dibutuhkan sebagai energi penggerak fotosintesis, tapi tingkat kebutuhan antar kelompok tumbuhan akan berbeda (Suyitno, 2006).

Tumbuhan tipe C_3 dan C_4 memiliki tingkat kebutuhan cahaya yang berbeda, pada tumbuhan C_3 terjadi kondisi yang disebut titik jenuh cahaya. Kondisi titik jenuh cahaya terjadi saat fotosintesis telah mencapai maksimum, dan tidak meningkat lagi lajunya walau intensitas cahayanya bertambah. Fotosintesis tumbuhan tipe C_4 semakin efektif pada intensitas yang semakin tinggi. Fotosintesis tumbuhan C_3 telah mencapai kondisi titik jenuh, tumbuhan C_4 justru masih mengalami peningkatan yang signifikan (Gambar 5) (Suyitno, 2006).



Gambar 5. Respon fotosintesis terhadap intensitas cahaya (Suyitno, 2006).

Tanaman C_3 dalam kondisi cahaya penyinaran tinggi dan suhu panas memiliki kemampuan fotosintesis lebih lambat dan lebih sedikit menghasilkan biomassa daripada tanaman C_4 (Salisbury and Ross, 1995). Pada udara normal,

peningkatan suhu secara bertahap menurunkan efisiensi fotosintesis tumbuhan C₃, sedangkan efisiensi tumbuhan C₄ tetap. Bila suhu meningkat sampai di atas 30°C, efisiensi sebagian besar tumbuhan C₃ menjadi lebih rendah daripada tumbuhan C₄. Efisiensi ini bertolak belakang dengan naiknya suhu sebagai akibat dari lebih rendahnya fotosintesis neto pada tumbuhan C₃ karena lebih cepatnya kehilangan CO₂ oleh fotorespirasi (Hidayat, 2009).

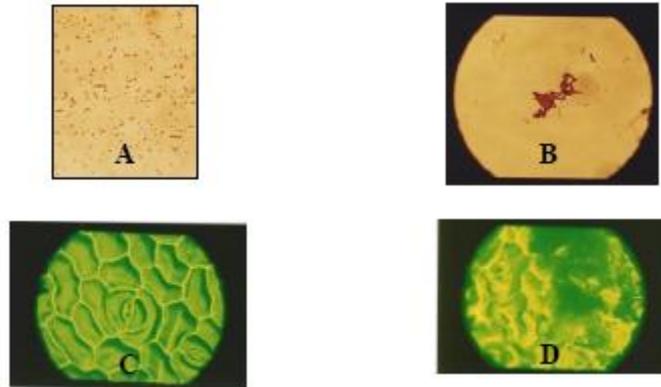
2.3 Bakteri Fotosintetik

Bakteri *Synechococcus* sp. merupakan salah satu dari kelompok Cyanobacteria. Cyanobacteria juga disebut dengan ganggang biru hijau merupakan bakteri yang mendapatkan energi melalui fotosintesis (Fay, 1992). *Synechococcus* sp. merupakan salah satu bakteri fotosintetik kelompok cyanobakteria yang dapat berasosiasi dengan tanaman kedelai. *Synechococcus* sp. melakukan kolonisasi di permukaan daun dan memberikan fotosintatnya kepada tanaman inang (Syamsunihar, dkk., 2007).

Cyanobacteria memiliki pigmen fotosintetik klorofil A, karotenoid, dan fikobiliprotein dan dapat melakukan fotosintesis. Cyanobacteria dikelompokkan ke dalam spesies-spesies uniselular. Cyanobacteria yang berbentuk filamen memiliki sel vegetatif yang berkembang secara struktural dan fungsional terspesialisasi, seperti akinet (sel dalam bentuk istirahat) atau heterosis (sel yang mampu melakukan fiksasi nitrogen) (Mahyudin dan Koesnandar, 2006).

Cyanobacteria yang hidup di permukaan daun tanaman berpotensi membantu tanaman dalam melakukan fotosintesis karena dapat menangkap panjang gelombang cahaya yang tidak dapat ditangkap oleh tanaman, dikarenakan selain mempunyai klorofil A, juga memiliki fikobilin yang berisi fikosianin (pigmen biru) dan fikoeritrin (pigmen merah) (O'Carra, et al., 1980). *Synechococcus* sp. umumnya berbentuk sel *cocoid* berukuran antara 0,6 µm sampai 1,6 µm. Mempunyai pigmen *phycobilliproteins* yang terdiri dari *phycocyanin*, *allophycocyanin*, *allophycocyanin-B* dan *phycoerythrin* yang berfungsi sebagai organ fotosintesis (Glazer, 1987). Prasetya (2005), dalam penelitiannya melakukan isolasi bakteri *Synechococcus* sp. yang menunjukkan dengan adanya pewarnaan gram memperlihatkan bahwa bakteri yang

diidentifikasi berwarna merah Gambar 6 (A dan B) (warna fucshin), berbentuk coccus (bulat), dan bersel tunggal (uniseluler). Gambar 6 (C dan D) menunjukkan pengamatan secara mikroskopis pada permukaan daun (filosfer) (Prasetya, 2005).



Gambar 6. Hasil Pengamatan Filosfer Daun Tanaman Kedelai. A. *Synechococcus* sp. hasil pewarnaan perbesaran 800 X ; B. Koloni *Synechococcus* sp. pada perbesaran 1000 X; C. Permukaan daun tanaman Kedelai tanpa aplikasi *Synechococcus* sp. ; D. Permukaan daun tanaman Kedelai dengan aplikasi *Synechococcus* sp. (Prasetya, 2005);

Bakteri ini mampu mereduksi N_2 dari udara menjadi ammonium (dikenal dengan fiksasi N_2) dan memberikan nutrisi sederhana yang diperlukan oleh tanaman, yaitu udara, air, sedikit nutrisi dan cahaya (Soedradjad dan Avivi, 2005). Bakteri *Synechococcus* sp. dapat hidup secara bebas sehingga bakteri ini tidak memerlukan substrat dari tanaman inang. Fiksasi-N diperankan oleh sel yang disebut heterosis dan fotosintesis diperankan oleh sel vegetatif yang mengandung *phycobilliproteins* (Syamsunihar dkk., 2009).

Aktivitas fiksasi nitrogen pada tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp dapat meningkat. Asosiasi tersebut menunjukkan bahwa nitrogen yang ditambat oleh sel heterosis mampu mendukung kebutuhan tanaman. Hasil ini nantinya akan berdampak pada kandungan nitrogen dalam daun (Fay, 1992).

Bakteri *Synechochoccus* sp. mampu hidup pada permukaan daun tanaman inangnya (filosfer). Bakteri ini pada umumnya bersifat phyloplane dan tahan terhadap lingkungan berkadar garam tinggi (Hasnain dan Thomas, 1996). Menurut Syamsunihar, dkk. (2007) bakteri *Synechococcus* sp. 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.

Keberadaan *Synechococcus* sp. pada daun tanaman kedelai mengakibatkan aktivitas nitrogenase pada akar tanaman kedelai menjadi sedikit menurun yang ditunjukkan dengan berkurangnya bintil akar aktif pada akar tanaman kedelai sebesar 3,93 %. Pertumbuhan bintil akar tidak dipengaruhi oleh aplikasi bakteri fotosintetik dan dosis pupuk NPK, tetapi akan berdampak pada laju persentase bintil akar aktif. Dengan demikian, keberadaan *Synechococcus* sp. pada daun tanaman kedelai tidak mengganggu kemampuan akar tanaman kedelai untuk bersimbiosis dengan *Rhizobium* (Pambudi, 2004).

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). Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. mampu meningkatkan aktivitas *sucrose synthase* pada fase vegetatif sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi organ vegetatif dalam menunjang hasil biji yang tinggi (Hidayat, 2009).

2.4 Hipotesis

Aplikasi bakteri fotosintesis *Synechooccus* sp. mampu meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di *Green House* Fakultas Pertanian Universitas Jember mulai bulan Juni 2010 sampai Agustus 2010.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Kedelai varietas Baluran, bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. strain Situbondo, polibag 40 x 60 cm, pupuk urea, pupuk SP-36, pupuk KCl, media tanam tanah : pasir : sekam (2:1:1), Pestisida yang digunakan adalah jenis insektisida Decis 24 EC, Dupont Lannate 25 WP, dan Callicron 500 E sedangkan fungisida menggunakan E-to 400 WP.

Alat yang digunakan antara lain cangkul, timbangan analitik, meteran, hand sprayer, timba, oven, cutter, termometer, MINIPAM, chlorophyll meter SPAD-502, Leaf Porometer, Lux Meter dan Accu PAR

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap dan lima perlakuan yang masing-masing terdiri dari sepuluh ulangan. Adapun perlakuannya yaitu (P0) tanaman tanpa disemprot dengan *Synechococcus* sp. (Kontrol); (P1) tanaman disemprot dengan *Synechococcus* sp. 1 kali pada saat inisiasi bunga (31 HST); (P2) tanaman disemprot dengan *Synechococcus* sp. 2 kali pada saat fase pertumbuhan eksponensial (21 HST) dan inisiasi bunga (31 HST); (P3) tanaman disemprot dengan *Synechococcus* sp. 2 kali pada saat inisiasi bunga (31 HST) dan pembentukan polong (40 HST) dan (P4) tanaman disemprot dengan *Synechococcus* sp. 3 kali pada saat fase pertumbuhan eksponensial (21 HST), inisiasi bunga (31 HST) dan pembentukan polong (40 HST). Perlakuan ini diberikan sesuai dengan fase-fase pertumbuhan tanaman kedelai. Setiap fase pertumbuhan tanaman memiliki tingkat kebutuhan yang berbeda, oleh karena itu aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada setiap fase-fase pertumbuhan diharapkan

dapat memberikan dampak positif. Nilai rerata masing-masing perlakuan setiap parameter dibandingkan dengan nilai SEM (*Standard error of the mean*). SEM adalah hasil estimasi rata-rata pengukuran standar deviasi (metode pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar variabel atau keragaman dari suatu populasi atau sampel).

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

Keterangan :

S^2 : Standard deviasi

X_i : Nilai pengamatan ke-i

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 Persiapan Media

Kegiatan awal dalam penelitian adalah mengeringanginkan tanah bekas tanaman kedelai. Setelah kering, tanah tersebut dicampur dengan sekam dan pasir dengan perbandingan 2:1:1 (tanah:sekam:pasir). Lalu dimasukkan ke dalam polibag berukuran 60 x 40 cm sebanyak \pm 10 kg.

3.4.2 Penanaman

Penanaman dilakukan di polibag ukuran 60 x 40 cm. Benih yang digunakan adalah varietas Baluran. Setiap polibag diberi lima benih kedelai yang ditanam pada lubang yang telah dibuat sedalam 2 – 3 cm di dalam polibag. Benih yang telah ditanam kemudian ditutup dengan menggunakan sekam. Penanaman juga dilakukan pada polybag lain yang berfungsi sebagai sulaman. Melakukan penanaman sulaman untuk mengantisipasi terjadinya kematian pada tanaman utama, jumlah sulaman sebanyak 15% dari kebutuhan tanaman kedelai. Penyulaman dilakukan pada umur tanaman 0 - 7 HST.

3.4.3 Pemupukan

Pemupukan dilakukan satu kali, yaitu pada 2 hari setelah tanam. Pemberian pupuk dasar ini dilakukan dengan cara ditebar di bagian tepi tanaman. Dosis pemupukannya adalah 0,25 g Urea; 0,375 g TSP; 0,25 g KCl untuk setiap polibag yang berisi satu tanaman, setara dengan dosis anjuran.

3.4.4 Penyiraman

Penyiraman dilakukan dengan cara menyiram setiap polybag yang berisi benih kedelai sampai kondisi kapasitas lapang. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari pada pagi dan sore hari.

3.4.5 Penjarangan

Penjarangan dilakukan pada saat kedelai berumur 7 – 14 HST. Benih kedelai yang pertumbuhannya tidak bagus maka dilakukan pencabutan, sampai nanti tanaman sudah berumur 14 HST maka disisakan satu tanaman dalam satu polibag.

3.4.6 Penyiangan

Penyiangan merupakan proses pemberantasan gulma yang tumbuh pada media dalam polibag. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh pada media.

3.4.7 Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan apabila terdapat tanda-tanda terserangnya tanaman oleh hama dan penyakit dengan cara mekanis atau kimiawi. Pestisida yang digunakan adalah jenis insektisida Decis 24 EC untuk gejala serangan hama penggerek, Dupont Lannate 25 WP untuk gejala serangan hama penggerek, dan Callicron 500 EC untuk gejala serangan hama penghisap sedangkan fungisida menggunakan E-to 400 WP untuk gejala serangan busuk batang. Dosis pemakaian yang digunakan pada masing-masing jenis pestisida yaitu 2 ml/l.

3.4.8 Inokulasi Bakteri *Synechococcus* sp.

Inokulasi bakteri *Synechococcus* sp. dilakukan dengan cara terlebih dahulu membuat perbanyakan inokulasi yang berasal dari biakan murni (Gambar 7a). Perbanyakan dilakukan dengan mencampurkan 5 ml biakan murni bakteri *Synechococcus* sp. dan 5 g gula ke dalam 1 L aquadest. Selanjutnya, larutan tersebut diinkubasi di dalam wadah gelap dan disimpan di tempat yang gelap selama 48 jam (Gambar 7b).



7a



7b



7c

Gambar 7. (a) Pengenceran bakteri, (b) Inkubasi bakteri, (c) Aplikasi bakteri

Dosis aplikasi adalah sebanyak 1 liter biakan bakteri *Synechococcus* sp. untuk masing-masing perlakuan. Terdapat koloni sebanyak $4,92 \times 10^6$ per ml. Penyemprotan (inokulasi) bakteri dilakukan secara penuh pada seluruh bagian tanaman hingga jenuh (Gambar 7c). Waktu penyemprotan dilakukan pagi hari (07.00 WIB) (Nurlaili, 2008) menggunakan *hand sprayer* sesuai perlakuan. Tanaman kontrol hanya disemprot dengan air.

3.5 Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diamati meliputi parameter utama dan parameter pendukung.

3.5.1 Parameter Utama

- Laju fotosintesis tanaman kedelai, diukur dengan menggunakan alat MINI PAM. Pengukuran dilakukan dengan cara mendekatkan sensor pada alat dengan objek yang diamati (daun). Lalu menekan tombol Start pada alat, dan nantinya sensor akan mengeluarkan cahaya yang mengenai objek (daun). Pada saat itu pula secara otomatis nilai fluoresensi dapat tersimpan pada alat.



Gambar 8. Pengukuran laju fotosintesis dengan menggunakan alat MINI PAM.

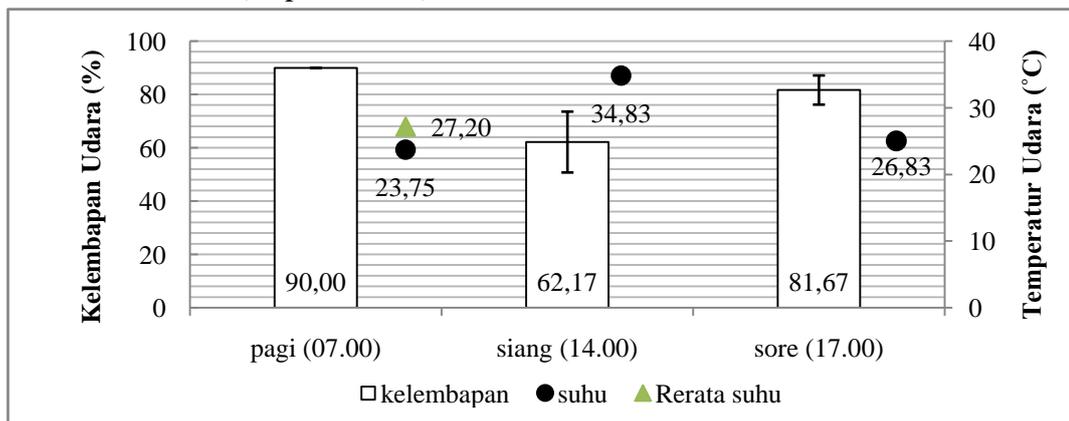
3.5.2 Parameter Pendukung

1. Kondisi lingkungan udara yang meliputi kelembapan, suhu udara dan lingkungan tanah yang meliputi kelembapan tanah, temperatur tanah dan pH tanah.
2. Jumlah daun per tanaman, diukur dengan menghitung jumlah daun pada setiap tanaman pada daun yang mengembang sempurna. Pengukuran dilakukan secara periodik setiap 1 minggu sekali, mulai tanaman berumur 7 HST sampai 31 HST. Parameter jumlah daun merupakan parameter vegetatif, sehingga pada saat tanaman berumur lebih dari 31 HST maka pengukuran dihentikan, karena pada saat itu tanaman sudah mengalami fase inisiasi bunga (fase generatif).
3. Kandungan klorofil daun ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$), diukur dengan menggunakan alat Chlorophyll meter SPAD. Pengukuran ini dilakukan dengan cara menjepit daun dengan alat Chlorophyll meter, lalu data akan terbaca oleh alat. Pengukuran ini dilakukan 1 minggu setelah aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.

4. *Stomatal Conductance* ($\text{mmol H}_2\text{O/m}^2/\text{s}$), diukur dengan menggunakan alat Leaf Porometer. Pengukuran ini dilakukan dengan cara menjepit daun dengan sensor yang ada pada alat Leaf Porometer. Pengukuran ini dilakukan 1 minggu setelah aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.
5. Indeks luas daun diukur dengan menggunakan Accu PAR. Pengukuran ini dilakukan dengan cara meletakkan sensor di atas dan di bawah kanopi. Pengukuran ini dilakukan 1 minggu setelah aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.
6. Tinggi tanaman (cm), diukur dengan cara mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai ujung titik pertumbuhan tanaman memakai penggaris. Pengukuran dilakukan secara periodik setiap 1 minggu sekali, mulai tanaman berumur 7 HST sampai 31 HST. Parameter tinggi tanaman merupakan parameter vegetatif, sehingga pada saat tanaman berumur lebih dari 31 HST maka pengukuran dihentikan, karena pada saat itu tanaman sudah mengalami fase inisiasi bunga (fase generatif).
7. Jumlah cabang, diukur dengan menghitung jumlah cabang yang tumbuh dari batang utama. Pengukuran dilakukan secara periodik setiap 1 minggu sekali, mulai tanaman berumur 7 HST sampai 31 HST. Parameter jumlah cabang merupakan parameter vegetatif, sehingga pada saat tanaman berumur lebih dari 31 HST maka pengukuran dihentikan, karena pada saat itu tanaman sudah mengalami fase inisiasi bunga (fase generatif).
8. Berat 100 biji (g), diukur dengan menimbang berat 100 biji menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 gram.
9. Berat biji per tanaman (g), diukur dengan menimbang berat biji yang dihasilkan oleh setiap tanaman sampel menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 gram.
10. Jumlah biji per tanaman, diukur dengan menghitung jumlah seluruh biji yang dihasilkan oleh setiap tanaman sampel.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

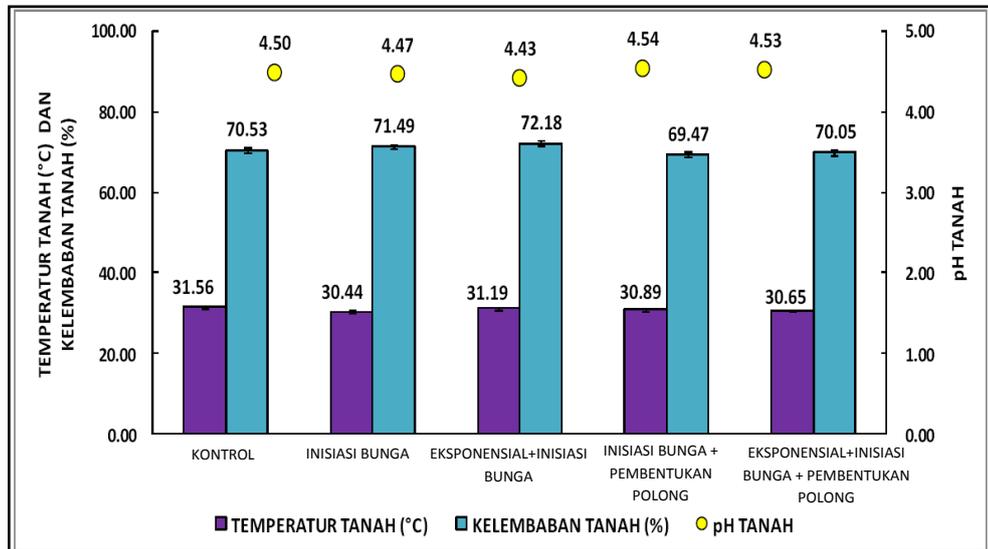
Tanaman kedelai akan tumbuh dan dapat berproduksi secara optimal apabila didukung dengan kondisi lingkungan yang sesuai. Kondisi lingkungan di lokasi penelitian selama penelitian berlangsung meliputi suhu udara dan kelembapan udara, tersaji dalam Gambar 9. Suhu udara harian dan kelembapan udara yang diamati pada pagi hari 23,75 °C dan 90,00 %, siang hari 34,83 °C dan 62,17 % serta sore hari 26,83 °C dan 81,67 %, dan suhu harian sebesar 27,20° C masuk dalam suhu kriteria pertumbuhan kedelai. Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21-34 °C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai 23-27 °C (Deptan, 2011).



Gambar 9. Temperatur dan kelembapan udara di lokasi penelitian.

Hasil pengamatan temperatur, kelembapan, dan pH tanah selama penelitian berlangsung memperlihatkan bahwa temperatur, kelembapan, dan pH tanah pada semua perlakuan aplikasi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. pada beberapa fase pertumbuhan tanaman relatif sama (Gambar 10) yaitu temperatur tanah sekitar 30 - 31 °C dengan kelembapan tanah 69 - 72 % serta pH tanah 4,4 - 4,5. Kondisi lingkungan seperti ini masih dapat dikatakan optimal untuk pertumbuhan kedelai. Menurut Fachruddin (2000), temperatur tanah yang optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai antara 25 - 30 °C dan kelembapan rata-rata 65 - 75 % serta toleransi pH yang baik sebagai syarat tumbuh yaitu antara 5,8 - 7, namun pada tanah dengan pH 4,5 pun kedelai masih dapat tumbuh baik. Berdasarkan data yang ada, kondisi ini menunjukkan bahwa kondisi

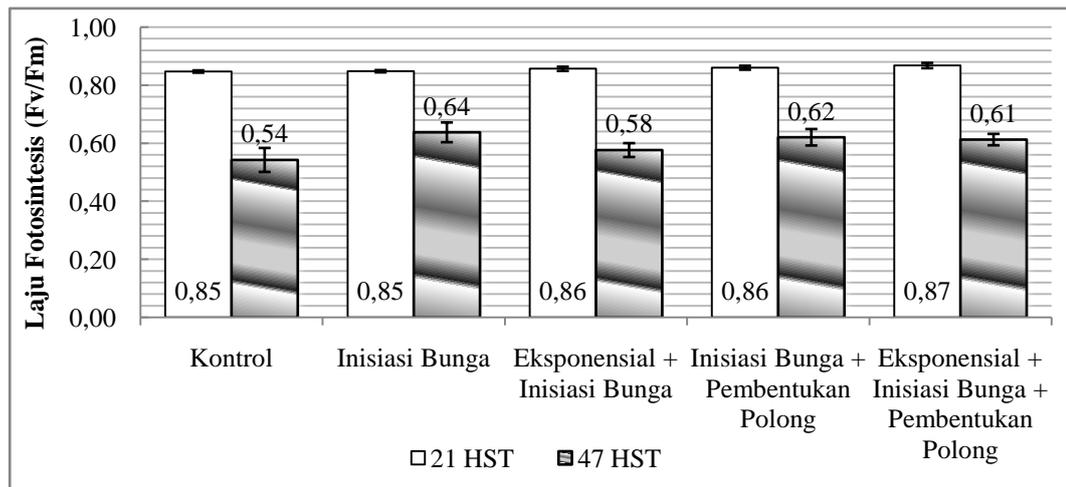
lingkungan penelitian relatif homogen. Pada kondisi lingkungan yang relatif homogen, maka perbedaan pertumbuhan tanaman hanya dipengaruhi oleh perlakuan penelitian.



Gambar 10. Temperatur, kelembapan dan pH tanah di lokasi penelitian selama penelitian berlangsung.

Kondisi lingkungan yang optimal dapat memaksimalkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Menurut Fitter dan Hay (1991), pertumbuhan tanaman tergantung pada aktivitas sistem fotosintesis, baik pada kemampuan untuk menghasilkan fotosintat pada organ-organ vegetatifnya dan kemampuan fotosintesis untuk berjalan lebih efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, perlakuan dengan bakteri *Synechococcus* sp. dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai (Gambar 11). Tanaman yang diaplikasi bakteri *Synechococcus* sp. sebanyak 1 kali pada fase inisiasi bunga memiliki nilai laju fotosintesis yang lebih tinggi yaitu 0,64 (47 HST) dibandingkan dengan tanaman yang tidak diaplikasi bakteri (kontrol) yaitu 0,54 (47 HST). Tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. laju fotosintesisnya mengalami peningkatan 17,52 %. Pada saat tanaman berumur 21 HST, tanaman kedelai belum diaplikasi bakteri, dan diketahui laju fotosintesisnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman pada saat berumur 47 HST. Hal ini dikarenakan tanaman yang berumur 21 HST masih dalam fase vegetatif atau eksponensial, dimana pada fase ini laju fotosintesis pada tanaman sangat tinggi dan hasil dari proses fotosintesisnya digunakan untuk

menunjang pertumbuhan organ vegetatif tanaman. Pada saat tanaman berumur 47 HST, tanaman berada pada fase generatif dan laju fotosintesisnya lebih rendah jika dibandingkan pada saat fase vegetatif, hal ini ada kaitannya dengan umur fisiologis jaringan daun tanaman dimana tanaman sudah mengalami *senescence* sehingga menyebabkan laju fotosintesisnya menurun.



Gambar 11. Laju Fotosintesis tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.

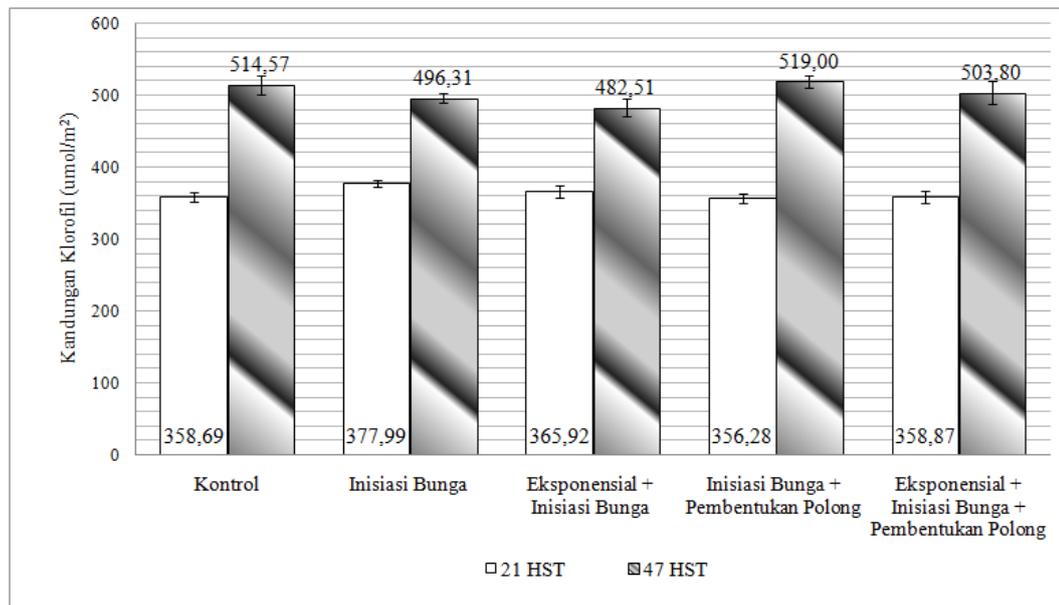
Laju fotosintesis tanaman kedelai yang berumur 47 HST dan diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp., secara keseluruhan menunjukkan laju fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diaplikasi bakteri *Synechococcus* sp. Tanaman yang diaplikasikan bakteri *Synechococcus* sp. sebanyak 1 kali pada fase inisiasi bunga menunjukkan laju fotosintesis yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Diduga dengan adanya aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada tanaman kedelai dapat meningkatkan fotosintesis tanaman inang dengan meningkatkan fiksasi CO₂ dan dapat membuat laju fotosintesis tanaman yang diaplikasi menjadi lebih efisien dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Laju fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah umur fisiologis jaringan dan adanya aplikasi bakteri menunjukkan bahwa tanaman yang mengalami *senescence* dan diaplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memiliki laju fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diaplikasi.

Kapasitas daun dalam melakukan fotosintesis bertambah seiring dengan kedewasaan daun sampai perkembangan dan pertumbuhan optimalnya. Pada saat tanaman berada pada fase generatif, pertumbuhan daun sudah tumbuh optimal dan mulai mengalami penuaan sehingga menyebabkan aktifitas fotosintesisnya semakin menurun.

Menurut Suyitno (2006), pada fase awal pertumbuhannya, daun muda masih mengikat asimilat dari daun dewasa (mengimport). Pada saat daun mencapai laju pertumbuhan optimum, produktivitasnya meningkat, dan sebagian fotosintatnya mulai translokasi ke jaringan lain yang membutuhkan. Kapasitas fotosintesis ini terus meningkat bersamaan dengan pencapaian kedewasaan organ daun.

Bakteri *Synechococcus* sp. merupakan bakteri yang dapat mereduksi N_2 dari udara (Meeks and Elhai, 2002). Diduga dengan adanya fiksasi N_2 dari udara oleh bakteri *Synechococcus* sp, dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai serta dapat meningkatkan kandungan klorofil daun. Bakteri ini mampu mencukupi kebutuhan akan nitrogen seperti nitrat (NO_3), ammonia (NH_4) dan urea dengan cara fiksasi nitrogen melalui organ vegetatif yang disebut *heterocyst*. Gas N_2 yang difiksasi melalui *heterocyst* diubah menjadi ammonium dan dilepas ke tanaman (Soedradjad, 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. sebanyak 2 kali pada fase inisiasi bunga dan fase pembentukan polong memiliki kandungan klorofil daun yang lebih tinggi yaitu $519 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ dibanding dengan tanaman yang tidak di aplikasi bakteri (kontrol) yaitu $514,57 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ (Gambar 12). Hasil ini sesuai dengan penelitian terdahulu, bahwa tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. memiliki kandungan klorofil daun lebih tinggi daripada tanaman kontrol sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis (Syamsunihar, dkk., 2008).

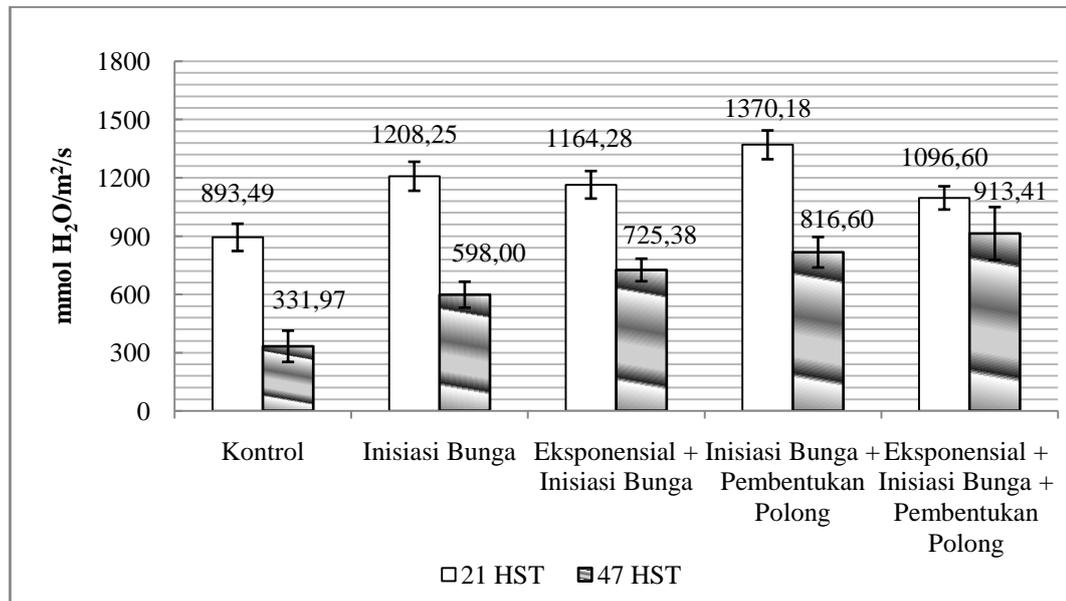


Gambar 12. Kandungan Klorofil total pada daun tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.

Syamsunihar, dkk. (2007) dalam penelitiannya menyatakan bahwa peningkatan kandungan klorofil diduga sebagian merupakan sumbangan koloni bakteri yang hadir di permukaan daun tanaman yang diinokulasi. Sumbangan tersebut berupa pasokan N dan peningkatan fungsi klorofil sebagai respon terhadap asosiasi yang disumbangkan oleh bakteri fotosintetik. Berdasarkan penelitian Adi (2009), dengan adanya kandungan klorofil yang semakin banyak per satuan luas daun, diduga laju fotosintesis akan meningkat. Pada reaksi terang fotosintesis, meningkatnya kandungan klorofil mampu meningkatkan pemanenan energi cahaya sehingga lebih banyak pula energi cahaya yang dirubah ke dalam bentuk kimia sebagai dua produk berenergi tinggi yaitu ATP dan NADPH yang bersamaan dengan itu oksigen dibebaskan. Selanjutnya, pada reaksi gelap, ketersediaan energi kimia yang lebih banyak dari kedua bentuk tersebut dipergunakan untuk mereduksi CO₂ sehingga terbentuknya senyawa karbohidrat (glukosa) semakin banyak. Senyawa karbohidrat tersebut kemudian ditranslokasikan ke bagian tanaman lain yang membutuhkan, untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya seperti pembentukan dan pengisian polong, daun, batang dan akar.

Fotosintesis merupakan aktivitas kompleks, dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Faktor internal menyangkut kondisi jaringan atau organ fotosintetik, kandungan klorofil, umur jaringan, aktivitas fisiologi yang lain seperti transpirasi, respirasi dan adaptasi fisiologis yang lain yang saling kait mengkait. Faktor eksternal meliputi faktor klimatik seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, hujan, dan juga faktor cahaya, konsentrasi CO₂, O₂, kompetitor, dan organisme pathogen (Suyitno, 2006). Kandungan klorofil yang lebih banyak, belum tentu dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai karena masih banyak faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Peningkatan kemampuan fotosintesis tanaman juga dapat diketahui dengan beberapa pendekatan, yakni dengan mengetahui besar kecilnya nilai *stomatal conductance* pada tanaman.

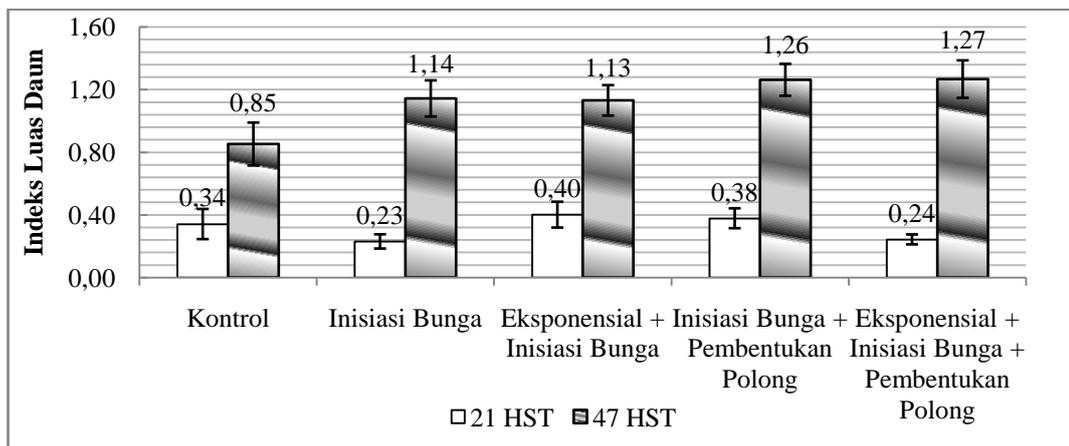
Daya hantar stomata adalah kemampuan stomata melepas uap air ke udara pada saat membuka optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *stomatal conductance* (Gambar 13) pada tanaman yang berumur 47 HST yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp., secara keseluruhan memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol. Tanaman yang berumur 21 HST, belum diaplikasi bakteri dan diketahui nilai *stomatal conductance* lebih tinggi dibandingkan tanaman pada saat berumur 47 HST. Hasil ini sama dengan parameter laju fotosintesis, dimana tanaman yang berumur 21 HST memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang berumur 47 HST. Tanaman yang berumur 21 HST berada pada fase eksponensial, pada fase ini aktivitas tanaman dalam pertukaran CO₂ dan H₂O sangatlah tinggi. Tanaman menyerap CO₂ digunakan untuk proses fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan digunakan untuk menunjang pertumbuhan tanaman.



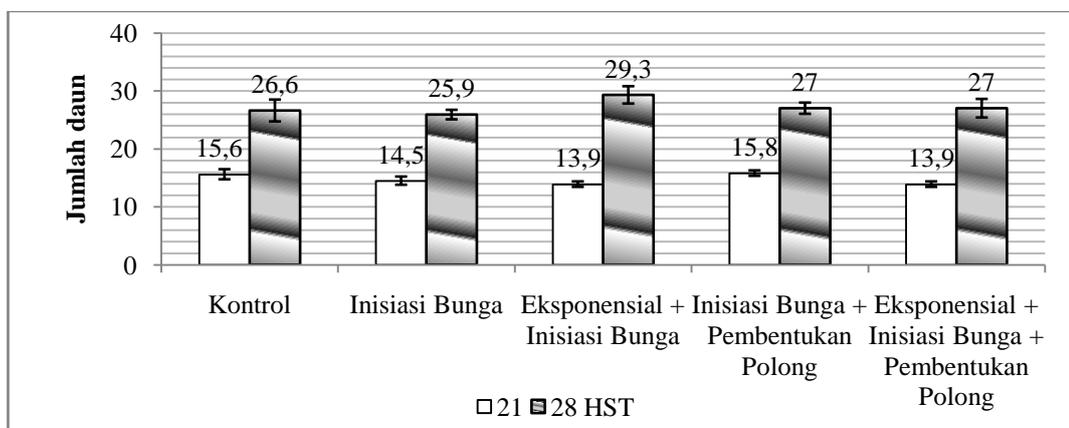
Gambar 13. Nilai stomatal conductance tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.

Karbon dioksida merupakan bahan penting yang berperan dalam fotosintesis tanaman. Masuknya CO₂ ke dalam tanaman juga disertai pertukaran gas yang keluar dari tanaman. Air akan keluar dari dalam tanaman ketika stomata membuka untuk menyerap CO₂. Nilai CO₂ yang masuk tidak sama dengan nilai H₂O yang dikeluarkan tanaman, namun diasumsikan jika nilai CO₂ yang diserap tinggi maka H₂O yang dilepaskan juga tinggi (Gomes, 2003). Menurut Beals (1999), banyaknya H₂O yang dikeluarkan tanaman dapat dihitung dengan menggunakan alat leaf porometer, dimana banyaknya air yang keluar per satuan luas per satuan waktu yang disebut dengan *stomatal conductance*. Terjadinya pertukaran CO₂ dan H₂O di stomata, diasumsikan nilai *stomatal conductance* sama dengan CO₂ yang masuk ke dalam tanaman. Nilai *stomatal conductance* yang diukur menandakan besar kecilnya fotosintesis yang terjadi pada tanaman, dan kemampuan fotosintesis tanaman berbeda pada setiap fasenya (fase vegetatif dan generatif). Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. menunjukkan bahwa tanaman yang diaplikasi memiliki nilai *stomatal conductance* yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diaplikasi.

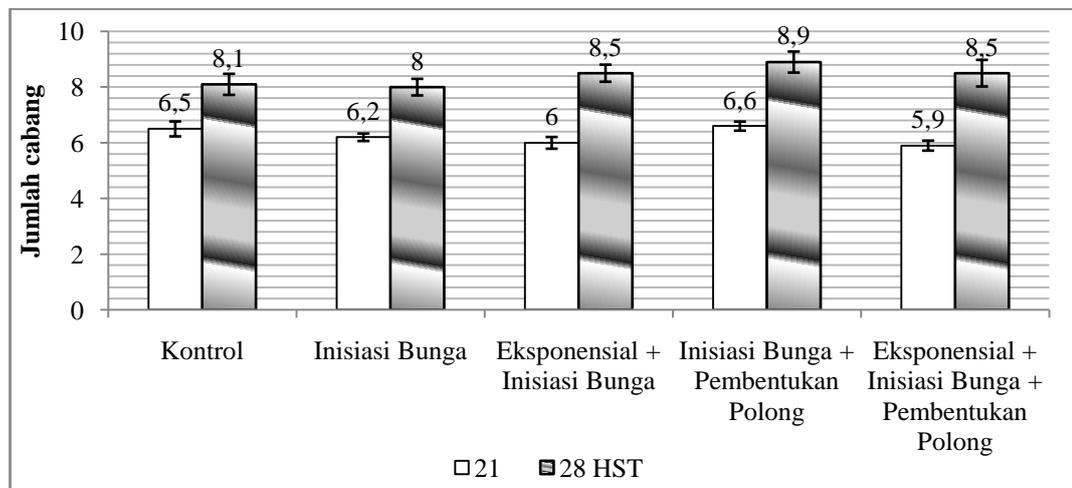
Tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. (Gambar 14) memiliki indeks luas daun yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman kontrol, begitu pula dengan parameter jumlah daun (Gambar 15) dan jumlah cabang produktif (Gambar 16) secara keseluruhan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan tanaman kontrol. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan 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 (Mulyanto, 2009). Peranan auksin terletak pula pada pembelahan sel di seluruh organ tanaman termasuk daun dan jumlah cabang produktifnya.



Gambar 14. Indeks luas daun tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.



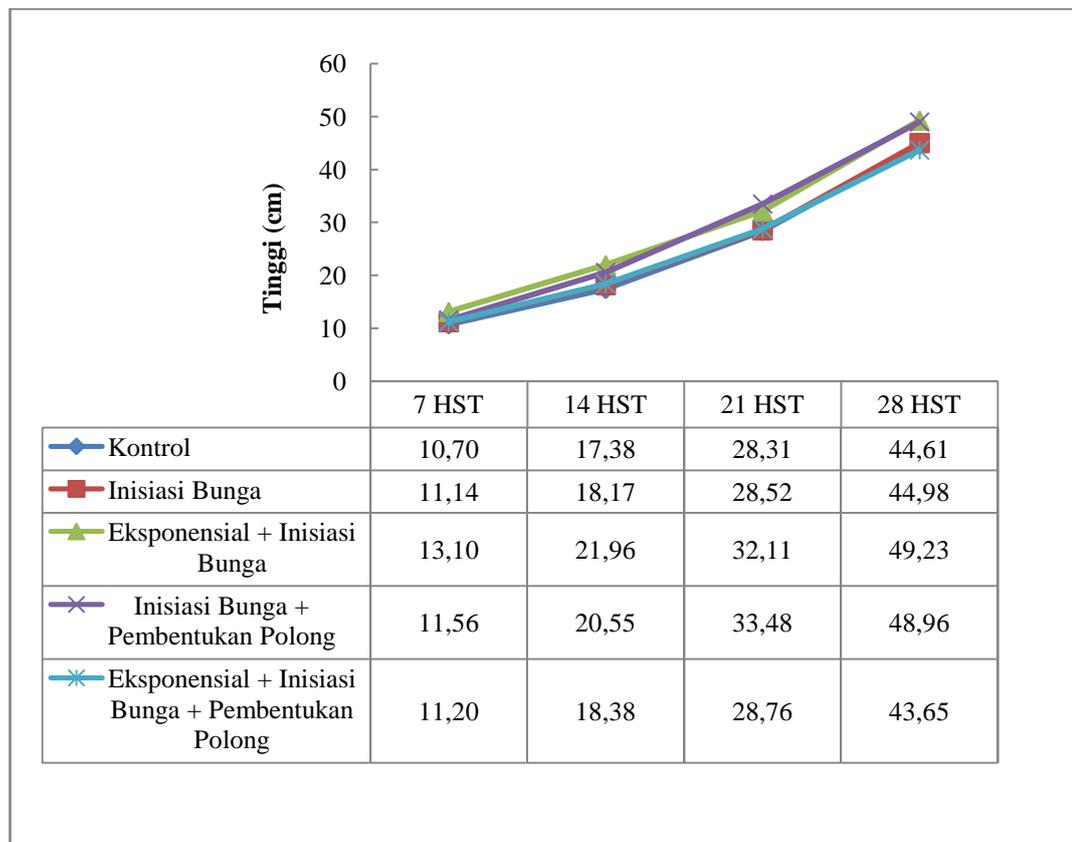
Gambar 15. Jumlah daun tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.



Gambar 16. Jumlah cabang tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.

Bakteri *Synechococcus* sp. secara tidak langsung memberikan pengaruh terhadap luas daun dan laju pertumbuhan tanaman, dengan adanya IAA yang produksinya dirangsang oleh bakteri (Soedradjad dan Avivi, 2005). Menurut Soedradjad dan Avivi (2005), indeks luas daun yang besar dengan bentuk tajuk tanaman serta susunan daun yang ideal akan mampu menyerap cahaya yang lebih besar, namun dengan semakin besarnya nilai indeks luas daun pada tanaman kedelai mengakibatkan fotosintesisnya semakin rendah. Daun yang tumbuh di bagian atas, dapat menutupi penangkapan sinar matahari oleh daun yang dibawahnya, sehingga menyebabkan pemanenan cahaya untuk proses fotosintesis menjadi tidak maksimal.

Selama pertumbuhan vegetatif tanaman, terjadi peningkatan tinggi tanaman yang lebih besar pada tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. dibandingkan dengan tanaman kontrol. Pada parameter tinggi tanaman (Gambar 17), tanaman yang diaplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memiliki batang yang lebih tinggi daripada tanaman kontrol.



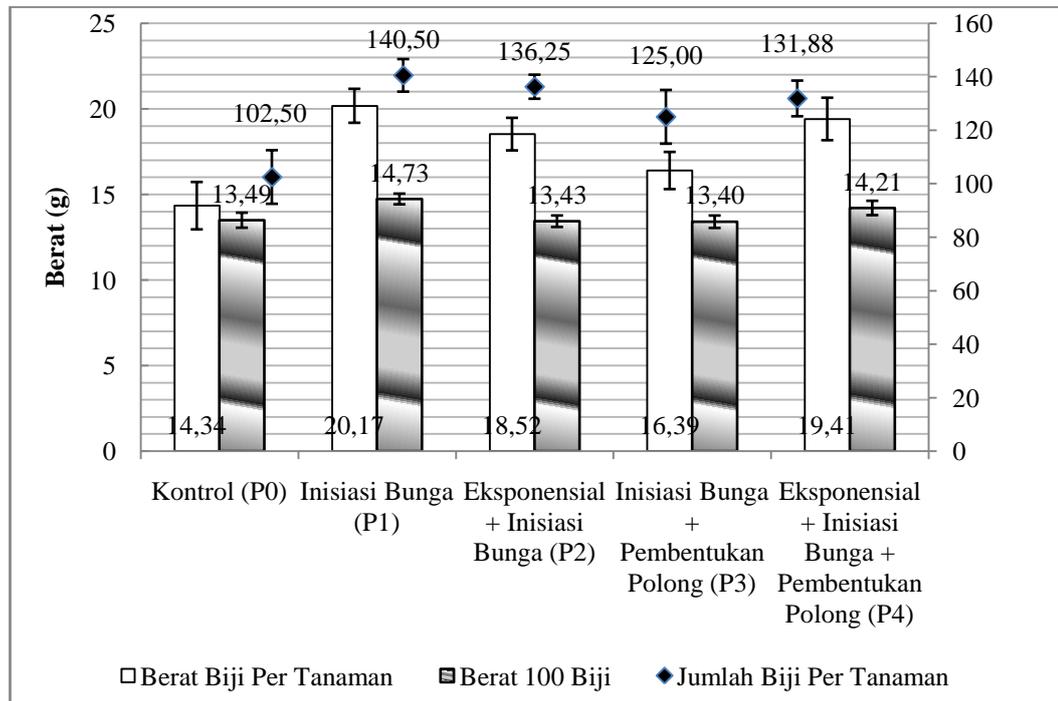
Gambar 17. Tinggi tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.

Adanya aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman, hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan tinggi tanaman yang diaplikasi dibandingkan dengan yang tidak diaplikasi bakteri *Synechococcus* sp. Hasil dari proses fotosintesisnya digunakan untuk menunjang pertumbuhan tinggi tanaman. Namun untuk tanaman dengan perlakuan aplikasi bakteri sebanyak 3 kali (eksponensial, inisiasi bunga dan pembentukan polong) memiliki batang yang lebih rendah yaitu 43,65 cm daripada tanaman kontrol 44,61 cm.

Secara umum pertumbuhan tanaman kedelai mengikuti pola sigmoid atau kurva pertumbuhan berbentuk – S. Pola Sigmoid artinya dalam kurva tersebut menunjukkan ukuran pertambahan (akumulasi) sebagai fungsi dari waktu yang meliputi fase logaritmik, fase linier, dan fase penuaan (Salisbury dan Ross, 1995). Tinggi tanaman selain dipengaruhi oleh akumulasi fotosintat juga dipengaruhi oleh auksin. Kandungan auksin yang lebih besar pada tanaman yang diinokulasi

bakteri *Synechococcus* sp. berpengaruh positif pada pertumbuhan tinggi tanaman (Mulyanto, 2009). Sesuai dengan fungsi hormon auksin yang berperan dalam pengembangan sel-sel yang ada di daerah meristem sehingga sel menjadi panjang (Dwijoseputro, 1978).

Peningkatan laju fotosintesis tanaman kedelai yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. berdampak pada meningkatnya fotosintat yang dihasilkan. Hal ini dapat diketahui dari parameter hasil panen biji kedelai (Gambar 18), tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. memiliki jumlah biji per tanaman yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman kontrol dan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada inisiasi bunga memiliki nilai yang terbaik sebesar 140,5 biji. Peningkatan fotosintat pada parameter jumlah biji pertanaman sebesar 37,07 %. Berat biji per tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. juga memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman kontrol dan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada inisiasi bunga memiliki nilai yang terbaik sebesar 20,17 g. Peningkatan fotosintat pada parameter berat biji per tanaman sebesar 40,68 %. Berat 100 biji pada tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. juga memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman kontrol dan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada inisiasi bunga memiliki nilai yang terbaik sebesar 14,73 biji. Peningkatan fotosintat pada parameter berat 100 biji sebesar 9,19 %. Secara keseluruhan, tanaman kedelai yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol.



Gambar 18. Grafik hasil panen dari tanaman kedelai yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp.

Biji merupakan organ penimbun cadangan makanan berupa karbohidrat, lemak dan protein (Salisbury dan Ross, 1995). Menurut Syamsunihar (2008), senyawa-senyawa penyusun cadangan makanan tersebut tersusun dari rangka karbon yang kompleks dan panjang. Unsur karbon penyusun senyawa-senyawa cadangan makanan ini diperoleh tanaman melalui proses fotosintesis yang memfiksasi CO₂. Asosiasi bakteri *Synechococcus* sp. dengan tanaman kedelai mampu meningkatkan laju fiksasi CO₂ yang diikuti dengan meningkatnya produksi tanaman kedelai. Hasil dari penelitian ini menunjukkan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dapat membuat fotosintesis tanaman kedelai lebih efisien serta dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman (Gambar 11) yang nantinya berdampak dalam peningkatan produksi tanaman kedelai dan ini ditunjukkan pada aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. saat inisiasi bunga (Gambar 18).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Asosiasi bakteri *Synechococcus* sp. dengan tanaman kedelai pada fase inisiasi bunga dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman kedelai sebesar 17,52 %, sehingga berdampak pada peningkatan produksi tanaman kedelai sebesar 40,68 % dari tanaman kontrol.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil produksi yang tinggi, aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. cukup 1 kali yaitu pada fase inisiasi bunga.
2. Selama penelitian berlangsung, terdapat gangguan serangan hama *Aphis* sp., oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh serangan hama terhadap tanaman kedelai yang di aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.

Lampiran 1. Surat Pernyataan Kesiadaan Mengikuti Riset Dosen

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ahmad Setiawan Hadi Saputro

NIM : 061510101053

Mahasiswa jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember, menyatakan bahwa dalam rangka penulisan tugas akhir (skripsi) judul “**Pengaruh Aplikasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus sp.* terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Kedelai**” merupakan bagian dari penelitian dengan judul **Aktivitas Nitrogenase Bintil Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merill*) yang Berasosiasi dengan Bakteri Fotosintetik *Synechococcus sp.*** yang dilaksanakan oleh Dr. Ir. Anang Syamsunihar, MP., dan kawan-kawan dengan sumber dana DIPA Universitas Jember skim Penelitian Fundamental tahun 2010.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa tekanan dari pihak manapun.

Mengetahui
Peneliti Utama



Dr. Ir. Anang Syamsunihar, MP
NIP. 196606261991031002

Jember, 12 Juni 2010

Yang menyatakan,

Ahmad Setiawan H. S.
NIM. 061510101053

Lampiran 2. Foto Kegiatan Penelitian



Gambar 19. Persiapan media dalam polybag.



Gambar 20. Pemeliharaan tanaman kedelai pada umur 7 HST.



Gambar 21. Pengamatan laju fotosintesis dengan MINI PAM sebelum aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. (21 HST).



Gambar 22. Aplikasi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. pada tanaman kedelai pada umur tanaman 31 HST (masuk fase inisiasi bunga).



Gambar 23. Panen kedelai pada saat umur 76 HST.



Gambar 24. Penjemuran kedelai setelah panen

Lampiran 3. Log Book penelitian

Judul Penelitian : Pengaruh Aplikasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Kedelai
 Waktu : Juni 2010 – Oktober 2011
 Lokasi : Green House dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember
 Jl. Kalimantan III/37 Jember.
 Peneliti : Ahmad Setiawan Hadi Saputro/ 061510101053

NO	Hari/Tanggal	Kegiatan	Hasil	Tindak Lanjut
1.	Rabu, 9-06-2010	<ul style="list-style-type: none"> Pembuatan Media tanam Analisis N total tanah 	<ul style="list-style-type: none"> Membuat media tanam perbandingan 2:1:1 (Tanah:Pasir:Sekam) dimasukkan ke polibag ukuran 40x60 cm sebanyak 50 polibag dengan berat masing-masing polibag 10 kg. Mengukur kandungan N total tanah 	<ul style="list-style-type: none"> Media dalam polibag dibiarkan 2 hari.
2.	Jumat, 11-06-2010	<ul style="list-style-type: none"> Penanaman benih Pemberian pupuk Pemeliharaan 	<ul style="list-style-type: none"> Benih ditanam 2-4 biji per lubang Pemberian pupuk dasar 0,25 gram Urea; 0,375 gram SP-36; dan 0,25 gram KCl. Penyiraman dilakukan sampai mencapai kapasitas lapang media tanam dalam polibag. 	<ul style="list-style-type: none"> Dilakukan penyiangan gulma yang tumbuh di media tanam.
3.	Jumat, 18-06-2010	<ul style="list-style-type: none"> Penjarangan Pengukuran parameter agronomis 	<ul style="list-style-type: none"> Penjarangan dengan tiap polibag terdapat 1 tanaman. Pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dari batang utama. 	<ul style="list-style-type: none"> Dilakukan penyiangan gulma yang tumbuh di media tanam. Pengukuran parameter agronomis dilakukan 1 minggu 1x sampai fase generatif. Penyiraman dilakukan 3 hari sekali dan dilakukan sampai mencapai kapasitas lapang media tanam dalam polibag.

4.	Kamis, 24-06-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pengendalian hama lalat bibit 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemberian sekam di atas permukaan media tanam di polibag untuk menekan serangan hama lalat bibit yang sering menyerang pada fase awal pertumbuhan kedelai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pengecekan terhadap serangan hama dan penyakit yang sering menyerang pada fase awal kedelai terutama belalang dan lalat bibit.
5.	Jumat, 25-06-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pemeliharaan • Pengukuran parameter agronomis 	<ul style="list-style-type: none"> • Penyiraman dilakukan sampai mencapai kapasitas lapang media tanam dalam polibag. • Pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dari batang utama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dilakukan penyiangan gulma yang tumbuh di media tanam. • Penyiraman dilakukan 3 hari sekali dan dilakukan sampai mencapai kapasitas lapang media tanam dalam polibag.
6.	Rabu, 30-06-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pengenceran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengencerkan bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dengan mencampur 5 g gula dan 5 ml larutan induk <i>Synechococcus</i> sp. dalam 1 liter aquades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menginkubasi selama 48 jam dan mengaplikasi pada tanaman pada umur tanaman 21 hst.
7.	Jumat, 2-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran kandungan klorofil, laju fotosintesis, luas daun. • Pengukuran parameter agronomis. • Pemasangan ajir pada tanaman • Aplikasi bakteri <i>Synechococcus</i> sp. pada tanaman kedelai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengukur kandungan klorofil dengan chlorophyll meter SPAD-502, mengukur laju fotosintesis dengan MINI PUM dan mengukur luas daun dengan Planimeter. (pengambilan data ke 1, sebelum aplikasi/fase eksponensial) • Pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dari batang utama. • Memasang ajir bambu pada tanaman kedelai • Menyemprotkan bakteri <i>Synechococcus</i> sp. pada tajuk tanaman perlakuan P2 dan P4 (masuk fase eksponensial 21 hst) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mencatat data dan menginput data ke dalam komputer. • Melakukan perawatan dengan menyiram tanaman 3 hari sekali sampai kapasitas lapang, dan mengikat tanaman pada ajir, serta melakukan penyiangan gulma yang tumbuh di media tanam. • Melakukan pengamatan 7 hari setelah aplikasi bakteri.
8.	Sabtu, 03-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran daya hantar 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengukur daya hantar stomata dengan leaf 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendownload data dan

		stomata, ILD.	porometer dan ILD dengan Accu PAR.	menginput data dalam komputer.
9.	Senin, 05-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Menanam kedelai varietas surya dan galunggung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan penanaman kedelai varietas surya dan galunggung ke dalam sisa media yang tidak terpakai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perawatan sampai panen.
10.	Jumat, 9-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamatan akar dan tanaman (R1) pada umur 28 hst • Pengukuran kandungan klorofil, daya hantar stomata, ILD dan luas daun. • Pengamatan parameter agronomi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengukur panjang akar, volume akar, jumlah bintil akar, berat bintil akar, jumlah bintil aktif, persentase bintil aktif, volume bintil akar, berat basah tanaman, berat basah akar, berat basah brangkasan • Mengukur kandungan klorofil dengan chlorophyll meter SPAD-502, ILD dengan Accu PAR, daya hantar stomata dengan Leaf porometer dan luas daun dengan Planimeter. (Pengambilan data ke 2 / 28 hst, 1 minggu setelah aplikasi/fase ekponensial). • Mengukur tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dari batang utama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengkering anginkan hasil pengamatan destruktif tanaman kedelai selama 24 jam sebelum di oven. • Mencatat data dan menginput data ke dalam komputer. • Melakukan perawatan dengan menyiram tanaman 3 hari sekali sampai kapasitas lapang, dan mengikat tanaman pada ajir, serta melakukan penyiangan gulma yang tumbuh di media tanam.
11.	Sabtu, 10-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pengenceran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengencerkan bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dengan mencampur 5 g gula dan 5 ml larutan induk <i>Synechococcus</i> sp. dalam 1 liter aquades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menginkubasi selama 48 jam dan mengaplikasi pada tanaman pada umur tanaman 21 hst.
12.	Senin, 12-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi bakteri <i>Synechococcus</i> sp. pada tanaman kedelai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyemprotkan bakteri <i>Synechococcus</i> sp. pada tajuk tanaman perlakuan P1, P2, P3 dan P4 (memasuki fase inisiasi bunga 31 hst) • Merawat tanaman dengan melakukan penyiangan terhadap gulma yang terdapat di media tanam dan melakukan penyiraman setiap hari. Pada fase 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perawatan dengan penyiangan gulma yang tumbuh di media tanam serta penyiraman di lakukan setiap hari, jika kondisi media masih basah maka tidak dilakukan

			inisiasi bunga, tanaman kedelai memasuki fase generatif. Dan kebutuhan air cukup tersedia bagi tanaman.	penyiraman dan dilakukan sampai mencapai kapasitas lapang media tanam dalam polibag.
13.	Rabu, 14-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis kandungan N total jaringan • Penyemprotan pestisida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis kandungan N total jaringan (R1) di Laboratorium Jurusan Tanah. • Menyemprotkan larutan pestisida untuk mengurangi serangan hama ulat dan penyakit layu pucuk. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menunggu hasil analisa jaringan. • Melakukan perawatan dengan penyirangan gulma yang tumbuh di media tanam serta penyiraman di lakukan setiap hari, jika kondisi media masih basah maka tidak dilakukan penyiraman dan dilakukan penyiraman dan dilakukan sampai mencapai kapasitas lapang media tanam dalam polibag.
15.	Senin, 19-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Pengenceran bakteri <i>Synechococcus</i> sp. • Pengukuran kandungan klorofil, daya hantar stomata, ILD dan luas daun. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengencerkan bakteri <i>Synechococcus</i> sp. dengan mencampur 5 g gula dan 5 ml larutan induk <i>Synechococcus</i> sp. dalam 1 liter aquades. • Mengukur kandungan klorofil, dengan chlorophyll meter SPAD-502, ILD dengan Accu PAR, daya hantar stomata dengan Leaf porometer dan luas daun dengan Planimeter. (Pengambilan data ke 3 / 38 hst, 1 minggu setelah aplikasi/fase inisiasi bunga). 	<ul style="list-style-type: none"> • Menginkubasi selama 48 jam dan mengaplikasi pada tanaman pada umur tanaman 21 hst. • Mencatat dan mendownload data dan menginput data ke dalam komputer.
16.	Rabu, 21-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi bakteri <i>Synechococcus</i> sp. pada tanaman kedelai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyemprotkan bakteri <i>Synechococcus</i> sp. pada tajuk tanaman perlakuan P3 dan P4 (masuk fase pengisian polong 40 hst) 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perawatan dengan penyirangan gulma yang tumbuh di media tanam serta

				penyiraman di lakukan setiap hari, jika kondisi media masih basah maka tidak dilakukan penyiraman dan dilakukan sampai mencapai kapasitas lapang media tanam dalam polibag.
17.	Rabu, 28-07-2010	<ul style="list-style-type: none"> Pengukuran kandungan klorofil, daya hantar stomata, ILD, luas daun dan laju fotosintesis. 	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur kandungan klorofil, dengan chlorophyll meter SPAD-502, ILD dengan Accu PAR, daya hantar stomata dengan Leaf porometer, luas daun dengan Planimeter dan mengukur laju fotosintesis dengan MINI PUM. (Pengambilan data ke 4 / 47 hst, 1 minggu setelah aplikasi/fase pengisian polong). 	<ul style="list-style-type: none"> Mecatat dan menginput data ke dalam komputer.
18.	Senin, 09-08-2010	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengambilan sampel (R2) (58 hst) 	<ul style="list-style-type: none"> Mengambil sebanyak 5 sampel (1/perlakuan) dan menimbang berat basah (daun, batang, akar, bintil akar) serta menghitung jml polong, polong kopong, polong isi, jml bintil akar, bintil akar aktif dan tidak aktif. 	<ul style="list-style-type: none"> Setelah di ambil datanya, mengeringangkan sampel selama 1 hari dan setelah itu sampel di oven untuk mendapatkan berat kering.
19.	Selasa, 10-08-2010	<ul style="list-style-type: none"> Memasukkan sampel (R2) ke dalam oven Menganalisa kandungan N-Total jaringan 	<ul style="list-style-type: none"> Mengoven bagian tanaman kedelai (akar, bintil akar, dan brangkasan) pada suhu 60-70°C sampai konstan (selama ± 48 jam). Menyerahkan sampel untuk di analisa kandungan N-Totalnya (Di Jur Tanah). 	<ul style="list-style-type: none"> Menunggu selama ± 48 jam dan menimbang berat kering tanaman. Menunggu hasil analisa jaringan dari Lab.
20.	Kamis, 12-08-2010	<ul style="list-style-type: none"> Pengukuran berat kering tanaman kedelai 	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur berat kering tanaman kedelai (akar, bintil akar dan brangkasan) dengan timbangan analitik. 	<ul style="list-style-type: none"> Mencatat data dan menginput data ke dalam komputer.

21.	Jumat, 13-08-2010	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur N-Nitrat dan N-asam amino 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengukuran N-Nitrat dan N-asam amino dengan alat spektrofotometer 	<ul style="list-style-type: none"> Mencatat nilai absorbansi dan menginput ke dalam komputer.
22.	Jumat, 20-08-2010	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur N-Ureida 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengukuran N-ureida dengan alat spektrofotometer di laboratorium Fisiologi Tumbuhan Dasar 	<ul style="list-style-type: none"> Mencatat nilai absorbansi dan menginput ke dalam komputer.
23.	Kamis, 26-08-2010	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur N-Ureida Panen kedelai 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengukuran N-ureida dengan alat spektrofotometer di laboratorium Fisiologi Tumbuhan Dasar Memanen kedelai pada umur 76 Hst, tetapi kedelai yang di panen hanya sebagian (kedelai yang kering dan berwarna coklat). Sebagian kedelai di biarkan, dan di panen kemudian pada saat sudah berwarna coklat. 	<ul style="list-style-type: none"> Mencatat nilai absorbansi dan menginput ke dalam komputer. Memasukkan hasil panen ke dalam plastik klip, dan melakukan penjemuran.
24.	Rabu, 08-09-2010	<ul style="list-style-type: none"> Menjemur kedelai 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan penjemuran sampai biji kedelai keluar dari polong, kurang lebih selama 2 hari 	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat kendala dalam penjemuran, dikarenakan kondisi cuaca yang sering berubah.
25.	Kamis, 29-09-2011	<ul style="list-style-type: none"> Seminar Hasil 	<ul style="list-style-type: none"> Melaksanakan seminar hasil di ruang Lab. Teknologi Benih Jur. Budidaya Pertanian 	<ul style="list-style-type: none"> Mengurusi syarat-syarat ujian
26.	Rabu, 06-10-2011	<ul style="list-style-type: none"> Meminta Acc ujian 	<ul style="list-style-type: none"> Mendapat Acc Ujian dari Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota. 	<ul style="list-style-type: none"> Mengurusi syarat-syarat ujian
27.	Jum'at, 14-10-2011	<ul style="list-style-type: none"> Ujian Sidang 	<ul style="list-style-type: none"> Melaksanakan ujian sidang skripsi 	<ul style="list-style-type: none"> Ujian Skripsi

Lampiran 4. Biodata Penulis

Nama	AHMAD SETIAWAN HADI SAPUTRO		
TTL	Jember, 08 Juli 1988		
Alamat	Jl. Semeru no 28 Ajung – Jember Rt/Rw 01/05 68175 ☎ 085 258 39 6789/ 085 649 200 281		
E-mail	saputro88@gmail.com / putro_ndut@yahoo.co.id		
Jenis Kelamin	Laki - laki		
Status	Belum Kawin		
Tinggi / Berat	169 cm / 73 kg		
Agama	Islam		
Hobby	Membaca, futsal, jogging		
PENDIDIKAN FORMAL			
2006-2011	Universitas	S-1 Agronomi/Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember. IPK = 3,00	
2003-2006	Sekolah Menengah Atas	SMA N 1 Rambipuji - Jember	
2000-2003	Sekolah Lanjut Tingkat Pertama	SMP N 6 Jember	
1994-2000	Sekolah Dasar	SDN Ajung 03 - Jember	
1993-1994	Taman Kanak-kanak	TK Dharma Wanita Ajung-Jember	
PENGALAMAN ORGANISASI			
2009-2011	Sek. Bid. 3 (Kesejahteraan Anggota) HIMAGRO (Himpunan Mahasiswa Agronomi) Fakultas Pertanian, Universitas Jember		
2009-2011	Anggota Tetap FKK-HIMAGRI (Forum Komunikasi dan Kerjasama Himpunan Mahasiswa Agronomi Indonesia)		
2006-2008	Anggota PSM (Paduan Suara Mahasiswa) Jenis Suara BASS, Fakultas Pertanian, Universitas Jember		
PRESTASI			
2007	Juara II Lomba Paduan Suara Mahasiswa dalam festival paduan suara Rektor Cup XI antar fakultas/program studi Universitas Jember, Jember		
2006	Juara Harapan I Lomba Paduan Suara Mahasiswa Antar Fakultas (Mahasiswa Baru tahun 2006) dalam rangka diesnatalies XLIII Universitas Jember, Jember		
SEMINAR DAN PELATIHAN			
2009	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta <i>Design Grafis for Beginner</i> Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember. • Peserta Magang Kewirausahaan “Mencetak Job Creator melalui Cooperative Education Programme” Koperasi Sinau Andandanin Ekonomi (SAE) Kec. Pujon, Malang. 		

PENGALAMAN KERJA	
2008-2011	<p>Asisten Dosen Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Budidaya Pertanian/Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, untuk Mata Kuliah :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fisiologi Tumbuhan • Nutrisi Tanaman • Agrobiologi • Teknologi Inovasi Produksi Pertanian • Penerapan Sistem Pertanian Berkelanjutan • Layanan Klinik Tanaman
2011	<p>Supervisor PT. Superintending Company of Indonesia (Sucofindo) Cabang Surabaya dalam kegiatan "Surveydan Pemetaan Pangan Pokok dalam Rangka Pemenuhan Kebutuhan Pokok Masyarakat Tahun 2011" terhadap komoditas beras di wilayah Probolinggo.</p>