



**PENGARUH KONSENTRASI PUPUK DAUN DAN APLIKASI BAKTERI
Synechococcus sp TERHADAP LAJU FOTOSINTESIS DAN
PRODUKSI BIOMAS TANAMAN NILAM
(*Pogostemon cablin*, Benth)**

SKRIPSI

Oleh

**BACHTIAR JUSUF EFFENDI
NIM. 051510101115**

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



**PENGARUH KONSENTRASI PUPUK DAUN DAN APLIKASI BAKTERI
Synechococcus sp. TERHADAP LAJU FOTOSINTESIS DAN
PRODUKSI BIOMAS TANAMAN NILAM
(*Pogostemon cablin*, Benth)**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan program strata satu (S1) Program Studi Agronomi
Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Oleh:

**Bachtiar Jusuf Effendi
NIM 051510101115**

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

SKRIPSI BERJUDUL

**PENGARUH KONSENTRASI PUPUK DAUN DAN APLIKASI BAKTERI
Synechococcus sp. TERHADAP LAJU FOTOSINTESIS DAN
PRODUKSI BIOMAS TANAMAN NILAM
(*Pogostemon cablin*, Benth)**

Oleh :

BACHTIAR JUSUF EFFENDI

NIM 051510101115

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : **Ir. Sigit Soeparjono, MS.,Ph.D.**
NIP : 19600506 198702 1 001

Dosen Pembimbing Anggota : **Ir. Anang Syamsunihar, MP., Ph.D.**
NIP : 19660626 199103 1 002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : ” **Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun dan Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp. Terhadap Laju Fotosintesis dan Produksi Biomas Tanaman Nilam (*pogostemon cablin*, Benth)**”, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 18 Oktober 2011

Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

Penguji 1,

Ir. Sigit Soeparjono, MS.,Ph.D.
NIP. 19600506 198702 1 001

Penguji 2,

Penguji 3,

Ir. Anang Syamsunihar, MP, Ph.D
NIP. 19660626 199103 1 002

Tri Agus Siswoyo, SP.,M.Agr, Ph.D
NIP. 19700810 199803 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
NIP. 19611110 198802 1 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bachtiar Jusuf Effendi

NIM : 051510101115

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul ” Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun dan Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp. Terhadap Laju Fotosintesis dan Produksi Biomas Tanaman Nilam (*pogostemon cablin*, Benth)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran 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 ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 31 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Bachtiar Jusuf Effendi

NIM. 051510101115

RINGKASAN

Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun dan Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp. Terhadap Laju Fotosintesis dan Produksi Biomas Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin*, Benth). *Bachtiar Jusuf Effendi*, 051510101115, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Nilam (*Pogostemon cablin*, Benth) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri dari keluarga Labiatae. Tanaman nilam merupakan komoditi ekspor penyumbang devisa negara sebesar 45 % dari total ekspor minyak atsiri Indonesia. Pada tahun 2006 ekspor minyak nilam mencapai 1.276 ton dengan nilai 19.26 juta dolar Amerika. Manfaat dari minyak nilam ini sebagai pengikat (fiksatif) dalam industri parfum, sabun mandi dan hair tonic. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas dan mutu minyak nilam Indonesia yaitu dalam manajemen budidaya atau teknik agronomi yang berkaitan dengan cara pemupukan yang tidak tepat baik waktu, dosis, konsentrasi dan jenis pupuk yang digunakan. Salah satu inovasi yang dilakukan adalah dengan cara aplikasi konsentrasi pupuk daun yang tepat dan pemanfaatan agen hayati ramah lingkungan yaitu aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.

Penelitian ini dilakukan di lahan "Agrotechno Park" Fakultas Pertanian Universitas Jember pada agustus 2009 sampai februari 2010. Tujuan penelitian mempelajari pengaruh aplikasi macam konsentrasi yang terbaik, mempelajari pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dan mempelajari interaksi pemberian aplikasi konsentrasi pupuk daun dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap laju fotosintesis dan produksi biomas. Dalam penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dua faktor yaitu faktor pertama aplikasi macam konsentrasi terdiri P1 (konsentrasi pupuk daun 1.5 g/l), P2 (konsentrasi pupuk daun 2.0 g/L) dan P3 (konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L). Faktor kedua yaitu aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terdiri B0 (tanpa aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.) dan B1 (aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.).

Hasil penelitian menunjukkan kombinasi macam konsentrasi pupuk daun dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada parameter laju pertumbuhan relatif (LPR), begitu juga untuk faktor tunggal perlakuan konsentrasi pupuk daun memberikan respon yang berbeda nyata pada parameter laju pertumbuhan relatif (LPR), sedangkan aplikasi konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L memberikan pengaruh yang paling baik terhadap peningkatan laju fotosintesis dan biomas tanaman nilam, Pada faktor aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memberikan pengaruh berbeda nyata pada berat segar tanaman dan berbeda sangat nyata terhadap laju pertumbuhan relatif (LPR).

Kata kunci : Nilam, Fotosintesis, Biomas, Synechococcus sp, Konsentrasi Pupuk Daun

SUMMARY

Effect of Foliar Fertilizer Concentration and *Synechococcus* sp. Bacteria Inoculation on Photosynthesis Rate and Biomass Production of Patchouli (*Pogostemon cablin*, Benth). *Bachtiar Jusuf Effendi*, 051510101115, Department of Agronomy in Agricultural Faculty, University of Jember.

Patchouli (*Pogostemon cablin*, Benth) is one of the essential oil producing plants of the Labiatae family. Patchouli is an export commodity that contributes to national income by 45% of Indonesia's total exports of essential oils. In 2006 exports of patchouli oil reached 1276 million tons worth USD 19.26. Patchouli oil commonly used as fixative agents in the perfume industry, soap and hair tonic. Low productivity and quality of patchouli oil in Indonesia identified because of cultural management or agronomic techniques related to the way of fertilizer application, i.e. time, dose, concentration and type of fertilizer should be applied. Foliar feeding is an alternative innovation in fertilization that has quick effect on plant growth when applied on precise concentration. Another innovation is utilization of biological agent of *Synechococcus* sp bacteria that supports plant photosynthesis and environmentally friendly.

The research was conducted on field at "Agrotechno Park" Faculty of Agriculture, University of Jember from August 2009 until February 2010. The purpose of this research was studying the effect of fertilizer concentrations and bacteria *Synechococcus* sp. inoculation and their interaction on the rate of photosynthesis and biomass production of patchouli. The research was based on randomized complete block design with two factors. The first factor is fertilizer concentration that consists of 3 levels namely P1 (1.5 g/L), P2 (2.0 g/L) and P3 (2.5 g/L). The second factor is *Synechococcus* sp. bacteria inoculation that consist 2 levels namely B0 (without *Synechococcus* sp. inoculation) and B1 (inoculated by bacterium *Synechococcus* sp.).

The results showed that interaction between fertilizer concentration and inoculation of bacteria *Synechococcus* sp. has significantly different effect on relative growth rate (RGR), as well as for the single factor of the fertilizer concentration on relative growth rate (RGR), whereas the concentration of 2.5 g/L increased the rate of photosynthesis and plant biomass higher than other concentrations. Inoculation of *Synechococcus* sp. bacteria also significantly increased biomass fresh weight and relative growth rate (RGR).

Keyword : Patchouli, Photosynthesis, Biomass, Synechococcus sp, Leaf Fertilizer Concentration

PRAKATA

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun dan Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp. Terhadap Laju Fotosintesis dan Produksi Biomasa Tanaman Nilam (*pogostemon cablin*, Benth)”**.

Karya tulis ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Skripsi ini merupakan kajian terhadap Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun dan Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp. Terhadap Laju Fotosintesis dan Produksi Biomasa Tanaman Nilam (*pogostemon cablin*, Benth), sehingga dapat digunakan sebagai informasi dalam teknik budidaya tanaman nilam terutama dalam teknik pemupukan yang benar dan ramah lingkungan untuk masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat bagi para pembudidaya tanaman nilam untuk mengembangkan tanaman nilam, karena komoditas ini memiliki nilai yang sangat ekonomis dan telah menembus pasar ekspor.

Tidak ada manusia yang sempurna karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT, begitu pula dengan skripsi ini yang penulis sadari masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis berharap agar pembaca berkenan untuk memberikan kritik dan sarannya untuk kesempurnaan skripsi ini.

Jember, 31 Oktober 2011

Bachtiar Jusuf Effendi

UCAPAN TERIMAKASIH

(Acknowledgment)

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada :

1. Kedua Orang Tua dan Saudara Laki-laki saya yaitu Ibunda Hartutik , Ayahanda Miskur dan Kakak saya Umar Effendi yang selalu memberikan do'a, curahan kasih sayang dan dukungan.
2. Ir. Sigit Soeparjono MS., PhD, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Penyediaan fasilitas penelitian yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan arahan dalam penyelesaian karya ilmiah tertulis ini.
3. Ir. Anang Syamsunihar, MP, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasehat, dan petunjuk kepada penulis dalam penulisan karya ilmiah tertulis ini.
4. Tri Agus Siswoyo, SP.,M.Agr, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasehat, petunjuk dan bimbingan selama masa kuliah.
5. Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
6. Segenap dosen dan staf akademis Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
7. Sahabat-sahabat seperjuangan Anom Pambudhi, Bernet Agung, Dhirta Adhyatma, Erwinantoro Adi C, Kristian Agung, Heru Dwi Wulandari, Priyo Agung, Sulaksono Cahyo, Deddy Frisnanto, Anugrah Whidi P yang selalu memberi dukungan dan selalu tertawa bersama walau dalam susah dan senang dengan secangkir kopi hitam yang menemani keakraban kita, terima kasih atas persahabatan kalian selama dikampus hijau Faperta dan terima kasih pula kepada sahabat aku Yona Uzi Hafera dan IChan yang selalu memberikan semangat dan dukungannya.
8. Teman-teman satu team penelitian Aidil Sahri dan Ari Sasangka sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar

9. Semua Teman-teman seperjuangan Agro 2005, teman-teman HIMAGRO, teman Asisten Laboratorium Produksi Tanaman (Lab. Dasgro) dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih kalian semua telah memberikan warna dalam hidup aku yang berbeda yang tidak terlupakan selama masa kuliah di Fakultas Pertanian (Kampus Hijau) ” BRAVO HIMAGRO!!!!!!!!!!!! ”

Penulis berupaya menyelesaikan karya tulis ini sebaik-baiknya. Oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Jember, 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vii
PRAKATA	ix
UCAPAN TERIMAKASIH	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Prospek Tanaman Nilam	6
2.2 Fotosintesis dan Bakteri Fotosintetik <i>Synechococcus sp.</i>	10
2.3 Pemupukan Lewat daun	15
2.4 Hipotesis	17

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	18
3.2	Bahan dan Alat	18
3.3	Rancangan Penelitian	18
3.4	Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1	Persiapan Media Tanam	19
3.4.2	Penanaman	19
3.4.3	Pemupukan	19
3.4.4	Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	19
3.4.5	Pemeliharaan	20
3.4.5.1	Pengairan	20
3.4.5.2	Penyiangan	20
3.4.5.3	Pengendalian Hama dan Penyakit	20
3.4	Parameter Penelitian	20

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Umum Penelitian	22
4.1.1	Pengaruh Interaksi Pupuk Daun dengan Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	23
4.1.2	Pengaruh Faktor Tunggal Konsentrasi Pupuk Daun dan Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp. Terhadap Seluruh Parameter Pengamatan	23
4.2	Pembahasan Umum	40
4.2.1	Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap seluruh Parameter	41
4.2.2	Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp. Terhadap Seluruh Parameter Pengamatan	47

BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Simpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Karakteristik Umum Pertumbuhan dan Potensi Produksi Minyak pada dua Varietas nilam	8
2	Rangkuman Hasil Analisis Sidik Ragam (Anova) dengan Taraf Kepercayaan 95% Terhadap Seluruh Parameter Pengamatan	22
3	Hasil Uji Beda Jarak Berganda Duncan Pengaruh Interaksi Pupuk Daun dengan Bakteri <i>Synechococcus sp.</i> Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Anatomi Daun Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Beth)	9
2. Grafik Pengaruh Perlakuan Macam Konsentrasi Pupuk	26
Daun Terhadap Nilai Kadar Klorofil	
3. Grafik Pengaruh Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	27
Terhadap Nilai Kadar Klorofil	
4. Grafik Pengaruh Perlakuan Macam Konsentrasi Pupuk	28
Daun Terhadap Jumlah Daun Primer Dan Jumlah Daun .	
Sekunder	
5. Grafik Pengaruh Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	29
Terhadap Jumlah Daun Primer Dan Jumlah Daun	
Sekunder	
6. Grafik Pengaruh Perlakuan Macam Konsentrasi Pupuk	30
Daun Terhadap LAI	
7. Grafik Pengaruh Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	31
Terhadap LAI	
8. Grafik Pengaruh Perlakuan Macam Konsentrasi Pupuk	32
Daun Terhadap <i>stomatal conductance</i>	
9. Grafik Pengaruh Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp	33
Terhadap <i>stomatal conductance</i>	
10. Grafik Pengaruh Perlakuan Macam Konsentrasi Pupuk	34
Daun Terhadap Berat Segar	
11. Grafik Pengaruh Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp	35
Terhadap Berat Segar Tanaman	
12. Grafik Pengaruh Perlakuan Macam Konsentrasi Pupuk	36
Daun Terhadap Berat Kering Panen	
13. Grafik Pengaruh Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	37
Terhadap Berat Kering Panen	

14.	Grafik Pengaruh Perlakuan Macam Konsentrasi Pupuk Daun	38
	Terhadap Laju Pertumbuhan Relative / LPR	
15.	Grafik Pengaruh Aplikasi Bakteri <i>Synechococcus</i> sp.	39
	Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif / LPR	
16	Pengamatan Kandungan Kadar Klorofil Pada Umur 59	66
	Hst	
17	Penampakan Tanaman Nilam Pada Umur 59 Hst	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Pernyataan Mengikuti Riset Dosen	60
2. Anova Kadar Klorofil Daun Umur 87 Hst	61
3. Anova Jumlah Daun Primer Umur 81 Hst	61
4. Anova Jumlah Daun Sekunder Umur 81 Hst	62
5. Anova Leaf Area Indexs (LAI) Umur 87 Hst	62
6. Anova <i>Stomatal Conductance</i> Umur 87 Hst	63
7. Anova Berat Segar Panen Umur 87 Hst	63
8. Anova Berat Kering Panen Umur 87 Hst	64
9. Anova Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)	64
10. Hasil Uji Beda Jarak Berganda Duncan	65
11. Kegiatan Penelitian	66
12. Biodata Penulis	67

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Nilam (*Pogostemon cablin*, Benth) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri dari keluarga Labiatae. Hasil dari tanaman ini adalah minyak yang didapat melalui destilasi daun dan batang nilam. Tanaman nilam sebagaimana tanaman lainnya menghendaki kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya. Kondisi lingkungan seperti kesuburan tanah dan intensitas cahaya akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhannya. Daerah asal nilam tidak diketahui secara pasti, kemungkinan berasal dari Filipina atau Malaysia. Nilam masuk ke Indonesia lebih dari seabad yang lalu, mula-mula dibudidayakan di Aceh, kemudian berkembang di beberapa provinsi lainnya seperti Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur (Santoso, 1990).

Di Indonesia tanaman nilam (*Pogostemon cablin*, Benth) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil minyak atsiri. Hampir seluruh minyak nilam yang dihasilkan diekspor dan sebagian kecil saja digunakan industri di dalam negeri. Sumbangan komoditi ini terhadap devisa negara cukup besar (Tasma dan Moko, 1988). Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang penting, penyumbang devisa lebih dari 45% dari total ekspor minyak atsiri Indonesia, bahkan untuk ekspor minyak nilam mencapai 1.276 ton dengan nilai 19.26 juta dolar Amerika (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2006).

Pada dunia perdagangan, komoditas minyak atsiri ini dipandang mempunyai peran strategis dalam menghasilkan produk primer maupun sekunder, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Komoditas ini masih tetap eksis walaupun selalu terjadi fluktuasi harga, namun baik petani maupun produsen masih tetap mendapatkan keuntungan. Sejalan dengan perkembangan industri tersebut menyebabkan tanaman nilam mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan dan dimantapkan perannya sebagai salah satu komoditas penghasil devisa negara dan sumber pendapatan bagi banyak petani karena nilam termasuk

penyumbang devisa terbesar di antara tanaman atsiri lainnya. Luas areal pertanaman nilam saat ini 21,602 ha, yang diusahakan oleh 36,461 kepala keluarga yang pengembangan tanaman nilam tersebar di Aceh, Sumatera Utara, Bengkulu, Sumatera Barat, Lampung, Jawa Barat, dan Jawa Tengah (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2006).

Dengan berkembangnya industri parfum di luar negeri, kegunaan tanaman ini menjadi berkembang. Disamping sebagai bahan pewangi, minyak nilam juga digunakan sebagai bahan pengikat bahan pewangi lain, sehingga bau parfum tersebut dapat bertahan lama (Tasma dan Moko, 1988).

Manfaat utama minyak nilam (*patchouli oil*) adalah sebagai bahan pengikat (fiksatif) dalam industri parfum, sabun mandi dan hair tonic. Sejalan dengan perkembangan industri seperti tersebut di atas menyebabkan tanaman nilam mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan dan dimantapkan perannya sebagai salah satu komoditas penghasil devisa negara dan sumber pendapatan bagi banyak petani (Syakir dkk., 1988).

Peluang pengusahaan minyak atsiri cukup potensial baik untuk pasar dalam negeri maupun luar negeri, karena diperlukan oleh manusia baik untuk dikonsumsi maupun untuk kesehatan seperti air rebusan atau jus daun nilam kabarnya dapat diminum sebagai obat batuk dan asma. Remasan akar dapat digunakan untuk mengobati rematik, dengan cara dioleskan pada bagian yang sakit, bahkan juga manjur untuk obat bisul dan sakit kepala. Disisi lain minyak atsiri juga mampu memberikan peranan yang nyata dalam pelestarian sumberdaya alam kalau dilakukan pengelolaan dengan baik, sehingga tidak mengandalkan kayu sebagai komoditas utama dari hutan khususnya. Namun, untuk perkembangan minyak atsiri belum maksimal sehingga diperlukan suatu usaha untuk memaksimalkannya (Hidayat dan Sutrisno, 2006).

Tanaman nilam dikenal sangat rakus terhadap unsur hara terutama N, P, dan K (Rosman, 2004). Oleh karena itu, perlu adanya input hara yang berasal dari pupuk buatan maupun pupuk organik. Namun demikian, rendahnya kondisi sosial ekonomi petani nilam, khususnya petani tradisional di luar Jawa, menyebabkan tanaman nilam tidak diberi pupuk buatan yang memadai dan hanya mengandalkan

dari tingkat kesuburan lahan bukaan baru bekas hutan (Hidayat dan Sutrisno, 2006).

Rendahnya produktivitas dan mutu minyak nilam Indonesia antara lain disebabkan oleh rendahnya mutu genetik tanaman, manajemen budidaya yang masih sederhana, berkembangnya berbagai hama dan penyakit serta teknik panen dan proses pengolahan produksi minyak masih konvensional. Salah satu hambatan dalam meningkatkan produksi dan kualitas minyak pada tanaman nilam di Indonesia adalah rendahnya penanganan manajemen agronomi yang meliputi pengolahan tanah yang beragam, penggunaan bahan tanam yang tidak seragam, pemilihan varietas yang kurang tepat serta aplikasi penggunaan pupuk yang kurang tepat waktu dan dosis (Wahyuni, 2009). Pemupukan yang kurang tepat waktu maupun dosis dapat menurunkan produktivitas dan produksi minyak nilam terutama pada rendemen minyak nilam dan kualitas minyak.

Pupuk adalah bahan suplai nutrisi yang diperlukan oleh tanaman baik melalui tanah atau langsung diberikan lewat daun yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta potensi hasil yang tinggi (Wijaya, 1989). Pemberian N pada tanaman akan mendorong pertumbuhan organ-organ yang berkaitan dengan fotosintesis yaitu daun. Tanaman yang mengandung cukup N akan menunjukkan warna daun hijau tua yang artinya kadar klorofil dalam daun tinggi (Wahyuni, 2009).

Pemberian pupuk buatan yang biasa dilakukan petani cenderung tidak efisien karena sebagian besar nitrogen akan hilang melalui proses pencucian. Penggunaan pupuk dengan dosis tinggi menyebabkan biaya produksi menjadi tinggi, sehingga dibutuhkan tindakan yang bijak agar dapat mengefisienkan dan meminimalkan penggunaan pupuk buatan (Ismaniar *et al*, 2007). Pemberian pupuk lewat daun memiliki nilai lebih, diantaranya lebih cepat diserap oleh tanaman dan aplikasinya lebih mudah, dapat menghindari kerusakan akar akibat pemberian pupuk yang kurang merata pada daerah perakaran, absorpsi hara oleh sel daun lebih cepat, efektif untuk menanggulangi kekurangan unsur hara mikro (Lutfiati, 2008).

Usaha penghematan dan pengurangan pupuk buatan dapat dilakukan dengan pemanfaatan sumber hayati yang berpotensi sebagai pupuk hayati untuk mengganti pupuk buatan. Penambatan N_2 atmosfer oleh mikroorganisme dapat membantu ketersediaan unsur N bagi tanaman dan dapat mengefisienkan penggunaan N yang berasal dari pupuk buatan. Pemanfaatan mikroorganisme penambat N_2 ini akan mengurangi biaya produksi (Razie dan Syaifuddin, 2005).

Synechococcus sp. merupakan bakteri bersel satu dari divisi Cyanobacteria yang hidup menyebar pada lingkungan laut yang mampu hidup dan berkoloni di permukaan daun kedelai, baik pada permukaan bagian atas maupun bawah (Soedradjad dan Avivi, 2005; Syamsunihar, 2007). Bakteri *Synechococcus* sp. merupakan bakteri yang memiliki kemampuan melakukan fotosintesis sekaligus mampu menambat nitrogen bebas di atmosfer (Hidayat, 2009)

Keberadaan bakteri ini di atas daun kedelai ternyata dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dari hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tanaman kedelai yang berasosiasi dengan *Synechococcus* sp mampu meningkatkan volume akar, berat kering akar, dan berat bintil akar (Soedradjad, 2004), bakteri *Synechococcus* sp juga berpengaruh pada indeks luas daun tanaman, bobot kering brangkasan, jumlah buku produktif per tanaman, jumlah cabang produktif, dan berat polong basah per tanaman (Soedradjad dan Avivi, 2005). Apabila keunggulan bakteri ini dapat dimanfaatkan dengan efisien, maka harapannya dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan pupuk N pada tanaman nilam.

Oleh sebab itu salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah melakukan penelitian yang berkaitan dengan perbaikan teknik budidaya tanaman nilam diantaranya adalah cara penggunaan agen hayati bakteri penambat N di udara dan aplikasi pupuk daun dengan konsentrasi yang tepat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu mengatasi masalah yang ada pada pengusahaan tanaman nilam yaitu peningkatan produksi melalui efisiensi pemupukan.

1.2 Perumusan masalah

Produktivitas tanaman nilam masih tergolong rendah dan belum maksimal oleh sebab itu perlu dilakukannya beberapa upaya untuk meningkatkannya. Salah satu upaya yang berpotensi untuk itu adalah dengan mengembangkan suatu inovasi baru, yaitu pemanfaatan agen hayati bakteri *Synechococcus* sp dan pemberian pupuk daun untuk mencukupi kebutuhan unsur hara selain pemupukan tanah. Produksi biomasa tanaman nilam yang tinggi sebagai salah satu indikatornya dapat dicapai dengan meningkatnya laju fotosintesis pada tanaman tersebut yang berdampak pada meningkatnya fotosintat. Aplikasi *Synechococcus* sp. diharapkan mampu mendorong meningkatnya fotosintesis pada tanaman nilam. Jadi rumusan masalah yang dapat diambil apakah dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dan pemberian konsentrasi pupuk daun yang tepat mampu meningkatkan laju fotosintesis dan produksi biomass tanaman nilam.

1.3 Tujuan

1. Mempelajari pengaruh perlakuan konsentrasi pupuk daun yang terbaik pada tanaman nilam
2. Mempelajari pengaruh perlakuan bakteri *Synechococcus* sp terhadap peningkatan laju fotosintesis dan produksi biomas.
3. Mempelajari interaksi perlakuan konsentrasi pupuk daun dengan Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp terhadap peningkatan laju fotosintesis dan produksi biomas.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu informasi dalam pengembangan IPTEK pada bidang pertanian khususnya pada budidaya tanaman nilam. Selain itu dapat memberikan suatu informasi baru sebagai acuan atau dasar penelitian yang lebih lanjut, serta dapat digunakan sebagai pertimbangan oleh petani tentang pemberian konsentrasi pupuk daun yang tepat dan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman nilam.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prospek Tanaman Nilam

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) termasuk famili Labiateae yang dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama patchouli. Daerah asal nilam tidak diketahui secara pasti, kemungkinan berasal dari Filipina atau Malaysia. Nilam masuk ke Indonesia lebih dari seabad yang lalu, mula-mula dibudidayakan di Aceh, kemudian berkembang di beberapa provinsi lainnya seperti Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur (Anonim, 1991).

Hampir sekitar 90 % pasokan minyak nilam dunia (± 1.500 ton) adalah berasal dari Indonesia terutama dari daerah Nangro Aceh Darusalam dan Sumatra Utara (Kabupaten Dairi) yang merupakan tempat memproduksi minyak nilam terbesar di dunia. Merosotnya volume ekspor minyak nilam disebabkan oleh kurangnya intensifnya petani produsen terhadap pembudidayaan nilam, teknik budidaya, luas tanaman nilam yang semakin sedikit, faktor genetik tanaman dan teknik panen dan pasca panen. Kebutuhan minyak nilam untuk ekspor dan kebutuhan lokal masih rendah, sehingga membuka peluang membudidayakan tanaman nilam untuk memenuhi pasar ekspor dan untuk pasar lokal, dikarenakan minyak nilam memiliki nilai ekonomis tinggi dibandingkan dengan minyak atsiri lainnya (Nuryani, 2006).

Minyak nilam mempunyai prospek usaha yang cerah mengingat komoditas ini di Amerika dan Eropa bisa mencapai harga USD 50/Kg yang terutama dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pembuatan minyak wangi (sebagai pengikat bau atau fixative parfum) dan kosmetik. Selain itu minyak nilam juga bisa dimanfaatkan untuk bahan anti-septik, anti-jamur, anti-jerawat, obat eksim dan kulit pecah-pecah, serta berbagai jenis kegunaan lainnya sesuai kebiasaan masyarakat di negara pemakai, bahkan juga dapat digunakan sebagai insektisida (Tasman dan Wahid, 1988).

Tanaman nilam dapat berproduksi setelah enam sampai delapan bulan masa tanam dari bibit berupa setek batang, untuk panen berikutnya dilakukan tiga sampai lima bulan sekali. Panen yang baik dapat menghasilkan daun basah 5 - 20

ton per hektar per panen atau setara dengan daun kering 1 - 4 ton per hektar per tahun dengan kadar minyak 2,5 - 4 persen (Nuryani, 2006). Akan tetapi, sampai saat ini kadar minyak yang diperoleh dari pengolahan oleh petani baru mencapai 1,5 - 2 persen dari nilam jenis *Pogostemon cablin* Benth (Anonim, 1991).

Tanaman nilam dapat tumbuh dalam areal lahan antara dataran rendah hingga dataran tinggi, yaitu sampai dengan 2000 dpl. Namun, rendemen minyak yang dihasilkan pada dataran tinggi relatif lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada areal dataran rendah. Kondisi lingkungan tumbuh (agroklimat) sangat mempengaruhi kandungan dan mutu minyak nilam, penanaman dilahan terbuka memungkinkan kandungan atsiri nilam mencapai 5%, sedangkan pada tempat yang terlalu banyak pohon pelindung hanya 4.66%. Tanaman nilam memerlukan suhu ideal antara 22-28⁰C atau kapasitas uap air antara 22-28 g.m⁻³ dengan kelembaban diatas 75%. Untuk mencapai pertumbuhan maksimal, tanaman nilam memerlukan ketersediaan air pada saat awal penanaman hingga proses pertumbuhan berlangsung, selain itu diperlukan juga sinar matahari yang cukup pada umur lebih dari 3 bulan sampai menjelang masa panen (Mangun, 2008).

Jenis nilam yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia adalah nilam Aceh, karena kadar minyaknya cukup tinggi dan kualitas minyaknya lebih bagus serta lebih diterima oleh konsumen daripada nilam Jawa. Ciri-ciri spesifik yang dapat membedakan nilam Jawa dan nilam Aceh secara visual yaitu pada daunnya. Permukaan daun nilam Aceh halus sedangkan nilam Jawa kasar, tepi daun nilam Aceh bergerigi tumpul, pada nilam Jawa bergerigi runcing, ujung daun nilam Aceh runcing, dan nilam Jawa meruncing. Nilam Aceh tidak berbunga, perbanyakannya dilakukan secara vegetatif (setek), sehingga keragaman genetiknya rendah. Untuk meningkatkan keragaman genetik telah dilakukan pengumpulan plasma nutfah nilam dari berbagai daerah terutama dari sentra-sentra produksi. Salah satu hasil eksplorasi tersebut adalah varietas Sidikalang yang menghasilkan kadar minyak 2.23-4.23 %, lebih tinggi dari varietas Lhoukseumawe 2.00-4.14 % (Dewi, dkk., 2006).

Usaha–usaha untuk memacu penanaman varietas unggul strategis dan penting telah dilakukan melalui eksplorasi, karakterisasi, uji multi lokasi dan evaluasi, dengan hasil tanaman nilam dari daerah tertentu saja yang mempunyai rendemen minyak tinggi. Pengujian di beberapa lokasi dilakukan untuk mengetahui daya adaptasi varietas tersebut pada berbagai lingkungan (Djisbar dan Seswita, 1998).

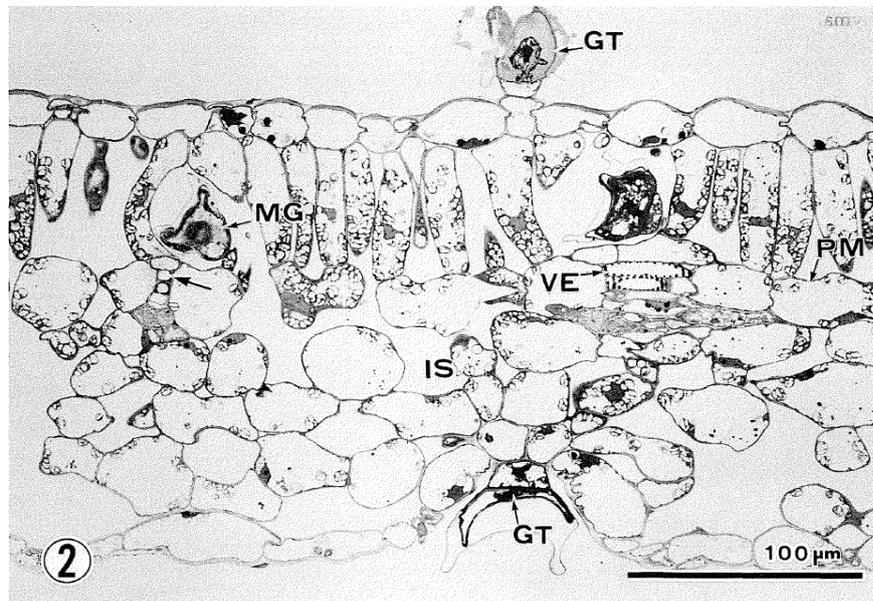
Beberapa klon nilam dari wilayah Aceh ternyata memiliki kadar minyak dan mutu yang tinggi serta memenuhi standar ekspor, diantaranya klon Sidikalang dan Lhokseumawe (Tabel 1). Kedua klon ini telah dilepas sebagai klon unggul sesuai dengan surat keputusan Menteri Pertanian RI No. 319-321/Kpts/SR. 120/8/2005 tanggal 1 Agustus 2005.

Tabel 1. Karakteristik Umum Pertumbuhan dan Potensi Produksi Minyak pada Dua Varietas Nilam

Karakteristik Pertumbuhan	Varietas	
	Lhokseumawe	Sidikalang
Tinggi tanaman (cm)	61,07	70,07
Jumlah cabang primer	7,00	8,00
Jumlah cabang sekunder	11,42	17,37
Jumlah daun/cab.primier	48,05	58,07
Produksi terna segar (t/ha)	19,58	13,67
Produksi terna kering (t/ha)	11,09	10,90
Produksi minyak (kg/ha)	355,89	315,06
Kadar minyak (%)	3,21	2,89
Kadar patchouli alkohol (%)	32,63	32,93

Sumber: Nuryani, dkk (2006).

Minyak nilam mengandung senyawa patchouli alkohol sebagai penyusun utamanya, dengan kadar mencapai 50 - 60 %. Patchouli alkohol tidak larut dalam air, larut dalam alkohol, eter atau pelarut organik yang lainnya. Mempunyai titik didih 280,37⁰C dan kristal yang terbentuk memiliki titik leleh 56⁰C (Yanyan, dkk., 2004). Minyak atsiri terdapat pada rambut glandular daun nilam. Kandungan minyak dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh dan kantong minyak atau rambut grandular yang disajikan pada anatomi daun nilam (Gambar 1).



Gambar 1. Anatomi daun nilam *Pogostemon cablin* Benth

Keterangan:

- GT = Glandular trichome,
- IS = Intercellular space,
- MG = Mesophyllgland
- PM = Paravenial mesophyll cell,
- VE = Vessel element

(Wahyuni, 2009).

Minyak atsiri adalah hasil metabolisme sekunder (alkaloid, terpen, pigmen) sedang metabolik primer adalah protein, lemak, karbohidrat. Terbentuknya metabolik sekunder dalam tanaman ini mempunyai hubungan fungsional dengan proses metabolik primer (Guenther, 1987). Terbentuknya metabolik primer oleh tanaman berasal dari fotosintesis yang baik dari tanaman ditambah pertumbuhan yang sempurna, yang kesemuanya itu berawal dari unsur hara yang memenuhi kebutuhan tanaman. Tanaman yang kekurangan nutrisi akan kekurangan metabolik primer dan metabolik sekunder. Oleh sebab itu, pertumbuhan tanaman nilam yang baik dibutuhkan pemupukan yang optimal.

2.2 Fotosintesis dan Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp.

Tanaman termasuk dalam kelompok organisme yang mampu membuat makanannya sendiri atau yang disebut dengan organisme autotrof. Proses untuk membuat makanannya sendiri disebut dengan fotosintesis (Hidayat, 2009). Fotosintesis merupakan suatu proses pada tumbuhan hijau untuk menyusun senyawa organik dari karbon dioksida dan air. Proses ini terjadi jika ada cahaya dan melalui perantara pigmen hijau klorofil, terletak pada organel sitoplasma tertentu yang disebut kloroplas. Dalam kehadiran cahaya, fotosintesis dapat terjadi pada sembarang bagian hijau tumbuhan, akan tetapi pada tumbuhan darat yang khusus, hanya daun dengan bagian permukaan yang luas dan kloroplas melimpah yang merupakan pusat utama proses fotosintesis (Loveless, 1991).

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi panjang gelombang, durasi (lama penyinaran), intensitas, dan arah datangnya sinar cahaya. Secara fisiologis, cahaya mempengaruhi baik langsung maupun tidak langsung bagi tubuh tanaman. Pengaruhnya pada metabolisme secara langsung melalui fotosintesis, sedangkan pengaruh tidak langsungnya melalui pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang merupakan respon metabolik dan lebih kompleks (Fitter dan Hay, 1991).

Fotosintesis adalah suatu proses yang hanya terjadi pada tumbuhan yang berklorofil dan bakteri fotosintetik, dimana energi matahari (dalam bentuk foton) ditangkap dan diubah menjadi energi kimia (ATP dan NADPH). Energi kimia ini akan digunakan untuk fotosintesa karbohidrat dari air dan karbon dioksida. Jadi, seluruh molekul organik lainnya dari tanaman disintesa dari energi dan adanya organisme hidup lainnya tergantung pada kemampuan tumbuhan atau bakteri fotosintetik untuk berfotosintesis (Devlin, 1975).

Cahaya sebagai sumber energi untuk reaksi anabolik fotosintesis jelas akan berpengaruh terhadap laju fotosintesis tersebut. Secara umum, fiksasi CO₂ maksimum terjadi sekitar tengah hari, yakni pada saat intensitas cahaya mencapai puncaknya. Pada saat cahaya matahari menuju permukaan bumi, banyak energi yang hilang karena diserap atau dipantulkan oleh uap air, debu, dan gas-gas lainnya yang terkandung pada lapisan atmosfer. Hanya sekitar 900 J . m⁻² . s⁻¹ yang diterima oleh permukaan bumi. Dari jumlah ini, separuhnya berasal dari cahaya

infra merah dan sekitar 5% dari cahaya ultraviolet. Sisanya berada pada kisaran panjang gelombang 400 nm sampai 700 nm (Radiasi Aktif untuk fotosintesis, disingkat PAR), yakni kira-kira $400 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. kira-kira 80% PAR tersebut akan diserap oleh daun. Porsi yang diserap ini dipengaruhi oleh struktur dan umur daun. Selebihnya (20%, yakni cahaya hijau) diteruskan atau dipantulkan. Dari jumlah yang diserap daun, lebih dari 95% hilang dalam bentuk panas dan hanya 5% yang berhasil dimanfaatkan untuk fotosintesis.

Klorofil merupakan pigmen hijau tumbuhan dan merupakan pigmen yang paling penting dalam proses fotosintesis (Devlin, 1975). Fungsi klorofil pada tanaman adalah menyerap energi dari sinar matahari untuk digunakan dalam proses fotosintesis. (Lakitan, 1993).

Klorofil merupakan salah satu pigmen yang terletak di dalam kloroplas, yang tersusun atas senyawa kimia. Klorofil juga sebagai salah satu indikator kualitas sayuran. Pengamatan kandungan klorofil daun berkorelasi positif dengan kandungan nitrogen dalam daun. Akan tetapi kekurangan ion Mg^{2+} dan Fe^{2+} juga menyebabkan terjadinya klorosis daun karena keduanya berperan dalam pembentukan pigmen klorofil. Klorofil dibentuk dari asimilasi nitrogen menjadi asam amino dalam susunan tetrapirrol. Warna hijau pada klorofil berasal dari susunan tetrapirrol yang terdiri dari 4 unsur nitrogen dan magnesium sebagai inti tetrapirrol (Salisbury dan Ross, 1995).

Klorofil terletak didalam kloroplas berperan sebagai salah satu pigmen pemanen energi matahari. Energi matahari yang ditangkap oleh klorofil akan dimanfaatkan untuk memecah molekul air menjadi bentuk H_2 dan O_2 atau disebut fotolisis. H_2 yang dihasilkan akan digunakan untuk membentuk NADPH_2 . Selain itu, energi cahaya tersebut juga digunakan untuk proses fosforilasi yaitu proses mengubah ADP menjadi ATP. Dimana energi yang dibentuk kedua proses tersebut akan digunakan untuk proses fotosintesis yang menghasilkan sukrosa dan reduktan bagi reduksi nitrat meningkatnya sukrosa yang dihasilkan sehingga akan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Salisbury dan Ross, 1995).

Sifat daun menentukan absorpsi cahaya oleh daun yang dilakukan oleh klorofil sehingga adaptasi tanaman terhadap radiasi rendah juga tercermin pada

kadar klorofil daun (klorofil a dan klorofil b) serta nisbah antara klorofil a dan klorofil b. Selain klorofil, kadar nitrogen daun yang menunjukkan kadar enzim *ribulosebifosfat karboksilase/oksigenase* (Rubisco) berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Karakteristik daun, kadar klorofil dan nitrogen daun merupakan sistem fotosintesis sehingga ketiga hal tersebut berhubungan erat dengan laju fotosintesis (Wahyuni, 2009).

Istilah indeks luas daun (Leaf Area Index, disingkat LAI / ILD) digunakan secara meluas untuk menunjukkan rasio permukaan daun (satu sisi saja) terhadap luas tanah yang ditempati oleh tanaman budidaya (Gardner, 1991). Produktivitas meningkat dengan meningkatnya LAI karena lebih banyak cahaya yang dapat ditangkap, tetapi nilai LAI yang terlalu tinggi tidak lagi meningkatkan produktivitas, karena sebagian daun yang ternaung tidak melakukan fotosintesis secara optimal, malah kadang lebih rendah dari laju respirasinya (Lakitan, 2001).

Peran LAI sebagai suatu penentu produksi cukup kompleks melibatkan berbagai faktor yang saling mempengaruhi. Nilai LAI bervariasi dari hari ke hari sebagai akibat variasi pola radiasi matahari harian, serta bervariasi dari musim ke musim sebagai akibat perubahan kanopi area tumbuh dan gugurnya daun (Barclay, 1998). Nilai LAI yang tinggi akan diikuti dengan meningkatnya biomassa tanaman, karena hasil fotosintesa pada daun juga meningkat diikuti dengan klorofil daun.

Tanaman C_3 adalah tanaman yang menghasilkan asam 3 karbon sebagai produk utama awal penambatan CO_2 pada proses fotosintesis. Tanaman C_3 dalam kondisi penyinaran tinggi dan suhu panas memiliki kemampuan fotosintesis lebih lambat dan lebih sedikit menghasilkan biomassa daripada tanaman C_4 (Salisbury and Ross, 1995).

Pada tanaman C_3 selain melakukan fotosintesis juga terjadi fotorespirasi. Proses ini dapat mengurangi laju asimilasi CO_2 kurang lebih 25 – 50 % (Fisher, 1992). Metabolisme tanaman C_3 adalah fiksasi carbon dalam fotosintesis adalah mengubah karbondioksida (CO_2) dan ribulose bisphosphate (RuBP) menjadi 3-phosphoglycerate. Enzim yang berperan dalam melakukan fiksasi carbon adalah rubisco.

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Blent) tergolong dalam tanaman C3 yang memiliki sifat tidak efisien dalam penggunaan air dan fotorespirasi yang lebih besar pada intensitas sinar tinggi. Pada intensitas 50% proses fisiologi tanaman nilam dapat berjalan dengan baik karena evapotranspirasi dan fotorespirasi dapat ditekan (Hartatie, 2004).

Karbon dioksida merupakan bahan penting yang berperan dalam fotosintesis tanaman. CO₂ akan diserap tanaman melalui lubang stomata. Pada saat CO₂ masuk ke dalam tanaman, maka di stomata akan terjadi pertukaran gas masuk dan keluar. Gas masuk berupa CO₂ dan H₂O sebagai produk samping dari fotosintesis akan keluar dari tanaman. Keluarnya H₂O juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menyebabkan respirasi. 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*. Karena terjadi pertukaran CO₂ dan H₂O pada stomata maka diasumsikan nilai *stomatal conductance* sama dengan CO₂ yang masuk ke dalam tanaman (Beals, 1999). CO₂ akan digunakan tanaman pada reaksi gelap dalam proses fotosintesis.

Berat bangkasan merupakan salah satu indikator pertumbuhan yang penting karena mempunyai hubungan yang erat dengan hasil pertanian. Berat segar dan berat kering suatu tanaman adalah bagian hidup tanaman yang merupakan ukuran yang paling sering digunakan untuk menggambarkan dan mempelajari pertumbuhan tanaman. Hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa taksiran biomassa atau berat tanaman relatif mudah diukur dan merupakan integritas dari hampir semua peristiwa sebelumnya yang dialami oleh tumbuhan (Sitompul dan Guritno, 1995).

Berat kering tanaman merupakan salah satu variabel yang paling sesuai menjadi indikator baik buruknya pertumbuhan suatu tanaman. Menurut Leopold and Kriedmen, (1975) bahwa pertumbuhan tanaman ditunjukkan oleh ukuran dan berat kering yang tidak dapat balik, sehingga variabel berat kering tanaman merupakan indikator pertumbuhan yang representatif dibanding yang lain. Pertumbuhan dianggap sebagai peningkatan berat segar dan penimbunan bahan

kering. Hal ini dikarenakan berat kering biasanya memiliki bobot yang cenderung lebih konstan dibandingkan berat basahya. Ketika melalui proses pengeringan, tanaman dihilangkan kandungan airnya sampai pada bobot tertentu yaitu harus mencapai berat konstan. Sedangkan pada kondisi basah berat tanaman bisa berfluktuasi dikarenakan pengaruh terutama faktor lingkungan, selain itu Goldsworthy dan Fisher, (1992) mengatakan 90 % bahan kering tanaman adalah hasil fotosintesis.

Biomassa tanaman merupakan akumulasi produk fotosintesa maupun penyerapan hara dalam bentuk senyawa organik penyusun seluruh jaringan pada organ vegetatif maupun generatif tanaman. Pola serapan hara tanaman nilam mengikuti pola akumulasi bahan kering (Hartatie, 2004)

Selain tanaman tingkat tinggi, beberapa mikroorganisme juga mampu melakukan fotosintesis. Cyanobacteria juga disebut dengan ganggang biru hijau merupakan bakteri yang mendapatkan energi melalui fotosintesis. Bakteri ini digolongkan ke dalam organisme uniseluler sederhana (sering mempunyai kecenderungan untuk membentuk kelompok dan berkoloni), berbentuk filament sederhana tidak bercabang, serta strain dengan struktur filamen bercabang (Fay, 1992).

Cyanobakter tersebar luas di seluruh dunia. Jasad tersebut memperoleh energi melalui fotosintesis identik dengan yang dilakukan oleh tumbuhan tingkat tinggi, meski cyanobakter merupakan organisme prokariot. Sebagai organisme prokariot, cyanobakter mempunyai struktur yang khas yaitu klorofil tidak terdapat dalam kloroplas seperti pada organisme eukariot, tetapi didalam lamela khusus yang disebut tilakoid (Wesley dkk., 1993). Cyanobacteria secara umum sangat bervariasi pada habitat alami dan seringkali jumlahnya berlimpah pada lingkungan air tawar dan lautan, sebagaimana dijumpai pada lingkungan daratan (Fogg *et al.*, 1973). Beberapa genus cyanobacteria heterocystous bersimbiosis secara spesifik dengan alga, cendawan, pakis dan tanaman tingkat tinggi. Semua asosiasi endosimbiotik cyanobacteria secara luas memodifikasi kenampakan, sifat-sifat biokimia, dan aktivitas metabolik, yang menghasilkan penambatan nitrogen

dengan laju yang sangat tinggi dan mentransfer sebagian besar nitrogen yang ditambat kepada organisme inang (Stewart *et al.*, 1983).

Synechococcus sp. merupakan bakteri bersel satu dari divisi Cyanobacteria yang hidup menyebar pada lingkungan laut yang mampu hidup dan berkoloni di permukaan daun kedelai, baik pada permukaan bagian atas maupun bawah (Soedradjad dan Avivi, 2005; Syamsunihar, 2007). Bakteri *Synechococcus* sp. merupakan bakteri yang memiliki kemampuan melakukan fotosintesis sekaligus mampu menambat nitrogen bebas di atmosfer.

Keberadaan bakteri ini di permukaan daun kedelai ternyata dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kedelai yang berasosiasi dengan *Synechococcus* sp mampu meningkatkan volume akar, berat kering akar, dan berat bintil akar (Soedradjad, 2004) juga berpengaruh pada indeks luas daun tanaman, bobot kering brangkas, jumlah buku produktif per tanaman, jumlah cabang produktif, dan berat polong basah per tanaman (Soedradjad dan Avivi, 2005).

Bakteri *Synechococcus* sp. mampu hidup pada permukaan dari daun tanaman inangnya (filosfer). Bakteri ini umumnya bersifat *phyloplane* dan tahan terhadap lingkungan berkadar garam tinggi (Hasnain and Thomas, 1996). Bakteri *Synechococcus* sp. tidak menyebabkan tanaman 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 (Syamsunihar, 2007). Jaringan epidermis yang diberi perlakuan bakteri *Synechococcus* sp. menunjukkan perbedaan lebih tebal dibandingkan tanpa aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. dimana lapisan mesofil yang didalamnya terdapat jaringan palisade dan bunga karang juga lebih tebal (Hartaji, 2009).

2.3. Pemupukan Lewat Daun

Pemupukan lewat daun merupakan pemberian unsur hara pada tanaman yang diperlukan dalam jumlah sedikit dan harus diberikan dalam konsentrasi rendah. Pemupukan melalui daun hanyalah sebagai pelengkap dari pemupukan biasa,

meskipun pemupukan lewat daun dilakukan dengan menyemprotkan larutan hara tertentu lewat daun, namun cara ini dapat menggantikan fungsi akar yang biasanya menyerap unsur dari tanah (Anonim, 1989).

Penambahan unsur hara melalui pemupukan pada tanah mengakibatkan rusaknya struktur tanah jika tidak diimbangi dengan penambahan pupuk organik (pupuk kandang dan kompos), tanah akan sulit diolah, sulit gembur seperti dulu lagi. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan pemakaian pupuk daun, yaitu merupakan unsur hara yang diberikan lewat daun. Dengan pemakaian ini, akibat buruk pada tanah dapat dihindari dan tanah tetap baik dengan struktur yang remah atau gembur (Lingga, 2001).

Pemupukan daun biasanya digunakan untuk mensuplai unsur hara mikro yang tidak bisa diserap oleh tanaman. Pemberian pupuk lewat daun mempunyai nilai lebih, antara lain lebih cepat diserap oleh tanaman dan aplikasinya lebih mudah. Jenis unsur hara yang diberikan lewat daun tergantung dari kebutuhan tanaman (Wiryanta, 2008). Keuntungan pemberian unsur hara melalui daun dapat menghindari kerusakan akibat pemberian pupuk yang kurang merata pada daerah perakaran, absorpsi hara oleh sel daun lebih cepat, efektif untuk menanggulangi kekurangan unsur mikro. Pemberian unsur hara lewat daun biasanya digunakan paling umum sebagai pelengkap terhadap pemupukan tanah yang baik (Salisbury dan Ross, 1995).

Penyerapan unsur hara lewat daun umumnya melalui stomata, tetapi beberapa pakar ilmu fisiologi tanaman menduga bahwa selain diserap stomata penyerapan unsur hara juga dapat melalui ektodesmata (Marschner, 1986). Penyerapan hara tanaman lewat daun dibatasi oleh adanya dinding luar sel epidermis. Fungsi lapisan luar yang bersifat hidrofobik adalah melindungi tanaman dari hilangnya air karena transpirasi dan menjaga agar tidak terjadi pencucian yang berlebihan dari daun oleh air hujan. Penyerapan hara tanaman dipengaruhi oleh konsentrasi larutan, valensi unsur, temperatur dan tingkat aktivitas metabolismenya. Kecepatan penyerapan unsur dipengaruhi oleh tebal lapisan kutikula dan status hara dalam tanaman, dan menurun dengan bertambahnya umur tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2006).

Tanaman akan cepat bertunas apabila dipupuk dengan pupuk daun. Pada pemberian lewat daun, pupuk segera diabsorpsi dan tanggap tanaman dapat terlihat dalam sehari atau dua hari, tetapi karena efek residunya kecil, maka pemberiannya harus sering dilakukan. Pemberian pupuk melalui daun memberikan tanggap yang cepat tetapi bersifat sementara sehingga pemberiannya harus dilakukan berulang. Oleh karena itu harus dipilih konsentrasi dan waktu pemberian yang tepat untuk mencegah kerusakan daun (Rosman, 2004).

2.1 Hipotesis

1. Pemberian konsentrasi pupuk daun yang tepat pada tanaman nilam dapat meningkatkan laju fotosintesis dan produksi biomass tanaman nilam.
2. Aplikasi bakteri *Synechococcus sp* pada tanaman nilam dapat meningkatkan laju fotosintesis dan produksi biomass tanaman nilam.
3. Terdapat setidaknya satu kombinasi perlakuan konsentrasi pupuk daun dan aplikasi bakteri *Synechococcus sp* yang dapat meningkatkan laju fotosintesis dan produksi biomass tanaman nilam

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Agrotechno Park Universitas Jember, waktu penelitian dimulai pada Agustus 2009 sampai Februari 2010

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : (1). Pupuk Daun (2). Bakteri *Synechococcus* sp (Strain Situbondo), (3). Bibit Nilam dari bahan stek varietas Sidikalang, (4). Pupuk Bokashi (5). Phonska Sebagai Pupuk Dasar (6). Polibag Ukuran (40 x 40).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas (1). Cangkul, (2). Ayakan Pasir, (3). Gembor, (4). Penggaris, (5). Accu PAR, (6). SPAD, (7). Leaf Porometer. (8). Hand sprayer, (9). Timbangan analitik (10). Timbangan Ohaus (11). Oven serta peralatan pendukung lainnya.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor yaitu faktor konsentrasi pupuk daun (P) dan faktor aplikasi bakteri *Synechococcus* sp (B) di ulang sebanyak tiga kali setiap perlakuan dengan sampel sebanyak lima tanaman :

Detail faktor perlakuan dalam percobaan ini diuraikan sebagai berikut :

1. Konsentrasi pupuk daun (P) :
 - a. P1 = 1,5 g/L
 - b. P2 = 2,0 g/L
 - c. P3 = 2,5 g/L
2. Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp (B) :
 - a. B0 = Tanpa Pengaplikasian bakteri *Synechococcus* sp
 - b. B1 = Pengaplikasian bakteri *Synechococcus* sp

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam (Anova), jika ada perlakuan yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Media Tanam

Bibit tanaman nilam ditanam pada polibag dengan ukuran 40 x 40 cm. Media tanah yang digunakan adalah tanah dan pupuk bokashi yang dihomogenkan dengan perbandingan 7 : 3 berat tanah kering angin dalam polibag adalah \pm 10 kg.

3.4.2 Penanaman

Penanaman dilakukan di polibag ukuran 40 x 40 cm. Bibit yang digunakan adalah varietas sidikalang. Setiap polibag di isi satu bibit stek tanaman nilam.

3.4.3 Pemupukan

Pupuk Phonska sebagai starter atau pupuk dasar \pm 3 gr/tanaman. Pemupukan daun diberikan sesuai konsentrasi perlakuan 1,5 ; 2,0 ; 2,5 g/L di aplikasikan pada pagi hari yaitu pada umur 35 hst dan 50 hst

3.4.4 Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp

Aplikasi bakteri *Synechococcus*, sp dilakukan dengan cara pengenceran dan inkubasi bakteri. Pengenceran dilakukan dengan cara melarutkan 5 g gula dalam 1 L aquadest, kemudian ditambahkan 5 ml larutan induk dalam larutan tersebut. Selanjutnya larutan tersebut diinkubasikan di dalam wadah gelap dan ditempatkan di tempat gelap yang tidak terkena cahaya langsung selama 12-48 jam.

Pengaplikasian bakteri *Synechococcus* sp. diaplikasikan pada tanaman berumur 40, 54 dan 68 hst. Penyemprotan bakteri dilakukan secara penuh pada seluruh bagian tanaman hingga jenuh, untuk perlakuan kontrol tanpa aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.

3.4.5 Pemeliharaan

3.4.5.1 Pengairan

Penyiraman dilakukan setiap hari pagi dan sore untuk menjaga kelembaban media tanam dan mencukupi kebutuhan air bagi tanaman dengan menggunakan gembor. Pemberian air dilakukan dengan memperhatikan kondisi tanah dan tanaman guna mencukupi kebutuhannya.

3.4.5.2 Penyiangan

Penyiangan merupakan proses pemberantasan gulma. Penyiangan dilakukan setiap hari guna mencegah kompetisi antara gulma dengan tanaman nilam secara mekanis dengan mencabut gulma.

3.4.5.3 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada tanaman terdapat tanda-tanda terserangnya tanaman oleh hama dan penyakit dengan cara mekanis maupun kimiawi. Hama yang menyerang dalam penelitian pada tanaman nilam yaitu belalang yang mengakibatkan daun tanaman nilam mengalami kerusakan, sehingga dilakukan pencegahan agar tidak terjadi serangan yang lebih luas maka dalam penelitian dilakukan penyemprotan dengan menggunakan insektisida kontak dan sistemik Kanon 400 EC dengan dosis rendah dan diaplikan tidak bersamaan dengan pemberian bakteri *Synechoccus* sp.

3.5 Parameter Penelitian

Data diperoleh dari hasil pengamatan di lapang dan di laboratorium, meliputi parameter:

1. Daya Hantar Stomata ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat Leaf Porometer (Decagon SC-1). Pengambilan data pada umur tanaman 30, 45, 59, 73 dan 87 Hst.

2. LAI (Leaf Area Index)

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat Accu PAR. Pengambilan data pada umur tanaman 30, 45, 59, 73 dan 81 Hst

3. Kadar Klorofil ($\mu\text{mol m}^{-2}$).

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat SPAD (Minolta). Pengambilan data pada umur tanaman 30, 45, 59, 73 dan 87 Hst.

4. Jumlah Daun per cabang primer (helai)

Pengamatan dengan menghitung jumlah daun yang tumbuh pada batang primer yang telah sempurna. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali dari umur 30 - 81 Hst

5. Jumlah Daun per cabang sekunder (helai)

Pengamatan dengan menghitung jumlah daun yang tumbuh pada batang sekunder yang telah sempurna. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali dari umur 30 - 81 Hst

6. Berat Basah Tanaman (g per tanaman)

Pengukuran dilakukan dengan menimbang organ tanaman (batang dan daun) dengan timbangan ohaus. Pengamatan dilakukan sebanyak dua kali pengamatan pada umur 31 dan 87 Hst

7. Berat Kering Tanaman (g per tanaman)

Pengukuran dilakukan dengan menimbang organ tanaman (batang dan daun) dengan timbangan analitik, setelah dilakukan pengeringan dengan oven 65 - 70 $^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam pengamatan dilakukan sebanyak dua kali pada umur 31 dan 87 Hst.

8. Laju Pertumbuhan Relatif / LPR ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{hari}^{-1}$)

Di peroleh dari perhitungan berat kering tanaman awal dan akhir dengan

$$\text{rumus : } \text{LPR} = (1 / W1) \cdot \frac{(W2 - W1)}{(t2 - t1)}$$

Keterangan: W1 = Berat kering awal (umur 30 hst)

W2 = Berat kering akhir / Berat kering panen (umur 87 hst)

t1 = Waktu pengamatan umur 30 hst

t2 = Waktu pengamatan umur 87 hst

(South, 1995).

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Umum Penelitian

Tabel 2. Rangkuman hasil analisis sidik ragam (anova) dengan taraf kepercayaan 95 % terhadap seluruh parameter pengamatan.

No	Parameter Pengamatan	Nilai F-hitung					
		Interaksi (P x B)		Faktor Pupuk (P)		Faktor Bakteri (B)	
1	Jumlah daun primer	0.39	ns	0.03	ns	1.94	ns
2	Jumlah daun sekunder	1.53	ns	0.06	ns	0.69	ns
3	LAI	0.69	ns	0.25	ns	0.02	ns
4	Kadar Klorofil ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	0.23	ns	1.74	ns	0.43	ns
5	Stomatal Conductance ($\text{mmol/m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	1.26	ns	2.83	ns	0.84	ns
6	Berat Segar Tanaman (gram/tanaman)	0.25	ns	1.21	ns	6.56	*
7	Berat Kering Tanaman (gram/tanaman)	0.31	ns	1.08	ns	4.83	ns
8	Laju Pertumbuhan Relatif / LPR	5.09	*	6.57	*	10.06	**

Keterangan :

** berbeda sangat nyata, * berbeda nyata, ^{ns} berbeda tidak nyata

Berdasarkan hasil rangkuman dari F-hitung pada keseluruhan parameter pengamatan (Tabel 2) hanya parameter berat segar dan laju pertumbuhan relatif / LPR saja yang memberikan pengaruh. Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter berat segar, dan berpengaruh sangat nyata terhadap parameter laju pertumbuhan relatif / LPR, sedangkan untuk perlakuan konsentrasi pupuk daun dan interaksi aplikasi bakteri *Synechococcus* sp dengan konsentrasi pupuk daun memberikan respon berbeda nyata pada parameter laju pertumbuhan relatif / LPR. Untuk parameter jumlah daun primer, jumlah daun sekunder, LAI, kadar klorofil, stomata conductance, berat segar, berat kering memberikan respon berbeda tidak nyata terhadap faktor tunggal maupun interaksi perlakuan.

4.1.1 Pengaruh Interaksi Konsentrasi Pupuk Daun dengan Bakteri *Synechococcus sp.*

Tanaman nilam membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan. Nutrisi dapat diberikan melalui tanah maupun melalui permukaan daun. Sebagian besar petani memberikan nutrisi melalui tanah, namun pemupukan melalui tanah memiliki kekurangan yaitu nutrisi yang diberikan akan tercuci atau leaching. Pemupukan melalui daun merupakan cara yang efektif untuk memenuhi kebutuhan nutrisi akibat leaching. Pemupukan daun yang diberikan pada tanaman akan diserap cepat oleh tanaman melalui lubang stomata dibandingkan yang diberikan melalui tanah. Penyerapan unsur hara oleh akar tanaman dilakukan karena kontak antara unsur hara dan permukaan akar. Pada umumnya ada tiga cara unsur hara dapat mencapai permukaan akar yaitu melalui aliran massa, intersepsi akar, dan difusi Paramita (2011).

Pemberian nutrisi juga tidak hanya dengan pemupukan kimia saja namun dapat dilakukan dengan menggunakan agen hayati yaitu dengan pengaplikasian bakteri *Synechococcus sp.* Menurut Hidayat (2009). aplikasi bakteri *Synechococcus sp.* pada daun berpotensi meningkatkan efisiensi organ vegetatif. Bakteri *Synechococcus sp.* merupakan bakteri yang memiliki kemampuan melakukan fotosintesis sekaligus mampu menambat nitrogen bebas di atmosfer.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi perlakuan konsentrasi pupuk daun dengan aplikasi bakteri *Synechococcus sp.* memberikan respon berbeda nyata terhadap parameter laju pertumbuhan relatif saja (Tabel 2). Tanaman yang diberi pupuk daun 2.5 g/L dengan aplikasi bakteri *Synechococcus sp.* memiliki LPR tertinggi disbanding perlakuan lainnya (Tabel 3).

Tabel. 3 Hasil Uji Beda Jarak Berganda Duncan Pengaruh Interaksi Pupuk Daun dengan Bakteri *Synechococcus* sp Terhadap Laju pertumbuhan Relatif (LPR).

Perlakuan *)	Rata-rata	Rangking	Notasi
P3B1	0.0341	1	a
P2B1	0.0102	4	c
P1B1	0.0255	2	ab
P1B0	0.0236	3	b
P2B0	0.0048	5	cd
P3B0	0.0042	6	d

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%.

*) Mengacu pada bab III metode penelitian

Berdasarkan uji lanjut Duncan taraf 5% pada (Tabel 2) interaksi perlakuan menunjukkan (P3B1) perlakuan konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp memiliki nilai rata-rata LPR tertinggi 0.0341 g . g⁻¹. hari⁻¹ dibandingkan dengan interaksi perlakuan lainnya. Pada kombinasi perlakuan (P1B1) dan (P3B1) memiliki respon tidak berbeda nyata, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi pupuk daun yang rendah 1.5 g/L mampu memberikan respon yang sama dengan konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L. Tanaman nilam yang di aplikasikan pupuk daun dengan konsentrasi 2.5 g/L memiliki nilai LPR tertinggi, diduga tanaman nilam masih mampu menyerap pupuk daun dengan konsentrasi tinggi. Menurut Rosman, Soemono dan Suhendra, (2004) mengatakan semakin pekat konsentrasi pupuk daun yang diberikan maka semakin sulit juga pupuk daun untuk dapat diserap oleh tanaman.

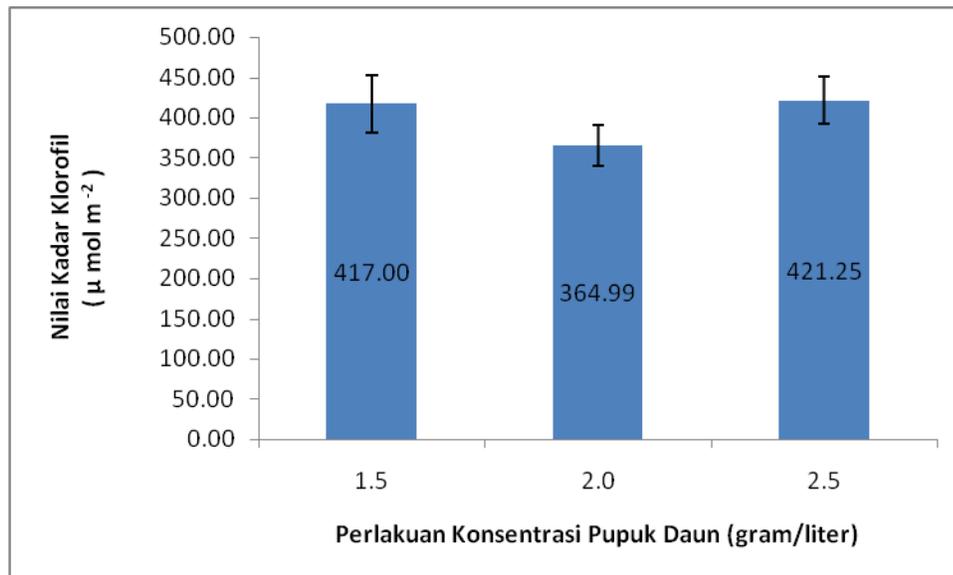
Nilai laju pertumbuhan relatif (LPR) pada kombinasi P2B1 lebih rendah dibandingkan kombinasi P3B1 dan P1B1, di duga rendahnya nilai LPR tanaman nilam pada kombinasi perlakuan P2B1 dalam penyerapan pupuk daun kurang optimal. Kurang optimalnya pupuk daun yang dapat diserap oleh tanaman nilam dapat ditunjukkan pada parameter *stomatal conductance* (Gambar 8). Perlakuan P2 memiliki nilai *stomatal conductance* lebih rendah dari P1 dan P3. Hal ini diduga jumlah stomata yang membuka pada tanaman nilam dengan kombinasi P2B1 lebih sedikit, sehingga pupuk daun yang diberikan tidak semuanya dapat diserap oleh

tanaman nilam. Faktor lingkungan juga dapat mengakibatkan hilangnya pupuk daun akibat penguapan. Hidayat, (2009) mengatakan nilai stomatal conductance tinggi menunjukkan H₂O yang keluar dan CO₂ yang masuk juga tinggi, sehingga pendugaan ini yang menyebabkan nilai dari kombinasi P2B1 lebih kecil dibandingkan dengan P3B1 dan P1B1, dikarena CO₂ yang digunakan oleh tanaman untuk fotosintesis sangat kecil sehingga nilai laju pertumbuhan relatif tanaman akan rendah juga.

4.1.2 Pengaruh Tunggal Konsentrasi Pupuk Daun dan Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp. Terhadap Seluruh Parameter Pengamatan

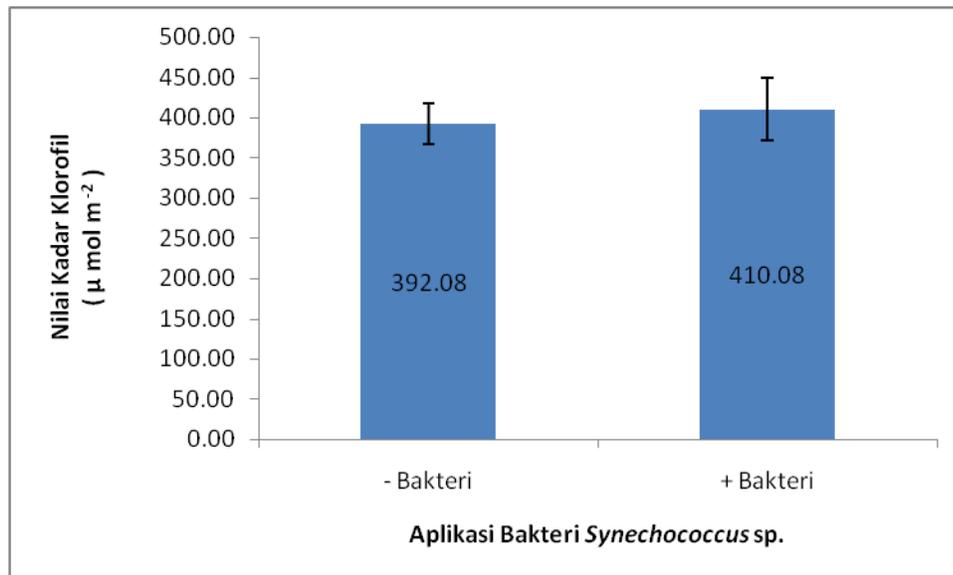
Fotosintesis adalah suatu proses yang hanya terjadi pada tumbuhan yang berklorofil dan bakteri fotosintetik, dimana energi matahari (dalam bentuk foton) ditangkap dan diubah menjadi energi kimia (ATP dan NADPH). Energi kimia ini akan digunakan untuk fotosintesis karbohidrat dari air dan karbon dioksida. Jadi, seluruh molekul organik lainnya dari tanaman disintesis dari energi dan adanya organisme hidup lainnya tergantung pada kemampuan tumbuhan atau bakteri fotosintetik untuk berfotosintesis (Devlin, 1975). Pada proses fotosintesa, terjadi penangkapan energi cahaya oleh zat hijau daun untuk pembentukan bahan organik. Fotosintesis hanya terjadi pada tanaman yang memiliki sel-sel hijau termasuk pada beberapa jenis bakteri.

Kandungan klorofil dalam tanaman memiliki peran yang sangat esensial. Klorofil merupakan salah satu komponen penyerap cahaya sebagai sumber energi dalam fotosintesis, selain faktor pendukung lainnya (loveless, 1991). Kandungan klorofil merupakan banyaknya klorofil yang terkandung dalam daun. Parameter ini menunjukkan potensi kemampuan fotosintesis pada tanaman.



Gambar 2. Pengaruh perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap nilai kadar klorofil

Hasil penelitian menunjukkan nilai kadar klorofil berbeda tidak nyata (Tabel 2), namun pada aplikasi pupuk daun 2.5 g/L (P3) menunjukkan kadar klorofil tertinggi ($421.25 \mu \text{ mol m}^{-2}$) dibandingkan dengan lainnya. Aplikasi pupuk daun dengan konsentrasi 2.5 g/l tanaman nilam masih mampu memberikan respon tertinggi, diduga laju fotosintesis tanaman nilam juga mengalami peningkatan. Besarnya kandungan klorofil pada tanaman nilam maka fotosintesis akan besar pula untuk menghasilkan suatu fotosintat yang nantinya dimanfaatkan tanaman nilam untuk tumbuh dan berkembang terutama pada organ vegetatif. Kadar klorofil daun nilam pada perlakuan konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L memiliki nilai terendah dibandingkan lainnya, diduga sebagian besar pupuk daun yang diberikan mengalami penguapan dan juga faktor umur daun sehingga penyerapan pupuk daun kurang maksimal. Umur daun yang semakin tua akan mengalami penurunan fungsi jaringan karena sebagian besar energi akan ditransfer kepada jaringan yang lebih muda.



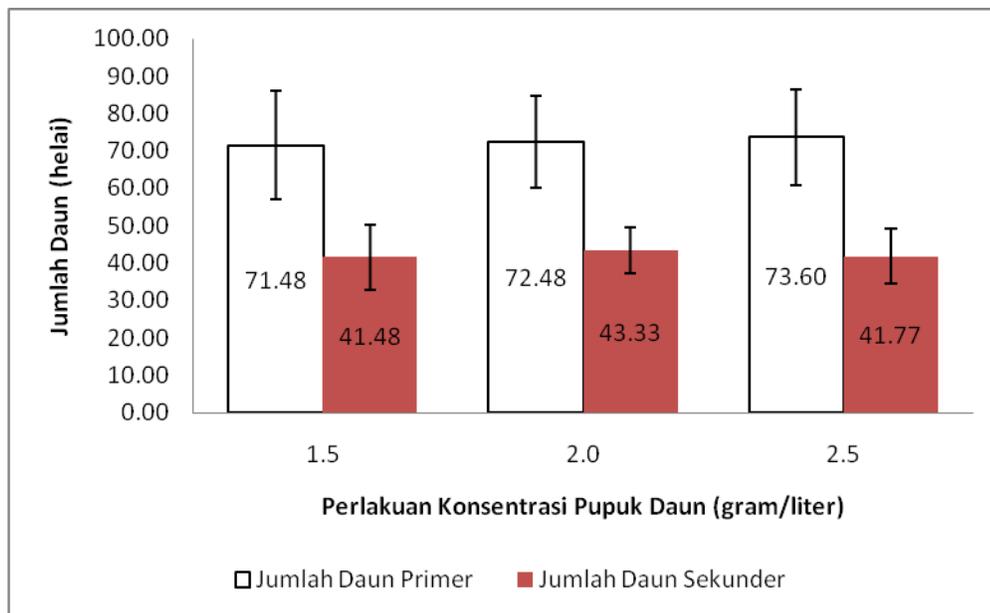
Gambar 3. Pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap nilai kadar klorofil.

Hasil analisis sidik ragam (anova) kadar klorofil daun nilam tidak berbeda nyata terhadap perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp (Tabel 2), akan tetapi kadar klorofil daun memiliki nilai rerata lebih tinggi ($410.08 \mu \text{ mol m}^{-2}$) dibandingkan tanpa aplikasi bakteri *Synechococcus* sp (Gambar 3). Diduga bakteri *Synechococcus* sp memberikan respon terhadap peningkatan kadar klorofil daun nilam, diasumsikan fotosintesis tanaman nilam juga meningkat. Seperti yang dikatakan Prasetya (2005) tanaman kedelai yang diaplikasikan bakteri *Synechococcus* sp memiliki klorofil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa aplikasi bakteri *Synechococcus* sp dikarenakan kebutuhan unsur hara yang diperlukan tanaman terutama unsur hara pembentuk klorofil terpenuhi.

Bakteri *Synechococcus* sp. mampu melakukan fotosintesis namun tidak mempengaruhi kandungan klorofil tanaman kedelai secara nyata disebabkan organ penangkap cahaya bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. berbeda dengan organ penangkap cahaya tanaman kedelai (Soedradjad, 2010). Menurut Glazer, (1987) Bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. ini memanen cahaya untuk fotosintesis terutama menggunakan pigmen phycocyanin, allophycocyanin, dan phycoerythrin.

Daun merupakan pabrik karbohidrat bagi tanaman budidaya. Daun diperlukan untuk penyerapan dan perubahan energi cahaya menjadi pertumbuhan dan menghasilkan panen melalui fotosintesis, daun juga merupakan sumber nitrogen (Gardner, 1991).

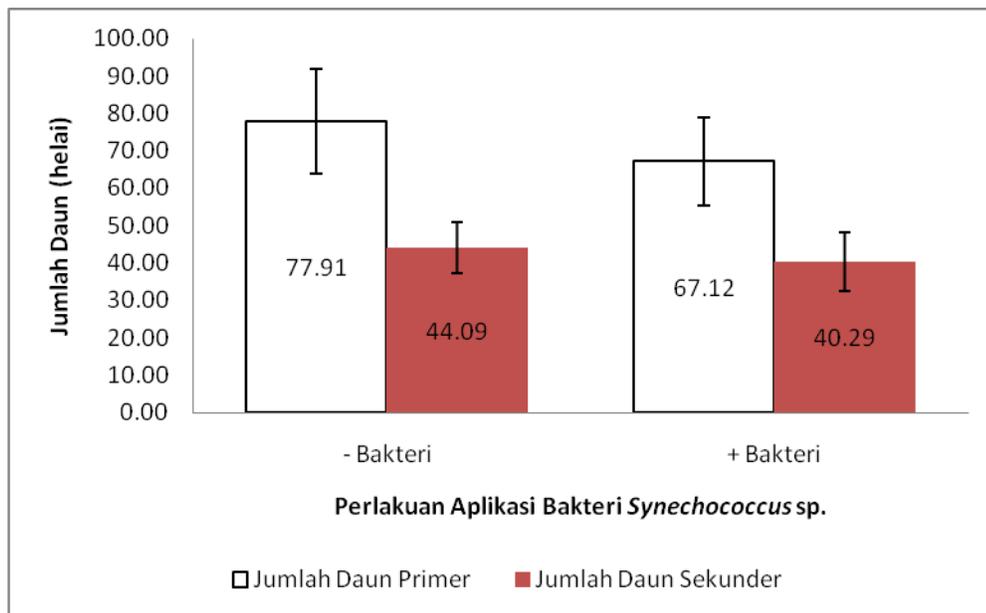
Pertambahan jumlah daun merupakan salah satu indikasi pertumbuhan vegetatif pada tanaman. Pertambahan jumlah daun selalu diikuti dengan pertambahan tinggi tanaman dan jumlah cabang. Pengamatan pertambahan jumlah daun dilakukan untuk mengetahui produksi tanaman nilam dikaitkan dengan kandungan minyak nilam, bagian yang memiliki kandungan minyak paling tinggi adalah daunnya meskipun pada akar dan batang juga ada. Kadar minyak dalam daun dua kali lebih tinggi dibandingkan dari ranting.



Gambar 4. Pengaruh perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap jumlah daun primer dan jumlah daun sekunder.

Hasil analisis sidik ragam (anova) untuk parameter jumlah daun primer dan sekunder memiliki respon yang tidak berbeda nyata terhadap macam konsentrasi yang diberikan (Tabel 2). Hasil rerata pada jumlah daun primer menunjukkan konsentrasi 2.5 g/L (P3) memiliki jumlah daun tertinggi dari perlakuan lainnya, sedangkan rerata pada jumlah daun sekunder perlakuan konsentrasi pupuk daun 2 g/L

memiliki jumlah daun tertinggi dibanding dengan lainnya (Gambar 4). Menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi pupuk daun dengan konsentrasi tinggi tanaman nilam masih mampu merespon dengan baik dalam pembentukan jumlah daun primer, namun sebaliknya dengan konsentrasi pupuk daun yang tinggi jumlah daun semakin rendah.

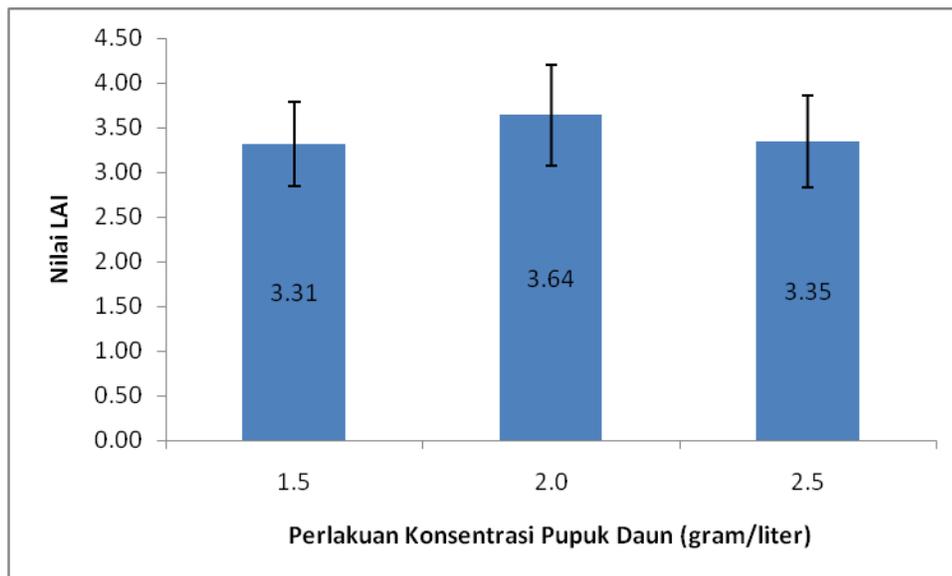


Gambar 5. Pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap jumlah daun primer dan jumlah daun sekunder.

Hasil analisis sidik ragam (anova) parameter jumlah daun primer dan sekunder menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap aplikasi bakteri *Synechococcus* sp (Tabel 2). Hasil rerata perlakuan menunjukkan perlakuan kontrol (tanpa bakteri) memiliki jumlah daun primer dan sekunder lebih tinggi dibanding dengan yang di aplikasikan bakteri *Synechococcus* sp (Gambar 5). Menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Synechococcus* sp tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap jumlah daun primer maupun jumlah daun sekunder.

Setiap makhluk hidup pasti membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi pertumbuhan, demikian pula halnya dengan tanaman. Untuk dapat hidup dan berkembang secara baik setiap harinya tanaman membutuhkan bahan nutrisi berupa unsur hara yang dapat dikonsumsi. Unsur hara nitrogen merupakan faktor yang paling

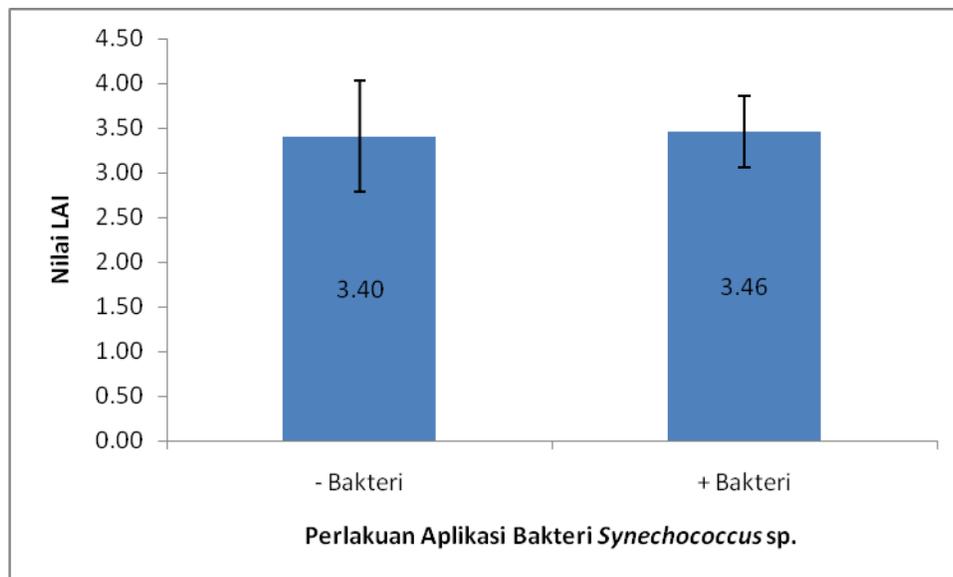
dominan untuk pembentukan organ vegetatif seperti daun. Tanaman yang kekurangan unsur nitrogen akan mengalami klorosis, sehingga dalam penangkapan cahaya kurang maksimal dan akan berpengaruh terhadap fotosintesis tanaman. Dalam penelitian ini sumber nitrogen di peroleh dari pemanfaatan bakteri *Synechococcus* sp , diduga pemberian bakteri *Synechococcus* sp menyumbangkan nitrogen dalam jumlah kecil sehingga belum mampu meningkatkan jumlah daun primer maupun sekunder.



Gambar 6. Pengaruh perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap LAI

Hasil fotosintesis pada tiap daun berbeda, sehingga dilakukan suatu pengukuran indeks luas daun. Indeks luas daun merupakan rasio antara total luas daun dengan luas lahan yang tertutupi oleh tajuk tanaman, karena sebagai salah satu penentu hasil biomass suatu tanaman dalam proses asimilasi fotosintetik karbon untuk memberikan gambaran pertumbuhan potensial tanaman. LAI sebagai suatu penentu produksi cukup kompleks, melibatkan berbagai faktor yang saling mempengaruhi seperti radiasi matahari dan curah hujan kedua factor tersebut berhubungan dengan penyimpanan air dan suhu tanah pada proses transpirasi dan evapotranspirasi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Nilai LAI bervariasi dari hari ke hari sebagai akibat variasi pola radiasi matahari harian, serta bervariasi dari musim ke musim sebagai akibat perubahan kanopi area tumbuh dan gugurnya daun (Barclay, 1998).

Hasil analisis sidik ragam (anova) macam konsentrasi pupuk daun berbeda tidak nyata (Tabel 2). Nilai rerata pada perlakuan konsentrasi pupuk daun 2 g/L memiliki nilai LAI tertinggi dibandingkan dengan lainnya. Di asumsikan bahwa pemberian konsentrasi pupuk daun tinggi 2.5 g/L malah menurunkan nilai LAI tanaman nilam yang menunjukkan kanopi atau tajuk tanaman nilam ini sangat rimbun. Semakin tinggi nilai LAI pada tanaman nilam maka cahaya yang ditangkap oleh klorofil akan semakin besar pula laju fotosintesis tanaman. Lakitan, (1993) mengatakan produktivitas meningkat seiring dengan meningkatnya LAI karena lebih banyak cahaya yang dapat ditangkap. Nilai LAI yang terlalu tinggi tidak lagi meningkatkan produktifitas, karena sebagian daun yang ternaung tidak melakukan fotosintesis secara optimal.

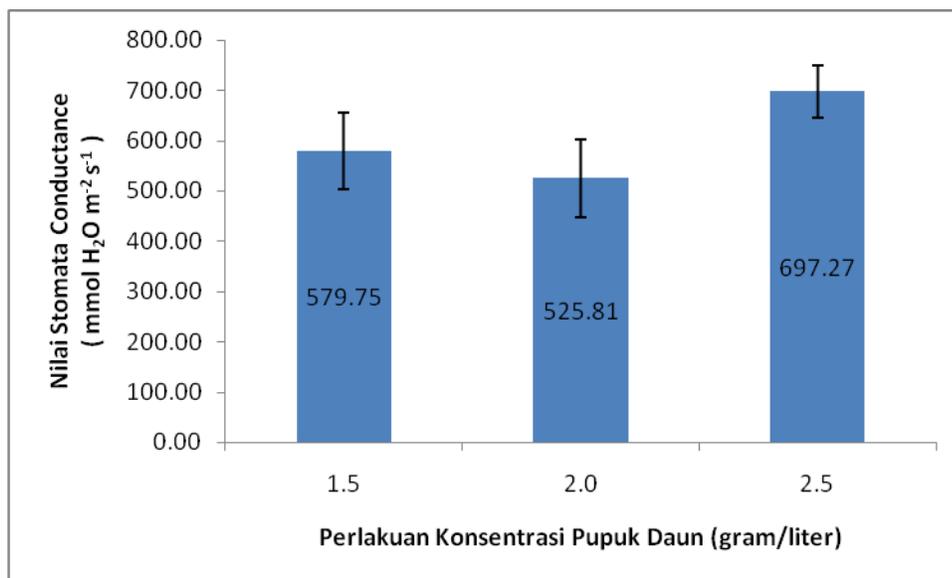


Gambar 7. Pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap LAI

Hasil penelitian menunjukkan nilai rerata LAI tanaman nilam yang diaplikasikan bakteri *Synechococcus* sp. memiliki nilai tertinggi dibandingkan tanaman kontrol (Gambar 7), walaupun hasil analisis sidik ragam (anova) berbeda tidak nyata (Tabel 2). Diduga tanaman nilam mampu menyerap hasil asimilasi dari bakteri fotosintetik bersama unsur hara serta air yang diserap oleh akar yang

ditranslokasikan pada meristem ujung untuk melakukan pertumbuhan yang menghasilkan penambahan tinggi tanaman.

Hasil asimilasi dari bakteri fotosintetik akan ditransfer pada tanaman nilam. Bakteri *Synechococcus sp.* diduga menyumbangkan N kepada tanaman nilam walau dalam jumlah sedikit. Sumber nitrogen yang dihasilkan bakteri *Synechococcus sp.* ditranslokasikan kepada organ vegetatif tanaman seperti daun, sehingga menghasilkan jumlah daun yang semakin banyak dan LAI tanaman nilam akan semakin besar, menandakan tanaman nilam dapat mengoptimalkan penyerapan cahaya untuk melakukan fotosintesis. Bakteri fotosintetik *Synechococcus sp.* tidak hanya menyumbang N kepada tanaman inang tetapi juga rangka karbon dari hasil fotosintesisnya (Syamsunihar dkk., 2009). Aplikasi bakteri *Synechococcus sp.* mampu meningkatkan aktivitas *sucrose synthase* pada fase vegetatif sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi organ vegetative (Hidayat, 2009).

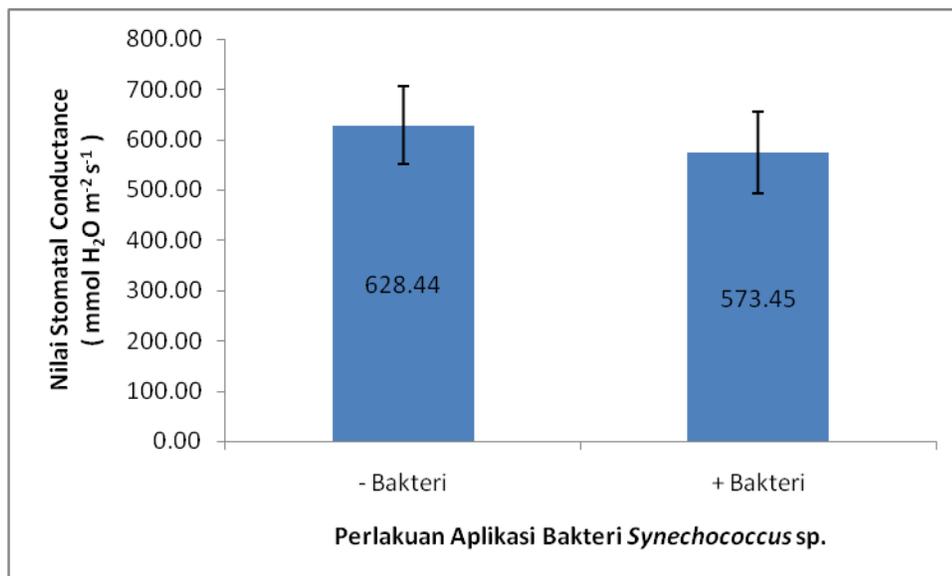


Gambar 8. Pengaruh perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap stomatal conductance.

Nilai *stomatal conductance* diasumsikan dapat menunjukkan nilai fotosintesis suatu tanaman, karena banyaknya air yang keluar juga diikuti dengan CO₂ yang masuk ke dalam tanaman. CO₂ yang masuk ke dalam tanaman akan digunakan untuk fotosintesis tanaman. Fotosintesis akan menghasilkan energi dalam bentuk senyawa

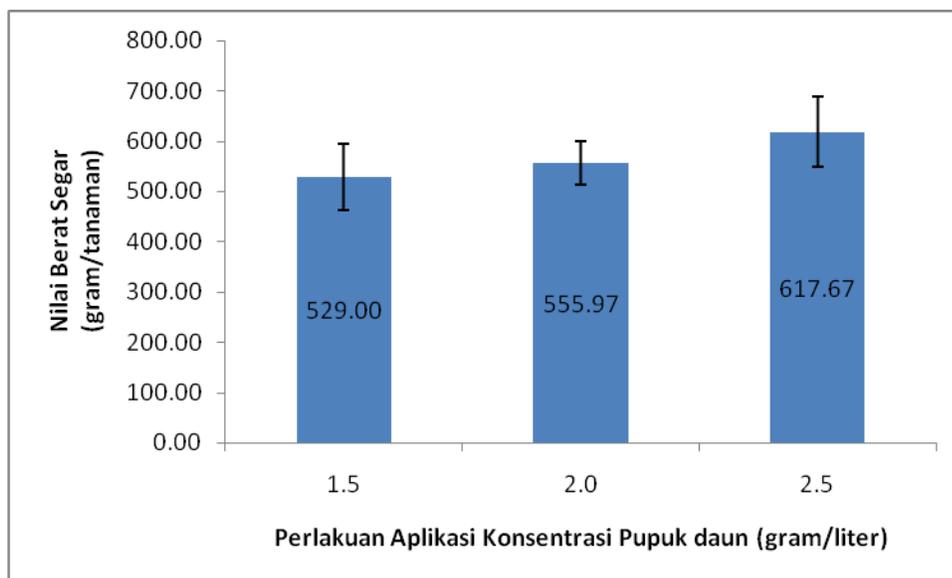
karbon. Hasil fotosintesis tanaman dalam bentuk glukosa akan diubah menjadi bentuk sukrosa tanaman yang terdapat di bagian sitosol. Sukrosa kemudian akan diubah menjadi energi yang akan digunakan dalam pertumbuhan tanaman ataupun akan ditranslokasikan ke organ tanaman yang lain. Sukrosa akan diubah menjadi komponen gula reduksi dalam bentuk fruktosa dan glukosa. Fruktosa dan glukosa akan digunakan tanaman dalam menghasilkan energi (Hidayat, 2009).

Hasi penelitian menunjukkan nilai *stomatal conductance* yang diaplikasikan konsentrasi pupuk daun yang tinggi 2.5 g/L (P3) memiliki nilai sebesar (697.27 mmol H₂O m⁻² s⁻¹), dibandingkan dengan perlakuan 1.5 g/L (P1) sebesar (579.75 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) dan 2.5 g/L (P2) sebesar (525.81 mmol H₂O m⁻² s⁻¹). Diduga pemberian pupuk daun dengan konsentrasi tinggi dapat meningkatkan nilai stomatal conductance sehingga juga akan meningkatkan laju fotosintesis tanaman nilam. Pada perlakuan dengan konsentrasi 2.0 g/L menunjukkan nilai stomatal conductance lebih rendah dari pada yang lain diduga jumlah stomata yang membuka pada tanaman (P2) yang dilakukan penyemprotan pupuk daun 2.0 g/L sangat sedikit sehingga kurang maksimal untuk memanfaatkan pupuk daun yang diberikan secara maksimal.



Gambar 9. Pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap stomatal conductance.

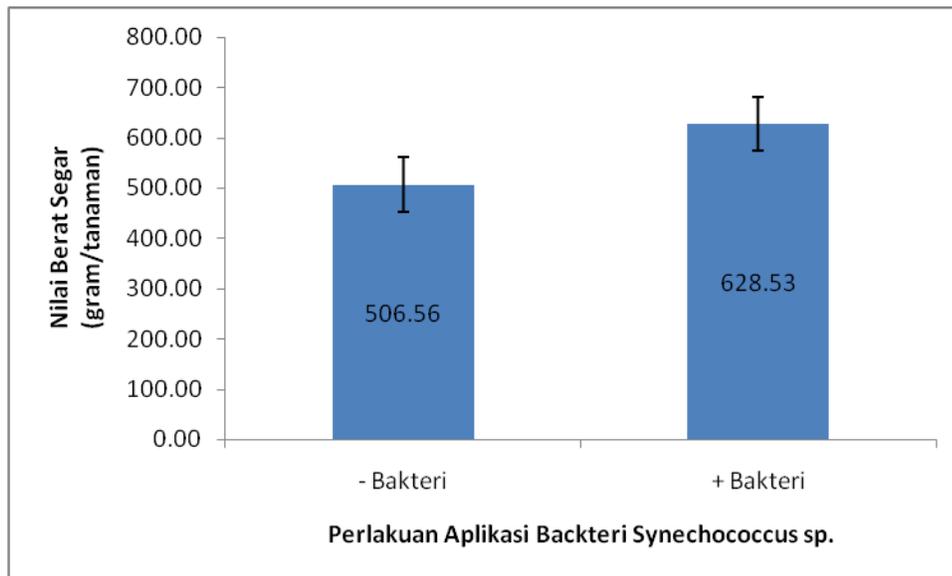
Hasil penelitian dan analisis sidik ragam (anova) perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memberikan respon berbeda tidak nyata terhadap parameter stomatal conductance, bahkan nilai stomatal conductance memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. (B0). Diduga pengaplikasian bakteri tidak memberikan respon yang baik terhadap parameter stomatal conductance, namun jika terjadi peningkatan nilai stomatal conductance pada tanaman yang diaplikasikan bakteri *Synechococcus* sp. menunjukkan bahwa tanam serapan CO₂ dan pengeluaran H₂O juga tinggi sehingga laju fotosintesis akan meningkat pula. Peningkatan laju fotosintesis akan selalu diikuti oleh peningkatan laju transpirasi sebagai hukum pertukaran gas di permukaan daun sampai batas tertentu (Cowan, 1982).



Gambar 10. Pengaruh perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap berat segar.

Hasil analisis sidik ragam (anova) perlakuan macam konsentrasi pupuk daun berbeda tidak nyata (Tabel 2). Nilai rerata macam konsentrasi pupuk daun menunjukkan konsentrasi 2.5 g/L memiliki nilai berat segar tertinggi dibanding perlakuan lainnya (Gambar 10). Besarnya nilai berat segar tanaman nilam seiring dengan ditingkatkannya konsentrasi pupuk daun. Menunjukkan bahwa tanaman nilam

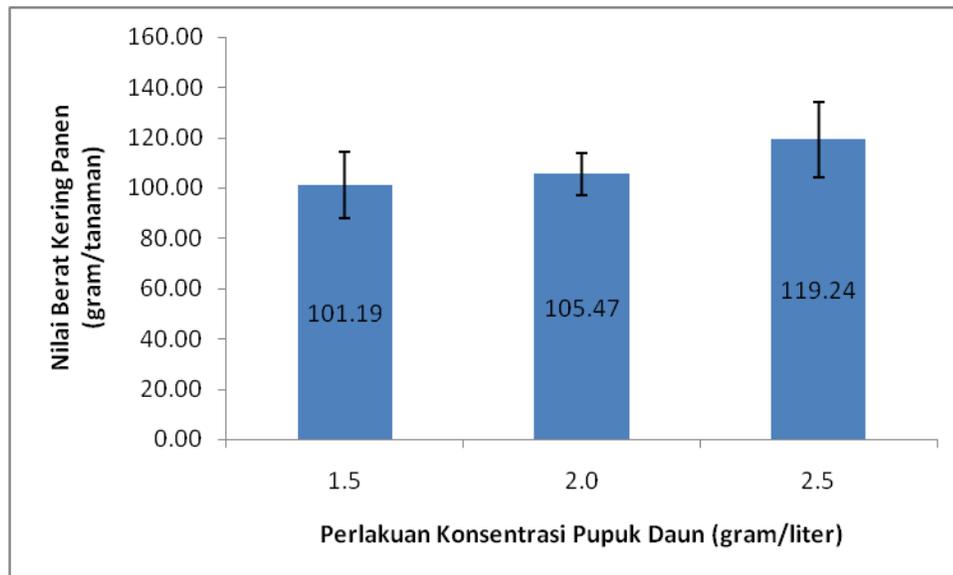
yang diaplikasikan dengan pupuk daun 2.5 g/L banyak menyimpan air, diduga fotosintesis tanaman nilam juga semakin besar karena selain CO₂ yang digunakan tanaman untuk fotosintesis H₂O juga berperan penting dalam proses fotosintesis.



Gambar 11. Pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp pada berat segar tanaman.

Berat segar menggambarkan kandungan air dan kelembaban tanaman, namun berat segar dapat berubah-ubah (fluktuatif) yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Hasil analisis sidik ragam (anova) berat segar menunjukkan berbeda nyata (Tabel 2), sedangkan hasil rerata berat segar yang diaplikasikan bakteri *Synechococcus* sp. lebih tinggi dibandingkan kontrol (Gambar 11). Diduga bakteri *Synechococcus* sp. mampu memfiksasi N₂ di udara yang nantinya ditransfer pada tanaman inang sehingga berat segar tanaman nilam meningkat.

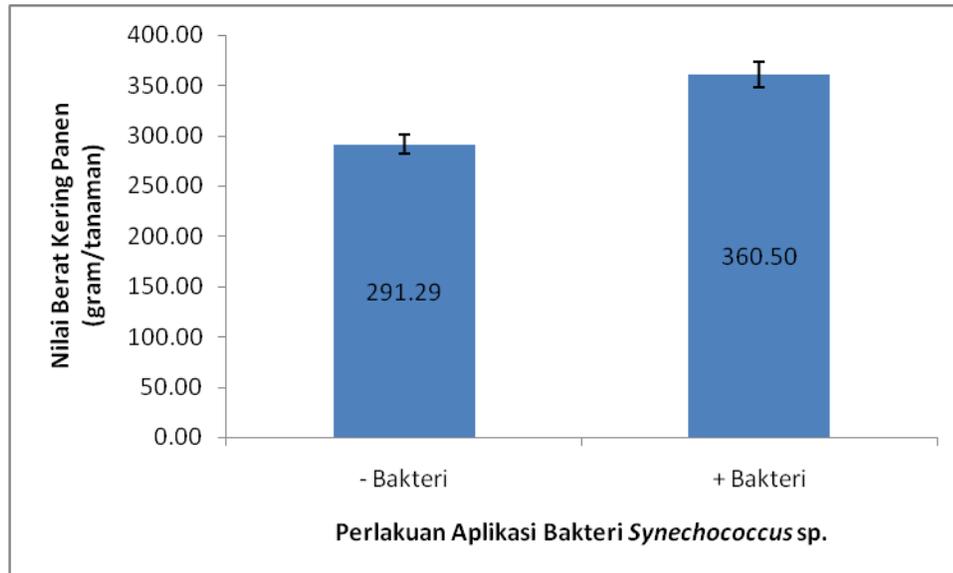
Meningkatnya berat segar tanaman diduga disebabkan penyerapan unsur hara yang diserap oleh tanaman, terutama yang berkaitan dengan air dan karbohidrat. Menurut Yulianto, (2003) secara fisiologis berat segar biasanya terdiri dari 2 kandungan, yaitu air dan karbohidrat. Air merupakan komponen utama tanaman hijau yang merupakan 70-90% dari berat segar tanaman tersebut (Fitter and Hay, 1991).



Gambar 12. Pengaruh perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap berat kering panen.

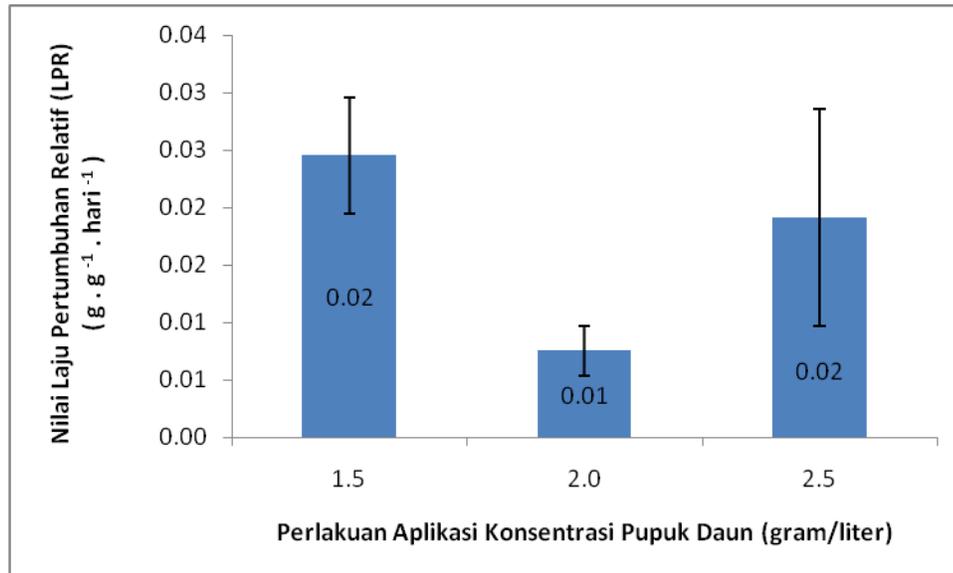
Berat kering merupakan gambaran akumulasi fotosintat yang berbentuk organ-organ tanaman. Menurut Gardner *et al.*, (1991) berat kering merupakan keseimbangan antara pengambilan CO_2 (fotosintesis) dan pengeluaran CO_2 (respirasi). Penggunaan berat kering brangkasan sebagai parameter pengamatan pertumbuhan disebabkan berat basah selalu mengalami fluktuasi karena kelembaban.

Hasil penelitian menunjukkan nilai berat kering atau brangkasan kering tanaman nilam pada analisis sidik ragam (anova) berbeda tidak nyata, namun perlakuan dengan konsentrasi pupuk daun tinggi 2.5 g/L memiliki nilai berat kering tanaman yang paling tinggi (119.24 gram/tanaman) dibandingkan dengan konsentrasi pupuk daun 1.5 g/l dan 2 g/L. secara berturut sebesar (101.19 gram/tanaman) dan (105.47 gram/tanaman).



Gambar 13. Pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. pada berat kering panen

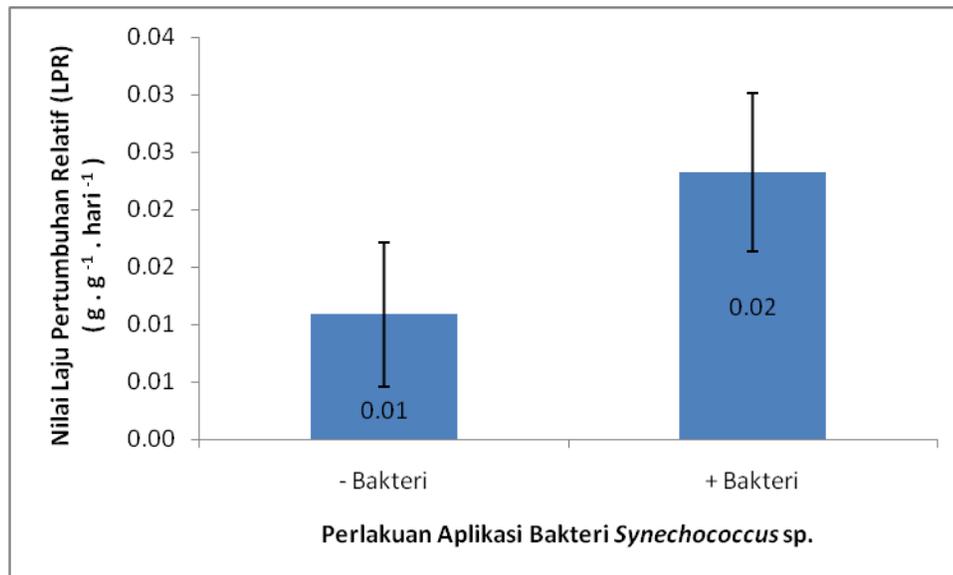
Hasil analisis sidik ragam (anova) pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. menunjukkan berbeda tidak nyata terhadap parameter berat kering, namun memiliki nilai berat kering tertinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa aplikasi bakteri sebesar 360.50 gram/tanaman sedangkan pada kontrol sebesar 291.29 gram/tanaman. Diduga laju fotosintesis yang terjadi sangat besar. Berat kering tanaman umumnya, dipengaruhi oleh fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis akan meningkatkan berat kering tanaman karena pengambilan CO₂, sedangkan proses katabolisme respirasi menyebabkan pengeluaran CO₂ dan mempengaruhi berat kering tanaman. Kedua proses ini sangat penting untuk mengubah heksosa menjadi bahan-bahan struktural, cadangan makanan, dan metabolik yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan (Dwidjoseputro, 1981).



Gambar 14. Pengaruh perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap laju pertumbuhan relative / LPR.

Laju pertumbuhan relatif merupakan peningkatan berat kering tanaman dalam suatu interval waktu, erat hubungannya dengan berat awal tanaman. Asumsi yang digunakan untuk persamaan kuantitatif LPR adalah bahwa pertambahan biomassa tanaman per satuan waktu tidak konstan tetapi tergantung pada berat awal tanaman. Bahwa keseluruhan tanaman yang dinyatakan dalam biomassa total tanaman dipertimbangkan sebagai suatu kesatuan untuk menghasilkan bahan baru tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995).

Hasil penelitian menunjukkan nilai laju pertumbuhan relatif untuk faktor macam perlakuan konsentrasi pupuk daun pada analisis sidik ragam (anova) menunjukkan berbeda nyata (Tabel 2.). Nilai rerata laju pertumbuhan relatif (LPR) tanaman nilam menunjukkan perlakuan pupuk daun dengan konsentrasi 1.5 g/L memiliki nilai LPR tertinggi dibandingkan lainnya. Perlakuan P2 konsentrasi 2.0 g/L menunjukkan nilai LPR paling rendah diduga laju fotosintesis tanaman nilam rendah. Rendahnya nilai LPR pada perlakuan P2 konsentrasi 2.0 g/L diduga stomata yang membuka pada tanaman nilam sedikit, sehingga CO_2 yang masuk juga sedikit (Gambar 8). Rendahnya nilai kadar klorofil daun juga bisa mengakibatkan rendahnya nilai LPR dikarenakan fotosintesis tanaman nilam tidak akan maksimal (Gambar 2).



Gambar 15. Pengaruh aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap Laju Pertumbuhan Relatif / LPR.

Laju pertumbuhan relatif pada perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memberikan respon berbeda nyata pada (Tabel 2), dan memiliki nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp (B1) sebesar ($0.02 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{hari}^{-1}$) dan memiliki keragaman yang tinggi dibandingkan dengan tanpa aplikasi bakteri (B0) sebesar ($0.01 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{hari}^{-1}$). Menunjukkan bahwa laju fotosintesis tanaman nilam yang di aplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp semakin cepat. Hal ini dikarenakan adanya pasokan N dari hasil fiksasi N_2 oleh bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. Paramita (2011) mengatakan tanaman kedelai yang di aplikasikan bakteri *Synechococcus* sp memiliki nilai LPR tertinggi dibanding tanaman kontrol. Laju fotosintesis mempengaruhi laju pertumbuhan relatif tanaman, dimana dengan semakin cepat laju fotosintesis maka fotosintat akan cukup digunakan sebagai sumber energi (karbohidrat) untuk pertumbuhan tanaman (Salisbury and Ross, 1995).

4.2 Pembahasan Umum

Tanaman nilam merupakan tanaman penghasil minyak atsiri yang menyumbangkan devisa negara dan merupakan komoditi ekspor diantara minyak atsiri yang lainnya. Dalam periode sekarang ini produksi atsiri minyak nilam mengalami kemunduran bahkan untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri pun masih kurang. Rendahnya produksi kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor yang menyebabkan produksi minyak nilam ini menurun diantaranya disebabkan oleh teknik budidaya, faktor genetik dari tanaman dan faktor lingkungan terutama iklim dan cuaca yang sekarang ini berubah-ubah. Untuk menanggulangi penyebab kemunduran ini peneliti mencoba untuk melakukan inofasi baru dalam teknik budidayanya untuk meningkatkan produksi minyak nilam yaitu dengan mengkombinasikan pengaruh macam konsentrasi pupuk daun dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp.

Tanaman nilam merupakan tanaman yang rakus akan unsur hara terutama unsur hara N, P dan K, dimana untuk mencukupi kebutuhan akan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Untuk mencukupi kebutuhan akan unsur hara tersebut selain pemberian pupuk melalui tanah dapat juga diaplikasikan melalui daun. Pemberian pupuk daun harus memperhatikan konsentrasi, dosis dan waktu pupuk daun yang diberikan sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara melalui daun secara optimal. Selain itu juga dapat dilakukan dengan pengaplikasian bakteri *Synechococcus* sp. yang merupakan agen hayati ramah lingkungan yang dapat memfiksasi N di atmosfer dan membantu dalam fotosintesis juga mampu berasosiasi dengan tanaman sebagai inang.

Tanaman termasuk dalam kelompok organisme yang mampu membuat makanannya sendiri atau yang disebut dengan organisme autotrof. Proses untuk membuat makanannya sendiri disebut dengan fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses menghasilkan zat-zat yang dimanfaatkan oleh tanaman yang disimpan dalam jaringan tanaman, sehingga semakin meningkatnya fotosintesis dalam tanaman maka diiringi dengan peningkatan pertumbuhan pada tanaman. Hasil fotosintesis dipengaruhi oleh besarnya pemasukan unsur hara dan substansi seperti

karbondioksida dan air. Pada saat fotosintesis CO_2 akan masuk ke dalam tanaman melalui stomata untuk menghasilkan fotosintat berupa karbohidrat ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Masuknya CO_2 ke dalam tanaman akan diikuti dengan keluarnya gas H_2O dari tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan pada kombinasi perlakuan macam konsentrasi pupuk daun dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memberikan respon berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% terhadap parameter laju pertumbuhan relatif (Tabel.2). Menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan macam konsentrasi pupuk daun dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. diduga dapat meningkatkan laju fotosintesis sehingga biomas tanaman nilam juga akan meningkat pula.

Hasil analisis uji lanjut Duncan pada interaksi konsentrasi pupuk daun dengan aplikasi bakteri pada taraf kepercayaan 95% kombinasi (P3B1) konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. menunjukkan nilai tertinggi sebesar ($0.0341 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{hari}^{-1}$) dibandingkan dengan kombinasi lainnya (Tabel 3). Interaksi (P1B1) konsentrasi pupuk daun 1.5 g/L dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. juga menunjukkan tidak berbeda nyata dengan interaksi (P3B1) dengan nilai sebesar ($0.0255 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{hari}^{-1}$). Menunjukkan bahwa dengan memberikan konsentrasi pupuk daun dengan konsentrasi rendah (1.5 g/L) dengan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. masih mampu memberikan respon yang baik terhadap parameter laju pertumbuhan relatif / LPR tanaman. Pemberian konsentrasi tinggi pun (2.5 g/L) tanaman nilam mampu memberikan respon yang paling baik. Menurut Marschner (1986), pemberian konsentrasi pupuk daun yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terbakarnya daun (*leaf burn*), terjadi keracunan sehingga berakibat terganggunya proses fisiologis tanaman. Gejalanya adalah daun mengering dan berwarna coklat, rapuh dan pada tahap lanjut dapat menyebabkan tanaman menjadi mati.

4.2.1 Konsentrasi Pupuk daun terhadap seluruh parameter

Pupuk merupakan setiap bahan yang diberikan ke dalam tanah maupun yang disemprotkan pada tanaman dengan maksud menambah unsur hara yang diperlukan

tanaman. Sedangkan pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk meningkatkan produksi dan mutu hasil pertanian.

Penambahan unsur hara melalui pemupukan pada tanah mengakibatkan rusaknya struktur tanah jika tidak diimbangi dengan penambahan pupuk organik (pupuk kandang dan kompos), tanah akan sulit diolah, dan tidak gembur. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan pemakaian pupuk daun yang merupakan unsur hara yang diberikan melalui lewat daun. Dengan pemakaian pemupukan lewat daun akibat buruk pada tanah dapat dihindari dan tanah tetap baik dengan struktur yang remah dan gembur (Lingga, 1994).

Hasil penelitian pada rangkuman analisis sidik ragam (anova) menunjukkan perlakuan konsentrasi pupuk daun memberikan respon berbeda tidak nyata pada seluruh parameter selain parameter laju pertumbuhan relatif / LPR yang memberikan respon berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 % (Tabel 2).

Klorofil berfungsi menangkap cahaya yang digunakan untuk fotosintesis. Kandungan klorofil menentukan jumlah fotosintat yang dihasilkan dari fotosintesis. Menurut Dwijoseputro (1981), pembentukan klorofil dipengaruhi beberapa factor yaitu gen, cahaya, oksigen, karbohidrat, unsur-unsur N, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, air, dan temperatur.

Kandungan klorofil pada tanaman nilam yang di aplikasikan dengan macam konsentrasi pupuk daun menunjukkan pada rangkuman analisis sidik ragam berbeda tidak nyata (Tabel 2). Pada hasil rata-rata dari kandungan klorofil terhadap macam konsentrasi pupuk daun ternyata perlakuan P3 dengan konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L memiliki nilai paling tinggi dengan keragaman rendah, dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P2 (Gambar 2). Pemberian pupuk daun pada tanaman nilam dapat dilakukan dengan menggunakan konsentrasi tinggi karena dapat meningkatkan kandungan klorofil daun, dimana semakin meningkatnya kandungan klorofil daun pada tanaman maka proses fotosintesis juga akan meningkat dan hasil dari fotosintat akan di transfer ke bagian tanaman seperti pada daun akar, batang, buah dan pada

bagian yang membutuhkan yang nantinya akan mempengaruhi terhadap berat segar daun dan brangkasan kering dari tanaman nilam.

Proses fotosintesis menghasilkan metabolit primer yang dipakai untuk metabolisme tanaman sehingga terjadi pertumbuhan dan perkembangan. Di samping itu, metabolit primer digunakan untuk menyusun metabolit sekunder yang mendukung pada proses adaptasi dan proteksi tanaman. Suatu aspek yang sangat penting dalam proses pertumbuhan tanaman adalah penyediaan substrat. Substrat yang digunakan untuk membentuk bahan baru tanaman yang sebagian besar adalah karbohidrat, diperoleh dari proses fotosintesis pada organ yaitu daun. Kemampuan daun untuk menghasilkan produk fotosintat ditentukan oleh produktifitas per satuan luas daun dan total luas daun. Energi yang dihasilkan sangat tergantung pada rasio eksternal dan internal daun (Fahn, 1995).

Perlakuan macam konsentrasi pupuk daun terhadap parameter jumlah daun primer maupun jumlah daun sekunder pada rangkuman analisis sidik ragam (anova) berbeda tidak nyata terhadap perlakuan konsentrasi pupuk daun (Tabel 2). Hasil rerata setiap parameter jumlah daun primer dan sekunder menunjukkan perlakuan konsentrasi pupuk daun tinggi P3 dengan konsentrasi 2.5 g/L memberikan respon paling baik pada parameter jumlah daun primer (Gambar 4). Pada parameter jumlah daun sekunder dengan pemberian konsentrasi pupuk daun tinggi baik dengan konsentrasi 2 g/L tanaman nilam masih mampu memberikan respon terbaik untuk jumlah daun sekunder. Menunjukkan bahwa pemberian pupuk daun dengan konsentrasi yang tinggi tanaman nilam masih mampu menyerap pupuk yang diberikan melalui daun, namun jika dalam pemberian terlalu tinggi juga akan menyebabkan tanaman mengalami keracunan bahkan akan terjadi daun mengalami seperti kebakar. Marschner (1986) mengatakan pemberian konsentrasi pupuk daun yang terlalu tinggi menyebabkan terbakarnya daun (*leaf burn*), terjadi keracunan sehingga mengakibatkan terganggunya proses fisiologis tanaman. Selain itu dengan semakin bertambahnya jumlah daun baik primer dan sekunder maka cahaya yang dapat ditangkap dan diserap oleh tanaman akan semakin besar sehingga laju fotosintesis juga akan semakin besar.

Leaf area index atau juga sering disebut dengan luas index daun merupakan rasio permukaan daun terhadap luas tanah yang ternaungi oleh tanaman. Dalam penelitian pengukuran LAI dilakukan dengan menggunakan alat yaitu Accu PAR. Hasil pengamatan dilapang dan rangkuman analisis sidik ragam menunjukkan untuk parameter LAI tidak berbeda nyata terhadap pengaplikasian macam konsentrasi pupuk daun (Tabel 2). Hasil rerata perlakuan macam konsentrasi pupuk daun perlakuan P2 (2 g/L) memiliki nilai LAI tertinggi dibandingkan dengan yang lainnya. Pemberian konsentrasi pupuk daun yang tinggi pada tanaman nilam masih mampu menyerap pupuk daun melalui daun. Meningkatnya nilai LAI pada tanaman makan laju fotosintesis akan meningkat pula dengan di iringi bertambahnya jumlah daun, kandungan klorofil. Tajuk tanaman yang semakin rimbun tanaman untuk penyerapan atau penangkapan cahaya matahari akan lebih optimum. Semakin rimbun tajuk dari tanaman juga tidak baik dikarenakan banyak daun yang ternaungi sehingga untuk penyerapan cahaya tidak optimal karena menyebabkan fotosintesis akan menurun.

Daun memiliki mulut yang dikenal dengan nama stomata. Sebagian besar stomata terletak di bagian bawah daun. Fungsi stomata untuk mengatur penguapan air dari tanaman sehingga air dari akar dapat sampai ke daun. Saat suhu udara meningkat, stomata akan menutup sehingga tanaman tidak akan mengalami kekeringan. Sebaliknya, jika udara tidak terlalu panas, stomata akan membuka sehingga air yang ada di permukaan daun dapat masuk dalam jaringan daun. Dengan sendirinya unsur hara yang disemprotkan ke permukaan daun juga masuk ke dalam jaringan daun.

Dalam penelitian nilai *stomatal conductance* diperoleh dengan menggunakan alat yaitu leaf porometer yang memanfaatkan daun sebagai objek dari pengamatan untuk mengetahui seberapa besar laju fotosintesis tanaman nilam yang di aplikasikan dengan beberapa konsentrasi pupuk daun. *Stomatal conductance* merupakan sebagai indikator pertukaran gas dipermukaan daun (transpirasi) yang semakin meningkat mengindikasikan laju fotosintesis juga semakin meningkat Cowan (1982).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *stomatal conductance* pada tanaman nilam yang di aplikasikan dengan macam konsentrasi pupuk daun, ternyata dengan

konsentrasi pupuk daun yang tinggi masih memberikan respon yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 1.5 g/L dan 2 g/L (Gambar 8). Diasumsikan dengan semakin meningkatnya nilai *stomatal conductance* pada tanaman nilam menunjukkan pupuk daun yang diberikan dengan konsentrasi tinggi dapat diserap oleh tanaman secara maksimal, sehingga diduga juga laju fotosintesis tanaman akan semakin meningkat.

Dari proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat diwujudkan dengan adanya akumulasi asimilat yang akan ditranslokasikan ke berbagai organ tubuh tanaman yang memerlukan, misalnya tajuk, akar, dan buah. Apabila tanaman tidak mampu membentuk asimilat secara cukup maka kompetisi antar organ vegetatif dan generatif dapat terjadi. Pertumbuhan organ vegetatif akan mempengaruhi hasil tanaman. Semakin besar pertumbuhan organ vegetatif yang berfungsi sebagai penghasil asimilat (*source*) akan meningkatkan pertumbuhan organ pemakai (*sink*) yang akhirnya akan memberikan hasil yang semakin besar pula.

Pada hasil penelitian yang menunjukkan parameter pertumbuhan pada tanaman nilam dengan mengamati nilai berat segar tanaman dan berat kering tanaman yang keduanya akan berpengaruh juga terhadap biomas tanaman nantinya. Jumlah dan ukuran tajuk mempengaruhi berat brangkasan, berat segar juga dipengaruhi pengambilan air oleh tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Berdasarkan analisis sidik ragam (Tabel 2) parameter berat segar tanaman menunjukkan nilai yang berbeda tidak nyata. Nilai rerata berat segar tanaman dengan konsentrasi pupuk daun tinggi 2.5 g/L memberikan nilai rerata yang paling baik dibandingkan dengan konsentrasi 1.5 g/L dan 2.5 g/L. (Gambar. 10).

Meningkatnya berat brangkasan segar tanaman diduga disebabkan penyerapan unsur hara yang diserap oleh tanaman, terutama air dan karbohidrat. Secara fisiologis berat segar biasanya terdiri dari 2 kandungan, yaitu air dan karbohidrat. Air merupakan komponen utama tanaman hijau yang merupakan 70-90% dari berat segar tanaman tersebut (Fitter and Hay, 1991).

Berat segar tanaman diduga meningkat sesuai dengan bertambahnya jumlah cabang tanaman, dengan meningkatnya cabang tanaman dimungkinkan akan

meningkatkan jumlah daun dan kemudian menambah kadar air yang terkandung dalam daun dan cabang, sehingga berat segar tanaman juga akan meningkat.

Menurut Gardner *et al.*, (1991) penggunaan berat kering brangkasan sebagai parameter pengamatan pertumbuhan disebabkan berat basah selalu mengalami fluktuasi karena kelembaban. Sitompul dan Guritno (1995) menambahkan untuk menghilangkan semua kandungan air bahan, pengeringan dilakukan pada suhu yang relatif tinggi dan dalam jangka waktu tertentu sampai berat kering konstan.

Berdasarkan analisis sidik ragam (anova) pada rangkuman (Tabel 2) menunjukkan perlakuan macam konsentrasi pupuk daun tidak berbeda nyata, namun nilai rerata menunjukkan dengan konsentrasi pupuk daun tinggi memiliki nilai terbaik dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 12). Meskipun dalam analisis sidik ragam berbeda nyata terhadap perlakuan diduga tanaman nilam memiliki laju fotosintesis yang tinggi seperti halnya dengan berat segar tanaman.

Berat kering merupakan bahan organik yang terdapat dalam bentuk biomassa dan merupakan integrasi dari hampir semua peristiwa yang terjadi pada pertumbuhan. Biomassa merupakan cermin dari penangkapan energi oleh tanaman dari proses fotosintesis, dengan semakin tinggi berat kering brangkasan menunjukkan bahwa proses fotosintesis berlangsung dengan baik. Gardner *et al.*, (1991) menerangkan bahwa berat kering total tanaman merupakan penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ dari proses fotosintesis sepanjang pertumbuhan dan fotosintesis mengakibatkan meningkatnya berat kering tanaman. Penimbunan bobot kering umumnya digunakan sebagai petunjuk yang memberikan ciri pertumbuhan.

Laju pertumbuhan relatif merupakan peningkatan berat kering tanaman dalam suatu interval waktu, erat hubungannya dengan berat awal tanaman. Asumsi yang digunakan untuk persamaan kuantitatif LPR adalah bahwa penambahan biomassa tanaman per satuan waktu tidak konstan tetapi tergantung pada berat awal tanaman. Bahwa keseluruhan tanaman yang dinyatakan dalam biomassa total tanaman dipertimbangkan sebagai suatu kesatuan untuk menghasilkan bahan baru tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995).

Dari hasil analisis sidik ragam (anova) laju pertumbuhan relatif tanaman nilam yang di aplikasikan pupuk daun terhadap macam konsentrasi yang diberikan memberikan respon berbeda nyata (Tabel 2). Nilai rerata laju pertumbuhan relatif menunjukkan perlakuan P1 dan P3 memiliki nilai tertinggi dibandingkan perlakuan P2 (Gambar 14). Rendahnya nilai LPR perlakuan P2 diduga laju fotosintesis tanaman kecil dikarenakan jumlah stomata tanaman yang membuka sedikit sehingga CO₂ yang diserap juga semakin kecil.

4.2.2 Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. terhadap seluruh parameter

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) memerlukan nitrogen dalam jumlah tinggi untuk mencapai pertumbuhan optimal serta hasil tinggi. Di dalam tanah, ketersediaan unsur nitrogen biasanya dicukupi dari sisa budidaya tanaman kacang-kacangan yang terikat dengan partikel tanah.

Ketersedian nitrogen sebagai salah satu unsur hara makro memiliki peranan penting dalam sintesis protein. Nitrogen merupakan bagian tidak terpisahkan dari molekul klorofil dan karenanya suatu pemberian nitrogen dalam jumlah cukup akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang subur dan warna daun hijau gelap.

Begitu besarnya peranan nitrogen bagi tanaman, maka penyediaannya sangat diperhatikan sekali oleh para petani. Sumber nitrogen utama tanah adalah dari bahan organik melalui proses mineralisasi NH₄⁺ dan NO₃⁻. Selain itu N dapat juga bersumber dari atmosfer, penambatan (fiksasi) oleh mikroorganisme tanah baik secara simbiosis dengan tanaman maupun hidup bebas. Walaupun sumber ini cukup banyak secara alami, namun untuk memenuhi kebutuhan tanaman maka diberikan secara sengaja dalam bentuk pupuk, seperti urea, ZA, dan sebagainya maupun dalam bentuk pupuk kandang ataupun pupuk hijau (Sanchez, 1976).

Kandungan nitrogen dalam tanaman memiliki peran yang sangat esensial. Salah satunya berfungsi sebagai pembentuk klorofil. Daun tanaman nilam mengandung pigmen klorofil sebagai atribut dalam proses fotosintesis. Klorofil merupakan salah satu komponen penyerap cahaya sebagai sumber energi dalam fotosintesis selain faktor pendukung lainnya (loveless, 1991).

Klorofil berperan penting dalam proses fotosintesis (konversi gas CO₂ dan air menjadi gula dengan bantuan cahaya matahari). Tanaman yang kahat nitrogen daunnya mengandung sedikit klorofil dan terlihat hijau terang atau kekuningan (gejala klorosis), terutama pada daun yang telah tua sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman (Syamsunihar, 2007).

Hasil penelitian menunjukkan pada rangkuman analisis sidik ragam (Tabel 2) perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. tidak berbeda nyata terhadap parameter kandungan klorofil daun. Nilai rerata menunjukkan perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp lebih baik dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3). Kondisi kandungan klorofil yang lebih tinggi akan meningkatkan kemampuan tanaman melakukan fotosintesis, karena klorofil inilah yang berfungsi menyerap cahaya sehingga dengan optimal memanfaatkan cahaya untuk fotosintesis.

Sesuai dengan tujuan penelitian peneliti mencoba untuk mengaplikasikan bakteri penambat N yaitu bakteri *Synechococcus* sp. pada tanaman nilam yang diharapkan nantinya mampu membantu dalam proses fotosintesis, sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman dan biomas tanaman nilam dan diharapkan produksi tanaman nilam juga akan meningkat.

Jumlah daun merupakan indikator salah satu parameter dalam pertumbuhan vegetatif dari tanaman, dalam penelitian mengamati jumlah daun primer dan jumlah daun sekunder yang nantinya akan berkaitan dengan fotosintesis dan produksi biomas pada tanaman. Semakin banyak jumlah daun diindikasikan semakin banyak juga cahaya yang dapat diserap oleh tanaman untuk melakukan fotosintesis, namun juga akan berpengaruh terhadap tajuk tanaman yang kaitannya dengan LAI tanaman. Semakin banyak daun maka tajuk tanaman akan semakin rimbun sehingga berpengaruh juga terhadap fotosintesis. Semakin banyak daun primer maupun sekunder diduga semakin besar cahaya yang dapat diserap oleh tanaman sehingga fotosintesis tanaman meningkat.

Hasil penelitian menunjukkan tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp pada rangkuman (Tabel 2) tidak berbeda nyata terhadap perlakuan. Nilai rerata jumlah daun primer dan sekunder tidak menunjukkan nilai yang signifikan terhadap perlakuan, diduga sebagian besar hasil fotosintesis bukan hanya digunakan tanaman untuk pertumbuhan daun saja. Selain hasil fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan daun, tanaman juga mentransfer fotosintat ke bagian tanaman yang membutuhkan seperti batang, daun, buah, akar dan bagian lain yang membutuhkannya. Selain itu penuaan daun atau senescen juga mengakibatkan jumlah daun tidak menunjukkan jumlah yang tidak signifikan, karena daun yang tua akan mengalami kerontokan/mengugurkan daunnya jika umur daun telah tua dan akhirnya daun-daun yang tidak berfungsi lagi akan mentransfer energi ke daun-daun yang lebih muda. Menurut Gardner, (1991). Penyebab penuaan daun dikarenakan adanya mobilisasi dan redistribusi mineral dan nutrejin organik ke daerah pemakaian yang lebih kompetitif, seperti daun muda, buah dan akar. Sumbangan ke organ-organ tanaman akan menurun dengan menuanya daun. Dan tidak terbukti terjadinya aliran sebaliknya kedaun-daun tua.

Daun merupakan organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis pada tanaman. Peningkatan indek luas daun atau bertambahnya luas daun tanaman berkorelasi positif dengan kemampuan atau kapasitas fotosintesis tanaman, meskipun pada nilai tertentu indek luas daun akan mencapai optimum dan selanjutnya justru akan menurunkan kemampuan fotosintesis tanaman. Nilai indek luas daun yang melebihi optimum akan menghasilkan banyak luasan daun yang tidak optimal dalam menerima cahaya untuk fotosintesis, sehingga besarnya respirasi akan melebihi besarnya fotosintesis (Prasetya, 2005).

Hasil penelitian menunjukkan nilai LAI tanaman nilam pada rangkuman analisis sidik ragam (Tabel 1) berbeda tidak nyata terhadap perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. Nilai rerata LAI menunjukkan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Gambar 7) Diduga bakteri *Synechococcus* sp. mampu memfiksasi N_2 di udara sehingga dimanfaatkan oleh tanaman inang untuk pertumbuhan tanaman nilam terutama dalam fase vegetatif.

Pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman nilam pertumbuhannya banyak digunakan untuk penambahan luas daun untuk membentuk tajuk yang semakin rimbun. Selain itu, luas daun juga dipengaruhi oleh kandungan klorofil. Semakin tinggi jumlah klorofil maka semakin tinggi proses fotosintesis yang berlangsung. Hasil dari fotosintesis inilah yang kemudian digunakan untuk pertumbuhan khususnya daun.

Nilai *stomatal conductance* menunjukkan aktivitas penyerapan CO₂ dan pelepasan H₂O melalui stomata sebagai hasil dari proses fotosintesis. CO₂ pada tanaman berperan pada siklus Calvin yang berperan dalam menghasilkan komponen gula seperti sukrosa pada sitosol dan pati pada kloroplas. Peningkatan laju fotosintesis akan selalu diikuti oleh peningkatan laju transpirasi sebagai hukum pertukaran gas di permukaan daun sampai batas tertentu (Cowan, 1982).

Data hasil penelitian menunjukkan nilai *stomatal conductance* yang di aplikasikan dengan bakteri *Synechococcus* sp. menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap perlakuan (Tabel 2). Nilai rerata *stomatal conductance* yang di aplikasi bakteri *Synechococcus* sp menunjukkan lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Gambar 9), diduga fotosintesis tanaman nilam rendah.

Tingginya fotosintesis ini ditandai dengan banyaknya H₂O yang dikeluarkan oleh tanaman sehingga nilai *stomatal conductance* tanaman juga tinggi. Secara umum, terutama pada tanaman C₃, daya hantar stomata mencapai maksimum pada saat daun menjelang ukuran maksimumnya dan setelah itu daya hantar stomata juga menurun (Lakitan, 1996).

Menurut Hidayat (2009), Penurunan nilai *stomatal conductance* disebabkan oleh faktor umur daun, semakin tua umur tanaman maka laju fotosintesisnya juga akan ikut menurun, karena nutrisi pada daun yang semakin rendah. Nutrisi sangat berperan dalam fotosintesis tanaman baik yang esensial maupun yang non esensial. Rendahnya nilai *stomatal conductance* diduga diakibatkan adanya koloni bakteri *Synechococcus* sp. pada permukaan daun yang berakibat terhadap terganggunya pengukuran *stomatal conductance*.

Daun tanaman kedelai yang diaplikasikan dengan bakteri *Synechococcus* sp. pada permukaan daunnya baik bagian adaxial ataupun abaxial menunjukkan adanya koloni dari bakteri tersebut (Syamsunihar, 2007). Bakteri *Synechococcus* sp. ini masih mampu hidup pada permukaan daun nilam selama 21 hari setelah perlakuan penyemprotan pada daun. Koloni yang hidup pada permukaan daun ini diduga akan menghambat pembacaan nilai H_2O yang dikeluarkan per satuan luas bidang pengukuran per satuan waktu.

Selain adanya koloni bakteri pada permukaan daun tanaman nilam, faktor suhu juga ikut mempengaruhi besar kecilnya nilai *stomatal conductance* yang dihasilkan. Suhu udara pada saat pengukuran nilainya sama, namun suhu permukaan daun nilam yang berbeda akan mempengaruhi nilai *stomatal conductance*. Suhu permukaan daun yang semakin rendah dengan suhu udara yang sama maka akan membuat air yang keluar dari dalam tanaman "transpirasi" juga semakin tinggi. Kandungan air yang banyak keluar dari tanaman menunjukkan nilai *stomatal conductancenya* juga meningkat.

Pertumbuhan tanaman ditunjukkan oleh penambahan ukuran berat kering yang tidak dapat balik. Pengukuran pertumbuhan dapat diukur melalui tinggi tanaman, besar diameter atau lintang batang, dan dengan menghitung berat basah maupun berat kering tanaman.

Hasil pengamatan berat segar pada rangkuman analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan berbeda nyata terhadap aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. Nilai rerata berat segar menunjukkan tanaman yang diaplikasikan dengan bakteri memiliki nilai yang lebih baik (Gambar 11) dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Diduga bakteri *Synechococcus* sp memberikan respon terhadap berat brangkasan segar dan diduga bakteri *Synechococcus* sp. mampu menyumbangkan N pada tanaman yang nantinya dimanfaatkan untuk tanaman untuk pertumbuhan vegetatif. Menurut Dwijoseputro, (1981) bahwa bobot basah tanaman dipengaruhi oleh unsur nitrogen yang diserap tanaman, kadar air dan kandungan hara yang ada dalam sel-sel jaringan tanaman.

Berat segar tanaman diduga meningkat sesuai dengan bertambahnya jumlah cabang tanaman, dengan meningkatnya cabang tanaman berarti dimungkinkan akan meningkatkan jumlah daun dan kemudian menambah kadar air yang terkandung dalam daun dan cabang, sehingga berat segar tanaman juga akan meningkat. Brangkasan segar tanaman meningkat diduga pula dipengaruhi penyerapan nitrogen oleh akar yang selanjutnya digunakan untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman, kemudian diubah dalam bentuk enzim dan molekul nukleotida yang berfungsi sebagai penyedia energi dan hormon tumbuh bagi tanaman, hal ini akan berpengaruh pada penyerapan air sehingga terjadi peningkatan pada berat segar tanaman.

Berat brangkasan atau berat kering merupakan nilai yang menunjukkan berat kering tanaman pada saat panen. Berat brangkasan diukur dengan menimbang berat kering tanaman. Data pengamatan di peroleh pada analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan berbeda tidak nyata terhadap perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. Nilai rerata menunjukkan perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp memberikan respon paling baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Diduga berat brangkasan kering yang tinggi disebabkan karena adanya bakteri yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam.

Berat brangkasan tanaman pada umumnya dipengaruhi oleh adanya fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis akan meningkatkan berat kering tanaman karena pengmabila CO_2 , sedang proses katabolisme respirasi menyebabkan pengeluaran O_2 dan mengurangi berat kering tanaman. Kedua proses ini sangat penting untuk mengubah heksosa menjadi bahan-bahan struktural, cadangan makanan dan metabolik yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan (Dwidjoseputro,1981).

Laju pertumbuhan relatif merupakan peningkatan berat kering tanaman dalam suatu interval waktu, erat hubungannya dengan berat awal tanaman. Asumsi yang digunakan untuk persamaan kuantitatif LPR adalah bahwa penambahan biomassa tanaman per satuan waktu tidak konstan tetapi tergantung pada berat awal tanaman. Bahwa keseluruhan tanaman yang dinyatakan dalam biomassa total tanaman

dipertimbangkan sebagai suatu kesatuan untuk menghasilkan bahan baru tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995).

Data menunjukkan nilai laju pertumbuhan relatif pada rangkuman (anova) menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap perlakuan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. (Tabel 2). Nilai rerata juga menunjukkan tanaman nilam yang diaplikasi bakteri *Synechococcus* sp. lebih baik dibandingkan tanaman control tanpa aplikasi bakteri. Menunjukkan bahwa dengan pengaplikasian bakteri *Synechococcus* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam yang nantinya akan berhubungan dengan peningkatan fotosintesis dan biomas tanaman nilam.

BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan data pengamatan dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi konsentrasi pupuk daun 2.5 g/L memberikan pengaruh yang paling baik terhadap peningkatan laju fotosintesis dan biomas tanaman nilam dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
2. Aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memberikan pengaruh berbeda nyata dan meningkatkan berat segar dan laju pertumbuhan relatif / LPR tanaman
3. Interaksi perlakuan konsentrasi pupuk daun dan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp. memberikan pengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan relatif / LPR tanaman

5.2 Saran.

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemberian konsentrasi pupuk daun yang tepat dengan meningkatkan konsentrasi pupuk daun yang diberikan, karena jika berlebih dalam pemberian konsentrasi pupuk daun maka akan terjadi daun terbakar (*leaf burn*). Saran tentang pemberian pupuk daun terhadap kandungan minyak atsiri sebaiknya pada kondisi lingkungan yang sub optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim . 1989. *Pupuk Daun*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Anonim. 1991. *Budidaya Nilam*. Balai Informasi Pertanian. Departemen Pertanian Jambi.
- Barclay, H. J. 1998. Conversion of total leaf area to projected leaf area in lodgepole pine and Douglas-fir. *Tree Physiol.* (18):18593.
- Beals, M., L. Gross, and S. Harrell. 1999. *Coordinating Photosynthetic Activity: Circadian Rhythms*. (online) <http://www.tiem.utk.edu/bioed/webmodules/circadianrhythms.html>, diakses pada Desember 2009.
- Cowan, I. R. 1982. Regulation of water use in Relation to Carbon gain in Higher Plant, dalam O.L Lage, et al (eds). *Physiological plant Ecology II: Water relation and carbon Assimilation*. Vol.12B Spring –Verlag. Berlin
- Devlin, Robert M. 1975. *Plant Physiology Third Edition*. New York : D. Van Nostrand.
- Dewi, I.R., A.S.P. Rosniawaty., R.P Sudirja. 2006. *Pengaruh Berbagai Waktu Pangkasan Dan Pupuk Organik Sebagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Nilam (Pogostemon Cablin Benth.) Var. Sidikalang*. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2006. Nilam. *Statistik Perkebunan Indonesia, 2003-2006*. 19 hlm.
- Djisbar A. dan D. Seswita, 1998. Perbaikan varietas. *Monograf Nilam* (5) : 10-15.
- Dwijoseputro, D. 1981. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia Jakarta.
- Fahn, A. 1992. *Anatomi Tumbuhan*. Edisi 3. UGM Press. Yogyakarta
- Fay, P. 1992. Oxygen Relations of Nitrogen Fixation in Cyanobacteria. *Microbiological Reviews*. 56: 340 – 373.
- Fisher. 1992. *Fisiologi Tumbuhan Budidaya Tropik*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 421 p.

- Fogg, G.E., W.D.P. Stewart, P. Fay, and A.E. Walaby. 1973. *The Blue-Green Algae*. Academic Press Ltd. London.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*,. Universitas Indonesia, Jakarta
- Glazer, A. N. 1987. Phycobilisomes: assembly and attachment, In P. Fay and C. Van Baalen (eds.), *The cyanobacteria*. Elsevier / Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Guenter, E. 1987. *Minyak Atsiri Jilid 1*. Terjemahan Oleh S. Karen. Penerbit Universitas Indonesia. 507 hal.
- Hartaji, P. 2009. *Perubahan Anatomi dan Morfologi Daun Tanaman Kedelai yang Berasosiasi dengan Bakteri Fotosintetik Synechococcus sp.* Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Hartatie, D. 2004. *Efek Intensitas Cahaya Dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Awal Tanaman Nilam Aceh (Pogostemon Cablin Benth)*. Tesis. Program Magister Pascasarjana. Universitas Jember. Jember (Tidak Dipublikasikan).
- Hidayat, A dan E. Sutrisno, 2006. *Karakteristik Budidaya Nilam dan Prospek Pengembangannya pada Kawasan Hutan*. Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan 239-256.
- Hidayat, N. E. 2009. *Pengaruh Pemberian Bakteri Fotosintetik Synechococcus Sp. Pada Daun Terhadap Aktivitas Sucrose Synthase Daun Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai*. Karya Tulis Ilmiah. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember. (Tidak Dipublikasikan).
- Ismiarni, F, S. Wedhastri, J. Widala dan H. Purwanto. 2007. Penambahan Nitrogen Dan Penghasilan Indol Asam Asetat Oleh Isolat-Isolat Azotobacter Pada Ph Rendah Dan Aluminium Tinggi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol. 7 No. 1 (2007) p: 23-30
- Lakitan, B. 2001. *Dasar Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lakitan, Benyamin. 1993. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta : PT. Grafindo Persada.
- Lingga, P; 2001, *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta

- Leopold, A.C., and P.E. Kriedman, 1975. *Plant growth and development*. Tata Mc.Graw Hill Book Co. Ltd. New Delhi.v
- Loveless, A. R. *Prinsip prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Lutfiati, A. 2008. Pengaruh Selang Waktu Aplikasi Pupuk Lewat Daun Terhadap Kualitas Buah Dua Varietas Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Karya Tulis Ilmiah. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember. (Tidak Dipublikasikan).
- Mangun, H.M.S. 2008. *Nilam*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Marschner, Horst. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. Academic Press. London, Orlando, San Diego, New York.
- Nuryani, Y, 2006. *Budidaya Tanaman Nilam*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika. Bogor.
- Paramita, D.T. 2011. *Laju Absorpsi Nitrogen Pada Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill) Yang Beasosiasi dengan Bakteri Fotosintetik Synechococcus sp.* Karya Tulis Ilmiah. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember. (Tidak Dipublikasikan).
- Prasetya, R. 2005. *Kajian Aplikasi Bakteri Synechococcus sp Dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Hasil Biji Tanaman Kedelai (Glycine max L.)*. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember. (Tidak Dipublikasikan).
- Razie, F. dan Syaifuddin. 2005. Potensi Azotobacter spp. dari persawahan lahan pasang surut Kalimantan Selatan:kemampuannya menambat nitrogen dan memasok N untuk pertumbuhan padi IR64. *Agroscientiae*. 12:106-133
- Rosman, R, S. Soemono, dan Suhendra. 2004. *Pengaruh Konsentrasi dan Frekwensi Pemberian Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Panili Di Pembibitan*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Fakultas Pertanian Universitas Djuanda.
- Rosmarkam, A dan Nasih, W. Y. 2006. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rosman, R, Setyono dan H. Suhaeni, 2004. *Pengaruh Naungan dan Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Nilam*. Balai Penelitian Rempah dan Obat. Fakultas Pertanian Universitas Djuanda. Bogor.

- Salisbury, F. and C. W. Ross.1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid 2 . Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sanchez, P .A. 1992. *Properties and Management of Soils in The Tropics*. John Wiley& Sons. New York.
- Santoso, H. B, 1990. *Nilam Bahan Industri Wewangian*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sitompul, S.M dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 412p.
- Soedradjad, R. 2004. *Seminar Proposal; Kajian Aplikasi Bakteri Fotosintetik dan Dosis Pupuk Terhadap Hasil Biji Pada Tanaman Kedelai (glycine max.L)*, Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Soedradjad, R. dan S. Avivi. 2005. *Efek Aplikasi Synechococcus sp pada Daun dan Pupuk NPK terhadap Parameter Agronomis kedelai*. Bulletin Agronomi Vol.: XXXIII, No.:3:17-23. Lembaga Penelitian Universitas Jember. Jember.
- Soedradjad, R. dan J. Indrawan. 2010. *Rekayasa Bioteknologi untuk Adaptasi terhadap Perubahan Iklim pada Pembibitan Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.)* Prosiding Seminar Nasional Ilmu Tanah, Jember 16 Desember 2010.
- Stewart, W.D.P., P. Rowelt, and A.N. Ral. 1983. Cyanobacteria-Eukaryotic Plant Symbiosis. *Ann Microbial*. Paris. 134B: 205-228.
- Syakir, M., dan H. Moko. 1988. *Pengaruh Zat Tumbuh terhadap Pertumbuhan dan Hasil Nilam*. Pemb. Latri. XIII (3-4) Januari-Juni 1988. 81 hal.
- Syamsunihar, A, R. Soedradjad dan Usmadi. 2007. Karakterisasi Asosiasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. dengan tanaman Kedelai (*Glicine max L. Merill*). *Laporan Kemajuan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Jember. Jember.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan Usmadi. 2009. *Aktivitas Penambatan N pada Tanaman Kedelai yang Beraosisiasi dengan Bakteri fotosintetik Synechococcus sp*. Disampaikan dalam Seminar Nasional “Dinamika Nitrogen pada Tanaman” Fakultas Pertanian Universitas Jember 19 Oktober 2009.
- Syamsunihar, A. 2007. *Karakterisasi Asosiasi Bakteri Fotositetik Synechococcus sp. Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merill)*. Laporan Akhir Program Insentif Menristek. Jember.

- Tasma, I.M. dan H. Moko. 1988. *Pengaruh Zat Tumbuh terhadap Pertumbuhan dan Hasil Nilam*. Pemb. Littri. XIII (3-4) Januari-Juni 1988. 81 hal.
- Wahyuni, F Y, 2009. *Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen Terhadap Produksi Biomassa Dan Minyak Atsiri Dua Varietas Nilam (Pogostemon cablin Benth)*. Karya Tulis Ilmiah. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember. (Tidak Dipublikasikan).
- Wesley, A., Margareth F., and Wheeler .1993. *Mikrobiologi Dasar*. Jilid 1 Edisi Kelima. Erlangga. Jakarta.
- Wijaya, A. 1989. *Nutrisi Tanaman*. Prestasi Pustaka. Jakarta.
- Wiryanta, B. T. 2008. *Bertanam Tomat*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Yanyan, F.N., dkk. 2004. Peningkatan Kadar Patchouli Alkohol dalam Minyak Nilam (Patchouli Oil) dan Usaha Derivatisasi Komponen Minornya. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*. Bogor. 2(16) : 72-78.
- Yulianto, A. 2003. *Penggunaan Urine Sapi dan Auksin Sintetik Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Teh Klon Gambung I di Kemuning Karanganyar*. Makalah Seminar Hasil Penelitian. Surakarta : 14 Juni 2003.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Mengikuti Riset Dosen

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa mahasiswa dengan keterangan sebagai berikut :

Nama : Bachtiar Jusuf Effendi

Nim : 051510101115

Jurusan : Budidaya Pertanian

Mengikuti kegiatan proyek penelitian kami dengan topik/judul ” **Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun, Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp dan Waktu Aplikasi Terhadap Laju Fotosintesis dan Produksi Biomas Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin*, Benth) ” .**

Kegiatan proyek penelitian tersebut dilaksanakan pada bulan Agustus 2009 sampai dengan bulan Februari 2010 bertempat di kebun percobaan Agrotechno Park Universitas Jember.

Demikian surat pernyataan kami buat

Penanggung Jawab
Penelitian

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D.
NIP. 19600506 198702 1 001

Lampiran 2. Kadar Klorofil Daun Umur 87 Hst

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	4814.54	2407.27	0.71	4.10	7.56	ns
Perlakan	5.00	14767.64	2953.53	0.88	3.33	5.64	ns
P	2.00	11775.57	5887.79	1.74	4.10	7.56	ns
B	1.00	1459.12	1459.12	0.43	4.96	10.04	ns
(P x B)	2.00	1532.95	766.47	0.23	4.10	7.56	ns
Galat	10.00	33750.30	3375.03				
Total	17.00	53332.49					

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 14.48%

Lampiran 3. Jumlah Daun Primer Umur 81 Hst

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	6000.52	3000.26	11.09	4.10	7.56	**
Perlak	5.00	746.47	149.29	0.55	3.33	5.64	ns
p	2.00	13.56	6.78	0.03	4.10	7.56	ns
b	1.00	523.80	523.80	1.94	4.96	10.04	ns
(p x b)	2.00	209.11	104.55	0.39	4.10	7.56	ns
Galat	10.00	2704.94	270.49				
Total	17.00	9451.93					

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 22.68%

Lampiran 4. Jumlah Daun Sekunder Umur 81 Hst

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	1676.38	838.19	8.84	4.10	7.56	**
Perlakuan	5.00	367.42	73.48	0.78	3.33	5.64	ns
P	2.00	11.91	5.96	0.06	4.10	7.56	ns
B	1.00	64.98	64.98	0.69	4.96	10.04	ns
(P x B)	2.00	290.52	145.26	1.53	4.10	7.56	ns
Galat	10.00	948.06	94.81				
Total	17.00	2991.86					

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 23.08%

Lampiran 5. Leaf Area Indexs (LAI) Umur 87 Hst

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	5.50	2.75	3.58	4.10	7.56	ns
Perlakuan	5.00	1.46	0.29	0.38	3.33	5.64	ns
P	2.00	0.38	0.19	0.25	4.10	7.56	ns
B	1.00	0.01	0.01	0.02	4.96	10.04	ns
(P x B)	2.00	1.07	0.53	0.69	4.10	7.56	ns
Galat	10.00	7.68	0.77				
Total	17.00	14.65					

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 25.54%

Lampiran 6. Stomata Conductance Umur 87 Hst

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	43054.76	21527.38	1.32	4.10	7.56	ns
Perlak	5.00	146756.63	29351.33	1.80	3.33	5.64	ns
p	2.00	92244.56	46122.28	2.83	4.10	7.56	ns
b	1.00	13608.65	13608.65	0.84	4.96	10.04	ns
(p x b)	2.00	40903.42	20451.71	1.26	4.10	7.56	ns
Galat	10.00	162722.09	16272.21				
Total	17.00	352533.47					
Keterangan :	**	Berbeda sangat nyata					
	*	Berbeda nyata					
	ns	Berbeda tidak nyata					
	cv	21.23%					

Lampiran 7. Berat Segar Umur 30 Hst dan Berat Segar Panen Umur 87 Hst

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	23943.35	11971.68	1.17	4.10	7.56	ns
Perlak	5.00	96782.01	19356.40	1.90	3.33	5.64	ns
P	2.00	24791.74	12395.87	1.21	4.10	7.56	ns
B	1.00	66953.60	66953.60	6.56	4.96	10.04	*
(P x B)	2.00	5036.67	2518.34	0.25	4.10	7.56	ns
Galat	10.00	102027.64	10202.76				
Total	17.00	222753.00					
Keterangan :	**	Berbeda sangat nyata					
	*	Berbeda nyata					
	ns	Berbeda tidak nyata					
	cv	17.80%					

Lampiran 8. Berat Kering Panen Umur 87 Hst

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	691.16	345.58	0.70	4.10	7.56	ns
Perlak	5.00	3772.34	754.47	1.52	3.33	5.64	ns
P	2.00	1068.04	534.02	1.08	4.10	7.56	ns
B	1.00	2394.78	2394.78	4.83	4.96	10.04	ns
(P x B)	2.00	309.52	154.76	0.31	4.10	7.56	ns
Galat	10.00	4961.35	496.13				
Total	17.00	9424.85					

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 20.50%

Lampiran 9. Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)

Anova (Analisis Sidik Ragam)

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		sig
					5%	1%	
Ulangan	2.00	0.0001	0.0000	0.44	4.10	7.56	ns
Perlak	5.00	0.0023	0.0005	6.67	3.33	5.64	**
P	2.00	0.0009	0.0005	6.57	4.10	7.56	*
B	1.00	0.0007	0.0007	10.06	4.96	10.04	**
(P x B)	2.00	0.0007	0.0004	5.09	4.10	7.56	*
Galat	10.00	0.0007	0.0001				
Total	17.00	0.0031					

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 48.68%

Lampiran 10. Hasil Uji Beda Jarak Berganda Duncan

Uji Beda Jarak Berganda Duncan

Parameter : Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)

Faktor : Kombinasi Pemberian Pupuk dan aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp.

KT Galat = 59.89

dB Galat = 10

SD = 4.47

Perlakuan	P3B0	P2B0	P2B1	P1B0	P1B1	P3B1
Rata-rata	0.004	0.005	0.010	0.024	0.025	0.034
P		2	3	4	5	6
SSR 5%		3.150	3.300	3.370	3.430	3.460
DMRT 5%		14.074	14.745	15.057	15.326	15.460
Beda rata-rata						
P3B0		0.001	0.006	0.019	0.021	0.030
P2B0			0.005	0.019	0.021	0.029
P2B1				0.013	0.015	0.024
P1B0					0.002	0.011
P1B1						0.009
P3B0	-----	-----	-----	-----	-----	-----
P2B0		-----	-----	-----	-----	-----
P2B1			-----	-----	-----	-----
P1B0				-----	-----	-----
P1B1					-----	-----
Notasi	d	cd	c	b	ab	a

Hasil uji beda jarak berganda Duncan

Perlakuan	Rata-rata	Rangking	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
P3B1	0.0341	1	3.460	15.460	a
P1B1	0.0255	2	3.430	15.326	ab
P1B0	0.0236	3	3.370	15.057	b
P2B1	0.0102	4	3.300	14.745	c
P2B0	0.0048	5	3.150	14.074	cd
P3B0	0.0042	6			d

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%.

Lampiran 11. Kegiatan Penelitian



Gambar 16. Pengamatan Kandungan Kadar Klorofil Pada Umur 59 Hst



Gambar 17. Penampakan Tanaman Nilam Pada Umur 59 Hst

Lampiran 12. Biodata Penulis

Nama	BACHTIAR JUSUF EFFENDI		
TTL	Jember, 25 Desember 1986		
Alamat	Jln. Cempedak . 31 Jember ☎ 085236894211		
E-mail	bachtiar_oyie@yahoo.co.id		
Jenis Kelamin	Laki-laki		
Status	Belum Kawin		
Tinggi / Berat	167 cm / 55 kg		
Agama	Islam		
Hobby	Advanture, Traveling, Tenis Meja		
PENDIDIKAN FORMAL			
2005 - 2011	Universitas	S-1 Agronomi/Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember.	
2002 - 2005	Sekolah Menengah Kejuruan	SMKN 1 Sukorambi Jember	
1999 - 2002	Sekolah Lanjut Tingkat Pertama	SLTPN 12 Jember	
1993 - 1999	Sekolah Dasar	SD Negeri Jember Lor IX	
1992 - 1993	Taman Kanak-kanak	TK. Dahlia Jember	
PENGALAMAN ORGANISASI			
2009	Panitia Seminar Nasional “ <i>The Cronichle Of Jember Tobacco</i> ” Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember.		
2006 - 2008	Anggota Tetap HIMAGRO (Himpunan Mahasiswa Agronomi) Fakultas Pertanian, Universitas Jember.		
2007	Panitia Seminar Regional se-Jatim Bali “Tinjauan Terhadap Produksi, Distribusi, dan Aspek Fisiologis untuk Meningkatkan Produktivitas Padi Nasional” dalam Rangka Dies Natalis HIMAGRO (Himpunan Mahasiswa Agronomi) XXIV.		
PRESTASI			
2006	Juara I LKTI Agro Orientasi (Mahasiswa Baru tahun 2005)		
SEMINAR DAN PELATIHAN			
2009	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta Seminar Nasional “<i>The Cronichle Of Jember Tobacco</i>” Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember. 		
2010	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta Seminar Nasional “ Meningkatkan Peran Agribisnis Tembakau Dalam Mendukung Perindustrian Di Indonesia” Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember 		

PENGALAMAN KERJA	
Juli – Oktober 2004	<ul style="list-style-type: none">• Praktik Kerja Industri Budidaya Tanaman Buah Naga dan Jeruk Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Jember
2006 - 2010	<ul style="list-style-type: none">• Asisten Dosen Laboratorium Produksi Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian/Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, untuk Mata Kuliah :<ul style="list-style-type: none">• Dasar-dasar Agronomi (2006 – 2007)• Pembiakan Tanaman I dan II (2008 – 2009)• Produksi Tanaman I (2009 – 2010)