

# **Potensi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp Strain Situbondo sebagai Foliar Biofertilizer Tanaman Kedelai**

Peneliti : Anang Syamsunihar<sup>1)</sup>, R. Soedradjad<sup>1)</sup>, Usmadi<sup>1)</sup>  
Mahasiswa terlibat : Eka Aditya Rahman<sup>1)</sup>, Ayu Kusuma Wardani<sup>1)</sup>  
Sumber Dana : DP2M PTN Tahun 2013

<sup>1)</sup> Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember

## **ABSTRAK**

Tujuan penelitian dalam jangka panjang adalah diperoleh inovasi teknologi dalam meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman pada kondisi lingkungan yang sudah tidak menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman, khususnya kondisi tanah yang tidak memungkinkan pertumbuhan rhizobium dengan baik. Penelitian ini mengikuti pola rancangan acak kelompok faktorial. Faktor pertama adalah inokulasi bakteri *Synechococcus* sp dengan aras tanpa disemprot *Synechococcus* sp sebagai kontrol (B0) dan disemprot *Synechococcus* sp 2 kali pada saat inisiasi bunga dan pembentukan polong (B1). Faktor kedua adalah media propagasi yang terdiri dari 3 (tiga) aras, yaitu media gula pasir (M1), media tetes tebu (M2), dan media air kelapa (M3) dan masing-masing diulang lima kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Synechococcus* sp strain Situbondo mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, khususnya jika dibiakkan dengan media propagasi tetes tebu, namun tidak baik bagi tanaman kedelai apabila menggunakan inokulan bakteri *Synechococcus* sp yang dibiakkan dengan media propagasi air kelapa.

*Kata kunci: Synechococcus sp, kedelai, pertumbuhan, hasil.*

# **Potensi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp Strain Situbondo sebagai Foliar Biofertilizer Tanaman Kedelai**

Peneliti : Anang Syamsunihar<sup>1)</sup>, R. Soedradjad<sup>1)</sup>, Usmadi<sup>1)</sup>  
Mahasiswa terlibat : Eka Aditya Rahman<sup>1)</sup>, Ayu Kusuma Wardani<sup>1)</sup>  
Sumber Dana : DP2M PTN Tahun 2013

<sup>1)</sup> Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember

## **RINGKASAN EKSEKUTIF (EXECUTIVE SUMMARY)**

### **Latar Belakang**

Produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) hanya mencapai 1,46 ton/Ha (BPS, 2013), dari potensi hasil 2,5 sampai 3,0 ton/Ha. Kondisi tersebut memberikan peluang untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai, baik melalui rekayasa genetik maupun manipulasi lingkungan. Tanaman kedelai dapat berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp yang mampu menambat N<sub>2</sub> dari udara. Nitrogen dari udara ini direduksi menjadi amonia oleh bakteri dengan bantuan enzim nitrogenase. Fiksasi nitrogen dapat terhambat oleh lingkungan yang tidak ideal bagi perkembangan asosiasi (Gordon, et .al., 1999). Nitrogenase merupakan suatu enzim yang sangat labil terhadap keberadaan oksigen (Eady dan Postgate, 1974). Bakteri *Synechococcus* sp dapat memfiksasi N<sub>2</sub> dengan kemampuan melindungi perubahan sifat nitrogenase oleh oksigen (Robson dan Postgate, 1980). Bakteri tersebut menggunakan dua model proteksi, yaitu proteksi respirasi dan proteksi penyesuaian diri (Dervartanian et.al., 1969; Haaker and Veeger, 1977). Dengan demikian, penambatan nitrogen dari udara dapat berjalan secara terus-menerus (Pearl dan Kellar, 1979).

Bakteri *Synechococcus* sp dapat tumbuh dengan baik pada permukaan daun tanaman kedelai (Soedradjad dan Avivi, 2005) dan mampu memanfaatkan energi cahaya matahari untuk fotosintesis. Metabolisme nitrogen berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai yang berhubungan erat dengan aktivitas

nitrogenase pada bintil akarnya. Kemampuan *Synechococcus* sp yang berasosiasi dengan tanaman kedelai dalam melakukan fotosintesis dan sekaligus menambat nitrogen dari udara diduga akan mempengaruhi aktivitas nitrogenase pada bintil akar tanaman kedelai.

Asosiasi tanaman kedelai dengan bakteri *Synechococcus* sp dapat meningkatkan kandungan N jaringan sebesar 0,6–1,9% dan protein biji sebesar 8,7% pada kondisi pertumbuhan optimum (Syamsunihar, dkk., 2010). Hal serupa juga diperoleh pada produksi biji yang meningkat sebesar 7 g/tanaman. Namun, penggunaan gula pasir sebagai media propagasi bakteri *Synechococcus* sp mengundang kehadiran serangga di lahan pertanaman kedelai, terutama *Spodoptera litura*, *Oxya* sp., *Aphis* sp., *Bemisia tabaci*, dan *Riptortus linearis* dengan nilai diatas ambang ekonomi pada fase pertumbuhan vegetative sampai fase awal reproduktif (Syamsunihar, dkk., 2012). Oleh karena itu, penting untuk diuji pemanfaatan media propagasi alami yang mudah tersedia dan biasa digunakan oleh petani, antara lain air kelapa dan tetes tebu.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah menghasilkan teknologi tepat guna dan ramah lingkungan berupa pupuk daun hayati dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai.

Penelitian yang dilakukan saat ini bertujuan khusus untuk memastikan media propagasi terbaik bagi bakteri *Synechococcus* sp sebagai *foliar biofertilizer* tanaman kedelai yang dibudidayakan di lahan pertanian sehingga produksi meningkat, baik kuantitas maupun kualitasnya.

### **Metodologi Penelitian**

Penelitian dilakukan di lahan pertanian milik petani, Drs. Miftahul yang terletak di Dusun Krajan, Desa Klompangan, Kec. Ajung, Kab. Jember, sedangkan analisis enzim nitrogenase dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Pertanian sedangkan analisis kandungan lemak dan protein serta gula dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan adalah biakan *Synechococcus* sp strain Situbondo, benih kedelai unggul varietas Baluran, Media pertumbuhan bakteri berupa gula pasir, air kelapa, dan tetes tebu.

Tanaman uji (kedelai) ditanam di petak percobaan dengan ukuran 20 x 10 m menggunakan rancangan acak kelompok dengan lima kali ulangan. Guludan dibuat dengan ketinggian 50 cm untuk menghindari akibat buruk apabila curah hujan terlalu tinggi. Biji kedelai ditanam dengan cara ditugal sedalam 2 cm, jarak tanam 20 x 20 cm, kemudian benih dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak 2 biji/lubang dan ditutup dengan abu sekam.

Penelitian ini mengikuti pola rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah inokulasi bakteri *Synechococcus* sp yang terdiri dari 2 (dua) aras, yaitu tanpa disemprot *Synechococcus* sp sebagai kontrol (B0) dan disemprot *Synechococcus* sp 2 kali pada saat inisiasi bunga dan pembentukan polong (B1). Faktor kedua adalah media propagasi yang terdiri dari 3 (tiga) aras, yaitu media gula pasir (M1), media tetes tebu (M2), dan media air kelapa (M3) dan masing-masing diulang lima kali.

Analisis fiksasi dan serapan N dilakukan dengan metode nisbah ureida (Ohyama, 2006), dengan tahapan mengukur (i) Kandungan N-total jaringan (semi-mikro Kjeldahl), (ii) Kandungan N-ureida (Young-Conway, 1942), (iii) Kandungan N- $\alpha$ -amino (metode Ninhydrin, Herridge & Peoples, 1990), dan (iv) Kandungan N-nitrat (metode Cataldo et al., 1974). Pengukuran masing-masing dilakukan 2 kali, yaitu pada fase tumbuh yang berbeda (R1 & R2) terhadap ekstrak bintil akar dan ekstrak xylem di petiole.

Pengujian lain adalah pengujian aspek ekofisiologis untuk mempelajari perubahan aspek fisiologis yang berkaitan dengan perubahan lingkungan akibat asosiasi bakteri-tanaman kedelai, khususnya atribut fotosintesis seperti LAI menggunakan alat AccuPAR LP-80 (Decagon, USA), daya hantar stomata menggunakan alat Leaf Porometer SC-1 (Decagon, USA), dan kandungan klorofil menggunakan klorofilmeter SPAD-502 (Minolta, Jepang). Serta sifat-sifat agronomis seperti jumlah polong, berat biji per tanaman, dan berat 100 biji, kandungan protein, lemak dan karbohidrat biji kedelai.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan sidik ragam  $\alpha=0,10$  dan dilanjutkan dengan uji post-hoc LSD dengan tanaman tanpa disemprot *Synechococcus* sp dan tanpa pemberian bokashi sebagai pembanding.

### Hasil dan Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Synechococcus* sp strain Situbondo konsisten dengan penelitian terdahulu, mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Namun tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap produksi maupun kualitas biji kedelai, bahkan cenderung menurunkan laju fiksasi dan serapan N harian. Meskipun demikian, aplikasi bakteri *Synechococcus* sp ini memberi harapan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil biji kedelai apabila dibiakkan dengan media tumbuh tetes tebu.

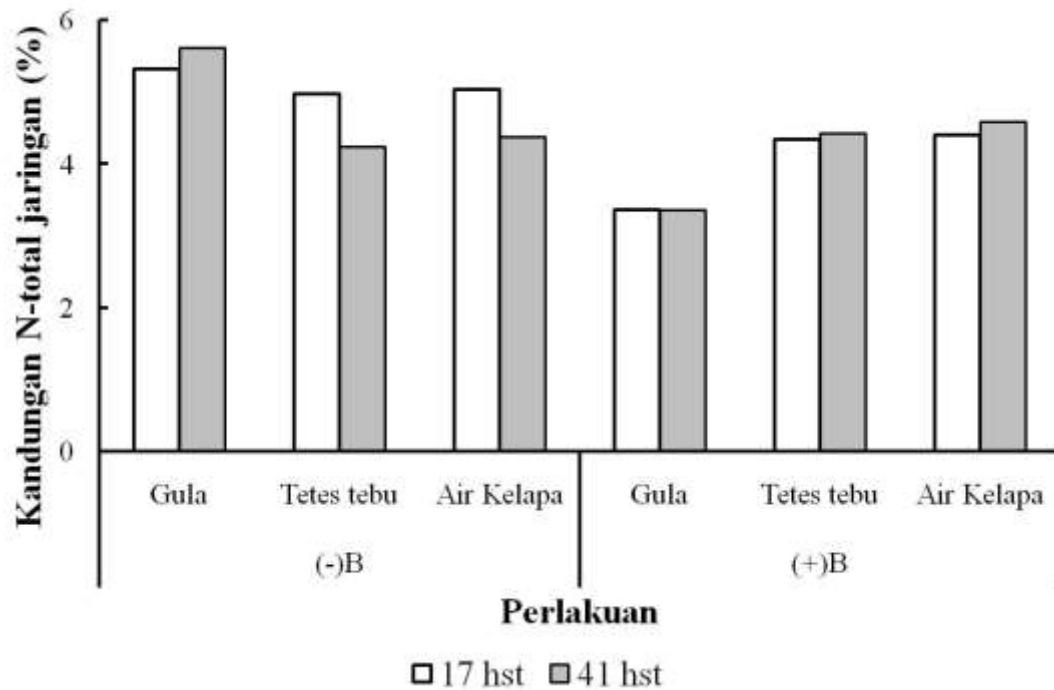
Aktifitas fiksasi N harian dan laju serapan N per hari pada tanaman yang diinokulasi dengan bakteri *Synechococcus* sp lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi (Tabel 1).

Tabel 1. Aktifitas fiksasi dan laju serapan N harian pada fase reproduktif awal.

Aplikasi Bakteri	Media Propagasi	Aktifitas Fiksasi N harian	Laju Serapan N per hari	Rerata Aktifitas Fiksasi N harian	Rerata Laju Serapan N per hari
		(ppm)			
Tanpa Bakteri	Gula Pasir	0,90	0,35	1,788	0,56
	Tetes Tebu	2,39	0,65		
	Air Kelapa	2,07	0,68		
Diberi Bakteri	Gula Pasir	0,03	0,01	0,278	0,08
	Tetes Tebu	0,27	0,06		
	Air Kelapa	0,53	0,18		

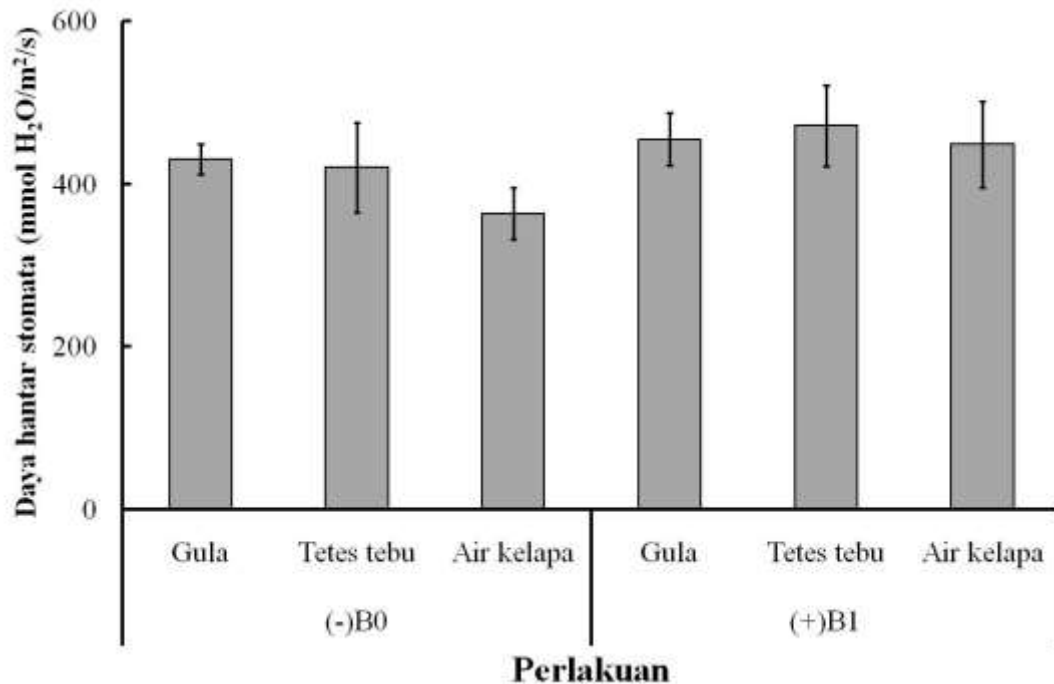
Hasil ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi sehingga bakteri tersebut tercuci oleh air hujan dan tidak sempat hidup dengan sempurna (*establish*) di permukaan daun. Bakteri yang tersisa memiliki populasi yang rendah dengan fotosintesis yang

rendah disebabkan cahaya matahari yang rendah dan kelembaban udara yang tinggi. Akibatnya pertumbuhan bakteri tersebut terhambat karena kekurangan makanan, hal itu berdampak pada kemampuannya memasok N kepada tanaman sehingga kandungan N-total jaringan lebih rendah pada tanaman yang diinokulasi bakteri dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi (Gambar 1).



Gambar 1. Kandungan N-total jaringan daun tanaman kedelai umur 17 dan 41 hst

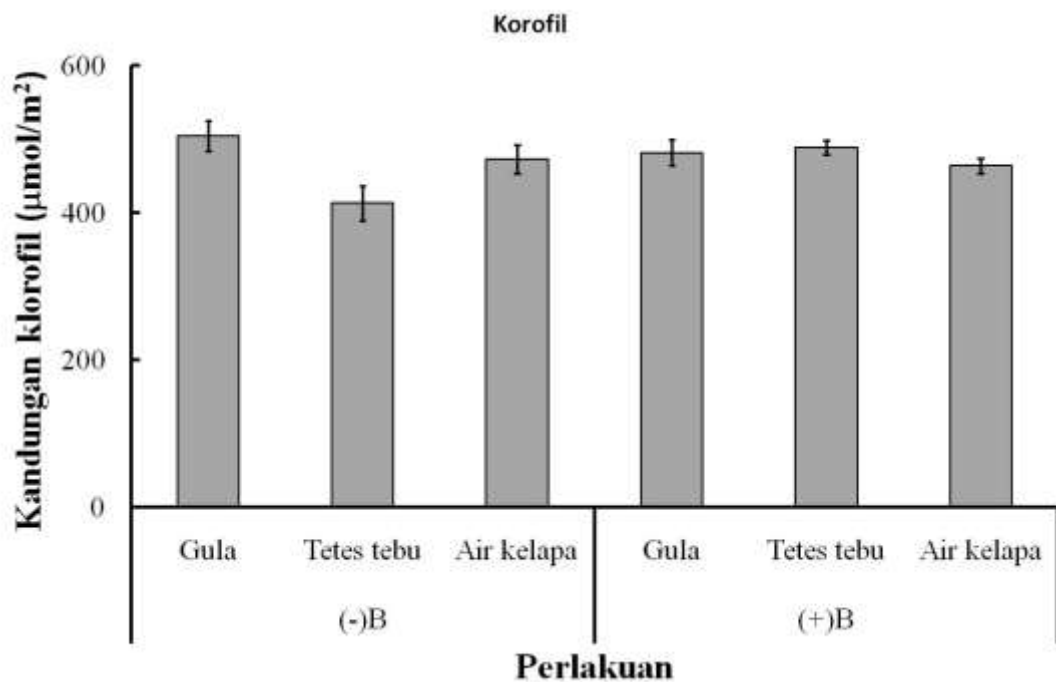
Daya hantar stomata tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diaplikasi bakteri (Gambar 2). Semakin besar nilai daya hantar stomata, semakin besar pembukaan stomata. Melalui lubang stomata ini terjadi pertukaran gas antara uap air yang keluar dari tubuh tanaman dalam proses transpirasi dan CO<sub>2</sub> yang masuk dari udara sebagai bahan fotosintesis. Proses fiksasi CO<sub>2</sub> bermanfaat dalam fotosintesis reaksi gelap, yaitu penyusunan senyawa karbon khususnya gula. Senyawa ini kelak akan menjadi bahan dasar pembentukan senyawa-senyawa lain yang merupakan substansi pertumbuhan tanaman bahkan cadangan makanan bagi embrio di dalam bijinya. Bernacchi et al. (2007) menyebutkan bahwa penurunan nilai daya hantar stomata sebesar 10% mengindikasikan penurunan evapotranspirasi sebesar 8,6%.



Gambar 2. Daya hantar stomata daun tanaman kedelai pada umur 48 hst

Kandungan klorofil tanaman yang diinokulasi dengan bakteri *Synechococcus* sp meskipun relatif tidak berbeda dengan tanaman yang tidak diinokulasi bakteri, namun memiliki nilai yang lebih stabil (Gambar 3). Klorofil adalah pigmen penting yang berperan sebagai pemanen cahaya. Hasil dari pemanenan cahaya ini adalah terbentuknya energi berupa ATP dan NADPH serta bahan samping gas O<sub>2</sub>. Kedua jenis energi kimia tersebut dimanfaatkan tanaman dalam proses fiksasi CO<sub>2</sub> untuk membentuk karbohidrat.

Meskipun klorofil disusun oleh N sebagai unsur utamanya, namun hasil penelitian ini tidak menunjukkan hubungan yang linear antara kandungan N-total jaringan dengan kandungan klorofil di dalam daun, seperti yang diperoleh Marengo dan Lopes (1994) yang menyebutkan bahwa perubahan kandungan N-total tidak mempengaruhi kandungan klorofil daun, apalagi pada fase pertumbuhan reproduktif.



Gambar 3. Kandungan klorofil daun tanaman kedelai pada umur 48 hst

Jumlah polong tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp tidak berbeda nyata dengan tanaman yang tidak diaplikasi bakteri. Namun, inokulasi bakteri yang dibiakkan dengan media tetes tebu menghasilkan polong yang terbanyak dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil serupa diperoleh pada berat 100 biji (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah polong per tanaman, berat 100 biji dan produksi kedelai

Bakteri	Media	Jumlah polong per tanaman	Berat 100 biji (g)
Tanpa Bakteri	Gula	28,80	18,20
	Tetes tebu	32,40	19,19
	Air kelapa	26,00	18,40
Diinokulasi Bakteri	Gula	27,20	18,36
	Tetes tebu	33,00	19,10
	Air kelapa	19,00	17,82

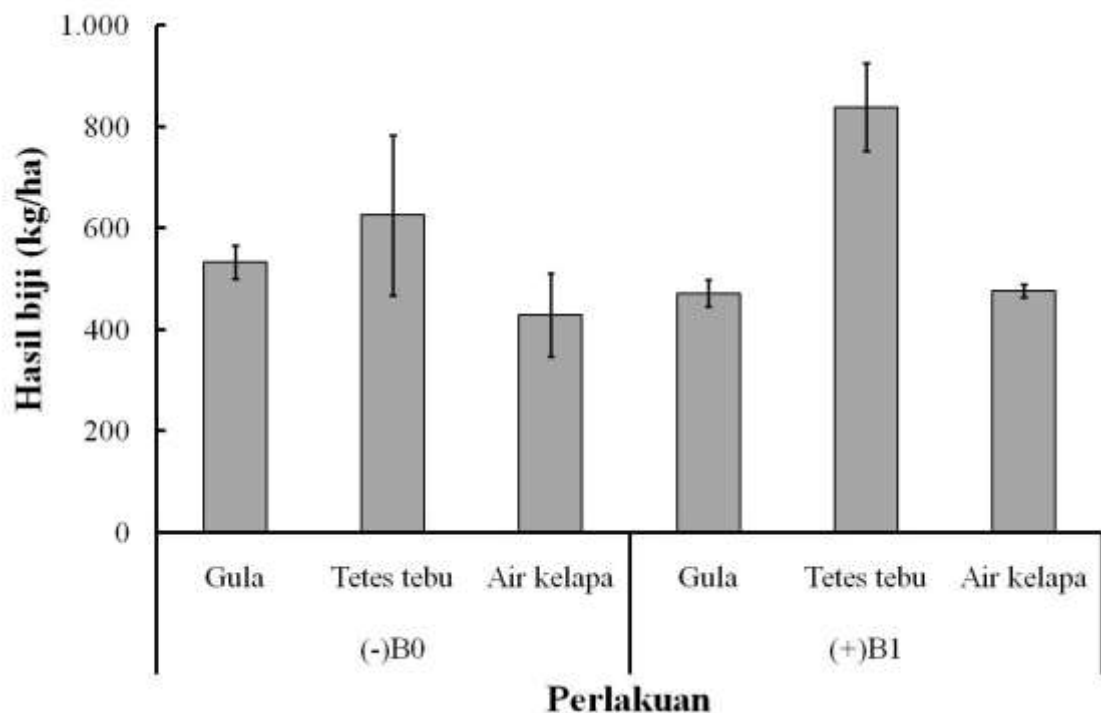
Jumlah polong, jumlah biji per polong, dan ukuran biji merupakan penentu hasil kedelai. Ketiga faktor tersebut sangat dipengaruhi oleh kesesuaian dengan lingkungan tumbuh. Apabila lingkungan tumbuh mendukung terbentuknya jumlah polong yang banyak dengan jumlah biji per polong lebih dari dua dan ukuran biji



lebih dari 13 g per 100 biji, maka hasil kedelai akan tinggi. Namun jika salah satu dari ketiga faktor tersebut tidak bisa tumbuh dengan baik, maka sangat sulit memperkirakan hasil kedelai (Casteel, 2012).

Produksi biji tanaman yang diaplikasi dengan bakteri *Synechococcus* sp cenderung lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak diaplikasi bakteri. Namun, inokulasi bakteri yang dibiakkan dengan media tetes tebu memiliki potensi hasil tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 4).

Hasil biji ini sangat jauh dari potensi produksi benih kedelai varietas Baluran dan juga hasil penelitian terdahulu dalam skala laboratorium (*greenhouse*). Rendahnya produksi ini disebabkan oleh tingginya curah hujan sejak tanaman memasuki fase generative. Tanaman mengalami penggenangan nyaris sepanjang separuh akhir dari masa pertumbuhannya meskipun telah dibuatkan guludan setinggi 50 cm dan saluran drainase, tetapi belum mampu menanggulangi tingginya curah hujan.



Gambar 4. Produksi biji kedelai

Selain itu, proses pengisian polong dan pemasakan biji juga sangat terganggu oleh curah hujan dengan intensitas dan frekuensi yang tinggi ini. Beberapa biji tanaman

mengalami kerusakan saat polong masih di batang. Meskipun demikian, pemakaian tetes tebu dan bakteri dengan media propagasi tetes tebu menunjukkan keunggulan dibandingkan dengan perlakuan lainnya dalam kondisi lingkungan pertumbuhan yang tidak optimal ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan protein dan gula total biji kedelai meningkat pada tanaman yang diinokulasi dengan bakteri *Synechococcus* sp, sedangkan kandungan lemak total tidak terpengaruh oleh perlakuan yang diberikan (Tabel 3). Kandungan protein ini konsisten dengan hasil penelitian terdahulu dalam skala laboratorium (Syamsunihar, dkk., 2007, 2008, 2010, 2012).

Tabel 3. Kandungan protein, lemak dan gula total biji kedelai

Bakteri	Media	Protein	Lemak total	Gula total
		--- (%) ---		
Tanpa Bakteri	Gula	40,67	17,74	22,31
	Tetes tebu	41,15	18,40	23,53
	Air kelapa	39,32	17,27	23,50
Diinokulasi Bakteri	Gula	40,91	17,77	22,08
	Tetes tebu	41,93	17,69	24,87
	Air kelapa	41,32	18,26	28,07

Biji kedelai dikenal sebagai sumber protein dan minyak nabati. Kandungan minyak atau lemak biji kedelai menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata satu dengan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lemak merupakan pengaruh dominan dari faktor genetis tanaman kedelai. Nilai kandungan lemak total yang berkisar 17-18 % selaras dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa kisaran kandungan lemak biji kedelai adalah 7,86 – 16 % (Zuraida, dkk., 2002; Aghoram et al., 2006).

Kandungan gula total biji kedelai lebih tinggi pada tanaman yang diaplikasi dengan bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp kemungkinan disebabkan oleh sumbangan yang diberikan bakteri tersebut dalam konversi fotosintat lebih nyata pada biji kedelai dibandingkan pada fase pertumbuhan vegetative tanaman. Gula atau karbohidrat adalah cadangan makanan utama di dalam keping biji yang dipersiapkan untuk menopang pertumbuhan embrio pada saat perkecambahan kelak, sehingga

peningkatan kandungan gula pada biji ini memberi harapan peningkatan mutu perkecambahan biji kedelai sebagai benih atau bahan tanam.

### **Simpulan**

Aplikasi bioteknologi pupuk daun hayati *Synechococcus* sp strain Situbondo memberi pengaruh nyata terhadap perbaikan mutu gizi biji kedelai dengan menurunkan rasio asam lemak jenuh/asam lemak tak jenuh dan tetap mempertahankan kestabilan produksi tanaman.

Pengaruh pemberian pupuk organik di lahan kering tempat pertanaman kedelai tidak nyata dan tidak konsisten terhadap mutu dan produksi tanaman kedelai di musim hujan.

*Kata kunci: Synechococcus sp, kedelai, pertumbuhan, hasil.*

### **Referensi:**

- Aghoram, K., R.F. Wilson, J.W. Burton, and R.E. Dewey, 2006, A Mutation in a 3-Keto-Acyl-ACP Synthase II Gene is Associated with Elevated Palmitic Acid Levels in Soybean Seeds, **Crop Sci.** 46:2453–2459 pp.
- Bernacchi, C. J., B. A. Kimball, D. R. Quarles, S. P. Long, and D. R. Ort, 2007, Decreases in Stomatal Conductance of Soybean under Open-Air Elevation of [CO<sub>2</sub>] Are Closely Coupled with Decreases in Ecosystem Evapotranspiration, **Plant Physiology J.** 143, pp. 134–144.
- BPS (Badan Pusat Statistik), 2013, **Berita Resmi Statistik**, Nomer: 73/11/Th.XVI, 1 November 2013.
- Casteel, S. N., 2012, Estimating Soybean Yields – Simplified, **www.SoybeanStation.org**, pp. 1-4.
- Dervartian, D.V., Y.I. Shethna and H. Beinert. 1969. Purification and Properties of Two iron-Sulfur Proteins from *Azotobacter vinelandii*. **Biochim. Biophys. Acta.** 194: 548-563.
- Eady, R.R. and J.R. Postgate. 1974. Nitrogenase. **Nature** (London). 249: 805-810.
- Gordon, A.J., F.R. Minchin, C.L. James, and O. Komina. 1999. Sucrose synthase in

legume nodules is essential for nitrogen fixation. **Plant Physiology**, Vol. 120: 867–877.

- Haaker, H. and C. Veeger. 1977. Involvement of the Cytoplasmic Membrane in Nitrogen Fixation by *Azotobacter vinelandii*. **Eur. J. Biochem.** 77: 1-10.
- Pearl, H.W. and P.E. Kellar. 1979. Nitrogen-Fixing *Anabaena*: Physiological Adaptation Instrumental in Maintaining Surface Blooms. **Science**. 204: 620-622.
- Robson, R.L. and J.R. Postgate. 1980. Oxygen and Hydrogen in Biological Nitrogen Fixation. **Annu. Rev. Microbiol.** 34: 183-207.
- Soedradjad, R. dan S. Avivi. 2005. Efek aplikasi *Synechococcus* sp. Pada daun dan pupuk NPK terhadap parameter agronomis kedelai. **Buletin Agronomi** Vol.: XXXIII, No.: 3: 17-23.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan Usmadi, 2007, **Karakterisasi asosiasi bakteri fotosintetik dengan kedelai: I. Aspek morfologis dan anatomis**, Laporan Penelitian Progran Insentif KMNRT, Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan Usmadi, 2008, **Karakterisasi asosiasi bakteri fotosintetik dengan kedelai: II. Aspek fisiologis**, Laporan Penelitian Progran Insentif KMNRT, Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan A. Majid, 2010, **Aktivitas Nitrogenase Bintil Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) yang Berasosiasi dengan Bakteri Fotosintetik, *Synechococcus* sp.**, Laporan Penelitian Fundamental DIPA UNEJ tahun 2010, Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan Usmadi, 2012, **Potensi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp Strain Situbondo sebagai Foliar Biofertilizer Tanaman Kedelai**, Laporan Penelitian Strategis Nasional DP2M DIKTI tahun 2012, Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Zuraida, N., I. H. Somantri, T. S. Silitonga, S. G. Budiarti, Hadiatmi, Minantyorini, S. Widowati, dan A. Hidayat, 2002, Evaluasi Sifat Fisiko Kimia dan Fungsional Plasma Nutfah Tanaman Pangan, **PROSIDING TAHUN 2002: Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman di Bogor, 26-27 Desember 2001**, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian – Departemen Pertanian RI: 77-84.