

# PEMANFAATAN *Synechococcus* sp SEBAGAI PUPUK DAUN HAYATI DALAM MENINGKATKAN MUTU BIJI KEDELAI

Anang Syamsunihar\* R. Soedradjad, dan Giyarto

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Jember 68121 Telp (0331)-337828

\*e-mail: asyamsunihar.faperta@unej.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan mutu biji kedelai sesuai dengan kebutuhan masyarakat yang beragam, khususnya *functional food*, melalui aplikasi bioteknologi yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. Penelitian ini mengikuti pola rancangan acak kelompok lengkap faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah kontrol (B0) dan disemprot *Synechococcus* sp dua kali pada saat inisiasi bunga dan pembentukan polong (B1). Faktor kedua adalah pemberian pupuk bokashi, yaitu tanpa pupuk bokashi (P0), 200 kg/ha (P1), 400 kg/ha (P2), dan 800 kg/ha (P3), yang masing-masing diulang lima kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk daun hayati bakteri fotosintetik mampu menurunkan rasio asam lemak jenuh/asam lemak tak jenuh biji kedelai dengan tetap mempertahankan pertumbuhan, ukuran biji, hasil biji. Namun pengaruh dosis pupuk organik tidak konsisten terhadap semua karakter yang diamati.

Kata kunci: kedelai, *Synechococcus* sp, mutu biji

## ABSTRACT

**Inoculation of *Synechococcus* sp. bacteria as biofertilizer on soybean seed quality.** The objective of this research was to improve soybean seed quality in order to meet community need as functional food by using photosynthetic bacteria of *Synechococcus* sp as bio-fertilizer. The research was conducted based on randomized complete block design that consisted of two factors, i.e. bacteria inoculation and bokashi rates. The first factor consisted of two levels; those are inoculated with bacteria (B1) and not inoculated with bacteria as a control (B0). The second factor consisted of four levels; those are without bokashi as control (P0), 200 kg/ha (P1), 400 kg/ha (P2) and 800 kg/ha (P3) with three replicates. The results shown that *Synechococcus* sp inoculation reduced saturated fatty acid/unsaturated fatty acid ratio of soybean seed and keep plant growth, seed size and seed production optimum. In other side, the effect of bokashi rates was inconsistent on all plant characters observed.

Keywords: soybean, *Synechococcus* sp, seed quality

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan kedelai sebagai pangan di Indonesia telah berkembang pesat. Dalam diet, kedelai dikehendaki dengan kandungan asam palmitat rendah ( $\leq 6\%$ ). Upaya diet ini telah banyak dilakukan melalui rekayasa teknologi produksi, yang membawa konsekuensi terhadap tingginya harga jual produk tersebut. Akibatnya, tidak semua lapisan masyarakat yang mampu mendapatkannya.

Upaya peningkatan kandungan asam lemak tidak jenuh sangat terbuka, khususnya melalui teknik rekayasa budidaya. Teknik ini merupakan alternatif dengan memanfaatkan bioteknologi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp, bakteri autotrof yang diketahui mampu

hidup dan membentuk asosiasi dengan daun tanaman kedelai (Syamsunihar dkk. 2007). Keunikan dari asosiasi ini adalah kehadiran bakteri *Synechococcus* sp. yang mampu meningkatkan kandungan protein biji meskipun kandungan N jaringan relatif tidak berbeda dengan tanaman tanpa asosiasi (Syamsunihar dkk. 2008). Diduga sumbangan asosiasi bersifat istimewa karena konversi N ke protein biji lebih tinggi daripada tanaman tanpa asosiasi.

Keistimewaan tersebut diduga berasal dari komposisi gula reduksi dan gula non reduksi yang diproduksi dalam fotosintesis, baik oleh tanaman kedelai maupun bakteri *Synechococcus* sp. (Syamsunihar dkk. 2012). Apabila benar, bahwa rangka C yang disumbangkan dari fotosintesis kedua individu yang berasosiasi ini penyebabnya, bukan tidak mungkin komposisi kandungan asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh di dalam biji juga bisa mengalami perubahan.

Keberhasilan mendapatkan kedelai dengan rasio kandungan asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh yang rendah melalui bioteknologi bakteri fotosintetik ini akan berdampak pada tersedianya functional food yang sehat, rendah residu bahan kimia yang berasal dari pupuk atau pestisida. Selain itu, pemanfaatan sumberdaya alam lokal akan berdampak nyata kepada pemeliharaan keragaman hayati oleh masyarakat petani secara sukarela. Penelitian ini difokuskan kepada kandungan asam lemak karena biji kedelai merupakan sumber lemak nabati pada diet manusia.

## BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah biakan *Synechococcus* sp strain Situbondo dan benih kedelai unggul varietas Baluran. Analisis kandungan asam lemak menggunakan  $H_2SO_4$ , metanol, NaCl, hexane, nitrogen cair, kloroform, asam format,  $H_3PO_4$ , KCl,  $(NH_4)_2SO_4$ , dan  $I_2$  untuk purifikasi sesuai dengan prosedur Wu *et al.* (1994) dan petroleum ether-ethanol, HCl, asam palmitat standard (Jakobs *et al.* 2000), serta asam stearat, asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat standard (Sato 2011).

*Centrifuge* dan *Gas Chromatography* digunakan untuk analisis kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Alat-alat lain yang digunakan adalah penggaris dan timbangan/neraca.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan UPT Agrotechnopark Universitas Jember sejak September sampai Desember 2013. Tanaman kedelai ditanam pada petak berukuran 2,50 m x 2,50 m menggunakan rancangan acak kelompok dengan lima 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 25 cm x 25 cm, kemudian benih dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak 2 biji per lubang dan ditutup dengan abu sekam.

Penelitian mengikuti pola rancangan acak kelompok lengkap faktorial lima ulangan. Faktor pertama tanpa disemprot *Synechococcus* sp. sebagai kontrol (B0) dan disemprot *Synechococcus* sp. dua kali pada saat inisiasi bunga dan pembentukan polong (B1). Faktor kedua adalah pemberian pupuk bokashi yang terdiri atas tanpa pupuk bokashi (P0), 200 kg/ha (P1), 400 kg/ha (P2) dan 800 kg/ha (P3), masing-masing diulang lima kali. Pemberian bokashi bersamaan dengan pembuatan guludan dan pengolahan tanah. Setiap tanaman mendapatkan 11.667 cfu/mL biakan *Synechococcus* sp setiap kali penyemprotan.

Data diperoleh melalui pengukuran terhadap kandungan lemak biji kedelai pada saat panen, jumlah bintil akar, jumlah bintil akar aktif, kandungan klorofil daun, tinggi tanaman pada saat memasuki fase berbunga, umur berbunga, umur panen, dan bobot 100 biji, bobot biji per tanaman, dan hasil biji per hektar terhadap 10 tanaman sampel setiap perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rasio Asam Lemak Jenuh/Tak Jenuh

Aplikasi pupuk daun hayati bakteri *Synechococcus* sp memberi pengaruh terhadap penurunan rasio asam lemak jenuh/tak jenuh pada biji kedelai (Tabel 1). Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya kandungan asam lemak jenuh dalam biji kedelai dan meningkatnya kandungan asam lemak tak jenuh.

Kedelai merupakan biji-bijian yang mengandung minyak nabati cukup tinggi. Kandungan minyak biji kedelai didominasi oleh asam palmitat yang merupakan kelompok asam lemak jenuh dengan kisaran 7,86–16 % dari total lemak (Zuraida dkk. 2002, Aghoram *et al.* 2006). Hal ini mengkhawatirkan bagi kesehatan konsumen karena dapat meningkatkan kadar LDL-kolesterol darah (French *et al.* 2002, Kelly *et al.* 2002).

Tabel 1. Kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh biji kedelai.

Aplikasi bakteri	Dosis pupuk bokashi (kg/ha)	Asam lemak (%)		Rasio ALJ/ALTJ*)	Rata-rata rasio ALJ/ALTJ
		Jenuh	Tak jenuh		
Tanpa bakteri	0	1,85	16,69	11,08	8,20
	200	0,94	16,81	5,56	
	400	1,45	16,96	8,52	
	800	1,23	16,05	7,63	
Inokulasi bakteri	0	1,36	16,84	8,08	6,76
	200	1,05	16,73	6,25	
	400	0,90	16,79	5,36	
	800	1,25	17,01	7,35	

\*) ALJ: asam lemak jenuh; ALTJ: asam lemak tak jenuh.

Stoltzfus (2000) menyebutkan bahwa kandungan palmitat dalam biji kedelai berko-relasi positif dengan kandungan protein, stearat dan linolenat, namun berkorelasi negatif dengan kandungan minyak, oleat dan linoleat. Semakin tinggi kadar minyak biji kedelai semakin tinggi pula kandungan protein, dan semakin rendah kadar lemak tak jenuh.

Penurunan kandungan asam lemak jenuh memberi harapan bagi konsumen kedelai dari konsumsi bahan pembentuk kolesterol LDL darah. Di lain pihak, peningkatan kandungan asam lemak tak jenuh bisa meningkatkan kandungan asam lemak esensial bagi kesehatan tubuh manusia seperti  $\Omega$ -3 dan  $\Omega$ -6 (Franzen-Castle dan Ritter-Gooder 2010). Lebih lanjut dinyatakan bahwa konsumsi  $\Omega$ -3 dan  $\Omega$ -6 dapat mencegah inflamasi penyakit jantung, reumatik dan arthritis, menurunkan kadar trigliserid serta meningkatkan ketahanan insulin dan mengurangi terjadinya penyakit diabetes.

## Tinggi Tanaman dan Kandungan Klorofil Daun

Aplikasi pupuk hayati memberi pengaruh lebih dominan terhadap tinggi tanaman kedelai pada fase awal pertumbuhan reproduktif dibandingkan pupuk organik (Tabel 2). Lemahnya pengaruh pupuk organik disebabkan oleh waktu tanam pada musim hujan dan musim kemarau relatif singkat pada tahun 2013.

Pengaruh pupuk organik terhadap tinggi tanaman tidak konsisten pada tanaman yang tidak diberi dan diberi pupuk daun hayati. Pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. peningkatan dosis pupuk organik menurunkan tinggi tanaman, sedangkan pada tanaman yang diberi bakteri tidak berpengaruh secara nyata. Tidak dapat dijelaskan inkonsistensi peran pupuk organik di lahan kering pada musim hujan. Kemungkinan dinamika kimia-fisika-biologi tanah di zona rhizosphere mendorong terjadinya inkonsistensi peran pupuk organik tersebut.

Tabel 2. Tinggi tanaman dan kandungan klorofil daun kedelai.

Perlakuan	Dosis pupuk bokashi (kg/ha)	Tinggi tanaman (cm)	Kandungan klorofil ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )
Tanpa bakteri	0	61,9 $\pm$ 2,0 a	588,0 $\pm$ 25,3 ab
	200	57,4 $\pm$ 4,5 ab	553,3 $\pm$ 30,1 ab
	400	53,5 $\pm$ 2,8 b	521,6 $\pm$ 27,8 b
	800	41,7 $\pm$ 3,3 c	603,0 $\pm$ 18,1 a
Inokulasi bakteri	0	46,6 $\pm$ 2,5 c	559,3 $\pm$ 17,8 ab
	200	44,1 $\pm$ 2,8 c	572,4 $\pm$ 26,9 ab
	400	46,3 $\pm$ 2,6 c	520,2 $\pm$ 20,8 b
	800	49,3 $\pm$ 2,7 bc	489,3 $\pm$ 19,7 b

Nilai yang diikuti huruf sama di dalam satu lajur menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 0,05.

Berbeda dengan penelitian dalam *green house*, hasil penelitian di lapang menunjukkan bahwa peran bakteri *Synechococcus* sp terhadap kandungan klorofil daun nyaris memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata di semua tingkat dosis pupuk daun (Tabel 2). Namun tanaman yang diinokulasi dengan bakteri fotosintetik memiliki kandungan klorofil lebih seragam dibanding yang tidak diberi bakteri.

## Jumlah Bintil Akar dan Bintil Aktif

Sebagaimana hasil penelitian sebelumnya, inokulasi bakteri *Synechococcus* sp menurunkan infeksi rhizobium pada akar tanaman kedelai. Akibatnya bintil akar yang terbentuk lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi dengan bakteri fotosintetik (Tabel 3). Namun jumlah bintil aktif pada tanaman yang diaplikasikan pupuk daun hayati lebih tinggi dan konsisten pada setiap dosis pupuk organik yang diuji.

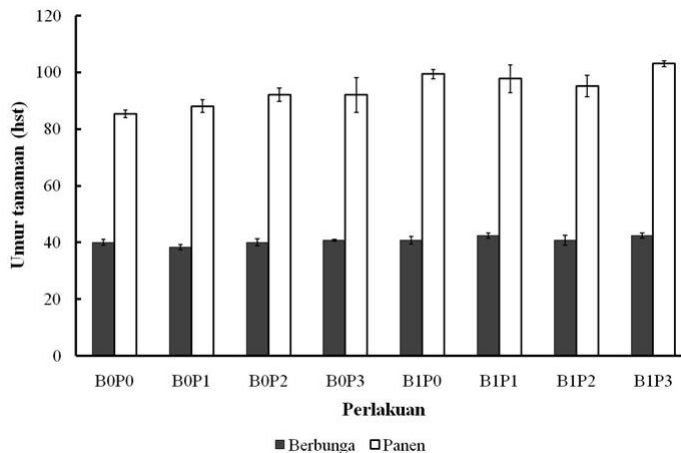
Tekanan terhadap pembentukan bintil akar pada tanaman yang diinokulasi bakteri *Synechococcus* sp. bisa terjadi karena bakteri mampu memasok kebutuhan N tanaman kedelai dalam bentuk substrat pertumbuhan, seperti auksin dan asam-asam amino (Syamsunihar dkk. 2008). Meskipun jumlah bintil yang terbentuk hanya sedikit, namun pertumbuhannya lebih baik sehingga masa aktif bintil akar juga lebih baik. Akibatnya jumlah bintil aktif lebih tinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan bakteri fotosintetik.

Tabel 3. Bintil akar tanaman kedelai.

Perlakuan	Dosis pupuk bokashi (kg/ha)	Jumlah bintil aktif	Jumlah bintil total	Jumlah bintil aktif (%)
Tanpa Bakteri	0	9,0	12,5	77,10
	200	16,0	20,5	
	400	20,5	22,0	
	800	14,0	21,5	
Inokulasi Bakteri	0	11,5	14,5	81,40
	200	12,0	13,5	
	400	12,0	17,0	
	800	16,5	19,0	

### Umur Berbunga dan Umur Panen

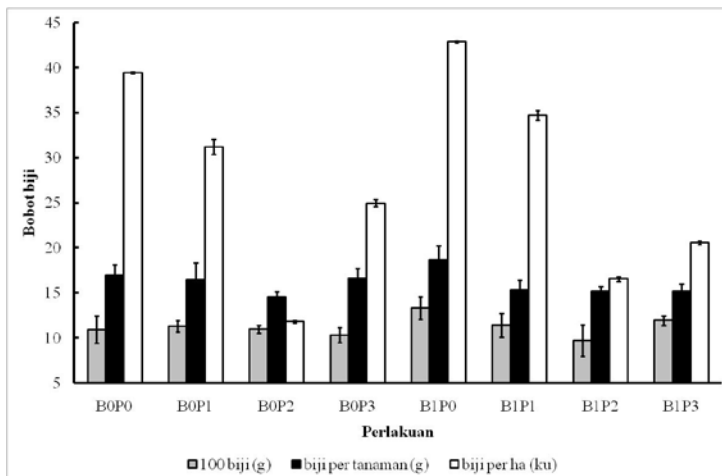
Aplikasi pupuk daun hayati memperpanjang umur tanaman sehingga dipanen lebih tua dibanding tanaman yang tidak diaplikasi pupuk daun tersebut. Penundaan masa panen bukan disebabkan oleh penundaan masa berbunga (Gambar 1). Hal ini memberi gambaran bahwa masa reproduktif, (dari inisiasi bunga sampai panen) tanaman kedelai yang diberi pupuk daun hayati lebih lama.



Gambar 1. Umur berbunga dan umur panen tanaman kedelai.

### Ukuran Biji dan Produktivitas Tanaman

Pengaruh aplikasi pupuk hayati terhadap ukuran biji (bobot 100 biji) tidak konsisten, namun pengaruhnya terhadap produktivitas relatif stabil (Gambar 2). Inkonsistensi ukuran biji kedelai diduga karena faktor musim, dimana dalam penelitian ini kedelai ditanam pada musim kemarau namun memasuki fase reproduktif musim hujan telah datang (Tabel 4). Sebagaimana diketahui, kedelai merupakan kelompok tanaman palawija yang sesuai ditanam dan tumbuh baik pada musim kemarau.



Gambar 2. Bobot biji kedelai.

Tabel 4. Curah hujan bulanan tahun 2013 di dua stasiun terdekat.

No.	Stasiun pengamatan	Intensitas hujan bulan (mm)			
		September	Oktober	Nopember	Desember
1.	Kebun Ajong Gayasan (PTP Nusantara X)	0,0	125,4	155,0	42,0*
2.	Ajung (KOPA TTN)	0,0	117,0	391,0	694,0

\* Data delapan hari pertama.

Tidak bisa dijelaskan dengan pasti, tanaman yang diaplikasi pupuk daun hayati dan tanpa diberi pupuk organik memiliki ukuran biji paling besar, yaitu 13,30 g per 100 biji. Kemungkinan disebabkan oleh sumbangan bakteri *Synechococcus* sp dalam memasok kebutuhan nutrisi dan substrat pertumbuhan serta kondisi tanah yang relatif lebih kering karena tidak ada pemberian bahan organik.

Secara umum, aplikasi bioteknologi pupuk daun hayati dengan bahan bakteri *Synechococcus* sp. di lahan kering pada musim tanam yang tidak sesuai memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas biji, khususnya rasio asam lemak jenuh/asam lemak tak jenuh. Biji tanaman yang diaplikasi pupuk daun memiliki rasio asam lemak jenuh/asam lemak tak jenuh yang lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak diaplikasi bakteri *Synechococcus* sp. Hal ini memberi harapan bagi konsumen kedelai dan bahan makanan hasil olahannya untuk mendapatkan makanan yang bermanfaat bagi kesehatan, khususnya mereka yang memiliki masalah *intolerant lactose*.

Perbaikan mutu kedelai yang diikuti dengan kestabilan produksi tanaman memberi harapan kepada petani dalam mengusahakan kedelai dengan memanfaatkan bioteknologi pupuk daun hayati *Synechococcus* sp.

## KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk daun hayati *Synechococcus* sp. memberi pengaruh nyata terhadap perbaikan mutu gizi biji kedelai dengan menurunkan rasio asam lemak jenuh/asam lemak tak jenuh dengan tetap mempertahankan kestabilan produktivitas tanaman.

2. Pengaruh pemberian pupuk organik pada lahan kering tempat pertanaman kedelai tidak nyata dan tidak konsisten terhadap mutu dan hasil kedelai, karena musim hujan datang lebih awal sehingga ketersediaan air tercukupi sepanjang pertumbuhan tanaman.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Universitas Jember yang telah membiayai penelitian ini melalui skim hibah bersaing yang tertuang dalam DIPA Universitas Jember.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Franzen-Castle, L.D. dan P. Ritter-Gooder, 2010, Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids, *NebGuide*, G2032, University of Nebraska - USA.
- French, M.A., Sundram, K, and Clandinin, M.T., 2002, Cholesterolaeic effect of palmitic acid in relation to other dietary fatty acids, *Asia Pac J Clin Nutr.* 11 Suppl 7:S401-7 pp.
- Jakobs, B.S., M. Volmer, M.T.W. Hofs, and D.W. Swinkels, 2000, Enhanced Time-saving Extraction Procedure for the Analysis of Fecal Fat by Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *Clinical Chemistry* 46(7):1019–1020.
- Kelly, F.D., A.J. Sinclair, N.J. Mann, A.H. Turner, F.L. Raffin, M.V. Blandford, and M.J. Pike, 2002, Short-term diets enriched in stearic or palmitic acids do not alter plasma lipids, platelet aggregation or platelet activation status, *European J. of Clinical Nutr.* 56: 490–499.
- Sato, T., 2011, Estimation of Fatty Acid Composition in Soybean Powder by Examining Near Infrared Spectroscopic Patterns, in Tzi-Bun Ng (Ed.), *Soybean-Biochemistry, Chemistry and Physiology*, InTech Publ.
- Stoltzfus, D. L., W. R. Fehr, and G. A. Welke, 2000, Relationship of Elevated Palmitate to Soybean Seed Traits, *Crop Sci.* 40:52–54.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan Usmani, 2007, Karakterisasi asosiasi bakteri fotosintetik dengan kedelai: I. Aspek morfologis dan anatomis, Laporan Penelitian Program Insentif Riset Dasar KMNRT, Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan Usmani, 2008, Karakterisasi asosiasi bakteri fotosintetik dengan kedelai: II. Aspek fisiologis, Laporan Penelitian Program Insentif Riset Dasar KMNRT, Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Syamsunihar, A., R. Soedradjad, dan Usmani, 2012, Potensi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* Sp Strain Situbondo Sebagai *Foliar Biofertilizer* Tanaman Kedelai, Laporan Penelitian Strategis Nasional, Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Wu, J., D.W. James, Jr., H.K. Dooner, and John Browse, 1994, A Mutant of Arabidopsis Deficient in the Elongation of Palmitic Acid, *Plant Physiol.* 106: 143–150.
- 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.

## DISKUSI

Pertanyaan:

Ahmad Suriadi (BPTP NTB)

1. Alasan penggunaan bakteri?
2. Tidak ada interaksi antara bokashi dan pupuk hayati, tujuannya apa?

Uis (BPTP Sulut)

1. Selain untuk tujuan produksi apakah juga kearah brangkasan? Apabila jika diamati cukup baik untuk bio industri?
2. Dianalisis statistik atau tidak? pupuk hayati dapat mempertahankan bobot biji, namun di hasil penelitian meningkatkan produksi? Mana yang paling tinggi?

Sumadi (Unpad)

1. *Synechococcus* itu apa?
2. Bisa berkolaborasi dengan teknologi benih karena ada hubungannya dengan daya simpan benih

Jawaban:

1. Bakteri *Synechococcus* adalah bakteri fotosintetik yang sistemnya asosiasinya non infeksius, strukturnya kompak dengan klorofil, auksin. Meningkatkan Nitrat, N Amida. Sumbangannya bukan seperti *Rhizobium* tetapi lebih ke Growth substance.
2. Tujuannya bagaimana kedelai ditanam di luar musim (di lahan tegalan). Tapi pada penelitian di Jember fotoperiod berhenti jam 12. Bokashi digunakan karena ingin menerapkan prinsip zerowaste (pengembalian jerami ke lahan). Tidak berpengaruhnya bokashi karena hujan yang tinggi.
3. Pengamatan brangkasan tidak dilakukan karena konsennya pada functional food.
4. 11.667 cfu/ml digunakan tetapi hanya untuk indukan primer belum bisa untuk sekunder.