

**EFEKTIVITAS PUPUK NANO FOSFAT ABU TULANG AYAM  
MELALUI APLIKASI FOLIAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN  
HASIL TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.)**

**SKRIPSI**



**Oleh :  
Hanifah Amini  
20150210147  
Program Studi Agroteknologi**

**Kepada  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2019**



# EFEKTIVITAS PUPUK NANO FOSFAT ABU TULANG AYAM MELALUI APLIKASI FOLIAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.)

Hanifah Amini, Mulyono, Genesiska  
Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UMY

**INTISARI:** Produksi kedelai Indonesia belum memenuhi kebutuhan nasional, oleh karena itu diperlukan usaha peningkatan produktivitas kedelai melalui intensifikasi pertanian dengan implementasi nano teknologi pada pupuk yang diaplikasikan pada tanaman kedelai varietas unggul. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh dan menentukan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara aplikasi foliar yang paling efektif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max*) varietas Dega 1. Penelitian menggunakan metode percobaan lapangan dalam *polybag* dengan rancangan perlakuan faktor tunggal yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan yaitu: 100 % pupuk SP-36, 5% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat, 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat, dan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat. Data pengamatan terdiri dari parameter pertumbuhan dan hasil. Data penelitian dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*) dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf  $\alpha$  5 %. Hasil penelitian menunjukkan berbagai konsentrasi nano fosfat abu tulang ayam efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai. Perlakuan 50% SP-36 + 0,1% nano fosfat paling efektif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

**ABSTRACT:** *Indonesian soybean production could not reach national needs. Thus to increasing of soybean productivity could be developed by using agricultural intensification through implementing nano technology on fertilizers that applied to new varieties of soybean. The aim of this research was to study the effect and determine the appropriate concentration of nano phosphate fertilizer from chicken bone ash via foliar application on growth and yield on soybean (*Glycine max* L.) variety Dega 1. This research was conducted with experimental method in polybag with a single factor treatment arranged in a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments and 3 replications: 100 % SP-36 fertilizer , 50% SP-36 fertilizer SP-36 + 0,1% nano phosphate, 50% SP-36 fertilizer +0,2% nano phosphate, dan 50% SP-36 fertilizer +0,3 % nano phosphate. Data research consists of growth and yield responses parameters and were analyzed by using ANOVA (*Analysis of Variance*) then continue analyzed with *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) at  $\alpha$  level 5%.*

*The results revealed that various concentrations of nano phosphate fertilizer from chicken bone ash were effective to increase soybean growth and yield. Treatment of 50% SP-36 + 0,1% of nano phosphate choosen as best concentration.*

## PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati yang total kebutuhan kedelai nasional mencapai 2,2 juta ton (Kementrian Pertanian, 2016). Produksi kedelai dalam negeri hanya mampu mencukupi kebutuhan domestik tidak lebih dari 25% (Kementrian Pertanian, 2016). Oleh karena itu, diperlukan peningkatan produktivitas kedelai untuk memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri melalui intensifikasi pertanian berupa pelepasan varietas unggul nasional. Akan tetapi, kenyataan di tingkat petani, yang dicerminkan oleh rerata produktivitas nasional, hasil kedelai baru mencapai 1,28 ton per hektar dari rata-rata potensi hasil 2,5 ton per hektar (Sudaryanto dan Dewa, 2016). Hasil tersebut belum memenuhi kebutuhan kedelai nasional, sehingga masih dibutuhkan teknologi lainnya yang diharapkan mampu meningkatkan produksi kedelai melalui teknologi modern.

Salah satu teknologi yang telah berkembang saat ini yaitu teknologi nano partikel. Janmohammadi (2016), menyatakan bahwa integrasi nano-teknologi dalam produk pupuk dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Salah satu faktor yang mempengaruhi penyerapan, transportasi dan penetrasi nanopartikel pada tumbuhan yaitu metode aplikasi (Pérez-de-Luque, 2017). Metode aplikasi dapat dilakukan melalui akar dan melalui daun (*foliar application*). Keunggulan metode *foliar application* yaitu menerapkan jumlah pupuk yang lebih sedikit dibanding metode pemupukan di tanah dan cenderung tidak menghasilkan polusi air tanah. Selain itu, metode aplikasi foliar dapat menjadi pilihan terbaik pada saat kondisi tanah membatasi ketersediaan nutrisi yang digunakan dan tingkat kehilangan nutrisi yang diberikan pada tanah tinggi (Fernandez & Patric, 2013).

Pupuk tunggal fosfor (P) penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai. Unsur P sangat diperlukan untuk pembentukan biji (Tandon dan Kimmo 1993). Umumnya, pupuk yang digunakan yaitu pupuk anorganik SP-36. Namun, penggunaan pupuk SP-36 dalam dosis tinggi dapat memberikan residu pada tanah. Sementara itu, penyediaan pupuk P dengan metode *foliar application* sangat terbatas karena ukuran pupuk P cenderung besar dan banyak senyawa P yang memiliki kelarutan air rendah.

Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik sumber hara P yaitu limbah tulang tulang ayam. Keunggulan tulang ayam yaitu jumlah melimpah serta kandungan fosfor tinggi. Di Indonesia pada tahun 2016, populasi ayam ras pedaging mencapai 1,6 miliar ekor, mengalami peningkatan sebesar 6,82 % dari tahun 2015 (Kementrian Pertanian, 2016). Tulang ayam memiliki kandungan fosfor cukup tinggi. Kandungan fosfor pada tulang berkisar 12-15% (Rasyaf, 2012).

Implementasi teknologi nano pada pupuk abu tulang ayam diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Sementara itu, aplikasi pupuk nano abu tulang ayam secara foliar diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penyerapan hara pada tanaman. Oleh karena itu, uji efektivitas pupuk nano fosfat abu tulang ayam melalui aplikasi foliar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.) dilakukan.

### Tujuan Penelitian

Mengkaji efektivitas dan kemampuan pupuk nano fosfat abu tulang ayam melalui aplikasi foliar sebagai pengganti pupuk SP-36 serta menetapkan

konsentrasi pemupukan nano fosfat abu tulang ayam yang paling efektif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

#### **Metode penelitian :**

Penelitian menggunakan metode percobaan lapangan dalam polybag dengan rancangan factor tunggal yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan sebagai berikut : A=100 % pupuk SP-36, B= 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat, C=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat, dan D=50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati berupa: Pertambahan tinggi tanaman; Pertambahan jumlah daun; Bobot segar akar dan tajuk; Panjang akar; Bobot kering akar dan tajuk; Luas daun; jumlah cabang; berat segar dan kering brangkas; Waktu berbunga; persentase bunga jadi polong; jumlah polong; persentase polong isi; bobot segar polong; bobot kering polong; Jumlah biji; bobot biji per tanaman dan bobot 100 biji. Data hasil pengamatan dianalisis dengan Sidik Ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila pengaruh perlakuan ada perbedaan nyata maka akan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

### **HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Pertumbuhan Tanaman**

##### **1. Tinggi Tanaman**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap tinggi tanaman pada usia 4 Minggu Setelah Tanam (MST). Artinya, berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dapat mensubstitusi pupuk SP-36 dalam menyediakan unsur P. Rasyaf (2012), menyatakan bahwa tulang mengandung 12-15% fosfor sehingga dapat digunakan sebagai pengganti P pada pupuk komersial. Data hasil pengamatan pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata tinggi tanaman pada usia 4 MST disajikan pada Tabel 1:

**Tabel 1.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 4 MST.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
100 % pupuk SP-36 (A0)	57.41a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	57.42a
50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2)	57.39a
50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3)	62.42a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 1 menunjukkan bahwa penyemprotan 0,1% nano fosfat abu tulang ayam telah mampu mensubstitusi pupuk SP-36 untuk menunjang pertumbuhan tinggi tanaman kedelai varietas Dega 1. Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai varietas Dega 1 memiliki tinggi tanaman kurang lebih 53 cm, akan tetapi dalam penelitian ini, tinggi tanaman melebihi 53 cm yaitu mencapai 62.42 cm (Tabel 2). Menurut Sutedjo

(2008), unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman jika tersedia dalam jumlah yang cukup, memungkinkan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal.

Perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3% nano fosfat memiliki pertumbuhan tinggi tanaman cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Diduga pada perlakuan tersebut, penyerapan hara P oleh tanaman berlangsung lebih baik. Penyerapan hara oleh tanaman dipengaruhi oleh ukuran partikel pupuk. Nano partikel memiliki diameter lebih kecil dari diameter lubang membran sel, oleh karena itu dapat dengan mudah melewati lubang pada membran (Asgari *et al.*, 2014).

## 2. Jumlah Daun dan Luas Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap jumlah daun pada usia 4 MST dan luas daun pada usia 5 MST. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 memberikan pengaruh yang sama terhadap jumlah daun dan luas daun kedelai varietas Dega 1. Hal tersebut didukung oleh Dhiba (2018), yang menyatakan bahwa pemberian pupuk nano fosfat abu tulang sapi dapat menggantikan pupuk SP-36 dalam mensuplai unsur P untuk pertumbuhan daun tanaman padi. Rerata hasil pengamatan pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata jumlah daun dan luas daun disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap terhadap rerata jumlah daun pada usia 4 MST dan luas daun tanaman pada usia 5 MST tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1.

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm <sup>3</sup> )
100 % pupuk SP-36 (A0)	12.00a	1090.00a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	12.11a	1235.33a
50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2)	12.44a	1054.00a
50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3)	12.44a	1410.67a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Rerata jumlah daun dan luas daun kedelai varietas Dega 1 (Tabel 2) menunjukkan bahwa konsentrasi 0,1 % pupuk nano fosfat abu tulang ayam (A1) telah mampu menyediakan unsur P setara dengan pupuk SP-36 untuk pertumbuhan daun tanaman kedelai varietas Dega 1. Pada tanaman kedelai dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) diduga menyerap unsur P cenderung lebih baik dibanding perlakuan lainnya sehingga memiliki luas daun dan jumlah daun cenderung lebih besar. Menurut Wahyuningsih dkk. (2016), peningkatan luas daun tanaman dipengaruhi oleh unsur hara P yang memiliki fungsi sebagai penyusun protein. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Chiezey *et al.* (2009) bahwa terdapat peningkatan luas daun, kecepatan transpirasi dan fotosintesis berkaitan dengan pemupukan P.

### 3. Perakaran

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap panjang akar, berat segar akar dan berat kering akar pada usia 5 MST. Artinya, berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dapat mensubstitusi pupuk SP-36. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Habib (2017), bahwa peranan fosfat pada pertumbuhan akar dapat disubstitusi dengan tepung tulang ayam. Rerata panjang akar, bobot segar akar dan bobot kering akar tersaji pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata perakaran tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 5 MST

Perlakuan	Panjang (cm)	Bobot segar (gram)	Bobot kering (gram)
100 % pupuk SP-36 (A0)	30.73a	5.35a	0.54a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	40.07a	6.59a	0.59a
50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2)	44.00a	7.17a	0.58a
50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3)	39.47a	9.18a	0.77a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 4 menunjukkan bahwa penyemprotan pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan konsentrasi konsentrasi 0,1% pupuk nano fosfat abu tulang ayam telah memenuhi kebutuhan P untuk pertumbuhan akar tanaman setara pupuk SP-36. Panjang akar tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang cenderung lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan menggunakan pupuk SP-36. Pertambahan panjang akar tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan air pada tanaman. Diduga, tanaman kedelai Dega 1 menyerap unsur hara P lebih baik pada pemupukan menggunakan nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dibandingkan pemupukan SP-36 yang diaplikasikan pada tanah. Ketersediaan unsur hara terutama unsur P sangat penting karena berperan dalam pembelahan sel yang dapat meningkatkan pertambahan panjang akar. Menurut Wahyuningsih dkk. (2016), peningkatan P tersedia mampu merangsang pembentukan akar pada tanaman kedelai.

Pada minggu ke-5, bobot segar akar pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Perbedaan ini dimungkinkan akibat partikel-partikel air pada akar yang turut menyumbang berat. Selain itu, juga perbedaan ini dapat menjadi ukuran keberhasilan akar dalam mentranslokasikan unsur hara dan air ke seluruh bagian tanaman seperti pada bagian akar tanaman. Hal ini sesuai dengan Sajjo (2015), yaitu akar yang memiliki nilai berat segar tinggi merupakan indikator tercukupinya kebutuhan air. Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) memiliki nilai bobot bobot kering akar cenderung lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) dapat menyimpan massa karbon di akar lebih banyak dibandingkan 100% SP-36 dikarenakan laju fotosintesis yang lebih tinggi. Pertumbuhan akar yang baik

(Tabel 4) akan meningkatkan penyerapan unsur hara dan air maka laju fotosintesis akan meningkat. Dengan demikian, fotosintat yang dihasilkan lebih besar dan translokasi fotosintat ke akar juga akan lebih besar.

#### 4. Tajuk

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap bobot segar dan bobot kering tajuk tanaman. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap bobot segar dan bobot kering tajuk. Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian Dhiba (2019), pupuk nano fosfat abu tulang sapi dengan aplikasi foliar memberikan respon yang sama dengan pupuk SP-36 terhadap bobot segar dan bobot kering per rumpun pada tanaman padi. Secara lebih detail data rerata pengukuran bobot segar dan bobot kering tajuk dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata bobot segar dan kering tajuk tanaman kedelai (*Glycine max*) varietas Dega 1 pada usia 5 MST

Perlakuan	Bobot Tajuk (gram)	
	Bobot segar	Bobot kering
100 % pupuk SP-36 (A0)	24.44a	5.26a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	28.41a	5.68a
50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2)	24.48a	5.34a
50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3)	32.64a	7.52a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Pada minggu ke-5, bobot segar tajuk pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Perbedaan ini dimungkinkan akibat partikel-partikel air pada tajuk yang turut menyumbang berat. Sedangkan bobot kering tajuk (Tabel 4) diketahui perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) juga menunjukkan nilai bobot bobot kering tajuk cenderung lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Diduga, tanaman dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) dapat memanfaatkan unsur hara dan air sebagai bahan baku fotosintesis untuk mendukung laju pertumbuhan organ vegetatif secara optimal, sehingga dapat meningkatkan bobot segar dan bobot kering tajuk tanaman kedelai variets Dega 1.

#### 5. Laju Asimilasi Bersih (LAB) dan Laju Pertumbuhan Nisbi (LPN)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 memberikan pengaruh berbeda nyata pada LAB, sedangkan pada LPN pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata. Artinya, tanaman kedelai dengan pemberian perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) mampu secara signifikan meningkatkan nilai LAB dibandingkan SP-36. Akan tetapi, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36



memberikan respon yang sama terhadap LPN. Hasil rerata laju asimilasi bersih dan laju pertumbuhan nisbi tersaji pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata LAB dan LPN tanaman kedelai (*Glycine max*) varietas Dega 1 pada usia 5 MST.

Perlakuan	LAB (g/cm <sup>2</sup> /minggu)	LPN (g/g/minggu)
100 % pupuk SP-36 (A0)	0.0028b	0.3280a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	0.0030b	0.3975a
50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2)	0.0035ab	0.3671a
50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3)	0.0042a	0.7565a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Hasil uji lanjut Duncan (Tabel 3) menunjukkan bahwa perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) memberikan pengaruh nyata lebih tinggi terhadap LAB tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan rerata sebesar 0.0042a. Sedangkan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1 % nano fosfat (A1) dan perlakuan 100 % pupuk SP-36 (A0) memberikan pengaruh nyata lebih rendah terhadap LAB tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan rerata berurut 0.0030b dan 0.0028b. Artinya, tanaman kedelai varietas Dega 1 yang diberikan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) memiliki efisiensi fotosintesis tertinggi.

Pertambahan konsentrasi pupuk nano fosfat menyebabkan peningkatan nilai LAB dengan nilai tertinggi pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % (A3) dan terendah pada perlakuan 100% SP-36 (A0). Laju asimilasi bersih merupakan produksi bahan kering per satuan luas daun dengan asumsi bahan kering tersusun sebagian besar dari CO<sub>2</sub> (Kastono et al, 2005). Diduga proses fotosintesis yang berlangsung pada tanaman dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) berjalan lebih baik sehingga menghasilkan biomassa yang lebih banyak dibanding perlakuan lainnya.

Nilai LAB dipengaruhi oleh besar bagian daun yang terkena sinar matahari langsung, laju asimilasi bersih tidak memperhitungkan fotosintesis non laminar, yaitu fotosintesis yang menggunakan bagian-bagian tanaman selain daun seperti petiol, batang, selubung daun dan bagian-bagian bunga (Gardner dkk., 1991). Terhambatnya perluasan daun akan berdampak pada menurunnya kapasitas dari daun untuk menyerap cahaya yang berakibat pada menurunnya efisiensi fotosintesis. Dalam penelitian ini, peningkatan nilai LAB didukung oleh peningkatan luas daun (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan pendapat Sri Rahmi (2002), pengukuran luas daun dapat digunakan untuk menduga proses fisiologi pada tanaman seperti proses intersepsi, fotosintesis dan evapotranspirasi. Semakin luas daun tersebut maka semakin besar cahaya yang dapat diserap daun tersebut untuk proses fotosintesis, sehingga menghasilkan fotosintat lebih banyak.

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam menunjukkan pengaruh yang sama dengan pupuk SP-36 terhadap LPN. Artinya, perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% (A1) dengan konsentrasi 0,1% pupuk nano fosfat abu tulang ayam telah mampu menyediakan unsur P setara dengan pupuk SP-36. Tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan

perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % memiliki nilai LPN cenderung lebih tinggi dan perlakuan 100% SP-36 memiliki LPN cenderung lebih rendah. Hasil penelitian Fitriyah dkk. (2008), menyatakan bahwa laju pertumbuhan tanaman dan laju pertumbuhan relative menunjukkan peningkatan seiring dengan peningkatan luas daun. Dalam penelitian ini, nilai LPN pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % (A3) didukung oleh luas daun yang juga cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3). Daun yang semakin luas akan menangkap cahaya lebih banyak untuk proses fotosintesis, sehingga menghasilkan fotosintat lebih banyak.

#### 6. Jumlah cabang

Munculnya cabang pada tanaman kedelai varietas Dega 1 dimulai pada usia 3 MST. Berdasarkan analisis sidik ragam, menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap jumlah cabang. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap jumlah cabang. Hasil rerata pengamatan pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap jumlah cabang tersaji pada Tabel 6:

**Tabel 6.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata jumlah cabang tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 11 MST.

Perlakuan	Jumlah Cabang (buah)
100 % pupuk SP-36 (A0)	2.89 a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	3.00a
50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2)	3.22a
50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3)	2.89a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) telah mampu menyediakan unsur P setara dengan pupuk SP-36 untuk pertumbuhan cabang tanaman kedelai varietas Dega 1. Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai varietas Dega 1 memiliki jumlah cabang berkisar antara 1-3 cabang per tanaman. Hasil pengamatan jumlah cabang diketahui bahwa cabang kedelai rata-rata berjumlah 2-3 cabang per tanaman sehingga dapat diasumsikan bahwa pertumbuhan cabang kedelai baik.

#### 7. Berat segar dan berat kering brangkas

Brangkas merupakan seluruh bagian tanaman yang tidak dipanen berupa akar dan tajuk. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap berat segar brangkas dan berat kering brangkas. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dapat menggantikan pupuk SP-36. Hasil rerata pengamatan berat basah brangkas dan berat kering brangkas tanaman kedelai varietas Dega 1 tersaji pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata berat brangkasan tanaman kedelai (*Glycine max*) varietas Dega 1 pada usia 11 MST

Perlakuan	Bobot Brangkasan (gram)	
	Bobot Segar	Bobot Kering
100 % pupuk SP-36 (A0)	28.18a	7.19a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	42.09a	12.48a
50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2)	39.98a	10.66a
50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3)	23.47a	6.23a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 8 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam cenderung memberikan penurunan berat segar dan berat kering brangkasan. Berat segar brangkasan memiliki keterkaitan dengan berat kering. Berat segar merupakan hasil akumulasi fotosintat dan air dalam tubuh tanaman sedang berat kering hanya hasil fotosintat. Sehingga, melalui berat kering dapat diketahui akumulasi fotosintat pada tanaman. Diduga, tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) menyerap hara khususnya unsur P cenderung lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Unsur hara P pada pupuk nano fosfat membantu proses pertumbuhan jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar yang membantu meningkatkan hasil fotosintat yang terakumulasi pada brangkasan tanaman kedelai.

## B. Fase Generatif

### 1. Waktu muncul bunga

Hasil sidik ragam (Lampiran 7d) menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap waktu muncul bunga. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap waktu muncul bunga. Hasil rerata pengamatan jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong tanaman kedelai varietas Dega 1 tersaji pada Tabel 9.

**Tabel 8.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap terhadap rerata waktu muncul bunga tanaman kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega 1 pada usia 11 MST

Perlakuan	Waktu muncul bunga (hari)
100 % pupuk SP-36 (A0)	27.89a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	28.56a
50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2)	27.78a
50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3)	28.00a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 9. menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi 1% pupuk nano fosfat (A1) sudah cukup dalam memenuhi kebutuhan P untuk perkembangan polong pada tanaman kedelai varietas Dega 1. Transisi perubahan dari fase vegetative

menuju fase generative ditandai dengan munculnya bunga. Salah satu unsur yang dapat memacu munculnya bunga yakni unsur P. Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai Dega 1 secara umum akan berbunga pada umur 29 HST. Dalam penelitian ini, waktu mulai berbunga lebih cepat yakni kurang dari 29 HST (Tabel 9). Hal ini menandakan sangat pekanya proses pembungaan kedelai terhadap ketersediaan unsur P. Menurut Sutarwi dkk. (2013) unsur P berperan penting dalam mempercepat waktu pembungaan.

## 2. Polong

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong. Hasil penelitian Octavia (2018) menyatakan bahwa berbagai takaran pemberian abu tepung tulang sapi dan P dari SP-36 memberikan hasil yang sama terhadap perkembangan polong. Hasil rerata pengamatan jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong tanaman kedelai varietas Dega 1 tersaji pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap terhadap rerata polong tanaman kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega 1 pada usia 11 MST

Perlakuan	Persentase Bunga Jadi Polong (%)	Jumlah Polong (Buah)	Persentase Polong Isi (%)	Bobot Segar Polog (Gram)	Bobot Kering Polong (Gram)
A0	51.18a	48.33a	97.26a	57.50a	22.79a
A1	62.76a	60.11a	96.74a	81.92a	31.57a
A2	62.35a	58.00a	97.74a	77.84a	29.18a
A3	48.38a	47.67a	96.63a	48.16a	22.41a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat

A3= 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Tabel 9. menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi 1% pupuk nano fosfat (A1) sudah cukup dalam memenuhi kebutuhan P untuk perkembangan polong pada tanaman kedelai varietas Dega 1. Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), Tanaman kedelai Dega 1 secara umum memiliki jumlah polong kurang lebih 29 polong per tanaman. Dalam penelitian ini, jumlah polong per tanaman tiap perlakuan melebihi 29 buah (Tabel 9).

Diduga hal ini disebabkan pertumbuhan organ vegetatif yang cenderung lebih baik menyebabkan pertumbuhan polong lebih banyak.

Tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) memberikan hasil persentase bunga jadi polong dan jumlah polong cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Persentase bunga jadi polong dan jumlah polong dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis tanaman kedelai pada fase pertumbuhan vegetatif. Gardner dkk., (1991), menjelaskan bahwa tanaman budidaya yang memiliki produk hasil panen berupa bunga, buah, dan biji membagi sebagian besar berat kering totalnya ke bagian-bagian reproduktif. Perbungaan merupakan fase generatif yang dipengaruhi cadangan makanan selama fase vegetatif, cadangan makanan ini yang nantinya akan dipecah menjadi sumber energi pada fase generatif.

Jumlah polong yang terbentuk belum tentu menghasilkan polong isi. Persentase polong isi menggunakan perbandingan dengan total polong dengan total polong yang menghasilkan biji. Tabel 10 menunjukkan tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2) memiliki hasil rerata persentase polong isi cenderung lebih tinggi. Sedangkan hasil bobot segar dan bobot kering polong cenderung lebih tinggi pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1). Diduga hal ini berkaitan dengan proses fotosintesis dan penyerapan hara tanaman.

Proses pembentukan polong dipengaruhi oleh pertumbuhan organ vegetatif. Pada tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan berbagai konsentrasi nano fosfat abu tulang ayam diketahui memiliki penambahan tinggi, jumlah daun, luas daun, perakaran, LAB dan LPN yang cenderung lebih besar dibanding SP-36, sehingga proses fotosintesis cenderung lebih baik dibandingkan dengan tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan pupuk SP-36. Hal tersebut berdampak pada meningkatnya jumlah polong, bobot segar dan bobot kering polong. Akan tetapi, terjadi pengecualian pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat. Perlakuan ini cenderung memiliki pertumbuhan organ vegetatif lebih baik namun tidak sesuai dengan pertumbuhan fase generatif (Tabel 10). Diduga konsentrasi pupuk nano 0,3% cukup pekat sehingga sulit masuk ke dalam tubuh tanaman dan memberikan residu di daun lebih banyak dibanding konsentrasi 0,1% dan 0,2% sehingga cenderung menghambat masuknya cahaya dan CO<sup>2</sup> pada tanaman untuk proses fotosintesis. Akibatnya tanaman tidak menghasilkan fotosintat yang cukup untuk perkembangan polong. Sedangkan konsentrasi nano fosfat 0,1% (A1) lebih mudah diserap tanaman dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini didukung pernyataan Fernandez *et al* (2015), bahwa dalam menggunakan pupuk secara foliar konsentrasi pupuk mempengaruhi masuknya pupuk dalam tanaman. Lingga (1992) dalam Charloq dan Sirait (2005) menambahkan respon tanaman terhadap pupuk daun berhubungan erat dengan konsentrasi, konsentrasi pupuk tinggi dapat menghambat pertumbuhan apabila melebihi kebutuhan optimum tanaman.

### 3. Biji

Berdasarkan analisis sidik ragam diketahui bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap jumlah biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman.

Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap jumlah biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam terhadap rerata bobot biji dan jumlah biji per tanaman tersaji pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara aplikasi foliar terhadap rerata biji tanaman kedelai ( *Glycine max*) varietas Dega 1

Perlakuan	Jumlah biji (buah)	Bobot 100 biji (gram)	Bobot biji (gram)
100 % pupuk SP-36 (A0)	99.56a	14.81 b	14.31a
50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1)	131.78a	17.13 a	21.29a
50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2)	124.33a	16.56 ab	18.23a
50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3)	103.00a	15.15 ab	15.19a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 10 menunjukkan bahwa pemupukan nano fosfat abu tulang ayam menggunakan konsentrasi 1% pupuk nano fosfat (A1) sudah cukup dalam memenuhi kebutuhan P tanaman kedelai varietas Dega 1. Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai varietas Dega 1 memiliki bobot 100 biji sebesar 22,98 gram, akan tetapi dalam penelitian ini, bobot biji hanya mencapai 17.13 gram. Dalam penelitian ini, jumlah polong tanaman melebihi deskripsi varietas (Tabel 10.) hal tersebut menyebabkan jumlah biji menjadi lebih banyak namun bobotnya lebih ringan. Bobot biji yang tinggi dapat dihasilkan apabila biji sebagai *sink* dapat menampung hasil asimilat. Sebaliknya, bila *sink* cukup banyak tetapi hasil asimilat rendah mengakibatkan kehampaan biji (Sutoro dkk., 2008).

Terjadi kecenderungan penurunan jumlah biji seiring dengan peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam. Penurunan ini juga terjadi pada parameter bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman. Diduga, peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat memberikan lebih banyak residu pada daun yang mengganggu proses fotosintesis. Pembentukan biji sangat dipengaruhi oleh besarnya serapan tanaman terhadap faktor lingkungan dan unsur fosfor. Unsur hara yang dapat diserap kemudian digunakan untuk proses metabolisme didalam tanaman tersebut. Suplai hara yang cukup membantu terjadinya proses fotosintesis dalam tanaman menghasilkan senyawa organik yang akan diubah dalam bentuk ATP saat berlangsungnya respirasi, selanjutnya ATP ini digunakan untuk membantu pertumbuhan tanaman. Selama pertumbuhan reproduktif akan terjadi pemacuan pembentukan bunga, polong serta biji kedelai (Hardjowigeno, 2007). Biji akan terbentuk dalam polong bersamaan dengan itu berlanjut sampai pemasakannya. Pada saat tanaman memasuki fase pengisian biji, cadangan karbohidrat diubah menjadi gula dan ditranslokasi ke biji yang sedang berkembang. Diduga pada perlakuan pemberian 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) merupakan konsentrasi sehingga mampu mengoptimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pupuk nano fosfat abu tulang ayam melalui aplikasi foliar efektif dalam meningkatkan hasil tanaman kedelai, serta mampu menggantikan pupuk SP-36 pada budidaya tanaman kedelai Varietas Dega 1. Konsentrasi 0,1% pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1 % pupuk nano fosfat paling efektif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut di lahan dengan menggunakan perlakuan 50% SP-36 dan perlakuan pupuk nano fosfat tanpa pupuk SP-36 untuk mengetahui keterkaitan pengaruh pemberian SP-36 dan pupuk nano fosfat pada tanaman kedelai Dega 1.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arafat, M. S. 2007. Pengaruh Sistem Tanam dan Defoliiasi pada pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau. *J. Produksi Tanaman* 2 (3): 29-37
- Asgari, Faride., Ahmadmajd, Parissa Jonoubi Farzaneh Najafi. 2018. Effects Of Silicon Nanoparticles On Molecular, Chemical, Structural And Ultrastructural Characteristics Of Oat (*Avena Sativa L.*). *Plant Physiology And Biochemistry* 127 : 152-160
- Dhiba, Atika Farah. 2019. Efektifitas Penyemprotan Nano Fosfat Dan Nano Kompos Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Padi Varietas Cianjur Di Tanah Regosol. *S.P Agroteknologi*, Universitas Muhammdiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Fernandez, Victoria And Patrick H. Browm. 2013. From Plant Surface To Plant Metabolism: The Uncertain Fate Of Foliar-Applied Nutrients. *Frontiers In Plant Science* 4(289) : 1-5
- Habib, Hasnan. 2018. Kajian Imbangan Pupuk Fosfat Dan Tepung Tulang Ayam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays Saccharata S.*) Yang Diinokulasi Bakteri Pelarut Fosfat Di Tanah Regosol. *S.P Agroteknologi*, Universitas Muhammdiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Janmohammadi, Mohsen, Tahereh Amanzadeh, Naser Sabaghnia, Shahryar Dashti. 2016. Impact Of Foliar Application Of Nano Micronutrient Fertilizers And Titanium Dioxide Nanoparticles On The Growth And Yield Components Of Barley Under Supplemental Irrigation. *Acta Agriculturae Slovenica* 102 (2) : 265 – 276
- Kementerian Pertanian 1. 2016a. *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai*. Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian : Jakarta.
- Kementerian Pertanian 2. 2016. Buku Statistik 2017. [Http://Ditjenpkh.Pertanian.Go.Id/Userfiles/File/Buku\\_Statistik\\_2017\\_\(Ebook\).Pdf?Time=1505127443012](http://Ditjenpkh.Pertanian.Go.Id/Userfiles/File/Buku_Statistik_2017_(Ebook).Pdf?Time=1505127443012)). Diakses Pada Tanggal 18 Mei 2018.
- Lingga dan Marsono. 2003. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Malut.Litbang. 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Kedelai*. [Http://Malut.Litbang.Pertanian.Go.Id/Images/Stories/Deskripsi-VUB-Kedelai-2016.Pdf](http://Malut.Litbang.Pertanian.Go.Id/Images/Stories/Deskripsi-VUB-Kedelai-2016.Pdf). Diakses Pada Tanggal 18 April 2018.
- Octavia, Vicky.2018. *Efektivitas Abu Tepung Tulang Sapi Sebagai Pengganti Pupuk Sp-36 Pada Tanaman Kedelai Edamame (Glycine max (L.)*

- Merill).  
[http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/22605/Bab%20I V.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/22605/Bab%20I%20V.pdf?sequence=5&isAllowed=y). Diakses pada 5 Juni 2019
- Perez De Luque , Alejandro. 2017. *Interaction Of Nanomaterials With Plants: What Do We Need For Real Applications In Agriculture?*.  
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00012>. Diakses Pada Tanggal 18 April 2018
- Rasyaf, M. 1992. *Seputar Makanan Ayam Kampung*. Kanisius. Yogyakarta
- Sajjo. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman.<http://www.smarttien.com/2013/02/pertumbuhan-dan-hasil-tanamanpada.html>. Diakses pada 2 Juli 2019
- Sarjiyah, Agung Astuti, Hariyono Dan Amalia Fitri. 2016. *Pengaruh Formulasi Inokulum Padat Dan Bahan Pengemas Terhadap Aktivitas Rhizobacteri Indigenous Merapi Dan Pertumbuhan Padi Dalam Cekaman Kekeringan*.  
[Http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/1904/makalah %20sarjiyah%20fp%20umy%20edit%203%20sept.pdf?sequence=1&is allowed=y](http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/1904/makalah%20sarjiyah%20fp%20umy%20edit%203%20sept.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Diakses Pada 17 Juli 2019
- Sri Rahmi. 2002. Pengukuran Indeks Luas Daun (ILD) Untuk Menduga Evapotranspirasi Dengan Metode Penmen-Monteith Pada Pohon Damar (*Agathis lorantidolia*), Tusam (Pinus merkusii) dan Puspa (*Schima wallichii*). Karya Ilmiah Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Sudaryanto, Tahlim dan Dewa K.S. Swastika. 2016. *Ekonomi Kedelai Di Indonesia*. [Http://Malut.litbang](http://Malut.litbang) (2016),.Litbang.Pertanian.Go.Id/Wp-Content/Uploads/2016/03/Dele\_1.Tahlim-1.Pdf. Diakses Pada Tanggal 3 April 2018.
- Sutedjo, M.M., 2008. Pupuk dan Cara Pemupukan . Rineka Cipta. Jakarta
- Tandon, H.L.S., Dan L.J Kimmo, 1993. Balance Fertilizer Use, Its Practical Importance And Guidelines For Agricultural In The Asia-Pasific Region. *Escap/Fao/Unindo*,New York.49p
- Utami, Novia., Mulyono Dan Haryono. 2016. Uji Efektivitas Abu Tulang Sapi Sebagai Sumber Fosfor Untuk Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*). *S.P Agroteknologi*, Universitas Muhammdiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Wahyuningsih, Elly Proklamasiningsih, Murni Dwiati. 2016. Serapan Fosfor dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*) pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Asam Humat. *Biosfera* 33 (2): 66-70.





