

PENGARUH ASOSIASI *Rhizobium* sp. DAN BAKTERI PELARUT FOSFAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L) DI TANAH PODSOLIK MERAH KUNING

*Effect of Association *Rhizobium* sp. and Phosphate Solvent Bacteria on Growth and Yield of Soybean in Red-Yellow Podsolik Soil*

Dian Windriyana N¹⁾, Agung Astuti²⁾, Mulyono²⁾

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Muhammadiyah University of Yogyakarta
Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia, Telp.0274 387656

¹⁾Corresponding author, email: dianwindriyanan@gmail.com

ABSTRACT

*The experiment purposed to examine the association of *Rhizobium* sp. and Phosphate Solvent Bacteria on growth and yield of soybean in Red-Yellow Podsolik soil and establishing suitable inoculum associations for soybean development in Red-Yellow Podsolik land. The research was conducted in Soil Laboratory, Agro-biotechnology Laboratory, Research Laboratory and Experimental area of Agriculture Faculty, Muhammadiyah University of Yogyakarta, at November 2017 until May 2018. The research was carried out by field experimental method, using a single factor experiment design with 4 treatments i.e.: without Inoculum, *Rhizobium* inoculum sp., Phosphate Solvent Bacteria inoculum and *Rhizobium* inoculum sp.with Phosphate Solvent Bacteria, compiled in Completely Randomized Design (CRD) planted in a Red-Yellow Podsolik soil. Observational variables were performed on nodulation activity, population dynamics of Phosphate solvent bacteria, root growth, vegetative growth and yield. The results showed that *Rhizobium* sp.-Bacterium of Phosphate Solvent simultaneously for soybean cultivation on Red-Yellow Podsolik soil significantly increased root growth, vegetative growth and seed yield reached 11.50 tons /ha. **Keywords:** Soybean, *Rhizobium* sp., Phosphate Solvent Bacteria, Red-Yellow Podsolik Soil.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji asosiasi inokulum *Rhizobium* sp. dan Bakteri Pelarut Fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di tanah Podsolik Merah Kuning serta menetapkan asosiasi inokulum yang sesuai untuk pengembangan kedelai di tanah Podsolik Merah Kuning. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tanah, Laboratorium Agrobioteknologi, Laboratorium Penelitian dan Lahan Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, pada bulan November 2017 hingga Mei 2018. Penelitian dilaksanakan dengan metode percobaan lapangan, menggunakan rancangan percobaan faktor tunggal dengan 4 perlakuan yaitu, tanpa Inokulum, Inokulum *Rhizobium* sp., Inokulum Bakteri Pelarut Fosfat dan Inokulum *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat, yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan media tanam tanah Podsolik Merah Kuning. Variabel pengamatan dilakukan terhadap aktivitas nodulasi, dinamika populasi Bakteri Pelarut Fosfat, pertumbuhan perakaran, pertumbuhan vegetatif dan hasil. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa pemberian Inokum *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat secara bersamaan untuk budidaya kedelai pada tanah Podsolik Merah Kuning nyata meningkatkan pertumbuhan perakaran, pertumbuhan vegetatif serta hasil biji mencapai 11,50 ton/ha.

Kata kunci: Kedelai, *Rhizobium* sp., Bakteri Pelarut Fosfat, Tanah Podsolik Merah Kuning.

I. PENDAHULUAN

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) 2015, dari tahun 2009 hingga 2013 produksi kedelai rata-rata menurun 5,38% setiap tahun. Namun pada tahun 2014 hingga 2015 produksi kedelai mengalami rata-rata peningkatan 9,55% per tahun. Akan tetapi peningkatan tersebut belum dapat memenuhi permintaan kedelai nasional yang terus meningkat sejalan dengan kebutuhan kedelai masyarakat. Kebutuhan kedelai khususnya untuk tahu dan tempe mencapai 1,6 juta ton/tahun dan kebutuhan kedelai hitam untuk kecap sekitar 650 ribu ton/tahun. Artinya untuk memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri diperlukan tambahan produksi kedelai sekitar 1,29 juta ton/tahun, sehingga perlu adanya peningkatan produktivitas kedelai di Indonesia.

Upaya pemenuhan kebutuhan pangan di Indonesia dapat dilakukan melalui program ekstensifikasi lahan yang bertujuan untuk memperluas area produksi (Suyanto, 2012). Menurut Sri dan Dariah (2015), ekstensifikasi lahan pertanian dihadapkan pada keterbatasan lahan subur. Di Indonesia sekitar 50,4 juta hektar atau 29,05% dari daratan Indonesia merupakan lahan kering masam dengan jenis tanah Podsolik Merah Kuning (Latif dkk. 2015). Tanah Podsolik Merah Kuning dalam skala besar dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa sawit, karet dan tanaman industri lainnya. Permasalahan yang dihadapi lahan dengan jenis tanah Podsolik Merah Kuning yakni, pH yang masam, Unsur N, P, K, Ca, Mg, Na rendah. Menurut Tania *et al.* (2012) Ketersediaan unsur hara yang rendah dalam tanah dapat menyebabkan rendahnya tingkat kesuburan tanah, hal tersebut akan menjadi faktor pembatas dari hasil tanaman. adapun unsur hara yang esensial untuk pertumbuhan tanaman diantaranya unsur fosfor dan unsur nitrogen.

Selain itu tanah PMK yang termasuk lahan kering masam juga miskin mikroba, dengan populasi yang hanya berkisar antara 57×10^3 - 29×10^4 cfu/g tanah (Prihastuti dkk., 2006). Rendahnya populasi mikroba tanah, maka pengolahannya secara biologis mutlak di perlukan, antara lain dengan masukan kultur mikroba. Menurut Simanungkalit *et al.* (2006) Bahwa bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri penambat nitrogen (BPN) diketahui dapat menyediakan unsur P dan N tersedia agar dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Penelitian yang dilakukan Harsono dkk. (2007) didapatkan hasil bahwa Multi-isolat *Rhizobium sp.* iletrisoy-1, 2, 3 dan 4 mampu membentuk bintil akar 45-66 bintil/ tanaman dan meningkatkan hasil biji hingga 21%. Pada tanah ultisol yang belum pernah ditanami kedelai, aplikasi iletrisoy-2 dapat memacu pertumbuhan bintil akar dan meningkatkan hasil kedelai dari 0,5-0,9 ton/h (tanpa inokulasi) menjadi 1,10-1,50 ton/h. Penggunaan multi isolat ini dapat mensubstitusi kebutuhan pupuk N setara dengan 50-75 kg urea/h. Serta berdasarkan hasil penelitian Yenni dkk, (2013) telah meneliti pengaruh bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri penambat nitrogen (BPN) terhadap pertumbuhan tanaman tomat pada lahan kering masam, dari hasil penelitian didapatkan bahwa penambahan BPF dan BPN pada tanaman tomat yang di tanam di lahan kering masam, mampu meningkatkan bobot segar tanaman sebesar 0,29 gram, tinggi tanaman sebesar 5,61 cm dan kadar fosfor sebesar 0,69% pada tanaman tomat.

Ketersediaan unsur hara fosfor dan nitrogen di tanah sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, maka bakteri dapat digunakan untuk meningkatkan unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Upaya menanggulangi defisiensi unsur hara pada lahan kering masam dengan jenis tanah Podsolik Merah Kuning, seperti bakteri pelarut fosfat dan *Rhizobium sp.* sp. sebagai bakteri penambat nitrogen, bakteri-bakteri tersebut dapat membantu penyediaan unsur fosfor dan nitrogen bagi tanaman. Oleh karena itu pemberian inokulum *Rhizobium sp.*-Bakteri Pelarut Fosfat secara bersamaan diduga mampu memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di tanah Podsolik Merah Kuning.

II. TATA CARA PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Tanah, Laboratorium Agrobioteknologi, Laboratorium Penelitian dan lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada bulan November 2017 sampai Mei 2018.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: inokulum *Rhizobium* sp., inokulum Bakteri Pelarut Fosfat, benih kedelai varietas Denmas-1, tanah Podsolik Merah Kuning yang diambil dari Pandeglang Banten, kemikalia pembuatan, identifikasi dan perbanyakan inokulum, pestisida, fungisida, pupuk Urea, SP-36, KCL.

Alat yang digunakan yaitu: mikroskop, cawan petri, tabung reaksi, ose, *driglasky*, *colonicounter*, *rotary shaker Leaf Area Meter* (LAM), *Laminar Air flow*(LAF), autoklaf, ayakan tanah, plastik sungkup, gembor, oven, alat pengukur kadar air benih, penggaris 50 cm.

C. Metode Penelitian

Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan metode percobaan faktor tunggal, sebagai berikut :

A : *Rhizobium* sp.

B : Bakteri Pelarut Fosfat

C : *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat

D : Tanpa inokulum (Kontrol)

Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Setiap unit percobaan digunakan, 3 tanaman sampel dan 3 tanaman korban sehingga terdapat 72 tanaman.

D. Tahapan Penelitian

1. Tahap pertama analisis tanah

Analisis tanah dilakukan dengan cara mengukur pH tanah dengan pH meter untuk mengetahui tingkat kesamaan tanah PMK dan analisis BV tanah untuk mengetahui berat tanah untuk media tanam dan pupuk yang dibutuhkan.

2. Tahap Pembuatan Inokulum

a. *Rhizobium* sp.

Sterilisasi alat dan bahan, kemudian pembuatan media YMA dan ETA. Selanjutnya peremajaan, identifikasi dan karakterisasi isolat *Rhizobium* sp. setelah itu pembuatan biakan murni *Rhizobium* sp. untuk kultur stok dan kemudian perbanyakan serta pembuatan starter campuran.

b. Bakteri Pelarut Fosfat

Sterilisasi alat dan bahan, kemudian pembuatan media Pikovskaya dan Nutrien agar. Selanjutnya Isolasi dari sumber isolat kotoran walet, identifikasi dan karakterisasi isolat BPF. Setelah itu pembuatan biakan murni BPF untuk kultur stok dan kemudian perbanyakan serta pembuatan starter campuran.

3. Tahap Aplikasi Inokulum dan Penanaman

Penyiapan lokasi tanam dan pembuatan sungkup, penyiapan media tanam, uji perkecambahan, aplikasi Inokulum dan penanaman

4. Tahap Pemeliharaan

- a. Penyiraman dilakukan setiap hari pada sore hari.
- b. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menyemprotkan insektisida dengan merek dagang Diazinon 600 EC.

5. Tahap Panen dan Pasca Panen

Kedelai telah dapat dipanen setelah sebagian besar daun telah menguning dan polong mulai berwarna kecoklatan serta retak-retak. Panen dilakukan sekitar 14 MST.

E. Variabel Pengamatan

1. Identifikasi *Rhizobium* sp. dan Bakteri Pelarut Fosfat.

Dalam parameter ini yang diamati dari kedua bakteri yakni, identifikasi koloni (diameter, warna, bentuk koloni, tepi, elevasi dan struktur dalam), karakterisasi bakteri (uji aerobisitas, cat gram, bentuk sel).

2. Dinamika Populasi Bakteri Pelarut Fosfat.

3. Pengaruh Inokulum *Rhizobium* sp.

Pengaruh inokulum *Rhizobium* sp. terdiri dari Jumlah nodul akar total, bobot nodul (gram), Diameter nodul (mm), persentase efektivitas nodul (%).

4. Pengamatan pertumbuhan perakaran

Pengamatan ini meliputi, proferasi akar, panjang akar (cm), bobot segar dan kering akar (gram).

5. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan ini meliputi, tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), bobot segar dan kering tajuk (gram), luas daun (cm²), umur berbunga (HST), jumlah polong, bobot kering polong (gram), bobot biji per tanaman (gram), bobot 100 biji (gram), hasil kedelai (ton/h).

A. Analisis Data

Data hasil pengamatan secara periodik disajikan dalam bentuk grafik dan histogram, sebagai hasil akhir dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (*Analisis of Variance*) pada tingkat 5%. Perlakuan yang berbedanya diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi dan Pengaruh Inokulum *Rhizobium* sp.

1. Hasil Peremajaan dan Identifikasi *Rhizobium* sp.

Identifikasi *Rhizobium* sp. bertujuan untuk memastikan bahwa bakteri yang digunakan telah sesuai dengan karakteristik yang telah ditentukan. Identifikasi *Rhizobium* sp. meliputi karakteristik koloni tunggal dan sel bakteri. Tabel 4 menunjukkan deskripsi dari hasil karakterisasi *Rhizobium* sp. pada media

Tabel 1. Deskripsi hasil Karakterisasi *Rhizobium* sp.

Karakteristik	<i>Rhizobium</i> sp.	
	Media YMA	Media ETA
Warna koloni	Putih Bening	Putih Bening
Diameter koloni	0,4 mm	0,3 mm
Bentuk koloni	Circular	Circular
Bentuk Tepi	Effuse	Effuse
Bentuk Elevasi	Entire	Entire
Struktur Dalam	Transparent	Transparent
Aerobisitas Bakteri	Aerob	Aerob
Warna Bakteri	Violet	Violet
Gram Bakteri	Positif	Positif
Bentuk Bakteri	Kokus	Kokus

2. Nodul akar

Pengaruh inokulasi *Rhizobium* sp. pada tanaman dapat dilihat dari aktivitas nodulasi tanaman yakni jumlah nodul total, persentase nodul efektif, bobot nodul dan diameter nodul. Pada penelitian yang telah dilakukan tidak terdapat nodul akar pada semua perlakuan dari minggu ke-3 hingga minggu ke-9 setelah tanam. Namun untuk mengetahui apakah *Rhizobium* sp. yang di inokulasikan masih berada pada perakaran kedelai, maka dilakukan plating sampel tanah yang dilakukan satu minggu setelah panen, hasil dari plating didapatkan masih terdapat bakteri *Rhizobium* sp. yang berada pada perakaran tanaman kedelai dengan total bakteri 11×10^2 cfu/ml pada perlakuan *Rhizobium* sp.- Bakteri Pelarut Fosfat dan 7×10^2 cfu/ml pada perlakuan *Rhizobium* sp. Hal ini menunjukkan bahwa *Rhizobium* sp. yang diinokulasikan dapat bertahan hidup dan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, namun tidak memberikan pengaruh terhadap pembentukan bintil akar.

Rendahnya pH tanah PMK menyebabkan tidak tersedianya unsur Mo yang merupakan unsur esensial yang diperlukan dalam metabolisme N bakteri. Kandungan Mo pada tanah podsolik berkisar antara 0,09 – 0,36 ppm, kandungan ini dikategorikan sangat rendah bila dibandingkan dengan kandungan Mo pada tanah-tanah pertanian yang berkisar antara 0,6-3,5 ppm (Roesmarkam dan Yuwono, 2002). Selain karena tidak tersedianya kandungan Mo pada tanah masam, tingginya kandungan Fe dan Al juga berpengaruh pada pembentukan nodul akar. Menurut Roesmarkam dan Yuwono. (2002) semakin rendah pH maka makin tinggi kelarutan Fe dan Al dan sehingga Fe ini mengikat Mo. Ikatan Fe-Mo tergolong kuat sehingga tidak tersedia untuk tanaman. Ketersediaan Molybdenum pada tanah sangat berpengaruh dalam pembentukan nodul akar tanaman, karena Mo merupakan bagian dari enzim nitrat reduktase yang mereduksi ion nitrat menjadi ion nitrit dan mengaktifkan enzim nitrogenase, nitrat reduktase, dan xantine oksidase.

B. Identifikasi dan pengaruh Bakteri pelarut Fosfat

1. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat

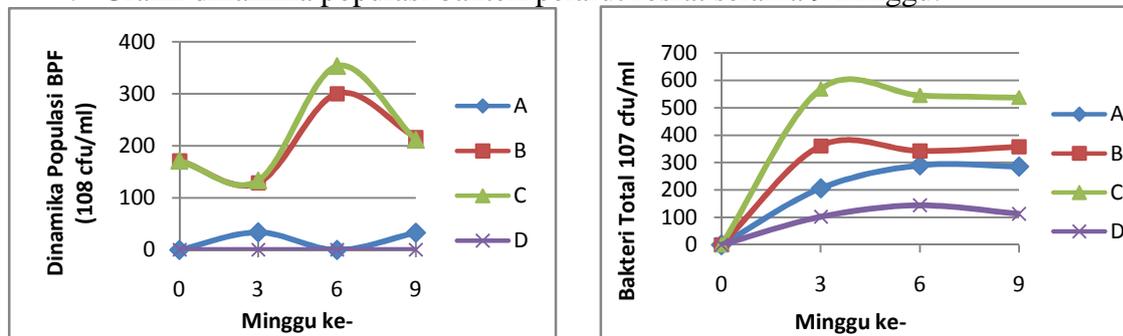
Bakteri pelarut fosfat yang akan inokulasikan pada media tanam didapatkan dengan mengisolasi sumber isolat bakteri pelarut fosfat yakni pada kotoran burung walet. Sumber isolat yang diisolasi pada media pikovskaya dengan metode *streak plating* atau metode gores diinkubasi selama 7 hari. Tabel 5 menunjukkan perbedaan antara kedua bakteri pelarut fosfat yang dilihat dari hasil karakterisasi koloni.

Tabel 2. Deskripsi Bakteri Pelarut Fosfat

Uraian	Bakteri Pelarut Fosfat	
	Bakteri 1	Bakteri 2
Warna koloni	Putih	Putih
Diameter koloni	0,18 mm	0,38 mm
Diameter zona bening	0,02 mm	0,02 mm
Bentuk koloni	Curled	Amoeboid
Bentuk Tepi	Undulate	Lobate
Bentuk Elevasi	Convex	Convex rugose
Struktur Dalam	Opaque	Opaque
Aerobisitas Bakteri	Aerob	Aerob
Warna Bakteri	Violet	Violet
Gram Bakteri	Positif	Positif
Bentuk Bakteri	Basil	Basil

3. Dinamika Populasi Bakteri Pelarut Fosfat

4. Grafik dinamika populasi bakteri pelarut fosfat selama 9 minggu.



(a)

(b)

Gambar 1. (a) Dinamika populasi Bakteri Pelarut Fosfat, (b) bakteri total

Keterangan:

A = *Rhizobium* sp.

B = Bakteri Pelarut Fosfat

C = *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat

D = Tanpa Inokulum (Kontrol)

Populasi Bakteri Pelarut Fosfat pada saat *starter* yakni 171×10^7 CFU/ml. Berdasarkan hasil sidik ragam dinamika populasi Bakteri Pelarut Fosfat (tabel 6) pada minggu ke-9 menunjukkan beda nyata (Lampiran 1). Perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat ($215,67 \times 10^7$ CFU/ml) dan perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat ($211,33 \times 10^7$ CFU/ml), menunjukkan hasil dinamika populasi yang tinggi pada minggu ke-9 dibandingkan dengan perlakuan *Rhizobium* sp. ($33,00 \times 10^7$ CFU/ml) dan perlakuan tanpa inokulum ($0,00 \times 10^7$ CFU/ml). Perlakuan yang diberi inokulum Bakteri pelarut fosfat menunjukkan rizosfer

kedelai mampu memberikan kondisi yang optimal bagi Bakteri Pelarut Fosfat sehingga dapat beradaptasi hingga minggu ke-9. Menurut Rao (1994), bahwa keberadaan Bakteri Pelarut Fosfat lebih dipengaruhi oleh keberadaan substrat, pH tanah, suhu lingkungan, kelembaban tanah serta tekstur tanah.

Pada grafik dinamika populasi, perlakuan yang diberi inokulum bakteri pelarut fosfat yakni perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat dan perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat mengalami penurunan dari minggu ke-0 hingga ke-3, hal ini di duga bakteri mengalami fase adaptasi terhadap media tanam yang ber pH masam, hal ini sesuai yang dikemukakan Oetami (2012), faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba salah satunya pH, kebanyakan bakteri tumbuh pada pH optimum antara 6,5 - 7,5. Pada minggu ke-6 terjadi peningkatan terhadap populasi, hal ini di duga bakteri pelarut fosfat yang dapat beradaptasi dan memasuki fase logaritma atau eksponensial. Fase dimana massa sel menjadi dua kali lipat dengan laju yang sama. Pada minggu ke-6 perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat, menunjukkan peningkatan populasi bakteri dibanding dengan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat. Marcia *et al.*(2011) menyatakan bahwa pengaruh yang positif satu mikrobia dengan mikrobia lainnya dikarenakan terdapat hasil ekskresi yang bermanfaat bagai salah satu atau kedua mikrobia. Hal ini menunjukkan bahwa *Rhizobium* sp. dapat memberikan kondisi yang optimal bagi bakteri pelarut fosfat. Pada minggu ke-9 terjadi penurunan populasi bakteri pelarut fosfat, hal ini menandakan bakteri telah memasuki fase dimana beberapa sel telah mati dikarenakan kehabisan makanan.

C. Pertumbuhan Perakaran Tanaman

Akar merupakan organ utama yang berperan sebagai perantara tanaman dalam memperoleh nutrisi berupa unsur hara dan air yang akan diserap dari dalam tanah dan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

1. Rerata pertumbuhan perakaran pada minggu ke-9

Perlakuan	Proliferasi akar	Panjang akar	Bobot segar akar	Bobot kering akar
<i>Rhizobium</i> sp.	3,66 a	82,23 a	89,62 b	18,00 b
Bakteri Pelarut Fosfat	3,66 a	73,30 b	71,54 bc	15,57 b
<i>Rhizobium</i> sp.-Bakteri Pelarut Fosfat	4,00 a	87,46 a	122,40 a	28,03 a
Tanpa Inokulum	3,33 a	72,33 c	59,54 c	9,87 c

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

1. Proliferasi Akar

Proliferasi akar menggambarkan pertumbuhan akar yang meluas pada media tumbuh tanaman. Hasil sidik ragam rerata proliferasi akar, menunjukkan bahwa pada minggu ke-9 tidak ada beda nyata pada setiap perlakuan. Hal tersebut diduga ketersediaan air yang tercukupi pada semua perlakuan dan merujuk pada parameter sebelumnya yaitu dinamika populasi bakteri pelarut fosfat, dapat dilihat pada perlakuan *Rhizobium* sp. juga terdapat bakteri pelarut fosfat walaupun dalam jumlah yang sedikit. Bakteri pelarut fosfat berasosiasi dengan *Rhizobium* sp. pada tanaman dapat meningkatkan ketersediaan unsur N dan P. Akar akan membentuk bulu-bulu akar yang akan menyusup diantara partikel tanah, memperluas permukaan kontak akar dengan tanah untuk mencari nutrisi (Wuryaningsih dkk., 2010). Hal ini dapat memicu aktivitas pertumbuhan dan persebaran perakaran yang cenderung sama.

2. Panjang Akar

Hasil sidik ragam panjang akar menunjukkan adanya beda nyata pada setiap perlakuan. Masing-masing perlakuan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan mikrobia di rhizosfer. Perlakuan inokulasi *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat mampu memberikan kondisi yang paling efektif dan sesuai terhadap pertumbuhan mikrobia di rhizosfer, dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulum, hal ini dikarenakan adanya kecukupan unsur N dan P tersedia yang akan digunakan untuk mendukung pertumbuhan akar. Parameter panjang akar pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki panjang akar yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat dan perlakuan tanpa inokulum. Hal dikarenakan pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat dan Perlakuan *Rhizobium* sp. terdapat dua bakteri yang dapat menyediakan unsur nitrogen dan fosfor tambahan terhadap tanaman kedelai sehingga memacu peningkatan hormon pertumbuhan pada akar. Menurut Gardner *et al.* (1991), bahwa kandungan N yang besar cenderung meningkatkan produksi hormon auksin pada tanaman. Serta adanya bakteri pelarut fosfat yang dapat menghasilkan vitamin dan fitohormin yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar pada tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick, 1995).

3. Bobot Segar Akar

Hasil sidik ragam bobot segar akar, menunjukkan adanya beda nyata pada setiap perlakuan di minggu ke-9. Perlakuan pemberian inokulum *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki bobot segar akar yang nyata lebih tinggi (122,40 gram) dibandingkan dengan perlakuan perlakuan *Rhizobium* sp. (89,62), perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat (71,54) dan bobot segar akar terendah pada perlakuan tanpa inokulum (59,54). Hal ini di duga eksudat akar pada *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat sesuai untuk pertumbuhan kedua bakteri, sehingga dapat menyediakan kecukupan unsur hara N dan P dalam tanah. Mikroba akan berasosiasi dalam tanah dengan memanfaatkan bahan organik yang terkandung pada media. Asosiasi mikrobia yang diinokulasikan dapat mempengaruhi proses metabolisme tanaman salahsatunya proses fotosintesis. Menurut Marschner (1999), bahwa pada proses fotosintesis yang terjadi di daun dan ekspor gula (energi) akan diakumulasikan ke bagian tanaman seperti batang dan akar. Akumulasi hasil fotosintesis ke akar dapat meningkatkan rasio berat segar akar.

4. Bobot Kering Akar

Hasil sidik ragam bobot kering akar, menunjukkan adanya beda nyata pada setiap perlakuan. Perlakuan *Rhizobium* sp. dan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat memiliki bobot kering akar yang cenderung sama dan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulum. Perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki bobot kering akar nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan *Rhizobium* sp. dan Bakteri Pelarut Fosfat. Hal ini disebabkan adanya interaksi kedua bakteri yang diinokulasikan secara bersamaan dan mampu menyediakan unsur N dan P sehingga dapat diserap dengan baik oleh akar serta tingginya fotosintat yang terakumulasi pada akar. Sesuai yang dikemukakan Gardner (1991), bahwa faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis adalah genetik dan serapan nutrisi pendukung dari tanah. Menurut Fitter dan Hay (1981), ketepatan distribusi dan pertumbuhan sistem perakaran merupakan respon terhadap perbedaan konsentrasi hara pada media tanam, sehingga densitas yang tinggi akan terjadi pada tanah yang memiliki kecukupan unsur hara.

D. Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman didefinisikan sebagai proses pembelahan dan pemanjangan sel atau peningkatan bahan kering tanaman (Gardner *et al.*, 1991). Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dapat diamati pertumbuhan vegetatif maupun generatifnya.

2. Rerata pertumbuhan vegetatif pada minggu ke-9

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Luas Daun	Bobot Segar Tajuk	Bobot Kering Tajuk	Umur berbunga
<i>Rhizobium</i> sp.	80,55 b	206,67 b	7090,3 b	227,13 b	65,24 b	44,00 b
Bakteri Pelarut Fosfat	69,25 c	201,67 b	5790,0 c	175,89 c	57,97 c	44,33 b
<i>Rhizobium</i> sp.- Bakteri Pelarut Fosfat	92,40 a	304,67 a	9027,3 a	289,75 a	85,70 a	42,33 a
Tanpa Inokulum	69,63 c	189,33 c	4726,0 d	173,88 c	46,09 d	47,00 c

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

1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam tinggi tanaman menunjukkan bahwa terdapat beda nyata pada masing-masing perlakuan. Perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat dan perlakuan *Rhizobium* sp. memberi pengaruh secara signifikan terhadap tinggi tanaman, sedangkan pada perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat dan perlakuan tanpa inokulum memiliki pengaruh yang cenderung sama terhadap tinggi tanaman. Hal ini sesuai hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Gangasuresh *et al.* (2010) bahwa bio-inokulan dari bakteri pelarut fosfat dan *Rhizobium* sp. yang diaplikasikan secara bersamaan menunjukkan adanya simbiotik yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman lebih tinggi dari pada kontrol. Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa perbedaan tinggi suatu tanaman dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh, cahaya, ketersediaan air dan nutrisi dalam media tanam. Penelitian Gangasuresh *et al.* (2010), menunjukkan bahwa kombinasi *Rhizobium* sp. dan Bakteri Pelarut Fosfat lebih sinergis daripada inokulasi tunggal pada pertumbuhan tanaman kedelai.

2. Jumlah Daun

Berdasarkan hasil sidik ragam jumlah daun, menunjukkan ada beda nyata pada setiap perlakuan. Berdasarkan rerata jumlah daun, setiap perlakuan memberikan pengaruh yang nyata pada jumlah daun. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian *Rhizobium* sp.- Bakteri Pelarut Fosfat secara bersamaan dapat menyediakan unsur N dan P yang cukup bagi pertumbuhan sehingga unsur hara terpenuhi dengan baik. Wahyudi (2010) bahwa nitrogen sangat berperan dalam pertumbuhan daun, sehingga daun dapat menjadi lebih lebar, berwarna lebih hijau serta berkualitas baik. Berdasarkan pernyataan di atas dapat dipastikan bahwa peningkatan unsur nitrogen dapat menambah pertumbuhan jumlah daun, karena pada dasarnya klorofil tertinggi terdapat pada bagian daun. Unsur P yang berperan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat yang nantinya akan diubah menjadi energi. Energi inilah yang dibutuhkan untuk mendukung kinerja unsur N dalam pertumbuhan vegetatif tanaman salah satunya untuk meningkatkan jumlah daun.

3. Luas Daun

Hasil dari sidik ragam menunjukkan bahwa ada beda nyata antar perlakuan terhadap luas daun. Perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki luas daun tertinggi (9027,3 cm²), kemudian diikuti dengan perlakuan *Rhizobium* sp (7090,3 cm²), perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat (5790,0 cm²) dan yang terendah pada perlakuan tanpa inokulum (4726,0 cm²). Pada perlakuan yang di inokulasikan *Rhizobium* sp. menunjukkan hasil luas daun yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi *Rhizobium* sp. Hal ini diduga adanya pengaruh inokulasi *Rhizobium* sp. terhadap luas daun, sesuai yang dikemukakan oleh Endang (2013), bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi luas daun adalah nutrisi yang cukup bagi tanaman. Unsur nitrogen berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, sehingga daun tanaman menjadi lebih lebar, berwarna lebih hijau serta berkualitas (Wahyudi, 2010).

1. Bobot Segar Tajuk

Hasil sidik ragam bobot segar tajuk menunjukkan adanya beda nyata pada setiap perlakuan. Perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat dan perlakuan kontrol memiliki bobot segar yang relatif sama, namun pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memberikan bobot segar yang nyata lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara khususnya unsur hara N dan P yang sangat esensial untuk pertumbuhan dan proses metabolisme pada perlakuan yang diberi inokulum *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat secara bersamaan mampu dimanfaatkan tanaman secara maksimal untuk meningkatkan biomassa tanaman. Hal ini diduga kandungan N dan P tersedia dan dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhan tajuk. Kegunaan unsur N bagi tanaman antara lain membuat tanaman lebih hijau segardan banyak mengandung butir hijau (klorofil) yang mempunyai peran dalam proses fotosintesis. Menurut Rover (2009) menyatakan bahwa P berfungsi untuk pembentukan protein serta merangsang pertumbuhan akar sehingga menyebabkan pertumbuhan daun tanaman yang baik dan dapat meningkatkan bobot bahan hijau.

2. Bobot Kering Tajuk

Hasil sidik raga bobot kering tajuk menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberi pengaruh yang nyata terhadap bobot kering tajuk. Menurut Gardner *et al.*, (1991) besarnya bobot kering tanaman disebabkan oleh besarnya fotosintat yang dihasilkan tanaman. Perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat menunjukkan hasil bobot kering tajuk tertinggi dibanding *Rhizobium* sp. dan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat, serta perlakuan tanpa inokulum memiliki bobot kering tajuk terendah. Hal ini dikarenakan pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki jumlah daun yang banyak dan luas daun yang tinggi sehingga pada proses fotosintesis memberikan hasil fotosintat pada tanaman yang banyak sehingga mempengaruhi bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk tanaman. Hal ini sejalan dengan pernyataan Dianita dan Abdullah (2011) bahwa pertumbuhan daun dan batang mempengaruhi bobot kering tajuk. Bakteri *Rhizobium* sp. dapat menyediakan unsur N yang berperan dalam pembentukan dan pertumbuhan organ-organ vegetatif salah satunya daun, yang berperan dalam proses fotosintesis, serta bakteri pelarut fosfat yang menyediakan unsur P sehingga tidak terjadinya kekurangan P pada tanaman yang berdampak pada terhambatnya sintesis protein sehingga akan terjadi akumulasi gula dalam daun, hal ini menyebabkan proses metabolisme pun terhambat.

3. Umur Berbunga

Hasil sidik ragam umur berbunga menunjukkan ada beda nyata pada setiap perlakuan. Masing-masing perlakuan memiliki umur berbunga yang bervariasi, pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat cenderung berbunga lebih cepat yakni 42 hari setelah tanam, kemudian perlakuan *Rhizobium* sp. dan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat dengan umur berbunga yang sama yakni 44 hari setelah tanam, perlakuan kontrol memiliki umur berbunga yang lama yakni 47 hari setelah tanam. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi dari perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat lebih baik untuk memacu pembungaan yang lebih cepat. Menurut Gardner *et al.* (1991) bahwa faktor dari pembungaan suatu tanaman tergantung dari nutrisi tanaman yang diserap. Selain itu bakteri pelarut fosfat yang diinokulasikan diduga mampu menyediakan unsur P yang cukup bagi tanaman sehingga membantu dalam proses pembungaan pada tanaman.

E. Komponen Hasil Tanaman Kedelai

Tabel 3. Rerata Hasil Tanaman Kedelai

Perlakuan	Jumlah Polong	Persentase Polong Berisi (%)	Bobot kering polong per tanaman	Bobot biji per tanaman	Bobot 100 biji	Hasil
<i>Rhizobium</i> sp. Bakteri Pelarut Fosfat	224,00 b	88,79 b	81,64 b	58,68 b	16,04 b	7,36 b
<i>Rhizobium</i> sp.-Bakteri Pelarut Fosfat	222,67 b	86,53 b	80,91 b	58,10 b	16,04 b	7,26 b
<i>Rhizobium</i> sp.-Bakteri Pelarut Fosfat	319,67 a	94,47 a	125,22 a	91,93 a	17,24 a	11,50 a
Tanpa Inokulum (Kontrol)	101,67 c	80,45 c	46,44 c	28,18 c	15,51 b	3,53 c

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

1. Jumlah Polong Per Tanaman

Hasil sidik ragam jumlah polong per tanaman menunjukkan bahwa ada beda nyata pada masing-masing perlakuan terhadap jumlah polong. Masing-masing perlakuan memiliki jumlah polong yang berbeda, pada perlakuan *Rhizobium* sp. dan perlakuan Bakteri pelarut fosfat memiliki jumlah polong yang cenderung sama, sedangkan pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki jumlah polong yang terbanyak dan yang terendah perlakuan tanpa inokulum. Hal ini dikarenakan pada saat pembentukan polong selain dipengaruhi oleh genetis kedelai, kelembaban dan ketersediaan unsur hara terutama unsur fosfor menjadi faktor penting saat pembentukan dan pengisian polong. Penginokulasian *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat diduga mampu menyediakan unsur N dan P yang berperan dalam pembentukan dan pengisian polong. Hal ini sesuai dengan Marsono (2002), menyatakan bahwa Unsur N berfungsi memacu pertumbuhan tanaman, serta unsur P yang sangat berperan dalam pembentukan polong.

2. Persentase Polong Berisi

Hasil sidik ragam persentase polong berisi menunjukkan adanya beda yang nyata terhadap persentase polong berisi pada setiap perlakuan. Persentase polong berisi pada setiap perlakuan berbeda-beda, namun pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki persentase polong berisi lebih tinggi yaitu 94,47%, diikuti perlakuan *Rhizobium* sp. 88,79 %, perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat sebesar 86,53% dan yang terendah perlakuan tanpa inokulum sebesar 80,450% polong yang terisi. Menurut Indria (2005), bahwa tidak seluruhnya polong dapat terisi penuh, hal ini disebabkan oleh ketersediaan hara dalam tanah dan kondisi tanah. Pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat secara bersamaan

dapat memberikan kondisi yang efektif terhadap ketercukupan unsur hara yang berperan dalam pembentukan dan pengisian polong, selain itu *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memberi kondisi yang efektif bagi eksudat akar, sehingga dapat berasosiasi dengan baik dalam penyerapan unsur hara yg digunakan dalam pembentukan dan pengisian polong, sehingga dapat meningkatkan persentasi polong berisi pada kedelai.

3. Bobot Kering Polong

Hasil sidik ragam bobot kering polong menunjukkan bahwa ada beda nyata pada setiap perlakuan terhadap bobot kering polong. perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki bobot polong kering tertinggi (125,22 gram), sedangkan perlakuan *Rhizobium* sp.(81,64 gram) dan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat (80,91 gram) memiliki bobot kering polong cenderung sama dan yang terendah perlakuan tanpa inokulum dengan bobot kering polong sebesar 46,44 gram. tingginya bobot kering polong dipengaruhi oleh akumulasi fotosintat yang di hasilkan dari proses fotosintesis yang dilakukan tanaman. Merujuk pada variabel pengamatan sebelumnya yaitu jumlah daun dan luas daun yang sangat berkaitan dengan proses fotosintesis. Luas daun yang didukung dengan jumlah daun yang banyak berperan penting dalam proses fotosintesis. Semakin luas daun maka semakin besar cahaya yang dapat diserap oleh daun dan digunakan dalam proses fotosintesis. Perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat menunjukkan hasil tertinggi terhadap kedua variabel tersebut, hal ini berpengaruh terhadap bobot kering polong yang dihasilkan. Oleh sebab itu, akumulasi bahan kering polong lebih disebabkan oleh fotosintat yang dihasilkan daun. Menurut Gardner *et al.* (1991), bahwa setelah memasuki fase generatif, laju fotosintesis akan dialihkan sebagian besar untuk pengisian buah.

4. Bobot Biji Per Tanaman

Hasil sidik ragam bobot biji per tanaman menunjukkan ada beda nyata pada setiap perlakuan terhadap bobot biji per tanaman. Pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki bobot biji per tanaman yang nyata lebih tinggi (91,93 gram). Perlakuan *Rhizobium* sp. (58,68 gram) dan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat (58,10 gram) memiliki respon yang sama terhadap bobot biji per tanaman, sedangkan perlakuan tanpa inokulum memiliki bobot biji pertanaman yang paling rendah (28,18 gram). Merujuk pada variabel pengamatan sebelumnya, bahwa bobot biji per tanaman akan di pengaruhi oleh jumlah polong dan persentasi polong berisi. Produksi biji berkorelasi positif dengan jumlah polong. Selain itu fotosintat hasil fotosintesis yang mengisi polong akan semakin banyak sehingga bobot biji per tanaman semakin besar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Soverda dan Tiur (2009), bahwa selama pengisian biji fotosintat yang baru terbentuk maupun yang tersimpan dapat digunakan tanaman untuk meningkatkan berat biji.

5. Bobot 100 Biji

Hasil sidik ragam bobot 100 biji menunjukkan adanya beda nyata terhadap bobot 100 biji. Pada perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat memiliki bobot 100 biji tertinggi yaitu 17,24 gram, sedangkan pada perlakuan *Rhizobium* sp. dan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat memiliki bobot 100 biji yang sama yaitu 16,04 gram, dan perlakuan tanpa inokulum memiliki bobot 100 biji terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yakni 15,51gram. Hal ini tidak sesuai dengan yang dikemukakan Suyanto dan Musalamah (2010), bahwa varietas sangat mempengaruhi bobot 100 biji. Perbedaan berat 100 biji pada setiap perlakuan diduga karena adanya pengaruh pemberian inokulum pada setiap perlakuan, dimana inokulum tersebut mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman secara cukup sehingga tanaman mampu memaksimalkan ukuran biji pada saat pengisian polong.

6. Hasil (ton/h)

Hasil sidik ragam hasil kedelai (tabel 22), menunjukkan bahwa ada beda yang nyata pada setiap perlakuan terhadap hasil kedelai dalam satuan ton/h (lampiran 6.kk). Perlakuan *Rhizobium* sp. (7,36 ton/ha) dan perlakuan Bakteri Pelarut Fosfat (7,26 ton/ha) menunjukkan hasil yang cenderung sama, hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulum (3,53 ton/ha) dan untuk perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat dapat menghasilkan biji kedelai yang paling tinggi (11,50 ton/ha). Perlakuan *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat dapat meningkatkan hasil yang nyata lebih tinggi di bandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini diduga karena inokulum *Rhizobium* sp.-Bakteri pelarut Fosfat yang diinokulasikan secara bersamaan mampu memberikan ketersediaan unsur khususnya pada masa generatif unsur yang sangat dibutuhkan yakni unsur fosfor, selain itu terjadi asosiasi yang kompatibel pada kedua bakteri yang diinokulasikan secara bersamaan. Merujuk pada parameter sebelumnya perlakuan *Rhizobium* sp.-bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan bobot biji per tanaman. Apabila bobot biji pertanaman semakin tinggi maka, hasil kedelai pun akan semakin tinggi. Menurut Ayu dkk. (2013), bahwa respon kedelai yang tinggi terhadap inokulum yang diinokulasikan kompatibel terhadap varietas serta adaptif dapat meningkatkan produksi kedelai.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Asosiasi inokulum *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat yang diinokulasikan secara bersamaan nyata meningkatkan pertumbuhan akar, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar dan kering tajuk, umur berbunga, jumpal polong per tanaman, persentase polong berisi, bobot kering polong, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji serta hasil mencapai 11,50 ton/h.
2. *Rhizobium* sp.-Bakteri Pelarut Fosfat yang di inokulasikan secara bersamaan merupakan asosiasi yang sesuai untuk pengembangan kedelai pada tanah Podsolik Merah Kuning.

B. Saran

1. Petani yang melakukan budidaya tanaman kedelai pada tanah masam khususnya pada jenis tanah Podsolik Merah Kuning, lebih baik menginokulasikan *Rhizobium* sp. dan Bakteri Pelarut Fosfat secara bersamaan.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk aplikasi inokulum pada kedelai di tanah Podsolik Merah Kuning dengan penambahan unsur Mo.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. Jhon Willey and Son Inc. New York.
- Anggraini. 2010. Studi Morfo-Anatomi dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine mac (L) Merr.*) Pada Kondisi Cekaman Intensitas Cahaya Rendah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ayu M., Rosmayanti dan Lutfi A. M. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas kedelai Terhadap Inokulasi *Bradyrhizobium*. Jurnal Pnline Agroteknologi. 1(2): 15-23.
- BPS. 2015. Produksi Kedelai. <http://BPS.go.id>. Diakses 24 April 2017.
- Dedi S. 2015. Kajian Perbanyakkan *Lactobacillus plantarum* Pada Media Modifikasi *MRS BROTH* Berbahan Campuran Air Kelapa Dan Limbah Cair Tempe Untuk Pembuatan Tepung *Mocaf*. Skripsi Mahasiswa FP UMY. Tidak Dipublikasikan.
- Dianita R. dan L. Abdullah. 2011. *Effect of Nitrogen Fertilizer on Growth Characteristic and Productivity of Creeping Forage Plants for Tree-Pasture Integrated System*. Jurnal of Agricultural Science and technology A 1. 1118-1121.
- Endang P. 2013. Respon Pertumbuhan Tanaman Kedelai Hitan Terinfeksi Mikoriza Pada Tanah Marjinal. Widya Warta. 1(2): 81-95.
- Fitter, A. H. dan R. K. M. Hay. 1981. *Enviromental Physiology Plants* Arrangemnt with Academic Press. Inc. London. Pp : 142.
- Gardner, F. P., Brent P. Dan Roger L. M. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Glick, B. R. 1995. *The Enhancement of Plant Growth by Free-Living Bacteria*. Journal Microbiology. 4: 109-117.
- Graham, P.H. and C.P. Vance. 2003. *Legumes: Importance and Constraints to Greater Use*. *Plant Physiol*. 131:872-877.
- Gangasuresh. P., V. Muthuselvi, E., E. Muthulakshmi, S., Muthumari. And G. Maniamal. 2010. *Synergistic Efficiency of Phosphate Solubilizer Associated with Nitrogen Fixer On The Grow of Soybean (Glycine max)*. International Journal of Biological Thechnology1(2):124-130.
- Indria, A. T. 2005. Pengaruh Sistem Pengolahan Tanah dan Pemberian Macam Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hipogaea L*). Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Solo.
- Latifa, M.R., Nisa, L dan Neneng, L.N. 2015. Efek Sistem Pengolahan Tanah Terhadap Bahan Organik Tanah, Sifat Fisik Tanah dan Produksi Jagung pada Tanah Podsolik merah Kuning di Kabupaten Lampung Timur. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat. Hal. 1-9.
- Marschner, H. 1999. *Mineral Nutrition of Higher Planss*. 2nd Ed. United Kingdom. Academic Press.
- Marcia F., Ademir S., Helio A and Mario A. 2011. Biodiversity and The Potential of PGPR: Plant-microotganism Interactions. Nova Science Publisher, Inc. New York. P.332.
- Marsono, P. S. 2002. Pupuk Akar Jenis dan Aplikasinya. Penebar Swadaya.
- Mas'ud, P. 1993. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa. Bandung. 275 hal.
- Oetami, D. H. 2012. Mikrobiologi Pertanian. Graha Ilmu. Yogyakarta. 197 hal.
- Prihastuti, Sudaryono, dan Tri Wardani. 2006. Kajian Mikrobiologis Pada Lahan Kering Masam. Lampung. Agritek 14(5):10-25.
- Rao, N. S. 1994. *Soil Microorganism and Plants Growth*, Jhon Willey and Sons Inc. New York.

- Roesmarkam, A dan M. W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius Yogyakarta. 224 hal.
- Rover. 2009. Pemberian Campuran Pupuk Anorganik dan pupuk Organik pada Tanah Ultisol Untuk Tanaman Padi Gogo(*Oriza sativa L*). Tesis. Hal 35-36.
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik. 2006. Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor. 313 hal.
- Sri, R. dan Dariah. 2015. Pengembangan Lahan Kering Masam; Peluang, Tantangan Dan Strategi Serta Teknologi Pengolahan. <http://www.litbang.pertanian.go.id/buku/Lahan-Kering-Ketahan/BAB-III-6.pdf>. Diakses 24 April 2017.
- Soverda, N dan Tiur, H. 2009. Respon tanamn kedelai terhadap pemberian berbagai konsentrasi pupuk hayati. Universitas jambi. Jurnal agronomi. Vol 13 no 1 januari – juni 2009.
- Suyamto dan Musalamah. 2010. Kemampuan Berbunga, Tingkat Keguguran, dan Potensi Hasil Beberapa Varietas Kedelai. Buletin Plasma Nutfah 16(1): 38-43.
- Prihastuti, Sudaryono, dan Tri Wardani. 2006. Kajian Mikrobiologis Pada Lahan Kering Masam. Lampung. Agritek 14(5):10-25.
- Tania, N, Astina, dan S. Budi. 2012. Pengaruh pemberian pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil jagung semi pada tanah podsolik merah kuning. Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian1 (1): 10-15.
- Tisdale, S. L., Nelson W. L. dan Beaton J. D. 1985. *Soil Fertility and Fertilizer (Fourth Edition)*. McMillan. Publ. Co. New York.
- Triwibowo Y. 2006. Bioteknologi Pertanian. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 284 hal.
- Wuryaningsih, Y. R. 2010. Pengaruh Berbagai Formulasi Dan Lama Penyimpanan Pupuk Organik Cair Diperkaya *Rhizobacter* Osmotoleran Terhadap Pertumbuhan Awal Tanaman Padi. Skripsi Mahasiswa FP UMY. Tidak Dipublikasikan.
- Yenni W. A., Lestanto U. W. dan Iman B. 2013. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Penambat Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah Masam. <https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/biosfera/article/viewFile/138/98>. Diakses Diakses 1 Mei 2017.
- Yulianti, N., N. 2006. Uji Daya Hasil galur Harapan Kedelai Hasil Persilangan Kultivar Slamet X Wase. Intitut Pertanian Bogor. Hal 1-24.