

**APLIKASI RHIZOBIUM DAN UREA PADA PERTUMBUHAN SEMAI
SENGON LAUT**

(Skripsi)

Oleh

DINGIN PRAYOGA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

APLIKASI RHIZOBIUM DAN UREA PADA PERTUMBUHAN SEMAI SENGON LAUT

Oleh

DINGIN PRAYOGA

Sengon laut adalah tanaman yang secara alami mampu bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen (Rhizobium). Urea adalah jenis pupuk dengan kandungan nitrogen yang cukup tinggi (46%). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh inokulasi Rhizobium terhadap pertumbuhan semai sengon laut, pengaruh pemberian pupuk urea dengan berbagai konsentrasi pada pertumbuhan semai sengon laut, dan interaksi Rhizobium dan urea terhadap kolonisasi Rhizobium dan pertumbuhan semai sengon laut. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial, terdiri dari dua analisis faktor, faktor pertama adalah inokulasi Rhizobium dan faktor kedua adalah pemupukan urea dengan dosis 0, 2, 4 dan 8 gram. Hasil penelitian menunjukkan inokulasi Rhizobium mampu memacu pertambahan tinggi, pertambahan diameter, pembentukan bintil efektif, dan meningkatkan berat kering semai sengon laut. Pemupukan nitrogen dengan dosis 4 gram menghasilkan pertumbuhan semai

terbaik jika tanpa diinokulasi; inokulasi Rhizobium tanpa pemupukan
menghasilkan kolonisasi Rhizobium tertinggi dan menghasilkan pertumbuhan
terbaik.

Kata kunci: Nitrogen, Sengon laut , Rhizobium, Urea

ABSTRACT

THE APPLICATION OF RHIZOBIUM AND UREA ON *Paraserianthes falcataria* SEEDLING GROWTH

By

DINGIN PRAYOGA

Paraserianthes falcataria is naturally had symbiosis with nitrogen-fixing bacteria (Rhizobium). Urea is fertilizer with high content of nitrogen (46%). The research aimed to study the effect of Rhizobium inoculation on *P. falcataria* seedling growth; the influence of various concentrations of urea on *P. falcataria* seedling growth and the interaction of Rhizobium and urea at Rhizobium colonization and seedling growth. The research design was factorial completely randomized design, consisting of two factors, the first factor was the Rhizobium inoculation and the second factor was the doses of urea which were 0, 2, 4 and 8 grams. The results showed that Rhizobium inoculation could increase the height, diameter, formation of effective nodule, and dry weight of *P. falcataria* seedling; added 4 grams urea produced the best growth; while Rhizobium inoculation without fertilization produced the highest Rhizobium colonization and the best growth.

Keywords: Nitrogen, *Paraserianthes falcataria*, Rhizobium, Urea

**APLIKASI RHIZOBIUM DAN UREA PADA PERTUMBUHAN SEMAI
SENGON LAUT**

Oleh

Dingin Prayoga

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN

Pada

Program Studi Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

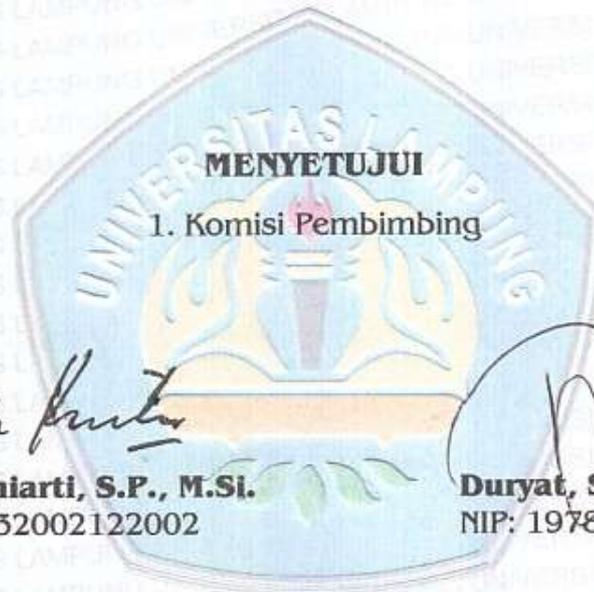
Judul Skripsi : **APLIKASI RHIZOBIUM DAN UREA PADA
PERTUMBUHAN SEMAI SENGON LAUT**

Nama Mahasiswa : **Dingin Prayoga**

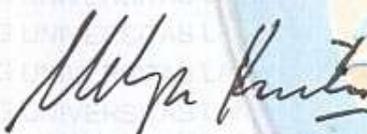
Nomor Pokok Mahasiswa : 1114151019

Program Studi : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

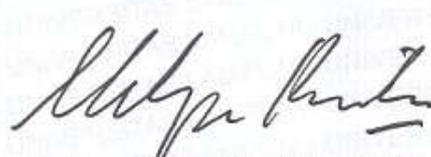


1. Komisi Pembimbing


Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP: 197705032002122002


Duryat, S.Hut., M.Si.
NIP: 197802222001121001

2. Ketua Jurusan Kehutanan


Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP: 197705032002122002

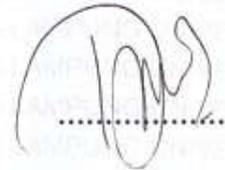
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.



Sekretaris : Duryat, S.Hut., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Drs. Afif Bintoro, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. ,
NIP 196110201986031002**

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 02 Desember 2016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanjung Karang pada 15 November 1993. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Slamet Riadi dan Ibu Darsih. Jenjang pendidikan penulis dimulai pada tahun 1999 di Sekolah Dasar Negeri Binjai Ngagung, Sekolah Menengah Pertama 17.1 Margomulyo 2005 hingga tamat pada tahun 2008,

Sekolah Menengah Atas Bodisattva dan menyelesaikannya pada tahun 2011. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN Tertulis.

Pada tahun 2013, penulis melakukan KLK (Kuliah Lapangan Kehutanan) di Puslitbanghut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, *Center for international Forestry Research* (CIFOR) dan Kebun Raya Bogor. Kemudian pada tahun 2014, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Srimulyo Kecamatan Negara Batin Kabupaten Way Kanan. KKN bertujuan untuk mengaplikasikan ilmu yang dimiliki selama masa perkuliahan untuk dapat membantu masyarakat menghadapi permasalahan yang ada. Tahun 2014 penulis melakukan

Praktek Umum selama satu bulan di KPH CEPU Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Tengah. Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Bioteknologi Hutan. Penulis juga pernah mengikuti program Magang Mahasiswa Bakti Rimbawan BP2SDM Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Pesawaran selama 6 bulan.

Dalam organisasi, penulis pernah menjadi pengurus Himasyilva (Himpunan Mahasiswa Kehutanan) Unila di Bidang I (Rumah Tangga) periode tahun 2012—2013.

Saya persembahkan karya kecil ini untuk Ayah Slamet Riadi, Ibu Darsih tercinta, adikku Cindy Mega Utami, serta Motivator terbaik Susi Herawati Terima kasih atas doa, motivasi, dukungan dan kasih sayang yang tak pernah putus serta tak pernah lelah menanti keberhasilanku.

SANWACANA

Namo Tassa Bhagavato Arahato Sammasambuddhasa...

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “*Aplikasi Rhizobium dan Urea pada Pertumbuhan Semai Sengon Laut*”. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Terwujudnya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan saran berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si., sebagai Ketua Jurusan Kehutanan sekaligus pembimbing utama saya atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang telah diberikan hingga selesainya penulisan skripsi ini.
2. Bapak Duryat, S.Hut., M.Si., selaku Pembimbing kedua penulis, yang telah memberikan dukungan, arahan, dan bimbingan.
3. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P., selaku Pembahas yang telah memberikan arahan, nasehat, bimbingan, dan masukan.
4. Ibu Rommy Qurniaty, S.P., M.Si., selaku Pembimbing Akademik selama menjadi mahasiswa.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan.

6. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Orang tua, yang telah membiayai studi penulis.
8. Teman-teman penulis angkatan 2011 atas kebersamaannya mulai dari langkah awal di kehutanan hingga sekarang, terima kasih atas persaudaraan yang erat yang akan selalu terkenang manis oleh penulis.

Semoga membuahkan berkah atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 2016
Penulis,

Dingin Prayoga

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	2
C. Manfaat Penelitian	3
D. Kerangka Pemikiran.....	3
E. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sengon Laut	6
B. Rhizobium.....	7
C. Fiksasi Nitrogen	9
D. Pupuk	10
E. Pupuk Urea.....	11
III. METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	12
B. Bahan dan Alat Penelitian.....	12
C. Rancangan Percobaan	12
D. Persiapan Penyemaian	14
E. Persiapan Media Penyapihan dan Penyapihan Semai.....	15
F. Persiapan Inokulan dan Inokulasi Rhizobium	16
G. Pemupukan.....	16
H. Pemeliharaan Bibit.....	17
I. Variabel Penelitian.....	17
J. Analisis Data	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	21
B. Pembahasan.....	26

	Halaman
V. SIMPULAN	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	36
Tabel 7-41	39-49
Gambar 5-10.....	50-52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan inokulasi Rhizobium dan pemupukan pada semai Sengon Laut	13
2. Analisis Ragam Pertumbuhan Semai Sengon Laut	19
3. Rekapitulasi analisis ragam untuk seluruh variabel penelitian pengaruh inokulasi Rhizobium dan pemberian urea terhadap pertumbuhan tanaman sengon laut.....	21
4. Rekapitulasi Uji BNJ Interaksi Inokulasi Rhizobium dan Pemupukan	22
5. Rekapitulasi hasil uji BNJ pengaruh inokulasi Rhizobium terhadap parameter pertambahan diameter.....	25
6. Perhitungan Indeks Mutu Bibit.....	25
7. Uji homogenitas variabel pertambahan tinggi.....	39
8. Analisis ragam variabel pertambahan tinggi	39
9. Uji BNJ perlakuan R variabel pertambahan tinggi.....	39
10. Uji BNJ Perlakuan P variabel pertambahan tinggi.....	40
11. Interaksi RX P variabel pertambahan tinggi.....	40
12. Uji homogenitas variabel pertambahan diameter	40
13. Analisis ragam variabel pertambahan diameter.....	41
14. Uji BNJ perlakuan R variabel pertambahan diameter	41
15. Uji BNJ Perlakuan P variabel pertambahan diameter	41

Tabel	Halaman
16. Interaksi RX P variabel pertambahan diameter	41
17. Uji homogenitas variabel panjang akar	42
18. Analisis ragam variabel panjang akar.....	42
19. Uji BNP perlakuan R variabel panjang akar	42
20. Uji BNP Perlakuan P variabel panjang akar	43
21. Interaksi RX P variabel panjang akar	43
22. Uji homogenitas variabel jumlah bintil	43
23. Analisis ragam variabel jumlah bintil.....	44
24. Uji BNP perlakuan R variabel jumlah bintil	44
25. Uji BNP Perlakuan P variabel jumlah bintil	44
26. Interaksi RX P variabel jumlah bintil	45
27. Uji homogenitas variabel berat kering tajuk.....	45
28. Analisis ragam variabel berat kering tajuk	45
29. Uji BNP perlakuan R variabel berat kering tajuk	46
30. Uji BNP Perlakuan P variabel berat kering tajuk.....	46
31. Interaksi RX P variabel berat kering tajuk	46
32. Uji homogenitas variabel berat kering akar.....	47
33. Analisis ragam variabel berat kering akar	47
34. Uji BNP perlakuan R variabel berat kering akar.....	47
35. Uji BNP Perlakuan P variabel berat kering akar.....	48
36. Interaksi RX P variabel berat kering akar	48
37. Uji homogenitas variabel persentase bintil efektif	48

Tabel	Halaman
38. Analisis ragam variabel panjang akar.....	49
39. Uji BNP perlakuan R variabel persentase bintil efektif	49
40. Uji BNP Perlakuan P variabel persentase bintil efektif	49
41. Interaksi RX P variabel persentase bintil efektif	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses infeksi Bakteri Rhizobium pada akar tanaman Leguminosae	8
2. Proses skarifikasi benih sengon laut.....	14
3. Proses sterilisasi media penyapihan dan persiapan media saph.....	15
4. Kolonisasi akar pada berbagai perlakuan.....	23
5. Tanaman sengon laut sebelum diberikan perlakuan	50
6. Proses pemupukan	50
7. Proses inokulasi Rhizobium.....	51
8. Tanaman sengon laut setelah penelitian.....	51
9. Bintil akar efektif dan bintil akar tidak efektif.....	52
10. Bedeng penelitian.....	52

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Meningkatnya laju kerusakan hutan di Indonesia mengakibatkan menurunnya produktivitas kayu di hutan alam. Salah satu langkah strategis untuk mencukupi kebutuhan kayu adalah dengan mengoptimalkan produksi kayu pada hutan tanaman dalam bentuk Hutan Tanaman Industri (HTI), Hutan Tanaman Rakyat (HTR) dan Hutan Rakyat (HR) (Ridwan dan Han, 2006). Dalam upaya meningkatkan produktivitas lahan, pemilihan jenis tanaman cepat tumbuh menjadi pilihan karena dianggap lebih cepat dalam proses pemanenan, sehingga mempercepat pengembalian investasi.

Tanaman kayu jenis sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) merupakan jenis yang banyak dipilih karena jenis tanaman kayu ini memiliki pertumbuhan yang relatif cepat dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Sengon laut juga dapat membantu dalam menyuburkan tanah karena bersimbiosis dengan bakteri Rhizobium, sehingga mampu memfiksasi N₂ (*nitrogen – fixing trees*) (Turnbull dkk, 1986).

Keberhasilan suatu perusahaan hutan salah satunya tergantung dari kualitas bibit yang akan ditanam. Untuk menyediakan bibit dengan kualitas yang baik maka dalam

pembibitan perlu pemberian beberapa perlakuan, salah satunya adalah pemupukan. Pupuk yang paling umum digunakan adalah jenis pupuk urea. Urea adalah pupuk yang dibuat secara kimiawi dengan kandungan N₂ cukup tinggi. Namun fenomena saat ini harga pupuk sangatlah tinggi dan sulit dijangkau oleh kalangan petani di Indonesia dan juga pupuk urea memiliki kelemahan-kelemahan di antaranya mudah menguap, mudah tercuci, serta jika digunakan secara terus menerus akan merusak kesuburan alami tanah (Lingga dan Marsono, 2008).

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mempelajari pengaruh inokulasi Rhizobium terhadap pertumbuhan semai sengon laut,
2. mempelajari pengaruh pemberian pupuk urea dengan berbagai konsentrasi pada pertumbuhan semai sengon laut, dan
3. mempelajari interaksi Rhizobium dan urea terhadap kolonisasi Rhizobium dan pertumbuhan semai sengon laut.

C. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. sebagai bahan informasi kepada instansi terkait dan masyarakat mengenai cara inokulasi Rhizobium dan pemupukan yang tepat untuk bibit jenis sengon laut.
2. sebagai acuan dalam pembibitan tanaman kayu jenis sengon laut.

D. Kerangka Pemikiran

Rhizobium merupakan bakteri penambat N₂ yang hidup bersimbiosis pada tanaman inang dari famili leguminoceae dengan membentuk bintil pada akarnya. Bintil akar ini merupakan organ simbiosis yang aktif dalam melakukan fiksasi N₂ dari udara (Subba Rao 1994 dalam Risty, 2007). Sengon laut akan membentuk bintil-bintil akar apabila pada masa perkecambahan bertemu dengan bakteri Rhizobium (Cruz, 1988).

Inokulan Rhizobium dapat diperoleh di laboratorium-laboratorium mikrobiologi yang menyediakan dan diperbanyak menggunakan media *Yeast Manitol Agar* (YMA), kemudian disimpan dalam inkubator selama satu minggu. Inokulan Rhizobium dapat pula diperoleh dari bintil akar produktif tanaman sengon laut dan disterilkan dengan menggunakan alkohol 96%, dibilas tiga kali menggunakan aquades dan kemudian digerus.

Berdasarkan penelitian Abimanyu (2002) cara menginokulasi Rhizobium adalah dengan mencampurkan inokulan ke dalam bak kecambah yang berisi media perkecambahan berupa pasir steril. Bakteri Rhizobium akan masuk ke dalam akar tanaman sengon laut melalui bulu-bulu akar selanjutnya akan terbentuk bintil-bintil akar. Inokulasi Rhizobium dilakukan dengan perendaman bagian akar kecambah tanaman kayu sengon laut kedalam media yang berisi inkulan Rhizobium selama 30 menit, dapat pula dengan cara penyuntikan 1 ml cairan yang berisi inokulan Rhizobium di daerah sekitar akar pada media tanam (Asmarahman dan Febryano,

2012). Inokulasi Rhizobium akan meningkatkan pertumbuhan tanaman legum dan produksi kering hijauan legum (Susilawati dkk, 2006).

Berdasarkan penelitian Risnawati (2010) pada tanaman kedelai, pemberian pupuk Urea hingga 100 kg/ha dapat meningkatkan tinggi tanaman dari 19,78 cm menjadi 22,58 cm, kadar klorofil dari 29,33 g/ml menjadi 31,30 g/ml, dan berat kering biji dari 3,98 g menjadi 4,15 g tetapi tidak meningkatkan berat kering akar dan berat polong dan juga pemberian Rhizobium dapat meningkatkan pembentukan bintil akar dari 0,22 bintil menjadi 21,89 bintil sehingga dapat meningkatkan kadar klorofil daun dari 34,29 g/ml menjadi 38,93 g/ml. Pemberian beberapa macam formula pupuk hayati Rhizobium mampu meningkatkan berat kering tanaman dari 2,26 g menjadi 2,77 g dan berat kering biji dari 3,86 g menjadi 4,69 g per tanaman. Penggunaan pupuk hayati Rhizobium mampu menggantikan peran pupuk urea sekitar 75 kg/ha hingga 100 kg/ha.

Pemanfaatan bakteri Rhizobium dapat mengurangi ketergantungan penggunaan pupuk urea yang dalam jangka waktu lama dapat merusak kualitas tanah serta harganya yang cukup mahal bagi masyarakat. Pemanfaatan bakteri Rhizobium dapat menghasilkan bibit yang berkualitas tanpa harus tergantung dengan pemberian pupuk urea. Berdasarkan asumsi tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh inokulasi Rhizobium dan pemberian pupuk urea terhadap pertumbuhan semai sengan laut.

E. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. inokulasi *Rhizobium* akan meningkatkan pertumbuhan semai sengon laut,
2. pemberian pupuk urea akan meningkatkan pertumbuhan semai sengon laut, dan
3. inokulasi *Rhizobium* dan pemberian pupuk urea secara bersama-sama dapat meningkatkan kolonisasi *Rhizobium* dan pertumbuhan semai sengon laut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sengon Laut

Nama botanis: *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen

Marga: Fabaceae

Submarga: Mimosoideae

Sinonim: *Adenanthera falcata* Linn., *Adenanthera falcataria* Linn., *Albizia falcata* (L.) Backer, *Albizia falcata* sensu Backer, *Albizia falcataria* (L.) Fosberg, *Albizia moluccana* Miq., *Falcataria moluccana*.

Sengon dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, termasuk tanah kering, tanah lembap dan bahkan di tanah yang mengandung garam dan asam selama drainasenya cukup (Soerianegara dan Lemmens 1993). Di Jawa, sengon dilaporkan dapat tumbuh di berbagai jenis tanah kecuali tanah grumusol (Charomaini dan Suhaendi 1997). Pada tanah latosol, andosol, luvial dan podzolik merah kuning, sengon tumbuh sangat cepat. Di tanah marjinal, pupuk mungkin diperlukan untuk mempercepat pertumbuhan awal; setelah itu, pertumbuhan sengon akan lebih cepat karena kemampuan untuk mengikat nitrogen meningkat.

Sengon merupakan tanaman asli Indonesia, Papua Nugini, Kepulauan Solomon dan Australia (Soerianegara dan Lemmens 1993). Tegakan alam sengon di Indonesia ditemukan tersebar di bagian timur (Sulawesi Selatan, Maluku dan Papua) dan di perkebunan di Jawa (Martawijaya dkk. 1989). Di Maluku, tegakan sengon alam dapat ditemukan di Pulau Taliabu, Mangolle, Sasan, Obi, Bacan, Halmahera, Seram dan Buru. Di Papua, sengon alam ditemukan di Sorong, Manokwari, Kebar, Biak, Serui, Nabire dan Wamena. Selain itu, sengon juga ditanam di Jawa (Martawijaya dkk. 1989).

Keluarga legum adalah keluarga terbesar ketiga dari angiospermae dengan kira-kira 730 genus dan lebih dari 19.400 lebih spesies di seluruh dunia (Martin dkk, 2004). Jenis sengon merupakan jenis cepat tumbuh yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat dalam bentuk hutan rakyat. Tanaman sengon bisa tumbuh optimal apabila mampu memanfaatkan ruang tumbuh secara optimal (Rusdiana dkk, 2000).

Untuk meningkatkan pertumbuhan sengon, setiap anakan perlu diberikan pupuk sekitar 100 gram NPK (14:14:14), baik pada saat penanaman maupun setelahnya. Pupuk dapat ditempatkan dalam lubang tanam atau diberikan di sekeliling anakan. Tergantung pada kesuburan tanah, pemupukan mungkin perlu dilakukan kembali pada saat umur 5 tahun untuk meningkatkan hasil (Krisnawati dkk, 2011).

Menurut Mulyana (2012), sistem perakaran sengon memiliki struktur nodul sebagai hasil simbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sangat menguntungkan bagi tanah di sekitarnya.

B. Rhizobium

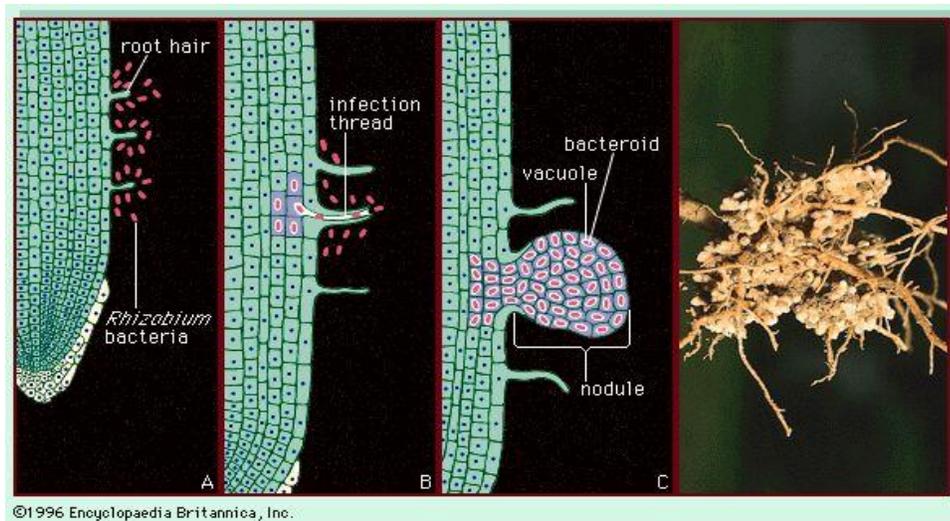
Rhizobium merupakan bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan (leguminosa) sehingga menghasilkan bintil akar yang dapat mengikat nitrogen bebas (Young dan Haukkan, 1996). Bakteri Rhizobium mengikat nitrogen dari udara dan mengubahnya menjadi nitrogen yang dapat digunakan dalam pertumbuhan tanaman dan mencapai puncaknya pada saat pengisian polong (Pitojo, 2003).

Adisarwanto (2005) mengatakan nodul atau bintil akar tanaman kedelai terbentuk pada umur 4-5 hst (hari setelah tanam) yaitu sejak terbentuknya akar tanaman, dan dapat mengikat nitrogen dari udara pada umur 10-12 hst, tergantung kondisi lingkungan tanah dan suhu. Suhu lingkungan seperti kelembaban yang cukup dan suhu tanah sekitar 25°C sangat mendukung dalam pertumbuhan bintil akar.

Perbedaan warna hijau daun pada awal pertumbuhan (10-15 hst) merupakan indikasi efektivitas Rhizobium.

Rhizobium dapat menambat N₂ dari udara dan mereduksi nitrogen dalam bintil akar ke bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Kemampuan Rhizobium untuk hidup dan bersimbiosis dengan tanaman inang serta efektifitasnya dalam menambat nitrogen dipengaruhi oleh kondisi kemasaman. Kemasaman tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai atau kacang-kacangan karena dalam batas-batas tertentu juga berpengaruh terhadap proses fiksasi nitrogen. Berbagai Strain Rhizobium berbeda tingkat toleransinya terhadap kemasaman tanah, biasanya di antara strain-strain Rhizobium akan terdapat strain yang paling toleran terhadap

kondisi masam dan efektif menambat N_2 dari udara. Proses infeksi Bakteri Rhizobium pada akar tanaman dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar1. Proses infeksi Bakteri Rhizobium pada akar tanaman Leguminoceae.
Gambar oleh Krisno, A., (2011).

Surtiningsih dalam Sari (2015) menjelaskan karakteristik bakteri Rhizobium secara makroskopis adalah warna koloni putih susu, tidak transparan, bentuk koloni sirkuler, konveks, semitranslusen, diameter 2-4 mm dalam waktu 3-5 hari pada agar khamir-manitol-garam mineral. Secara mikroskopis sel bakteri Rhizobium berbentuk batang, aerobik, gram negatif dengan ukuran $0,5 - 0,9 \times 1,2 - 3 \mu\text{m}$, bersifat motil pada media cair, umumnya memiliki satu flagella polar atau subpolar.

Nitrogen yang diperlukan tanaman kedelai bersumber dari dalam tanah juga dari nitrogen atmosfer melalui simbiosis dengan bakteri Rhizobium. Bakteri ini membentuk bintil akar (nodul) pada akar tanaman kedelai dan dapat menambat nitrogen dari udara (Pasaribu, 1989). Jumlah N_2 yang difiksasi oleh simbiosis tersebut

bervariasi, tergantung pada jenis dan kultivar legum, spesies dan strain *Rhizobium* serta kondisi pertumbuhannya.

C. Nitrogen

Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman sebagai komponen utama dari asam amino, dan protein yang berperan penting pada proses pertumbuhan. Sumber nitrogen yang dapat diserap harus berada dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Dalam kultur *in vitro* penambahan nitrogen biasa diberikan dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) atau ammonium (NH_4^+) yang berikatan dengan senyawa lain baik dengan kalsium, dengan bentuk $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, dan dengan sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Mukaromah dkk, 2013).

Menurut Campbell dkk (2003) fiksasi nitrogen oleh bakteri pemfiksasi nitrogen merupakan suatu proses yang rumit dan bertahap. Secara ringkas reaksi pengikatan nitrogen sebagai berikut:



Pertama-tama nitrogen di udara (N_2) harus diubah menjadi amonia (NH_3) dalam larutan tanah, amonia mengambil ion hidrogen lain untuk membentuk amonium NH_4^+ yang diserap oleh tumbuhan (Campbel dkk, 2003).

Fiksasi (penambatan) nitrogen merupakan proses biokimiawi di dalam tanah yang memainkan salah satu peranan paling penting, yaitu mengubah nitrogen atmosfer (N_2 , atau nitrogen bebas) menjadi nitrogen dalam persenyawaan/nitrogen tertambat. Selain *Rhizobium*, genus-genus bakteri yang dapat mengikat N_2 di udara yaitu *Azotobacter*, *Clostridium* dan *Azospirilum*.

Menurut Hasibuan, dkk (2012) Azotobacter mampu meningkatkan kandungan nitrogen dalam pupuk kompos. Rizobakteri Azotobacter dan Azospirillum dapat memproduksi hormon sekaligus memfiksasi N₂ setara dengan 20 - 40 kg N/ha (Dana Priatna dkk, 2010). *Azospirillum* merupakan bakteri tanah penambat nitrogen nonsimbiotik. Bakteri ini hidup bebas di dalam tanah, baik di sekitar maupun dekat dengan perakaran. Potensinya telah diketahui oleh peneliti memiliki banyak manfaat baik dalam tanah maupun pada tanaman, sehingga banyak diaplikasikan sebagai *Biofertilizer*. *Azospirillum* selain mampu menambat nitrogen dan menghasilkan hormone pertumbuhan, juga mampu merombak bahan organik di dalam tanah. Bahan organik yang dimaksud adalah bahan organik yang berasal dari kelompok karbohidrat, seperti selulosa, amilosa, dan bahan organik yang mengandung sejumlah lemak dan protein (Nurosid dkk, 2008).

D. Pupuk

Pupuk, dalam arti luas, mencakup semua bahan yang ditambahkan ketanah untuk memberikan unsur tertentu yang penting bagi pertumbuhan tanaman (Foth, 1994). Kastono (1999) mengemukakan bahwa pemupukan mempunyai dua tujuan utama, yaitu mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman dan memperbaiki atau memelihara keutuhan kondisi tanah, dalam hal struktur, kondisi pH, potensi pengikat terhadap zat makanan tanaman dan sebagainya. Untuk menghasilkan tanaman yang produktif maka tanaman harus dilakukan pemupukan. Dalam hal pemupukan melibatkan persyaratan kuantitatif dan kualitatif. Persyaratan kuantitatifnya adalah dosis pupuk, sedangkan persyaratan kualitatifnya meliputi empat hal yaitu (1) unsur hara yang

diberikan dalam pemupukan relevan dengan masalah nutrisi yang ada; (2) waktu pemupukan dan penempatan pupuk yang tepat; (3) unsur hara yang berada pada waktu dan tempat yang tepat dapat diserap oleh tanaman dan; (4) unsur hara, yang diserap digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan produksidan kualitasnya.

E. Pupuk Urea

Menurut Risnawati (2010) bentuk pupuk nitrogen ada dua macam yaitu pupuk organik (alam) diantaranya pupuk kandang dan kompos, sedangkan pupuk anorganik (mineral) seperti Amonium fosfat, Amonium nitrat, Amonium sulfat, kalsium nitrat, sodium nitrat dan urea.

Urea mempunyai rumus $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, urea terbuat dari gas amoniak dan gasasam arang. Persenyawaan kedua zat ini melahirkan pupuk urea yang kandungan N-nya sebanyak 46 % (Lingga dkk, 2004).

Urea mempunyai sifat-sifat antara lain: higroskopis, sudah mulai menarik uap air pada kelembapan nisbi udara 73 %. Sering diberi selaput (*coated*) untuk mengurangi sifat higroskopis; untuk dapat diserap oleh tanaman, N dalam urea harus diubah menjadi ammonium dengan bantuan enzim tanah urease melalui proses hidrolisis: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$; bila diberikan ke tanah proses hidrolisis berlangsung cepat sekali sehingga mudah menguap sebagai amoniak (NH_4^+) (Hardjowigeno, 1987).

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Persemaian Mandiri Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Pesawaran. Waktu penelitian dimulai pada Desember 2015 sampai dengan Februari 2016.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, top soil, pupuk urea, benih sengon laut. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wajan sangrai, polybag, cangkul, sekop, bak perkecambahan, gelas ukur, timbangan, kaliper digital, thermometer dan oven.

C. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial, terdiri dari dua faktor, faktor pertama adalah inokulasi Rhizobium dan faktor kedua adalah pemberian pupuk urea dengan dosis 0 gram, 2 gram, 4 gram, dan 8 gram. Terdapat 8 perlakuan dengan 5 kali ulangan sehingga terdapat 40 unit percobaan,

pada setiap unit percobaan terdapat 6 sampel, sehingga jumlah tanaman yang digunakan adalah 240 tanaman.

Tabel 1. Perlakuan Inkulsi Rhizobium dan Pemupukan pada Semai Sengon Laut

Faktor 2 \ Faktor 1	P0	P2	P4	P8
R0	R0P0	R0P2	R0P4	R0P8
R1	R1P0	R1P2	R1P4	R1P8

Keterangan:

- R0P0: Sengon laut + Tanah murni
- R1P0: Sengon laut + Rhizobium
- R0P2: Sengon laut + urea 2 g
- R0P4: Sengon laut + urea 4 g
- R0P8: Sengon laut + urea 8 g
- R1P2: Sengon laut + Rhizobium + urea 2 g
- R1P4: Sengon laut + Rhizobium + urea 4 g
- R1P8: Sengon laut + Rhizobium + urea 8 g

Model Matematis (Raupong dan Anisa, 2011).

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, a$ $j = 1, 2, 3, \dots, b$ dan $k = 1, 2, 3, \dots, u$

- Y_{ijk} : Pengamatan Faktor A taraf ke- i , Faktor B taraf ke- j dan kelompok ke- k
- μ : Rataan Umum
- A_i : Pengaruh Faktor A
- B_j : Pengaruh Faktor B
- AB_{ij} : Interaksi antara Faktor A dengan Faktor B
- ϵ_{ijk} : Error (pengaruh acak) pada faktor A taraf ke- i , faktor B dalam baris ke- j , dan ulangan ke- k , seragam menyebar normal($0, \sigma^2$)

D. Persiapan Penyemaian

Proses penyemaian diawali dengan menyiapkan media penyemaian. Media semai yang digunakan adalah pasir steril. Pasir yang telah disterilkan kemudian diletakkan pada bak perkecambahan. Benih sengon laut diskarifikasi menggunakan air panas dengan suhu awal 80° C selama 24 jam. Setelah diskarifikasi, benih tersebut kemudian ditaburkan merata ke dalam bak perkecambahan yang telah diisi dengan media pasir steril. Selanjutnya dilakukan perawatan yaitu dengan penyiraman secara intensif sampai benih berkecambah hingga siap untuk disapih.



Gambar 2. Proses Skarifikasi Benih Sengon Laut.

E. Persiapan Media Penyapihan dan Penyapihan Semai

Media penyapihan menggunakan tanah lapisan atas (*top soil*) yang berasal dari lahan di lingkungan Persemaian Mandiri KPHL Pesawaran tanpa campuran bahan organik apapun. Tanah yang telah dikumpulkan kemudian diayak dan dibersihkan dari kotoran, kerikil, sampah dedaunan, dan sisa akar tanaman. Cara melakukan sterilisasi tanah adalah dengan menyangrai tanah. Tanah dimasukkan ke dalam polybag ukuran 15 cm x 25 cm hingga $\frac{3}{4}$ tinggi polybag dan didiamkan selama 1 hari. Semai yang siap disapih adalah semai yang telah memiliki dua helai daun atau lebih.



Gambar 3. Persiapan Media Penyapihan dan Penyapihan Semai Sengon Laut
(a) Proses sterilisasi media (b) persiapan media sapih.

F. Persiapan Inokulan dan Inokulasi Rhizobium

Inokulan Rhizobium yang digunakan merupakan produksi laboratorium yang telah dikemas dan siap digunakan. Satu kilogram Rhizobium dilarutkan ke dalam 100 liter air, lalu diaduk hingga air dan Rhizobium tercampur merata. Larutan tersebut disiramkan ke daerah sekitar akar tanaman dengan dosis disesuaikan dengan kapasitas lapang. Proses inokulasi dilakukan 2 minggu setelah penyapihan (Susilawati dkk, 2006).

G. Pemupukan

Pupuk yang digunakan adalah pupuk urea, dosis pupuk yang digunakan adalah 2 gram, 4 gram, dan 8 gram. Pemupukan dilakukan pada waktu 2 minggu setelah penyapihan, karena pada umur tersebut semai sengon laut membutuhkan asupan hara nitrogen lebih banyak untuk mengoptimalkan pertumbuhan daun. Pemupukan tidak langsung dilakukan setelah penyapihan karena akan meningkatkan kemasaman tanah sehingga kurang baik terhadap pertumbuhan tanaman (Suryati dkk, 2009). Pupuk urea mengandung nitrogen sebesar 46 % dengan pengertian setiap 100 kg urea mengandung 46 kg nitrogen.

H. Pemeliharaan Bibit

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman dengan intensitas mengikuti kapasitas lapang, serta melakukan penyiangan yaitu pembersihan dari tumbuhan pengganggu agar semai dapat tumbuh dengan baik.

I. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang diamati yaitu diameter batang, tinggi tanaman, panjang akar, dan jumlah bintil efektif pada akar. Pengukuran variabel-variabel tersebut dilakukan pada awal dan akhir penelitian, khusus untuk panjang akar dan bintil efektif pengukuran dilakukan pada akhir penelitian. Selanjutnya diukur berat kering tanaman untuk mengetahui biomassa tanaman dan indeks mutu bibit.

Perhitungan indeks mutu bibit dilakukan dengan menggunakan rumus Dickson dkk,

(1960) dalam Komala dkk, (2008) yaitu:
$$IMB = \frac{BKT}{\frac{T}{D} + \frac{BKP}{BKA}}$$

Keterangan:

IMB	: indeks mutu bibit
BKT	: berat kering total (g)
T	: tinggi (cm)
D	: diameter (cm)
BKP	: berat kering pucuk (g)
BKA	: berat kering akar (g)

J. Analisis Data

1. Homogenitas Ragam

Homogenitas ragam diuji menggunakan uji Bartlett dan disajikan ke dalam bentuk tabel (Gaspersz, 1994).

- a) Varians gabungan dari seluruh sampel (S^2)

$$S_i^2 P_1 = \frac{JKP_1}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{\sum\{(ni-1)s_i^2\}}{\sum(ni-1)}$$

- b) Harga Satuan (B)

$$B = (\log s_i^2) \sum(ni-1)$$

$$^2 = (\ln 10) \{B - (\sum(ni-1) \log S_i^2)\}$$

- c) Faktor Koreksi (K)

$$K = 1 + \frac{1}{3(t-1)} \left\{ \sum \frac{1}{ni-1} - \left[\frac{1}{\sum(ni-1)} \right] \right\}$$

$$^2 \text{ hitung terkoreksi} = \frac{\chi^2_{hitung}}{k}$$

$$^2 \text{ tabel} = ^2(1-\alpha)(k-1)$$

Keterangan:

S^2 = ragam gabungan

S_i^2 = ragam masing – masing perlakuan

2 = khi kuadrat (lihat tabel)

$\ln 10$ = 2,3026

t = banyaknya perlakuan

n = banyaknya ulangan

Jika $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$, maka data yang diperoleh tidak homogen, sehingga perlu

dilakukan transformasi data. Salah satu transformasi data yang lazim

digunakan transformasi $\sqrt{Y+1}$. Jika $X^2_{hitung} \leq X^2_{tabel}$. Setelah didapatkan data

dengan keragaman yang homogen, maka analisis data dapat dilanjutkan dengan analisis ragam.

d) Analisis ragam

Analisis ragam dilakukan untuk menguji hipotesis tentang faktor perlakuan terhadap keragaman data hasil percobaan atau untuk menyelidiki ada tidaknya pengaruh perlakuan (Sastrosupadi, 2000).

$$FK = Y_{...}^2 / r \cdot a \cdot b$$

$$JKT = \sum Y_{ijk}^2 - FK$$

$$JKA = \frac{\sum Y_i^2}{b \cdot r} - FK$$

$$JKB = \frac{\sum Y_j^2}{a \cdot r} - FK$$

$$JKP = \frac{\sum Y_i^2 + \dots + Y_n^2}{r} - FK$$

$$JKT (AB) = JKP - JKA - JKB$$

$$JKG = JKT - JKP$$

Keterangan:

FK = faktor koreksi

JKP = jumlah kuadrat perlakuan

JKG = jumlah kuadrat galat

JKT = jumlah kuadrat total

JKA = jumlah kuadrat perlakuan pada faktor A

JKB = jumlah kuadrat perlakuan pada faktor B

Y... = total nilai pengamatan variabel pertumbuhan

Y_i = total nilai pengamatan variabel pertumbuhan pada perlakuan ke-i

Y_{ijk} = total nilai pengamatan variabel pertumbuhan pada perlakuan ke-I, perlakuan ke-j, dan ulangan ke-k

Tabel 2. Analisis sidik ragam pertumbuhan semai sengon laut

SK	Db	JK	Kuadrat Tengah	F_{hitung}	F_{tabel(5%)}
Perlakuan	$ab - 1$	JKP	JKP/db	KTP/KTG	
A	$a - 1$	JKA	JKA/db	KTA/KTG	
B	$b - 1$	JKB	JKB/db	KTB/KTG	
AxB	$(a-1)(b-1)$	JKAB	JKAB/db		
Galat	$ab(r-1)$	JKG	JKG/db		
Total	$(axbxr)-1$				

Keterangan : a = total banyaknya perlakuan faktor A
b = total banyaknya perlakuan faktor B
r = total banyaknya ulangan

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka terdapat paling tidak satu perlakuan yang berpengaruh nyata dari beberapa perlakuan yang diberikan, sehingga harus dianalisis lebih lanjut dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Analisis ragam dilakukan pada taraf nyata 5%.

e) Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

Untuk menunjukkan perbedaan masing-masing perlakuan atau beda nyata antar perlakuan dilakukan uji Beda Nyata Jujur dengan taraf nyata 5%.

V. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. inokulasi Rhizobium mampu memacu pertumbuhan tinggi, pertumbuhan diameter, pembentukan bintil efektif, dan meningkatkan berat kering semai sengan laut,
2. pemupukan dengan dosis 4 gram urea menghasilkan pertumbuhan semai terbaik jika tanpa diinokulasi,
3. inokulasi Rhizobium tanpa pemupukan menghasilkan kolonisasi Rhizobium yang paling banyak dan menghasilkan pertumbuhan semai terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2005. *Kedelai Budi Daya dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar*. Buku. Penebar Swadaya. Jakarta. 107 Halaman.
- Adnyana, G.M. 2012. Mekanisme penambatan nitrogen udara oleh bakteri rhizobium menginspirasi perkembangan teknologi pemupukan organik yang ramah lingkungan. *Jurnal Agrotrop*. 2(2): 145-149.
- Agistia, I. dan Ricky, I.H. 2006. Pengaruh aplikasi Rhizobium indigen terhadap pertumbuhan kedelai pada entisol dan inceptisol. *Jurnal Buana Sains*. 2(6): 171-176.
- Asmarahman, C. dan Febryano, I.G. 2012. Rhizobium utilization to accelerate sengon seedling growing on soil sedia of ex-cement mining. *Jurnal Untan*. 2(1): 30-46.
- Campbell, N. A., Reece, J. B. dan Mitchell, L. G. 2003. *Biologi*. 1999. Buku. Erlangga. Jakarta. 472 Halaman.
- Charomaini, M. dan Suhaendi, H. 1997. Genetic variation of *Paraserianthes falcataria* seed sources in Indonesia and its potential in tree breeding programs. *Workshop international tentang spesies Albizia dan Paraserianthes*. 151–156.
- Cruz, D. 1988. Growth of three Legume trees inoculated with VA Mycorrhizal fungi and Rhizobium. *Plant and Soil*. 108(1): 111-115.
- Danapriatna, N., Hindersah, R. dan Sastro, Y. 2010. *Pengembangan Pupuk Hayati Azotobacter dan Azos Pirilum untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Penggunaan pupuk Nitrogen di atas 15 % pada Tanaman Padi*. Seminar hasil penelitian KKP3i. 316 Halaman.
- Dewi, I. R. A. 2007. *Fiksasi N Biologis pada Ekosistem Tropis*. Makalah. Universitas Padjajaran. Bandung. 69 Halaman.

- Fitriana, D.A., Titiek, I. dan Yogi, S. 2015. Pengaruh dosis rhizobium serta macam pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah (*Arachis hypogaeae* L.) Varietas Kancil. *Jurnal Produksi Tanaman*. 7(3): 547-555.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B. dan Mitchel, R. L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Buku. UI Press. Jakarta. 428 Halaman.
- Gaspersz, V. 1994. *Metode Rancangan Percobaan (untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi)*. Buku. CV Armico. Bandung. 472 Halaman.
- Henry, D. F., 1998. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Buku. UGM Press. Yogyakarta. 762 Halaman.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Buku. Akademika Presindo. Jakarta. 274 Halaman.
- Harsono, A., Prihastuti dan Subandi. 2011. Efektivitas multi-isolat rhizobium dalam pengembangan kedelai di lahan kering masam. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 6(1).
- Hasibuan, H., Z., Sabrina, T. dan Sembiring M., Br. 2012. Potensi Bakteri Azotobacter dan hijauan Mucuna Bracteata dalam meningkatkan hara nitrogen kompos tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Agroteknologi*. 1(1): 237-253.
- Ishii, 1995. *Tissue culture of Sengon laut*. Buku. Biorefor. Kepong. 106 Halaman.
- Imanuddin, H. dan Nunik, S. 2011. Pengujian kompos dan inokulan mikroba terhadap pertumbuhan tanaman sengon buto pada lahan bekas tailing pond. *Jurnal Berk Penel Hayati*. (17): 25-31.
- Isbandi, J. 1983. *Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Buku. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 259 Halaman.
- Kastono, D., Hermien, S. dan Siswandono. 2005. Pengaruh nomor ruas setek dan dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil kumis kucing. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 12(1): 56-64.
- Komala, Ali, C. dan Kuwato, E. 2008. Evaluasi kualitas bibit kemenyan durame. *Jurnal Info Hutan*. 4(5): 337-345.
- Krisno, A. 2011. *Pemanfaatan Rhizobium SP guna Menyuburkan Tanah untuk Meningkatkan Kualitas Pertanian di Indonesia*.
<https://aguskrisnoblog.wordpress.com>. Diakses pada 28 Juni 2015.

- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M. dan Kanninen, M. 2011. *Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas*. Buku. Cifor. Bogor. 14 Halaman.
- Krisnawati, H., Kallio, M. dan Kanninen, M. 2011. *Akasia mangium Willd Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas*. Buku. Cifor. Bogor. 26 Halaman.
- Kurniaty, R., Sofwan, B. dan Enny, W. 2013. Penggunaan rhizobium dan mikoriza dalam pertumbuhan bibit kaliandra umur 5 bulan. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*. 2(1): 71-81.
- Lingga, P. dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Buku. Penebar Swadaya. Jakarta. 150 Halaman.
- Martawijaya, A. Kartasujana, I., Mandang, Y.I., Prawira, S.A. dan Kadir, K. 1989. *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor. 87 Halaman.
- Martin, F., Wojciechowski, Lavin, M., Sanderson, J. dan Michael. 2004. A phylogeny of legumes based on analysis of the plastid gene resolves many well-supported subclades within thef. *Jurnal Botani Amerika*. 91(11): 1846–1862.
- Mukaromah, L., Nurhidayati, T. dan Nurfadidah, S. 2013. Pengaruh Sumber dan Konsentrasi Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji *Dendrobium laxiflorum* J.J Smith secara *In Vitro*. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(1): 26-29.
- Noortasiah. 2005. Pemanfaatan Bakteri Rhizobium pada tanaman kedelai di lahan lebak. *Buletin Teknik Pertanian*. 10(2): 57-60.
- Novriani. 2011. Peranan rhizobium dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman kedelai. *Jurnal Agronobis*. 5(3): 35-42.
- Nurosid, Oedjijono dan Lestari, P. 2008. *Kemampuan Azospirillum Sp. JG3 dalam Menghasilkan Lipase pada Medium Campuran Dedak dan Onggok dengan Waktu Inkubasi Berbeda*. Seminar hasil penelitian Universitas Sudirman Purwokerto. 12 Halaman.
- Nusantara, A. D., Anwar. G. dan Rimayati. 2002. Tanggap semai sengon (*Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen*) terhadap inokulasi ganda cendawan mikoriza arbuskular dan *Rhizobium* sp. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 2(4): 62-70.

- Pasaribu, D.A., N. Sumarlin, Sumarno, Y., Supriati, R., Saraswati, Sucipto dan Karama, S. 1989. *Penelitian Inokulasi Rhizobium di Indonesia*. Risalah Lokakarya Penelitian. Kerjasama Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian Pengembangan Pertanian dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor. 32 Halaman.
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai*. Buku. Kanisius. Yogyakarta. 85 Halaman.
- Raupong dan Anisa. 2011. *Bahan Ajar Mata Kuliah Perancangan Percobaan*. Universitas Hasanudin. Makasar. 136 Halaman.
- Ridwan, A., P. dan Han, R. 2006. *Kajian Kayu Pertukangan dari Hutan Rakyat pada Beberapa Kabupaten di Jawa Barat*. Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor. 35-48.
- Risnawati. 2010. *Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Beberapa Formula Pupuk Hayati Rhizobium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) di Tanah Masam Ultisol*. Skripsi. Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim. Malang. 115 Halaman.
- Risty, H.A. 2007. *Penggunaan Rhizobium dan Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) untuk memperbaiki Pertumbuhan Bibit Akasia (*Acacia mangium* dan *Acacia crassicarpa*)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 54 Halaman.
- Rusdiana, O., Fakuara, Y., Kusmana, C. dan Hidayat, Y. 2000. Respon pertumbuhan akar tanaman sengon laut terhadap kepadatan dan kandungan air tanah podsolik merah kuning. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 6(2): 43-53.
- Sari, R. dan Prayudyaningsih, R. 2015. Rizobium: pemanfaatannya sebagai bakteri penambat nitrogen. *Jurnal Info Teknis Eboni*. 1(12): 51-64.
- Sastrosupadi. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis untuk Bidang Pertanian*. Buku. Kanisius. Yogyakarta. 276 Halaman.
- Soerianegara, I. dan Lemmens, R.H.M.J. 1993. *Plant resources of South-East Asia 5(1): Timber trees: major commercial timbers*. Pudoc Scientific Publishers. Wageningen. 610 Halaman.
- Solikin. 2015. Pengaruh tinggi bibit dan dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman *Stachytarpheta jamaicensis*. *Pro Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 5(1): 1177-1181.

- Suryati, D., Susanti, N. dan Hasanuddin. 2009. Waktu aplikasi pupuk nitrogen yang terbaik untuk pertumbuhan dan hasil kedelai varietas kipas putih dan galur13 ED. *Jurnal Akta Agrosia* 12(2): 204- 212.
- Suryawan, A. 2014. Pengaruh media dan penanganan benih terhadap pertumbuhan semai nyamplung (*Calopyllum inophyllum*). *Jurnal Waisan*. 2(1): 57-64.
- Susilawati, I., Mansyur dan Lizah, K. 2006. Pengaruh inokulasi terhadap pertumbuhan dan produksi hijauan legum. *Jurnal Ilmu Ternak*. 6(1): 12 – 15.
- Turnbull, JW., Martenz, PN. dan Hall N. 1986. *Multipurpose Australian Trees and Shrubs, Lesser Known Spezies for Fuelwood and agroforestry*. Buku. ACIAR. Canberra. 316 Halaman.
- Wicaksono, M., Hamidah, H. dan Deni., E. 2015. Efisiensi serapan nitrogen tiga varietas kedelai dengan pemupukan nitrogen dan penambahan Rhizobium pada tanah dengan status hara N rendah. *Jurnal Pertanian Tropik*. 2(2): 140-147.
- Young, P. W. dan Haukka, K. E. 1996. Diversity and phylogeny of rhizobia. *New Phytol*. 133(1): 87-94.