

APLIKASI RHIZOBIUM DAN UREA PADA PERTUMBUHAN SEMAI SENGON LAUT

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

DINGIN PRAYOGA*, MELYA RINIARTI, DAN DURYAT

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
Email: yogarimbawan@gmail.com

ABSTRAK

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 pertumbuhan tinggi, pertumbuhan diameter, pembentukan bintil efektif, dan meningkatkan berat kering semai sengon laut; pemupukan 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

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 high, 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

PENDAHULUAN

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 diantaranya mudah menguap, mudah tercuci, serta jika digunakan secara terus menerus akan merusak kesuburan alami tanah (Lingga dan Marsono, 2008).

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.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Persemaian Mandiri Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Pesawaran. Waktu penelitian dimulai pada Desember 2015 sampai dengan Februari 2016. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, top soil, pupuk urea, benih sengon laut. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, timbangan, kaliper digital, thermometer, dan oven.

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, 2, 4 dan 8 gram. Terdapat 8 perlakuan dengan 5 kali ulangan sehingga terdapat 40 unit percobaan, pada setiap unit percobaan terdapat 6 sampel, jumlah tanaman yang digunakan adalah 240 tanaman.

Proses penyemaian diawali dengan penyiapan media persemaian. Media semai yang digunakan adalah pasir steril, yang disterilkan dengan cara disangrai. Pasir yang telah disterilkan kemudian diletakkan pada bak perkecambahan. Benih sengon laut diskarifikasi menggunakan air panas dengan suhu awal 80°C dan direndam selama 24 jam. Setelah diskarifikasi benih ditaburkan merata ke dalam bak perkecambahan.

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 sterilisasi tanah adalah dengan penyangraian

tanah. Kemudian 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.

Inokulum Rhizobium yang digunakan berbentuk serbuk yang telah dikemas dan siap digunakan. Satu kilogram Rhizobium dilarutkan ke dalam 100 liter air, lalu disiramkan ke daerah sekitar akar tanaman dengan dosis disesuaikan dengan kapasitas lapang. Proses inokulasi dilakukan 2 minggu setelah penyapihan (Susilawati dkk, 2006).

Pemupukan dilakukan setelah 2 minggu penyapihan, karena pada umur tersebut semai sengan laut membutuhkan asupan hara nitrogen lebih banyak untuk mengoptimalkan pertumbuhan daun. Pemupukan tidak dilakukan langsung 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.

Variabel penelitian yang diamati yaitu pertambahan tinggi, pertambahan diameter batang, panjang akar, berat kering akar, berat kering tajuk, jumlah bintil, dan persen bintil efektif. Homogenitas ragam diuji menggunakan uji Bartlett, selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam untuk menguji hipotesis tentang faktor perlakuan terhadap keragaman data hasil percobaan atau untuk menyelidiki ada tidaknya pengaruh perlakuan (Sastrosupadi, 2000). Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka terdapat paling tidak satu perlakuan yang berpengaruh nyata dari beberapa perlakuan yang diberikan, sehingga dianalisis lebih lanjut dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Analisis ragam dilakukan pada taraf nyata 5%. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan indeks mutu bibit (IMB) untuk mengetahui kesiapan bibit ditanam di lapangan dengan membandingkan berat akar dan pucuk serta kekokohan semai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Setelah dilakukan uji homogenitas dan diketahui bahwa data hasil penelitian bersifat homogen, maka analisis data dilanjutkan dengan analisis ragam. Hasil analisis ragam disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi analisis ragam untuk seluruh variabel penelitian pengaruh inokulasi Rhizobium dan pemberian urea terhadap pertumbuhan tanaman sengan laut

Perlakuan	T	D	PA	BKT	BKA	B	% BE	F.Tabel
Rhizobium	74,37*	12,84*	2,03tn	61,58*	48,78*	100,95*	61,58*	4,15
Pupuk Urea	38,09*	0,58tn	7,24*	31,05*	13,10*	45,53*	31,05*	2,9
Interaksi	17,34*	0,82 tn	3,07*	32,35*	19,83*	20,77*	32,55*	2,9

Keterangan :

*	= berbeda pada taraf nyata 5%	BKA	= Berat kering akar
tn	= tidak berbeda pada taraf nyata 5%	%BE	= Persentase bintil efektif
T	= Pertambahan tinggi	BKT	= Berat kering tajuk
D	= Pertambahan diameter	B	= Jumlah bintil akar
PA	= Panjang akar		

Hasil analisis ragam menunjukkan interaksi inokulasi *Rhizobium* dan pemupukan berpengaruh nyata terhadap variabel pertambahan tinggi, panjang akar, jumlah bintil, berat kering tajuk, berat kering akar, dan persentase bintil efektif, namun tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pertambahan diameter. Untuk mengetahui perlakuan atau kombinasi perlakuan yang memberikan pengaruh nyata maka dilakukan uji BNJ. Hasil uji BNJ disajikan pada Tabel 2.

Tabel2. Rekapitulasi uji BNJ interaksi inokulasi *Rhizobium* dan pemupukan

Perlakuan	T (cm)	PA (cm)	BKT (g)	BKA (g)	B	% BE
R0P0	21,10 d	27,30 abc	10,08 b	3,71 bc	7,80 cd	8,33 de
R0P2	27,42 c	28,00 ab	9,44 b	3,06 c	3,60 de	25,59 c
R0P4	28,61 bc	28,20 ab	10,98 b	4,17 b	4,00 cde	11,33 d
R0P8	19,34 d	25,00 abc	9,96 b	3,72 bc	4,00 cde	5,33 e
R1P0	37,70 a	28,70 a	28,77 a	5,47 a	20,00 a	73,35 a
R1P2	32,94 ab	28,20 ab	13,17 b	4,35 b	14,20 b	53,72 b
R1P4	32,35 bc	24,20 bc	10,59 b	3,84 b	8,00 c	48,95 b
R1P8	21,05 d	23,60 c	11,74 b	3,99 b	3,40 e	11,74 d
BNJ	5,18	4,32	4,91	0,69	4,22	4,91

Keterangan: Data pada setiap kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%.

R0P0: Sengon laut + Tanah murni

R1P0: Sengon laut +*Rhizobium*

R0P2: Sengon laut + urea 2 gram

R0P4: Sengon laut + urea 4 gram

R0P8: Sengon laut + urea 8 gram

R1P2: Sengon laut +*Rhizobium* + urea 2 gram

R1P4: Sengon laut +*Rhizobium* + urea 4 gram

R1P8: Sengon laut +*Rhizobium* + urea 8 gram

Hasil uji BNJ menunjukkan perlakuan inokulasi *Rhizobium* tanpa pemupukan memberikan respon pertumbuhan yang terbaik terhadap semua variabel yang diamati. Pada variabel pertambahan tinggi, inokulasi *Rhizobium* meningkatkan pertumbuhan tanaman lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi. Pemberian pupuk saja belum dapat meningkatkan pertambahan tinggi sama baiknya dengan bibit yang diinokulasi.

Pada variabel berat kering tajuk dan berat kering akar hanya inokulasi *Rhizobium* tanpa pemupukan yang menunjukkan pengaruh nyata, namun secara umum inokulasi *Rhizobium* memberikan respon pertumbuhan yang lebih baik terhadap variabel tersebut dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi. Sementara pada variabel panjang akar, inokulasi *Rhizobium* dengan dosis pemupukan 4 dan 8 gram justru akan mengurangi rata-rata panjang akar.

Hasil uji BNJ lainnya, pada variabel jumlah bintil, inokulasi *Rhizobium* tanpa pemupukan dan inokulasi *Rhizobium* ditambah urea 2 gram menghasilkan bintil akar yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada persentase bintil akar inokulasi *Rhizobium* menghasilkan persentase bintil akar efektif yang lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi. Walaupun pada tanaman yang tidak diinokulasi ditemukan bintil akar, namun persentase bintil akar efektif sangatlah kecil. Hasil uji BNJ variabel pertambahan diameter disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil uji BNJ pengaruh inokulasi Rhizobium terhadap parameter pertambahan diameter

Perlakuan	D (cm)
R0	0,12 b
R1	0,17 a
BNJ	0,03

Keterangan: Data pada setiap kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%.

Terlihat bahwa inokulasi Rhizobium dapat meningkatkan pertambahan diameter bibit sengon. Selanjutnya dilakukan perhitungan indeks mutu bibit untuk mengetahui perlakuan yang secara umum paling baik. Indeks mutu bibit merupakan perbandingan berat akar dan pucuk serta kekokohan semai. Tabel perhitungan indeks mutu bibit disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Indeks Mutu Bibit (IMB)

Perlakuan	Indeks Mutu Bibit (IMB)
R0P0	5,07
R0P2	4,05
R0P4	5,75
R0P8	5,10
R1P0	6,51
R1P2	5,78
R1P4	5,23
R1P8	5,34

Hasil perhitungan indeks mutu bibit menunjukkan perlakuan inokulasi Rhizobium menghasilkan respon pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi, walaupun pemupukan dengan dosis 4 gram dapat meningkatkan indeks mutu bibit.

Pembahasan

Rhizobium adalah bakteri tanah yang mempunyai peran penting dalam penambatan N₂ bebas dari udara sehingga menjadi senyawa nitrogen yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Sari dan Prayudyaningsih, 2015). Sebelum bakteri menginfeksi tanaman inang didahului oleh keluarnya senyawa protein spesifik yang disebut *inducen*. Protein ini dikeluarkan sebagai sinyal dari tanaman agar dikenali oleh bakteri. Selanjutnya, bakteri mengeluarkan senyawa lipo-oligosakarida atau disebut *nod factor* untuk perintah pembelahan sel inang. Simbiosis dapat terjadi bila ada kecocokan masing-masing substrat yang dihasilkan (Adnyana, 2012).

Mekanisme penambatan nitrogen oleh Rhizobium pada tanaman legum diawali dengan proses infeksi, dimulai dengan cara penetrasi bakteri ke dalam sel rambut akar. Infeksi pada rambut akar menyebabkan pertumbuhan rambut akar keriting akibat dari adanya auksin yang dihasilkan oleh bakteri. Benang infeksi terus berkembang sampai di korteks dan mengadakan percabangan. Percabangan ini menyebabkan jaringan korteks membesar yang dapat dilihat sebagai bintil akar. Sampai proses ini, infeksi bakteri sensitif terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan, misal kemasaman. Reaksi yang umum terjadi pada proses penambatan nitrogen oleh bakteri legumenose adalah:

$N_2 + 8H^+ + 8e^- + 16 ATP \rightarrow 2NH_3 + 16 ADP + 16P_i + H_2$. Untuk mereduksi 1 molekul N_2 diperlukan 15 – 30 ATP yang 30 – 60 % dari energi ATP ini terbuang dalam bentuk gas H_2 (Novriani, 2011).

Inokulasi *Rhizobium* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, hal ini diduga karena kemampuan *Rhizobium* mengikat unsur hara nitrogen yang sangat dibutuhkan tanaman sengon pada fase pertumbuhan semai untuk mengoptimalkan pertumbuhannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium* baik dikombinasikan atau tidak dengan pupuk urea mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman. Namun pemupukan dengan dosis 8 gram justru berpengaruh buruk terhadap pertambahan tinggi semai, hal ini diduga karena dosis pupuk urea 8 gram terlalu besar untuk semai tanaman sengon, sehingga tanaman tidak mampu tumbuh dengan baik karena kelebihan dosis pupuk dapat mengganggu proses pertumbuhan tanaman. Isbandi (1983) berpendapat bahwa tanggap tanaman terhadap unsur hara menunjukkan maksimum pada batas-batas tertentu dan pada jumlah yang lebih tinggi justru pertumbuhan tanaman akan terganggu. Kurniaty dkk (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa inokulasi *Rhizobium* secara nyata mampu memacu pertambahan tinggi tanaman sehingga tidak perlu diberikan lagi unsur hara nitrogen dari pupuk.

Tinggi tanaman juga berkaitan dengan berat kering tanaman yang dihasilkan. Berat kering tanaman merupakan efisiensi penyerapan dan pemanfaatan sinar matahari yang tersedia selama pertumbuhan oleh tajuk tanaman (Gardner dkk, 1991). Jika tanaman semakin tinggi maka semakin baik pula dalam persaingan pada proses fotosintesis dan berat kering tanaman yang dihasilkan juga semakin besar (Solikin, 2015).

Berat kering tanaman yang besar menunjukkan besarnya fotosintat yang dihasilkan selama proses pertumbuhan (Agistia dan Ricky, 2006). Pada tanaman yang diinokulasi akan menunjukkan terjadinya peningkatan translokasi fotosintat ke akar yang lebih baik dibandingkan pada semai yang tidak diinokulasi. Hal ini sejalan dengan kekompakan akar dan diameter karena semakin kokoh akar suatu tanaman menunjukkan jumlah cadangan makanan yang disimpan dalam batang telah memadai (Nusantara dkk, 2002).

Pembentukan bintil dipengaruhi dosis pupuk urea yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanpa dilakukan pemupukan produksi bintil akar akan meningkat, hal ini diduga karena dengan pemupukan maka ketersediaan nitrogen yang dibutuhkan tanaman di dalam tanah akan tercukupi untuk pertumbuhan sehingga *Rhizobium* tidak berkembang dengan baik. Menurut Wicaksono dkk (2015) nitrogen di dalam tanah berbentuk nitrat (NO_3^-) yang mempunyai kemampuan menghilangkan bulu-bulu akar yang dibutuhkan bakteri untuk menginfeksi akar sehingga mengurangi kemampuan akar untuk memproduksi bintil akar. Adanya kandungan nitrogen yang berlebihan akibat dilakukan pemupukan akan mengurangi kemampuan bakteri *Rhizobium* dalam menginfeksi akar. Hal ini sejalan dengan pendapat Fitriana dkk (2015) bahwa pertumbuhan bakteri *Rhizobium* dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara pada lingkungan perakaran dan tentunya akan berpengaruh pada fiksasi nitrogen. Kelebihan dan kekurangan unsur hara akan berdampak buruk terhadap pertumbuhan *Rhizobium* dan fiksasi nitrogen.

Hal lain yang mempengaruhi produksi bintil akar adalah sifat pupuk urea. Pupuk urea adalah jenis pupuk yang bersifat asam, sifat asam akan mengakibatkan pH tanah menjadi rendah. Pertumbuhan bakteri *Rhizobium* di lahan masam menghadapi banyak kendala (Harsono dkk, 2011).

Pada tanaman yang tidak diinokulasi ternyata dijumpai pula bintil-bintil pada akarnya. Benih yang disemai sebelumnya tidak disterilisasi sehingga diduga benih tersebut telah terinfeksi oleh bakteri *Rhizobium* ketika berada di tanah di bawah tegakan pohon induknya. Karena benih dapat terkontaminasi oleh bakteri *Rhizobium*, sebelum ditanam benih seharusnya disterilkan terlebih dahulu menggunakan larutan H_2O_2 kemudian dibilas dengan air steril sebanyak 10 kali (Noortasiah, 2005). Meskipun demikian, bintil akar yang

ditemukan jumlahnya lebih sedikit dibandingkan pada tanaman yang diinokulasi dan memiliki nilai persentase bintil efektif yang lebih kecil. Persentase bintil akar efektif berhubungan dengan aktivitas penambatan N pada tanaman dan hal ini ada kaitannya dengan kandungan leghemoglobin yang ditunjukkan dengan warna kemerah-merahan pada bintil akar yang efektif. Jumlah leghemoglobin di dalam bintil memiliki hubungan langsung dengan jumlah nitrogen yang difiksasi oleh bintil akar (Gardner dkk,1991).

Indeks mutu bibit merupakan perbandingan berat akar dan pucuk serta kekokohan semai (Suryawan, 2014). Hasil perhitungan indeks mutu bibit menunjukkan bahwa inokulasi Rhizobium tanpa pemupukan adalah perlakuan yang memberikan respon pertumbuhan terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena kadar nitrogen yang dibutuhkan tercukupi, maka fotosintat yang dapat disalurkan ke batang dan akar juga maksimal, sehingga perbandingan berat akar dan pucuk serta kekokohan semai sangat baik dan bibit siap untuk ditanam di lapangan.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Inokulasi Rhizobium mampu memacu pertambahan tinggi, pertambahan 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

- 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.
- Fitriana, D.A., Titiok, 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.
- Harsono, A., Prihastuti dan Subandi. 2011. Efektivitas Multi-Isolat Rhizobium Dalam Pengembangan Kedelai Di Lahan Kering Masam. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 6(1): 57-75.
- Isbandi, J. 1983. *Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Buku. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 259 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.

- Noortasiah.2005.Pemanfaatan Bakteri Rhizobium Pada Tanaman Kedelai Di Lahan Lebak. *Buletin Teknik Pertanian*. 2(10): 57-60.
- Novriani. 2011. Peranan Rhizobium Dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen Bagi Tanaman Kedelai. *Jurnal Agronobis*. 5(3): 35-42.
- 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.
- 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.
- Sari, R. dan Prayudyarningsih, 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.
- 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 Galur 13 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, J. W., Martenz, P. N. dan Hall, N. 1986. *Multipurpose Australian Trees and Shrubs, Lesser Known Species 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.