

**PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI (*Glycine max (l) Merr*) YANG DIBERI PUPUK KOTORAN KAMBING DAN *RHIZOBIUM SP* PADA TANAH GAMBUT  
(*Growth and Yield of Soybean (Glycine max (l) Merr) Fertilized With Goat manure Fertilizer and Rhizobium sp on peat*)**

Winarti, S.<sup>1)</sup> Sundari, Y. <sup>2)</sup> dan Asie, Y.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya,

<sup>2)</sup> Guru pada SMK I Mihing Raya dan Alumni Prodi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.  
Telp. 081349066099 Email : [sih\\_winarti@yahoo.com](mailto:sih_winarti@yahoo.com)

Diterima : 16/08/2016 Disetujui : 28/08/2016

**ABSTRACT**

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah respon tanaman kedelai terhadap pemberian pupuk organik kotoran kambing dan *Rhizobium sp* pada tanah gambut, serta menentukan dosis pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium sp* yang memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai terbaik pada tanah gambut. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 (dua) faktor perlakuan dan 3 (tiga) ulangan. Faktor pertama adalah pupuk kandang (K) yang terdiri dari 3 taraf yaitu : 0, 10 dan 20 t ha<sup>-1</sup> dan faktor kedua adalah *Rhizobium* yang terdiri dari 5 taraf, yaitu : 0, 4, 8, 12 dan 16 g kg<sup>-1</sup> benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bintil akar efektif tertinggi diperoleh pada tanaman kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing dosis 20 t ha<sup>-1</sup> dan 12 g kg<sup>-1</sup> benih *Rhizobium sp* yaitu 63,3 buah. Pemberian kotoran kambing pada tanah gambut dengan dosis 10 t ha<sup>-1</sup>, tanaman kedelai cenderung tumbuh lebih tinggi, daun lebih luas, bobot bintil akar efektif, bobot polong, bobot biji per tanaman dan bobot 1000 butir nyata lebih tinggi serta jumlah polong per tanaman nyata lebih banyak dibandingkan dengan tanpa diberi pupuk kotoran kambing. Pemberian *Rhizobium sp* pada tanah gambut dengan dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih, mampu secara nyata meningkatkan tinggi tanaman, luas daun, jumlah bintil akar efektif, bobot bintil akar per tanaman bobot polong per tanaman, berat biji per tanaman dan bobot 1000 biji dibandingkan dengan tanpa diberi *Rhizobium sp* (kontrol)

*Kata kunci : Pupuk kandang kambing, Rhizobium sp, tanah gambut.*

**ABSTRAK**

This study aimed to examine the response of soybean plants to organic fertilizer goat manure and *Rhizobium sp* on peat soil, and determine the goat manure fertilizer and *Rhizobium sp* which gives the growth and yield of soybean best in peat soil. This experiment used a block randomized factorial design with two factors treatments and 3 replications. The first factor is the goat manure consists of three levels ie 0, 10 and 20 t ha<sup>-1</sup> and the second factor is the *Rhizobium sp* consists of five levels ie 0, 4, 8, 12 and 16 g kg<sup>-1</sup> seed. The results showed that the highest number of root nodules on soybean obtained by goat manure dose of 20 t ha<sup>-1</sup> and 12 g kg<sup>-1</sup> seed *Rhizobium sp*. Fertilization goat manure at a dose of 10 t ha<sup>-1</sup> on peat, soybean plants tend to grow taller, wider leaves, root nodule weight effectively, the weight of pods, seed weight per plant and 1000 grain weight was significantly higher and the real number of pods per plant more than in the controls. Giving *Rhizobium sp* on peat soil with a dose of 12 g kg<sup>-1</sup> seed, is capable of significantly increased plant height, leaf area, number of root nodules effectively, the weight of nodules per plant, weight of pods per plant, seed weight per plant and weight of 1000 seeds of soybean compared with no given *Rhizobium sp* (control)

*Keyword : goat manure, Rhizobium sp, peat soil*

## PENDAHULUAN

Kebutuhan kedelai di Indonesia setiap tahun semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan perbaikan pendapatan perkapita. Oleh karena itu, diperlukan suplai kedelai tambahan yang harus diimpor karena produksi dalam negeri belum dapat mencukupi kebutuhan. Untuk memenuhi kebutuhan kedelai diperlukan beberapa alternatif baik secara intensifikasi maupun ekstensifikasi. Usaha ekstensifikasi tanaman kedelai di Kalimantan Tengah menghadapi beberapa kendala diantaranya adalah kondisi tanah yang tidak subur karena didominasi oleh tanah gambut dan tanah ultisol.

Tanah gambut mempunyai tingkat kesuburan rendah, unsur hara tidak tersedia, pH masam, KTK tinggi dan kejenuhan basa rendah. Disamping itu tanah gambut yang belum mengalami dekomposisi secara sempurna kemampuan menahan air sangat rendah, dan bila kekurangan air akan menyusut tidak dapat balik sehingga tidak mendukung pertumbuhan tanaman. Untuk meningkatkan kesuburan tanah gambut dan kemampuan menahan air serta mempercepat proses dekomposisi diperlukan penambahan amelioran diantaranya menggunakan pupuk organik. Salah satu jenis pupuk organik yang banyak tersedia adalah pupuk kandang. Pupuk kandang dapat berperan sebagai amelioran untuk mempercepat dekomposisi tanah gambut, disamping itu pupuk kandang mengandung unsur hara makro dan mikro (Lingga dan Marsono, 2008).

Pupuk kandang mengandung unsur hara makro dan mikro, dan dapat mempercepat proses dekomposisi gambut karena dapat berperan sebagai sumber energi bagi mikrobia tanah. Bila tanah gambut telah mengalami proses dekomposisi, maka unsur hara yang semula terikat akan menjadi tersedia bagi tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik.

Selain pupuk organik, penambahan bakteri *Rhizobium sp* untuk pertanaman kedelai sangat diperlukan. Bakteri *Rhizobium sp* umumnya diberikan pada saat sebelum tanam, karena bakteri ini berperan sebagai pemicu akar tanaman kedelai untuk dapat menyerap unsur hara nitrogen. *Rhizobium sp* adalah bakteri

yang positif bagi tanaman legum karena kemampuannya bersimbiosis dengan akar tanaman untuk memfiksasi nitrogen bebas dari udara (N<sub>2</sub>), sehingga tanaman mendapat nitrogen yang memadai untuk pertumbuhannya. Salah satu kendala utama keberhasilan tanaman kedelai di lapangan adalah terganggunya aktifitas fiksasi nitrogen oleh bintil akar melalui simbiosisnya dengan bakteri *Rhizobium sp* akibat kondisi tanah maupun faktor lainnya. Penggunaan pupuk hayati tidak mempunyai bahaya atau efek samping, lebih efisien tanpa menimbulkan bahaya pencemaran terhadap lingkungan, harga yang relatif murah, dan teknologi yang cukup sederhana. Penggunaan *Rhizobium sp* sebagai pupuk hayati memiliki prospek yang baik karena dapat meningkatkan produktivitas tanah, membantu proses pelarutan hara dan meningkatkan daya dukung tanah sebagai akibat rendahnya aktivitas mikroba. *Rhizobium sp* yang mampu memenuhi 80% kebutuhan nitrogen tanaman legum dapat meningkatkan produksi antara 10-25% (Soetanto, 2002). Menurut Pasaribu dkk., (1989) bahwa produksi kedelai meningkat dari 1,07 ton ha<sup>-1</sup> menjadi 1,67 t ha<sup>-1</sup> dengan pemberian *Rhizobium sp* atau meningkat 56,07%. Tersedianya N pada awal pertumbuhan sangat penting, agar tanaman dapat tumbuh secara optimal. Pertumbuhan awal yang baik diharapkan dapat mendukung perkembangan organ-organ generatif secara baik. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh pemberian pupuk kandang kotoran kambing dan *Rhizobium sp*, terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 (lima) bulan dari bulan April sampai bulan Juli 2013, bertempat di jalan Tingang VIII Kecamatan Jekan Raya kota Palangka Raya. Bahan yang digunakan adalah kotoran kambing, *Rhizobium sp*, benih kedelai varietas Anjasmoro, lahan gambut yang belum pernah digunakan untuk budidaya tanaman, kapur dolomit, pestisida, Urea, KCL dan SP-36.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2

(dua) faktor perlakuan dan 3 (tiga) ulangan. Faktor pertama adalah pupuk kandang (K) yang terdiri dari 3 taraf yaitu : 0, 10 dan 20 t ha<sup>-1</sup> dan faktor kedua adalah pemberian inokulan *Rhizobium sp* yang terdiri dari 5 taraf, yaitu : 0, 4, 8, 12 dan 16 g kg<sup>-1</sup> benih. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, luas daun, jumlah dan bobot bintil akar efektif per tanaman, rasio pupus akar, jumlah dan bobot polong per tanaman, berat 1000 butir biji dan berat biji per tanaman. Sebagai data penunjang dianalisis tanah pada awal dan setelah masa inkubasi.

Data hasil pengamatan, dianalisis menggunakan uji F pada taraf = 5% dan = 1%. Apabila Uji F menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata maka dilanjutkan uji nilai tengah dengan uji BNJ 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah dan Bobot Bintil Akar Efektif

Terdapat interaksi yang nyata antara pemberian pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium sp* terhadap jumlah bintil akar efektif. Pemberian kotoran kambing dengan dosis 10 t ha<sup>-1</sup> dan diberi *Rhizobium* dengan dosis 8 g kg<sup>-1</sup> benih, jumlah bintil akar nyata lebih banyak yaitu terjadi peningkatan 100%, tetapi penambahan dosis *Rhizobium* menjadi 12g kg<sup>-1</sup> benih, tidak mampu lagi meningkatkan jumlah binti akar, bahkan bila dosis *Rhizobium sp* ditingkatkan lagi menjadi 16 g kg<sup>-1</sup> benih, jumlah bintil akar menurun secara nyata. Peningkatan dosis kotoran kambing menjadi 20

t ha<sup>-1</sup> dan pemberian *Rhizobium* 12g kg<sup>-1</sup> benih diperoleh jumlah bintil akar tertinggi (Tabel 1).

Keberhasilan inokulasi bakteri sangat dipengaruhi oleh kecocokan antara bakteri dengan jenis tanah dan faktor kompetisi. Faktor utama yang menentukan banyaknya N yang diambil adalah tersedianya C-organik dalam tanah (Mulatsih, 1987). Pada tanah yang belum pernah ditanami kedelai, sebelum benih ditanam harus dicampur merata dengan legin (suatu inokulum buatan dari bakteri yang ditempatkan di media biakan tanah, kompos untuk memulai aktifitas biologi *Rhizobium sp*) pada biji yang telah dibasahi tersebut sedikitnya dengan dosis 7,5 g kg<sup>-1</sup> benih (Eka dan Rudi, 2012). Hasil penelitian Artha (1993), menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium sp* dapat meningkatkan bintil akar dan hasil biji kedelai. Pemberian *Rhizobium sp* meningkatkan jumlah bintil akar tanaman kedelai sehingga meningkatkan simbiose bakteri *Rhizobium sp* di dalam menambat N bebas dari udara. Hal itu, akan meningkatkan ketersediaan N bagi tanaman dan berpengaruh terhadap meningkatnya pertumbuhan tanaman kedelai.

Tidak terdapat interaksi yang nyata antara pemberian pupuk kandang kotoran kambing dan *Rhizobium sp*, terhadap bobot bintil akar, tetapi pemberian pupuk kandang kotoran kambing dengan dosis 20 t ha<sup>-1</sup> mampu menghasilkan bobot bintil akar per tanaman nyata paling tinggi 0,95 g, sedangkan untuk pemberian *Rhizobium sp*, bobot bintil akar paling tinggi diperoleh pada dosis 12g kg<sup>-1</sup> benih (Tabel 2).

Tabel 1. Rerata jumlah bintil akar efektif pada umur 5 mst yang diberi pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium sp* dengan dosis yang berbeda

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium sp</i> (g kg <sup>-1</sup> benih)				
	0	4	8	12	16
0	8.0 <sup>a</sup> A	13.0 <sup>a</sup> A	13.3 <sup>a</sup> A	21.7 <sup>a</sup> A	20.7 <sup>a</sup> A
10	9.7 <sup>a</sup> A	17.0 <sup>a</sup> A	34.0 <sup>b</sup> B	40.0 <sup>b</sup> B	20.0 <sup>a</sup> A
20	11.0 <sup>a</sup> A	17.0 <sup>a</sup> A	34.7 <sup>a</sup> B	63.3 <sup>b</sup> C	28.7 <sup>a</sup> B
BNJ 5%			K = 8,30 ; R = 12,62		

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal sedangkan huruf besar dibaca secara vertikal.

Tabel 2. Rerata bobot bintil akar efektif pada umur 5 mst yang diberi pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp dengan dosis yang berbeda

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
0	0,30	0,48	0,45	0,74	0,45	0,48 <sup>a</sup>
10	0,46	0,62	0,61	0,92	0,74	0,61 <sup>a</sup>
20	0,35	0,95	0,88	1,17	1,41	0,95 <sup>b</sup>
Rerata R	0,37 <sup>a</sup>	0,68 <sup>ab</sup>	0,65 <sup>ab</sup>	0,94 <sup>b</sup>	0,77 <sup>ab</sup>	
BNJ 5%	K = 0,28 ; R = 0,43					

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama berarti tidak berbeda nyata sesuai uji BNJ 5 %

Ada keterkaitan antara jumlah dan bobot bintil akar per tanaman yang terbaik yaitu diperoleh pada pemberian dosis pupuk kandang 20 t ha<sup>-1</sup> dan *Rhizobium* sp dengan dosis 12g kg<sup>-1</sup> benih. Pengaruh sinergis kombinasi pemberian pupuk kotoran kambing dosis 20 t ha<sup>-1</sup> dan *Rhizobium* sp dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih, memberikan pertumbuhan bintil akar nyata paling baik dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya (Tabel 1 dan Tabel 2). Diduga pupuk kotoran kambing dengan dosis 20 t ha<sup>-1</sup> mampu memasok unsur hara sebagai sumber energi bagi mikroorganisme di dalam tanah. Menurut Yutono (1985), kehidupan bakteri *Rhizobium* sp sangat tergantung pada lingkungan tanah terutama suhu, pH, unsur hara dan senyawa kimia lainnya. Peranan bahan organik adalah untuk mempengaruhi perkembangan bintil akar terutama pada tanaman kacang-kacangan (Gunarto, dkk., 1991).

Menurut Gardner dkk., (1991) inokulasi dilakukan bila di dalam tanah tidak ada spesies *Rhizobium* sp atau kalau terdapat dalam jumlah sedikit. Dalam kondisi seperti ini, inokulasi dapat membentuk populasi galur yang efektif sehingga menghasilkan tanaman legum yang lebih baik perbintilannya. Inokulasi *Rhizobium* sp pada tanaman kacang-kacangan juga bertujuan agar menghasilkan bintil akar yang efektif, serta untuk menempatkan populasi *Rhizobium* sp ke dalam tanah dalam jumlah cukup besar agar dapat bertahan hidup sebagai sumber inokulum tanaman. Inokulasi *Rhizobium* sp hanya efektif bila populasi *Rhizobium* sp di alam rendah, untuk itu diperlukan takaran inokulasi yang tepat untuk mengoptimalkan fungsi *Rhizobium* sebagai agen pemfiksasi nitrogen. Hal ini juga sejalan

dengan penelitian Siswanto (1997), yang menyatakan bahwa tanaman kedelai yang mendapat inokulasi *Rhizobium* sp ternyata memiliki jumlah nodul efektif lebih besar jika dibandingkan dengan yang tidak mendapatkan inokulasi.

#### Tinggi tanaman

Tanaman kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing 20 t ha<sup>-1</sup> dan dosis *Rhizobium* sp 12 g kg<sup>-1</sup> benih, nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, peningkatan dosis *Rhizobium* sp dari 12 g kg<sup>-1</sup> benih menjadi 16 g kg<sup>-1</sup> benih, tinggi tanaman cenderung lebih rendah (Tabel 3). Pemberian pupuk kandang selain dapat menambah tersedianya unsur hara terutama N, juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah yaitu membantu mempercepat proses dekomposisi tanah gambut sehingga unsur hara yang semula terikat menjadi tersedia bagi tanaman (Soepardi, 1983). Unsur N merupakan bahan penting penyusun asam amino, amida, nukleotida dan nukleoprotein, serta esensial untuk pembelahan sel, pembesaran sel (Gardner dkk., 1991), sehingga bila unsur N tersedia dalam jumlah yang cukup pertumbuhan tanaman akan lebih baik.

*Rhizobium* sp merupakan kelompok penambat nitrogen yang bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan, sehingga penambahan *Rhizobium* sp dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen. Selain itu, rhizobium juga mampu menghasilkan hormon tumbuhan IAA dan giberellin yang dapat memacu pertumbuhan akar rambut dan memperbanyak percabangan akar sehingga memperluas jangkauan perakaran (Ningsih dan Anas 2004) Pertumbuhan perakaran yang

baik, dapat meningkatkan laju penyerapan hara tanaman, sehingga tanaman akan tumbuh lebih baik.

**Luas Daun**

Pemberian pupuk kotoran kambing dosis 20 t ha<sup>-1</sup> menunjukkan daun tanaman kedelai lebih luas pada umur 4 dan 5 mst yaitu masing-masing sebesar 63,65 dan 81,11 cm<sup>2</sup> dan ini berbeda nyata dengan yang tanpa diberi pupuk kotoran kambing dengan rerata lebih rendah yaitu 48,41 dan 63,65 cm<sup>2</sup>, namun tidak berbeda nyata dengan dosis 10 t ha<sup>-1</sup>. Pemberian dosis *Rhizobium* sp berpengaruh

nyata terhadap luas daun tanaman kedelai pada umur 4 dan 5 mst. Tanaman kedelai yang diberi *Rhizobium* sp dengan dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih, memiliki daun lebih luas, yaitu masing-masing sebesar 61,18 cm<sup>2</sup> dan 80,17 cm<sup>2</sup>, hal ini berbeda nyata dibandingkan tanpa pemberian *Rhizobium* sp dengan rerata luas daun yaitu 46,96 cm<sup>2</sup> dan 56,84 cm<sup>2</sup> (Tabel 4)

Tabel 3. Tinggi Tanaman (cm) kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp pada umur 4 dan 5 mst

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
<b>4 mst</b>						
0	41,53	39,20	43,40	42,77	47,43	42,87 <sup>a</sup>
10	41,97	46,43	48,37	51,13	51,00	47,78 <sup>ab</sup>
20	43,90	46,37	48,67	63,40	49,47	50,36 <sup>b</sup>
Rerata R	42,47 <sup>a</sup>	44,00 <sup>ab</sup>	46,81 <sup>ab</sup>	52,43 <sup>b</sup>	49,30 <sup>ab</sup>	
BNJ 5%	K = 6,47 ; R = 9,83					
<b>5 mst</b>						
0	47,10	47,37	56,23	52,93	52,93	52,00 <sup>a</sup>
10	48,97	59,20	54,20	63,53	54,90	56,16 <sup>ab</sup>
20	49,97	60,10	65,93	74,77	64,67	63,09 <sup>b</sup>
Rerata R	48,68 <sup>a</sup>	55,56 <sup>ab</sup>	58,79 <sup>ab</sup>	63,74 <sup>b</sup>	58,64 <sup>ab</sup>	
BNJ 5%	K = 8,28 ; R = 12,59					

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris dan umur pengamatan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 4. Luas daun (cm<sup>2</sup>) tanaman kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp dengan dosis yang berbeda pada umur 4 dan 5 mst

Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
<b>4 mst</b>						
0	43,81	44,99	50,93	52,14	50,19	48,41 <sup>a</sup>
10	45,50	60,64	64,92	63,77	62,82	59,53 <sup>b</sup>
20	51,71	63,66	59,90	67,26	75,74	63,65 <sup>b</sup>
Rerata R	46,96 <sup>a</sup>	56,88 <sup>ab</sup>	61,17 <sup>b</sup>	61,18 <sup>b</sup>	59,87 <sup>ab</sup>	
BNJ 5%	K = 9,75 ; R = 14,20					
<b>5 mst</b>						
0	52,00	54,98	67,25	69,07	64,72	61,60 <sup>a</sup>
10	55,71	69,53	72,50	76,88	79,85	70,89 <sup>ab</sup>
20	62,80	74,36	79,87	94,56	93,97	81,11 <sup>b</sup>
Rerata R	56,84 <sup>a</sup>	66,29 <sup>ab</sup>	73,21 <sup>ab</sup>	80,17 <sup>b</sup>	79,51 <sup>b</sup>	
BNJ 5%	K = 11,78 ; R = 17,90					

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris dan umur pengamatan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan Tabel 4 nampak bahwa pemberian *Rhizobium* sp dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih, mampu meningkatkan luas daun secara nyata, hal ini diduga dengan pemberian *Rhizobium* sp mampu memacu pertumbuhan bintil akar tanaman kedelai sehingga tanaman kedelai mampu memfiksasi unsur N lebih baik, dengan kecukupan unsur N maka pertumbuhan daun lebih baik. Lakitan (1995), menyatakan bahwa pada saat pertumbuhan daun, diketahui tidak semua unsur hara yang diperlukan berperan langsung terhadap pembentukan daun. Unsur hara yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun adalah nitrogen. Gardner *dkk.* (1991) menambahkan, daun merupakan organ utama untuk menyerap cahaya dan melakukan fotosintesis pada tanaman budidaya, dengan daun yang lebih luas maka penyerapan cahaya oleh daun akan meningkat. Sutedjo dan Kartasapoetra (2002) menyatakan bahwa fungsi N antara lain untuk meningkatkan pertumbuhan daun. Daun tanaman akan menjadi banyak dan lebar serta warna yang lebih hijau. Selain N unsur P juga sangat dibutuhkan daun dalam kegiatan fosforilasi fotosintesis pada daun. Sesuai pernyataan Rosmarkam dan Yuwono (2002) bahwa fosfor dianggap sebagai kunci kehidupan karena berhubungan dengan senyawa energi sel (ATP) yang dibentuk pertama kali pada saat fosforilasi pada proses fotosintesis daun. Unsur fosfor (P) sangat berperan penting dalam kegiatan ini. Sedangkan unsur K terlibat dalam mempengaruhi membuka dan menutupnya stomata pada daun, sehingga daun dapat mereduksi CO<sub>2</sub> yang di perlukan dalam kegiatan fotosintesis.

Menurut Aguskrisno (2011), kemampuan *Rhizobium* sp dalam menambat nitrogen dari udara dipengaruhi oleh besarnya

bintil akar dan jumlah bintil akar. Semakin besar bintil akar atau semakin banyak bintil akar yang terbentuk, semakin besar nitrogen yang ditambat. Hasbi (2009), semakin aktif nitrogenase semakin banyak pasokan nitrogen bagi tanaman, sehingga dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman. Jumlah N<sub>2</sub> yang dapat difiksasi oleh tanaman legum sangat bervariasi, tergantung pada jenis tanaman legum, kultivar, jenis bakteri serta tempat tumbuh bakteri tersebut dan terutama pH tanah (Nuzulianto, 2011).

### Rasio Pupus Akar

Tidak terdapat pengaruh interaksi antara pemberian dosis pupuk kandang kotoran kambing dan *Rhizobium* sp terhadap rasio pupus akar. Pemberian kotoran kambing dan *Rhizobium* sp sebagai faktor tunggal juga tidak berpengaruh terhadap rasio pupus akar (Tabel 5). Pemberian pupuk organik ke dalam tanah dapat meningkatkan kandungan N tanah, disamping itu juga menambah ketersediaan P dan unsur hara lainnya (Miller dan Donahue, 1990).

Ketersediaan N yang cukup disertai penambahan P akan berpengaruh terhadap pertumbuhan pupus dan akar. Faktor lingkungan dapat menyebabkan banyak variasi pada distribusi bahan kering akar dan pupus. Nisbah pupus akar akan meningkat bila pasokan nitrogen ditingkatkan. Peningkatan pasokan nitrogen memegang peranan penting untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, pertumbuhan akar meningkat, meskipun tidak sebesar peningkatan pupus.

Tabel 5. Rerata rasio pupus-akar tanaman kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp dengan dosis yang berbeda pada umur 5 mst

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
0	4,10	3,41	4,16	4,84	5,31	4,36
10	4,10	4,49	3,69	7,42	3,57	4,65
20	4,41	4,30	4,73	6,46	4,67	4,91
Rerata R	4,20	4,07	4,19	6,24	4,51	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama berarti tidak berbeda nyata sesuai uji BNJ 5 %

Jika pasokan fosfat cukup, air tanah cukup tersedia, dan nitrogen tersedia bagi tanaman, pertumbuhan tanaman bagian pupus akan meningkat sehingga nisbah pupus akar akan meningkat, sebaliknya jika pasokan fosfat terbatas, air tersedia terbatas serta nitrogen dalam tanah tidak tersedia nisbah pupus akar akan menurun (Russell, 1982).

Selanjutnya Purwowidodo (1992), menyatakan bahwa perkembangan akar dan pucuk tanaman tergantung pada ketersediaan dan pasokan hara dalam sistem tanah. Nitrogen dan fosfor merupakan unsur hara terpenting pemacu pertumbuhan tanaman, sehingga kekahatan kedua unsur hara tersebut akan membatasi pertumbuhan bagian atas dan bawah tanaman. Perakaran yang tumbuh pada tanah cukup N, berukuran besar dan nisbi pendek, sedangkan perakaran pada tanah kurang N lebih panjang, kecil dan melimpah (Russel, 1982). Selanjutnya Sanchez (1992) menambahkan bahwa bahan organik sangat besar peranannya dalam pembentukan struktur tanah dan menjaga kemantapannya. Disamping itu bahan organik yang telah menjadi humus akan membentuk koloid yang berperan aktif sebagai perekat partikel tanah dan mempunyai luas permukaan yang besar, sehingga meningkatkan KTK tanah yang pada akhirnya dapat mendukung pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Berdasarkan hasil analisis tanah kandungan N termasuk kategori sedang dan tinggi (0,49 – 0,74%), sedangkan kandungan P ( P-Bray I) tergolong sangat tinggi yaitu antara 278,55 – 667,85 ppm. Kecukupan N dan P pada baik pada kontrol maupun yang diberi perlakuan akan terjadi keseimbangan antara pertumbuhan pupus dan akar, sehingga rasio pupus akar tidak ada perbedaan.

### Jumlah Polong dan Bobot Polong Per Tanaman

Pemberian kotoran kambing 10 t ha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan jumlah dan bobot polong pertanaman secara nyata dibandingkan yang tanpa diberi pupuk kandang, penambahan dosis kotoran kambing menjadi 20 ton ha<sup>-1</sup> jumlah dan bobot polong per tanaman tidak berbeda dengan yang diberi pupuk kandang kotoran kambing 10 t ha<sup>-1</sup>. Pupuk kandang mengandung unsur hara makro seperti fosfor, nitrogen, kalium dan belerang, serta unsur hara mikro diantaranya kalsium, magnesium, natrium, besi, tembaga, dan molibdenum (Setiawan, 2006). Selanjutnya Musnawar (2007), mengemukakan bahwa pupuk kandang kambing mempunyai manfaat untuk menggemburkan dan menyuburkan tanah, meningkatkan kandungan unsur hara; meningkatkan produktivitas tanaman dan merangsang pertumbuhan akar, batang, dan daun. Oleh karena itu pemberian pupuk kandang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman yang baik akan mendukung terbentuknya organ generatif secara maksimal, tetapi bila penambahan pupuk kandang dengan dosis relatif tinggi cenderung memacu pertumbuhan vegetatif, sehingga pembentukan organ genetatif polong relatif terhambat. Hal ini nampak bahwa dengan penambahan dosis pupuk kandang tidak mampu meningkatkan jumlah maupun bobot polong per tanaman.

Pemberian *Rhizobium* sp tidak berpengaruh terhadap jumlah polong per tanaman, tetapi bobot polong meningkat secara nyata pada dosis *Rhizobium* 12g kg<sup>-1</sup> benih, peningkatan dosis *Rhizobium* sp menjadi 16g kg<sup>-1</sup> benih, bobot polong per tanaman cenderung menurun (Tabel 6 dan Tabel 7).

Tabel 6. Rerata jumlah polong per tanaman kedelai yang diberi kotoran kambing dan *Rhizobium* sp dengan dosis yang berbeda

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
0	25,33	37,00	38,33	45,00	55,33	40,20 <sup>a</sup>
10	67,00	70,00	71,67	90,33	68,00	73,40 <sup>b</sup>
20	64,00	73,67	84,33	87,33	75,33	76,93 <sup>b</sup>
Rerata	30,78	35,67	36,67	45,11	41,11	
BNJ 5%	K = 15,98					

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Tabel 7. Bobot polong per tanaman kedelai pada saat panen yang diberi pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp dengan dosis yang berbeda

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
	----- g tanaman <sup>-1</sup> -----					
0	21,33	44,63	59,83	60,17	60,97	49,39 <sup>a</sup>
10	87,13	100,87	94,63	128,70	106,17	103,50 <sup>b</sup>
20	95,20	120,97	129,47	129,27	116,23	118,23 <sup>b</sup>
Rerata	67,89 <sup>a</sup>	88,82 <sup>ab</sup>	94,64 <sup>ab</sup>	106,04 <sup>b</sup>	94,46 <sup>ab</sup>	
BNJ 5%	K = 22,25 ; R = 33,82					

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama pada masing-masing perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 8. Bobot 1000 butir biji tanaman kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp dengan dosis yang berbeda

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
0	191,73	194,67	194,84	207,90	201,32	198,09 <sup>a</sup>
10	201,16	204,34	210,04	215,18	211,07	208,36 <sup>b</sup>
20	207,33	210,43	215,41	229,66	219,47	216,46 <sup>c</sup>
Rerata	200,07 <sup>a</sup>	203,15 <sup>ab</sup>	206,77 <sup>ab</sup>	217,58 <sup>c</sup>	210,62 <sup>bc</sup>	
BNJ 5%	K = 4,95 ; R = 7,52					

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Pertumbuhan baik yang ditandai dengan tersedianya fotosintat yang cukup saat fase pertumbuhan vegetatif akan dialokasikan ke bagian generatif untuk pembentukan dan pengisian polong kedelai. Menurut Hidayat (1985), perkembangan polong sangat ditentukan oleh tersedianya fotosintat yang banyak sampai pada saat pengisian dan perkembangan polong. Pemberian inokulasi *Rhizobium* membantu penyediaan unsur N dan unsur ini memacu pembentukan protein dan protoplasma serta klorofil selama fase pertumbuhan vegetatif yang pada akhirnya mampu membantu proses pembentukan polong (Gardner *dkk.*, 1991). Ridho, *dkk.*, (1991) menyatakan bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium* sp mempunyai korelasi yang kuat dengan jumlah polong yang terbentuk, hal ini terlihat dari bobot polong yang terbentuk lebih tinggi pada yang di inokulasi *Rhizobium* sp pada dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih.

#### **Bobot 1000 butir dan Bobot Biji per Tanaman**

Bobot 1000 butir biji kedelai meningkat secara nyata dengan pemberian pupuk kandang

10 dan 20t ha<sup>-1</sup>. Bobot 1000 butir tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk kandang 20 t ha<sup>-1</sup>, sedangkan bobot biji per tanaman tertinggi diperoleh dengan pemberian pupuk kandang 10 t ha<sup>-1</sup> yaitu 48,16 g. Menurut Untung (1998), banyak faktor yang dapat mempengaruhi produksi kedelai pada tanah gambut, diantaranya adalah tingkat kesuburan tanah yang rendah. Kesuburan tanah yang rendah dapat diperbaiki dengan pemberian pupuk organik maupun anorganik. Pada tanah yang bereaksi masam, pemberian ameliorant, pupuk organik dan pupuk hayati akan lebih mendatangkan manfaat. Menurut Masganti *dkk.*, (2006), tanah gambut Kalimantan Tengah berkadar N tinggi, P rendah, dan K sedang sampai rendah, serta miskin unsur hara mikro. Kejenuhan basa (KB) dan pH rendah, tetapi kapasitas tukar kation (KTK) tinggi. Meskipun kadar N gambut tinggi, tetapi karena nisbah C/N juga tinggi, maka ketersediaan N rendah. Kendala-kendala tersebut dapat diatasi dengan cara pemberian pupuk organik kotoran ternak dan *Rhizobium* sp. Pemberian *Rhizobium* sp dosis 15 g kg<sup>-1</sup> benih menunjukkan rerata berat



1000 butir biji dan berat biji per tanaman yang lebih tinggi (Tabel 8).

Tidak terdapat interaksi antara pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp terhadap berat biji per tanaman kedelai, tetapi sebagai faktor tunggal pemberian pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp berpengaruh nyata (Tabel 8). Pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp tidak mampu bersinergi sehingga menyebabkan pengaruh interaksi kedua faktor perlakuan tersebut tidak terjadi, karena salah satu faktor tidak berperan secara optimal atau dapat pula faktor lainnya berperan lebih dominan. Menurut Hanafiah (1994), tidak terjadinya pengaruh interaksi dua faktor perlakuan dapat menunjukkan kedua faktor tidak mampu bersinergi (bekerjasama) karena mekanisme kerjanya berbeda atau salah satu faktor tidak berperan secara optimal atau bahkan bersifat antagonis, yaitu saling menekan pengaruh masing-masing. Tawakkal (2009), menambahkan bahwa bila salah satu faktor lebih kuat pengaruhnya dari faktor lain maka faktor lain tersebut akan tertutupi.

Berdasarkan Tabel 9 nampak bahwa pemberian pupuk kotoran kambing dosis 20 t ha<sup>-1</sup> diperoleh berat biji per tanaman kedelai tertinggi (48,16 g) berbeda nyata terhadap kontrol (27,00 g), tetapi tidak berbeda nyata dengan yang diberi pupuk kotoran kambing 10 t ha<sup>-1</sup> (43,49 g). Demikian halnya dengan pemberian *Rhizobium* sp dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih, rerata berat biji per tanaman nyata lebih tinggi (47,83 g) dibandingkan tanpa pemberian *Rhizobium* sp (32,48 g), tetapi dengan

meningkatnya dosis pemberian *Rhizobium* sp menjadi 16 g kg<sup>-1</sup> benih berat biji per tanaman cenderung lebih rendah.

Terbentuknya polong yang lebih banyak akibat inokulasi *Rhizobium* sp pada dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih, ternyata berhubungan langsung dengan peningkatan hasil tanaman, Hal ini nampak pada berat biji per tanaman kedelai yang lebih tinggi. Penambahan *Rhizobium* sp dapat meningkatkan tersedianya N bagi tanaman sehingga tanaman kedelai yang diinokulasi *Rhizobium* sp 12 g kg<sup>-1</sup> benih, tumbuh lebih baik. Unsur N merupakan komponen esensial dalam asam amino yang menjadi dasar pembentukan protein, juga dalam basa nitrogen yang terdapat dalam asam nukleat dan senyawa lainnya (Lakitan, 1995) yang akhirnya menambah berat biji per tanaman. Adisarwanto (2005), menambahkan bahwa jumlah nitrogen yang diserap tanaman awalnya tertimbun pada bagian batang dan daun. Setelah terbentuk polong, nitrogen selanjutnya dihimpun di dalam kulit polong, semakin tua polong, maka sebagian besar nitrogen (80 – 85 %) diserap biji. Selanjutnya menurut (Kumura, 1995) bahwa pertumbuhan biji terdiri dari dua tahap yaitu pembentukan biji dan pengisian biji. Pembentukan biji adalah stabilitas biji muda atau biji yang potensial untuk tumbuh normal. Pengisian biji adalah proses akumulasi bahan pada biji. Selain faktor cuaca proses pembentukan biji ditentukan oleh kapasitas limbung untuk mengakumulasi bahan sesuai dengan kemampuan sumber yang memasok fotosintat.

Tabel 9. Rerata berat biji per tanaman kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing dan dosis *Rhizobium* sp dengan dosis yang berbeda

Dosis Kotoran Kambing (t ha <sup>-1</sup> )	Dosis <i>Rhizobium</i> sp (g kg <sup>-1</sup> benih)					Rerata
	0	4	8	12	16	
0	19,03	22,63	24,06	38,46	30,84	27,00 <sup>a</sup>
10	37,42	41,20	43,53	50,60	44,68	43,49 <sup>b</sup>
20	40,98	45,31	48,38	54,43	51,70	48,16 <sup>b</sup>
Rerata	32,48 <sup>a</sup>	36,38 <sup>ab</sup>	38,66 <sup>ab</sup>	47,83 <sup>b</sup>	42,41 <sup>ab</sup>	
BNJ 5%	K = 8,08 ; R = 12,28					

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Hal ini menunjukkan semakin tinggi dosis *Rhizobium* sp yang diberikan dapat meningkatkan hasil tanaman sampai titik optimum. *Rhizobium* sp, mampu membantu penyediaan N bagi tanaman secara berkesinambungan sesuai kebutuhan, sehingga mencegah terjadinya kelebihan pupuk bila diberi pupuk buatan (Hanafiah, 2010).

### KESIMPULAN

Interaksi pemberian pupuk kotoran kambing dan *Rhizobium* sp pada tanah gambut berpengaruh nyata hanya dijumpai pada jumlah bintil akar efektif. Jumlah bintil akar efektif tertinggi diperoleh pada tanaman kedelai yang diberi pupuk kotoran kambing dosis 20 t ha<sup>-1</sup> dan 12 g kg<sup>-1</sup> benih *Rhizobium* sp yaitu 63,3 buah.

Pemberian kotoran kambing pada tanah gambut dengan dosis 10 t ha<sup>-1</sup> tanaman kedelai cenderung tumbuh lebih tinggi, daun lebih luas, bobot bintil akar efektif, bobot polong, bobot biji per tanaman dan bobot 1000 butir nyata lebih tinggi serta jumlah polong nyata lebih banyak dibandingkan dengan tanpa diberi pupuk kotoran kambing

Pemberian *Rhizobium* sp pada tanah gambut dengan dosis 12 g kg<sup>-1</sup> benih, mampu secara nyata meningkatkan tinggi tanaman, luas daun, Jumlah bintil akar efektif, bobot bintil akar per tanaman bobot polong per tanaman, berat biji per tanaman dan bobot 1000. biji dibandingkan dengan tanpa diberi pupuk kotoran kambing

### DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2005. Budidaya dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar Kedelai. Penebar Swadaya. Bogor.
- Aguskrisno. 2011. Pemanfaatan *Rhizobium* guna menyuburkan tanah. <http://Aguskrisnoblog.wordpress.com>. (diakses tanggal 20 Oktober 2013).
- Artha, N. 1993. Respon Tanaman Kedelai terhadap Inokulasi *Rhizobium japonicum* dan Pupuk Anorganik di Lahan Kering pada Musim Hujan. Prosiding Lokakarya Palawija. Bogor.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan. UI Press. Jakarta.
- Gunarto, L., Z. Nunung, E Yuniarti. 1991. Efektivitas simbiotik dan distribusi pembintilan kombinasi beberapa mutan kedelai. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. Batan.
- Eka dan Rudi. 2012. Makalah Budidaya Tanaman Pangan Utama. <http://ekarudi.blogspot.com>. (diakses tanggal 19 Oktober 2013).
- Hanafiah, 1994. Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasinya. Raja Grafindo Persada Rajawali Press. Jakarta.
- Hanafiah, K.A. 2010. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Raja Grafindo Persada Rajawali Press. Jakarta.
- Hidayat, O. D. 1985. Morfologi Tanaman Kedelai. Puslitbangtan. Bogor.
- Hasbi, Hudaini, 2009. Fiksasi Nitrogen oleh Bakteri. [http://bisnis-online.web.id/\\_a1/ind.ico](http://bisnis-online.web.id/_a1/ind.ico). (diakses tanggal 19 Oktober 2013).
- Kumura, A. 1995. Physiology of high-yielding rice plants from the viewpoint of dry matter production and its partitioning. p. 704-736. In T. Matsuo, K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and H. Hirata. (ed.). Science of the Rice Plant Vol. 2. Physiology. Food and Agric. Policy Res. Cent., Tokyo.
- Lakitan, 1995. Fisiologi Tumbuhan Pertumbuhan dan Perkembangan. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Lingga, P dan Marsono, 2008. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Masganti, Asmarhansyah, N. Yuliani dan A. Bhermana. 2006. Arah dan strategi pemanfaatan lahan gambut di kota Palangka Raya. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Tengah. Palangka Raya.
- Miller, R.W., and R.L. Donahue. 1990. Soils : an Introduction to Soils and Plant

- Growth. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Mulatsih, S. 1987. Pengaruh inokulasi *Rhizobium* dan dosis fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. Skripsi Faperta UNIB. Bangkulu.
- Musnawar, E.I.2007. Pupuk organik. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ningsih, R.D., dan I. Anas. 2004. Tanggap tanaman kedelai terhadap inokulasi *Rhizobium* dan asam indol asetat (IAA) pada Ultisol Darmaga. Bul. Agron. 32 : 25-32.
- Nuzulianto, Y. 2011. Efektivitas Inokulasi *Rhizobium* sp dalam mengurangi penggunaan pupuk urea pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Var. Wilis. Agroecotechnology Undergraduate Program Minor Thesis. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Pasaribu D.A., N. Sumarlin, Sumarno, Y. Supriati, R. Saraswati, Sucipto dan S. Karama. 1989. Penelitian Inokulasi *Rhizobium* di Indonesia. Risalah Lokakarya Penelitian. Jakarta.
- Poerwowidodo. 1993. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung. 275p.
- Rosmarkan, A. dan Yuwono. 2002. Ilmu Kasuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Russell, R.S. 1982. Plant Root Systems : Their Function and Interaction With The Soil. The English Language Book Society and Mc Graw-Hill Book Company (UK) Ltd. Berkshire, England.
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Buku 2. Terjemahan dari : Properties and Management in the Tropics. ITB, Bandung.
- Setiawan, A.I. 2006. Memanfaatkan Kotoran Ternak. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Siswanto, B. 1997. Pengaruh inokulasi *Rhizobium* terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*glycine max* (l.) merr) pada pertanaman pertama di lahan perhutanan sosial KPH Mojokerto.
- Soetanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik Pemasarakatan dan Pengembangannya. Kanisius. Yogyakarta.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Sutedjo dan Kartasapoetra. 2002. Pengantar Ilmu Tanah. Rineka Cipta. Jakarta.
- Tawakkal, M.I. 2009. Respons pertumbuhan dan produksi beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L. Merrill). Skripsi. Fakultas Pertanian USU, Medan. repository.usu.ac.id. (diakses 25 Oktober 2013).
- Untung, D. 1998. Pengaruh waktu pemberian kapur dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil panen kedelai pada tanah gambut pedalaman Kalimantan. Penelitian Program Studi Ilmu Tanaman, PPSUB. Malang.
- Jutono, 1981. Fiksasi nitrogen pada leguminosa dalam pertanian. Lab. Mikrobiologi, Faperta, UGM. Yogyakarta