

PENGARUH INOKULASI RHIZOBIUM TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L) VARIETAS WILIS DI RUMAH KACA [Effect of Rhizobium Inoculation on The Growth of *Glycine max* L. Wilis variety in Green House]

Sri Purwaningsih

Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI, Bogor
Jl Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911
e-mail: sipur2005@yahoo.co.id

ABSTRACT

Effect of Rhizobium inoculation on the growth of *Glycine max* L. Wilis variety was endicated based on green house experiment. The aim of the experiment was to asses the potency of the Rhizobium strain to increase the growth of *Glycine max* L. Strains of : 1 WG, 1 WS, 1 P, 16 GH, 1 LS, 1 BK, 1 KT, 1 BR, and 11 WY were used in this research. Controls treatment were uninoculated with Rhizobium strain and without urea fertilizer (K_1) and uninoculated and with urea fertilizer equal 100 kg ha⁻¹ (K_2). The research design was Completely Randomized Design with three replications for each treatment. Experiment plants were harvested after 50 days. Parameters of investigation were the dry weight of canopy, roots, nodules root, total plants, number of nodules, and "Symbiotic Capacity". Results of this studies showed all of the Rhizobium inoculants able to form nodule. Strain 1 KT (isolate of soil from Kalamangan, Palangkaraya, Central Kalimantan) has given the best results on the growth of *Glycine max* L.

Key words: *Glycine max* L, Rhizobium strain, growth.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh inokulasi Rhizobium terhadap pertumbuhan tanaman kedelai var Wilis di rumah kaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi biak Rhizobium dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Biak Rhizobium yang digunakan adalah: 1 WG, 1 WS, 1 P, 16 GH, 1 LS, 1 BK, 1 KT, 1 BR, dan 11 WY, sebagai kontrol tanaman tanpa diinokulasi dan tanpa di pupuk N (K_1) dan tanaman tanpa diinokulasi diberi pupuk Urea setara dengan 100 kg/ha (K_2). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan masing-masing perlakuan 3 kali ulangan. Tanaman di panen pada umur 50 hari. Parameter yang diamati meliputi bobot kering tajuk, akar, bintil akar, total tanaman, jumlah bintil dan kapasitas simbiose. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua biak Rhizobium yang diinokulasikan mampu membentuk bintil akar. Biak 1 KT (isolat pada tanah dari Kalamangan, Kalimantan Tengah) memberikan hasil yang paling tinggi terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.

Kata kunci: kedelai, biak Rhizobium, pertumbuhan.

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L) merupakan salah satu tanaman budidaya masyarakat, yang mengandung nutrisi yang tinggi, diantaranya mengandung protein 30 sampai 50 % yang merupakan sumber protein nabati, bahan baku industri dan bahan pakan ternak (Richard *et al.*, 1984; Bertham, 2002a). Kandungan protein yang tinggi memberi indikasi bahwa tanaman kedelai memerlukan unsur hara nitrogen yang tinggi pula. Di Indonesia sampai saat ini produksi kedelai belum dapat memenuhi kebutuhan konsumen dalam negeri, dalam kurun waktu lima tahun (2010-2014) kebutuhan kedelai setiap tahunnya kurang lebih 2.300.000 ton biji kedelai atau 34,05%, sehingga kekurangan kebutuhan tersebut harus dipenuhi dari impor (Anonim, 2013). Hal ini disebabkan karena luas areal panen

yang belum memadai, waktu tanam tidak tepat dan produktivitas yang masih rendah, tehnik budidaya yang masih rendah, dan tingginya serangan hama dan penyakit, serta tingginya harga pupuk (Sumarno, 1999). Selain itu juga tergantung pada kondisi lingkungan, faktor genetik, kualitas benih dan kemampuan petani dalam mengadopsi teknologi (Adisarwanto, 2000). Penggunaan Rhizobium sampai saat ini masih kurang berhasil, sehingga perlu dilakukan seleksi Rhizobium yang sesuai untuk tanaman kacang-kacangan terutama kedelai, karena bakteri Rhizobium bersifat sangat spesifik terhadap tanaman inang yang berarti bahwa satu spesies Rhizobium tidak mampu melakukan pembintilan dari setiap tanaman legum, dimana setiap group terdiri dari spesies Rhizobium yang mampu membentuk bintil akar dengan spesies legum yang

berasal dari group yang sama (Cheng, 2008). Selain itu perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang cara penggunaan dan manfaat inokulan *Rhizobium* sebagai pupuk hayati. Salah satu usaha untuk meningkatkan produktivitas kedelai adalah dengan menggunakan inokulan bakteri *Rhizobium* sebagai pupuk hayati. *Rhizobium* merupakan kelompok bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa yang mampu menambat N_2 yang melimpah di udara, hasilambatannya dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman (Allen dan Allen, 1981). Penggunaan *Rhizobium* merupakan salah satu teknologi budidaya yang ramah lingkungan, berkelanjutan dan layak digunakan dalam program peningkatan produktivitas tanaman kedelai (Novriani, 2011) dan merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan nitrogen terhadap tanaman kedelai, sehingga akan mengurangi terhadap penggunaan pupuk kimia (Mulyadi, 2012). Secara umum inokulasi dilakukan dengan memberikan biak *Rhizobium* kedalam tanah agar bakteri tersebut mampu berasosiasi dengan tanaman kedelai dalam mengikat N_2 bebas dari udara (Suharjo, 2001). Keuntungan menggunakan inokulan tersebut adalah biak *Rhizobium* dapat membantu dalam fiksasi nitrogen dari udara. Sebagian N yang ditambat tetap berada dalam akar dan bintil akarnya lepas ke dalam tanah, nitrogen tersebut akan dimanfaatkan makhluk lain dan berakhir dalam bentuk amonium dan nitrat (Armiadi, 2009). Apabila makhluk tersebut mati maka akan terjadi pelapukan, amonifikasi dan nitrifikasi, sehingga sebagian dari N yang akan ditambat dari udara menjadi tersedia bagi tumbuhan itu sendiri dan tumbuhan lain disekitarnya (Soepardi, 1983). Simarmata (1995) mengemukakan bahwa penggunaan berbagai pupuk hayati pada lahan marginal di Indonesia ternyata mampu meningkatkan ketersediaan hara dan hasil berbagai tanaman antara 20-100%, dan inokulasi *Rhizobium* mampu meningkatkan fiksasi nitrogen dan meningkatkan hasil biji, serta dapat menekan pemakaian pupuk buatan dan meningkatkan efisiensi pemupukan

(Nurhayati, 2011). Penambatan nitrogen secara biologis diperkirakan menyumbang lebih dari 170 juta ton nitrogen ke biosfer per tahun, 80% diantaranya merupakan hasil simbiosis antara biak *Rhizobium* dengan tanaman leguminosa (Prayitno *et al.*, 2000). Pada kondisi optimum, 80% kebutuhan N untuk kedelai dapat dipenuhi dari mekanisme fiksasi N udara oleh biak *Rhizobium* dalam bintil akar (Sutanto, 2002). Sedangkan Pasaribu *et al.*, 1988 mengemukakan bahwa peningkatan produksi kedelai terjadi dengan perlakuan inokulasi *Rhizobium japonicum*. Biak *Rhizobium* mempunyai dampak yang positif baik langsung maupun tidak langsung terhadap sifat fisik dan kimia tanah, sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah (Alexander, 1977; Vest, 1973). Dalam lingkungan yang memenuhi persyaratan tumbuh, simbiosis yang terjadi mampu memenuhi 50% atau bahkan seluruh kebutuhan N tanaman yang bersangkutan dengan cara menambat nitrogen bebas (Saono, 1981).

Percobaan-percobaan terdahulu menunjukkan bahwa inokulasi pada tanaman kacang-kacangan memberikan peluang yang cukup besar untuk meningkatkan produksi kacang-kacangan tersebut baik kualitas maupun kuantitas, juga mengurangi penggunaan pupuk buatan (Singleton dan Taveres, 1986). Biak *Rhizobium* menunjukkan perbedaan dalam kecocokan, baik terhadap varietas tanaman maupun lingkungan tempat tumbuh. Tingkat kecocokan suatu biak *Rhizobium* dapat dilihat dari kemampuan menginfeksi tanaman inang, kemampuan sistem simbiosis dalam menambat N udara, serta tanggapan pertumbuhan tanaman inang (Usman, 1983; Yutono, 1985). Selain itu keberhasilan suatu galur inokulan yang diberikan juga tergantung dari kemampuannya berkompetisi dengan *Rhizobium* asli (indigenous) yang ada didalam tanah (Arimuti, 2009), dan mempunyai kemampuan beradaptasi dengan lingkungan (Frederick, 1975). Berdasarkan hasil riset seleksi biak *Rhizobium* yang efektif, efisien dan sekaligus mampu beradaptasi dengan lingkungan tempat tumbuhnya perlu dilakukan, sehingga diperoleh

simbiosis yang optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan biak Rhizobium yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tersebut melalui pembentukan bintil akar yang dimediasi oleh biak Rhizobium, sehingga diperoleh biak Rhizobium yang efektif dan efisien yang mampu memfiksasi N udara secara optimal, yang selanjutnya akan diperoleh hasil yang maksimal.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilakukan di rumah kaca Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI, dengan menggunakan pasir steril dalam pot-pot plastik berukuran 0,5 galon. Sebanyak 1,8 kg pasir steril digunakan sebagai media tumbuh. Biak-biak Rhizobium ditumbuhkan dalam tabung reaksi besar, diinkubasikan selama 5 hari, kemudian ditambah 25 ml aquadest, dan di korek-korek selanjutnya dipindahkan dalam tabung reaksi besar dan di vortek, diukur populasi biak Rhizobium 10^9 /ml larutan (sebagai inokulan Rhizobium). Biji kedelai var. Wilis dikecambahkan dahulu dalam petridish, setelah berkecambah dimasukkan dalam inokulan biak Rhizobium, didiamkan selama 2 jam,

kemudian ditanam dalam pot-pot percobaan, masing-masing pot ditanam 3 tanaman, setelah umur 1 minggu disisakan 2 tanaman yang tingginya seragam, setelah itu diatasnya ditambah pasir steril yang telah dicampur dengan parafin dan benzol (Steril) setinggi 2 cm sebagai penutup biji yang ditanam. Untuk mempertahankan kelembaban (24%) dilakukan penyiraman setiap hari dengan menggunakan larutan hara tanpa N terikat seperti yang dilakukan oleh Saono *et al.* (1976). Biak-biak Rhizobium yang digunakan dalam percobaan ini disajikan dalam tabel 1.

Sebagai kontrol digunakan tanaman tanpa diinokulasi dan tanpa dipupuk N (K_1) dan tanaman tanpa diinokulasi dan ditambah pupuk N setara dengan 100 kg ha^{-1} (K_2). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 3 kali ulangan.

Tanaman dipanen pada umur 50 hari. Parameter yang diamati meliputi bobot kering tajuk, akar, bintil akar, tanaman total dan jumlah bintil. Komponen tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu 105^0 C selama 24 jam. Analisis data dilakukan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada level 5%. Untuk mengetahui kemampuan

Tabel 1. Biak-biak Rhizobium yang digunakan dalam penelitian yang berasal dari berbagai Daerah (*The uses of Rhizobium strains on the research from various district*).

No biak (strain Number)	asal sampel (sample origin)	deskripsi (description)		
		asal daerah (regional origin)	pertumbuhan (growth)	kelompok (warna) group (color)
1 WG	tanah (soil)	Wonogiri, JawaTengah	subur (well growth)	tumbuh lambat/slow growing (biru/blue)
1 WS	tanah (soil)	Wonogiri, JawaTengah	subur (well growth)	tumbuh cepat/fast growing (kuning/yellow)
1 P	tanah (soil)	Parung, Jawa Barat	subur (well growth)	tumbuh cepat /fast growing (kuning/yellow)
16 GH	tanah (soil)	G. Halimun, Jawa Barat	subur (well growth)	tumbuh cepat/fast growing (kuning/yellow)
1 LS	tanah (soil)	Bergen, Lampung	subur (well growth)	tumbuh cepat/fast growing (kuning/yellow)
1 BK	tanah (soil)	TNBS, Lampung	subur (well growth)	tumbuh lambat/slow growing (biru/ blue)
2 BK	tanah (soil)	TNBS, Lampung	subur (well growth)	tumbuh cepat/fast growing (kuning/yellow)
1 KT	tanah (soil)	Kalampangan, Kal-Teng	subur (well growth)	tumbuh cepat /fast growing (kuning/yellow)
2 KT	tanah (soil)	Kalampangan, Kal-Teng	subur (well growth)	tumbuh lambat/slow growing (biru/blue)
1 BR	tanah (soil)	Banjarbaru, Kal-Sel	subur (well growth)	tumbuh cepat /fast growing (kuning/yellow)
11 WY	tanah (soil)	Wamena, Papua	subur (well growth)	tumbuh lambat/ slow growing (biru/blue)

bersimbiosis (Sc) biak-biak Rhizobium yang diinokulasikan dilakukan penetapan dengan menggunakan cara Brockwell *et al.* (1965) sebagai

$$Sc = \frac{I - U}{N - U}$$

Sc = kemampuan bersimbiosis

I = rata-rata bobot kering tajuk tanaman yang diinokulasi

U = rata-rata bobot kering tanaman tanpa diinokulasi dan tanpa N (K₁)

N = rata-rata bobot kering tanaman tanpa diinokulasi dan ditambah pupuk N (K₂)

Nilai Sc dibagi dalam 4 katagori, yaitu E (sangat efektif) jika Sc > 0,67, e (efektif) jika 0,33 < Sc < 0,67; e- (kurang efektif) jika Sc < 0,33 dan O (tidak efektif) jika Sc < 0.

Selain Sc, pengujian tingkat efektivitas dilakukan juga dengan membandingkan bobot kering tanaman total yang diuji dengan bobot kering tanaman kontrol dengan penambahan pupuk N (K₂) yang dinyatakan dengan prosentase seperti yang dikemukakan oleh Date (Vincent, 1982).

Tabel 2. Nilai rata-rata bobot kering tajuk (BKT), akar (BKA), bintil akar (BKBA) dan tanaman total (BKTT) terhadap pertumbuhan tanaman kedelai yang diinokulasi dengan biak-biak Rhizobium (gram) [*The average value of the dry weight canopy (dwc), roots (r), root nodules (rn), total of plant (tp) on the growth of Glycine max L with inoculation of Rhizobium strains*].

Perlakuan (Treatment)	BKT dwc (g)	BKA r (g)	BKBA m (g)	BKTT tp (g)
1 WG	3,16 ^{abcd}	0,31 ^a	0,1062 ^a	3,4762 ^{ab}
1 WS	3,23 ^{abcd}	0,34 ^{ab}	0,1557 ^{abcd}	3,7257 ^b
1 P	2,96 ^{abc}	0,49 ^{abc}	0,1604 ^{abcd}	3,6104 ^{ab}
1 GH	3,61 ^{bcd}	0,35 ^{ab}	0,1513 ^{abc}	4,1113 ^b
1 LS	3,56 ^{bcd}	0,38 ^{ab}	0,1909 ^{cd}	4,1309 ^b
1 BK	2,82 ^{ab}	0,41 ^{ab}	0,1195 ^{ab}	3,3495 ^{ab}
2 BK	3,49 ^{bcd}	0,38 ^{ab}	0,1230 ^{ab}	3,3993 ^{ab}
1 KT	4,94 ^{de}	0,68 ^c	0,2194 ^d	5,5394 ^c
2 KT	4,15 ^{cd}	0,29 ^a	0,1162 ^{ab}	4,5562 ^{bc}
1 BR	3,86 ^{cde}	0,56 ^{bc}	0,1823 ^{bcd}	4,6023 ^{bc}
1 WY	2,98 ^{abc}	0,42 ^{ab}	0,1226 ^{ab}	3,5286 ^{ab}
K ₁ (tanpa N)	2,23 ^a	0,37 ^{ab}	0	2,6000 ^a
K ₂ (+N)	7,72 ^f	0,99 ^d	0	6,7100 ^d
BNT 5%	1,02	0,24	0,0671	1,0230

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 BNT (*Mean of followed by the same letter within a colus are not significantly different According to Least significant difference Test (LSD) at F 5%*).

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesebelas biak Rhizobium yang diinokulasikan terhadap tanaman kedelai menunjukkan bahwa semuanya mampu membentuk bintil akar. Nilai rata-rata bobot kering tajuk tertinggi diperoleh pada

tanaman yang diinokulasi dengan biak 1 KT peningkatan sebesar 108,07 % . Nilai bobot kering akar tertinggi diperoleh pada tanaman yang diinokulasi dengan biak 1 KT peningkatan sebesar 83,78%. Nilai tertinggi bobot kering bintil akar dicapai dengan perlakuan inokulasi biak 1 KT.

Walaupun demikian tidak ada peningkatan dibanding dengan kontrol (K₁). Total nilai bobot kering tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan inokulasi biak 1 KT dengan peningkatan sebesar 113,05 dibandingkan dengan tanaman tanpa diinokulasi dan tanpa dipupuk N (K₁). Nilai tertinggi untuk jumlah bintil (JB) diperoleh pada tanaman yang dinokulasi dengan biak 1 WS, namun juga tidak mengalami peningkatan dibanding dengan kontrol (K₁). Detail hasil pengukuran seperti pada Tabel 2 dan 3.

Ke sebelas biak Rhizobium yang diinokulasikan terhadap tanaman kedelai menunjukkan bahwa kemampuan bersimbiose biak

1 KT menunjukkan nilai Sc yang sangat efektif dan biak 1 GH, 1 LS, 2 BK, 2 KT dan 1 BR menunjukkan nilai Sc yang efektif sedangkan biak 1 WG, 1 WS, 1 P, 1 BK dan 11 WY menunjukkan hasil yang kurang efektif (Table 3).

Penghitungan prosentase keefektifan biak Rhizobium yang diinokulasinya terhadap tanaman kedelai hasilnya juga bervariasi. Biak 1 KT menunjukkan nilai keefektifan tertinggi, kemudian diikuti pada tanaman yang diinokulasi dengan biak 1 BR, 2 KT, 1 LS, 1 GH, 1 WS, 1 P, 11 WY, 1 WG, 2 BK dan terendah pada tanaman yang diinokulasi dengan biak 1 BK (Tabel 4).

Tabel 3. Pembintilan, nilai rata-rata jumlah bintil (JB), nilai kapasitas simbiosis dan prosentase keefektifan (PK) biak Rhizobium yang diinokulasikan terhadap tanaman kedelai (umur 50 hari) [*Nodulation, the average value of total nodules (tn), value of Symbiosis Capacity (SC), Percentage of Effectivity (PE) Glycine max plant growth multiply inoculated with Rhizobium (age 50 days)*].

Perlakuan (Treatment)	Pembintilan (nodules)	JB/pot (2 tanaman) [tn/pot (2 plant)]	Kapasitas Simbiosis (Symbiotic Capacity)		PK (%) [PE (%)]
			nilai riil (real value)	nilai nisbi (relative value)	
1 WG	+	34,66 ^b	e-	0,26	51,80
1 WS	+	61,33 ^d	e-	0,28	55,52
1 P	+	51,66 ^{cd}	e-	0,21	53,80
1 GH	+	44,33 ^{bc}	e	0,39	61,27
1 LS	+	48,66 ^{bcd}	e	0,38	61,56
1 BK	+	46,33 ^{bc}	e-	0,17	49,91
2 BK	+	42,00 ^{bc}	e	0,36	50,66
1 KT	+	47,33 ^{bcd}	E	0,69	82,55
2 KT	+	42,00 ^{bc}	e	0,55	67,90
1 BR	+	36,00 ^b	e	0,46	68,58
1 WY	+	17,66 ^a	e-	0,21	52,58
K ₁ (tanpa N)	-	0	0	0	-
K ₂ (+N)	-	0	0	0	-
BNT 5 %		14,16			

Keterangan: PK = (TT : K₂) X 100%

TT = bobot kering tanaman total

K₂ = bobot kering tanaman yang diinokulasi dan ditambah pupuk N

Note:

PE = (DWT : K₂) X 100%

DWT = Dry Weight of Total plant

K₂ = Dry weight of plant were inoculated of Rhizobium and plus fertilizer

Tabel 4. Nilai rata-rata tertinggi dan prosentase peningkatan hasil pertumbuhan tanaman kedelai yang diinokulasi dengan biak Rhizobium (*The highest average value and percentage yield increase Glycine max plant growth multiply inoculated with Rhizobium*).

Parameter	No biak (yang tertinggi) (g) [multiply number (to highest) (g)]	% Peningkatan (% increase)
BKT (umur 50 hari)	1 KT (4,64)	108,07
BKA (umur 50 hari)	1 KT (0,68)	83,78
BKBA (umur 50 hari)	1 KT (0,2194)	0
BKTT (umur 50 hari)	1 KT (5,5394)	113,05
JB (umur 50 hari)	1 WS (61,33)	0

Keterangan: % Peningkatan = $(K_n - K_1) \times 100\%$

K_n = pengukuran hasil tanaman yang diinokulasi

K_1 = pengukuran hasil tanaman tanpa diinokulasi

Note: % to increase = $(K_0 - K_1) \times 100\%$

K_n = measurement results were inoculated plant

K_1 = measurement results wer uninoculated plant

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biak-biak Rhizobium yang diinokulasikan pada tanaman kedelai semuanya mampu membentuk bintil akar. Hal ini menunjukkan bahwa biak tersebut dapat bersimbiosis secara efektif dengan tanaman kedelai, yang ditandai dengan pertumbuhan vegetatif lebih bagus dibandingkan dengan tanaman kontrol yang tidak diinokulasi dan tidak di pupuk N (K_1). Seperti yang dilaporkan oleh Stowers dan Elkan (1980) dan Demezas dan Bottomley (1986) bahwa kemampuan simbiosis yang efektif diketahui melalui terbentuknya bintil akar pada tanaman yang diinokulasi biak Rhizobium, yang berarti proses penambatan nitrogen berjalan dengan baik.

Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa untuk semua parameter pertumbuhan yang diamati tidak semuanya menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa biak-biak Rhizobium tersebut mempunyai kemampuan simbiosis yang berbeda, biak yang efektif mampu menginfeksi akar tanaman secara optimal, sehingga diperoleh penambatan nitrogen secara efektif yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman lebih baik, sedangkan biak yang kurang efektif kurang mampu menambat nitrogen, yang mengakibatkan pertumbuhan kurang baik. Pasaribu (1983) mengemukakan bahwa simbiosis yang efektif dan

efisien akan menghasilkan N tertambat yang tinggi, dimana N dapat digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga pertumbuhannya akan menjadi lebih baik.

Keseluruhan parameter yang diamati menunjukkan bahwa dari sebelas biak Rhizobium yang diinokulasikan memberikan hasil pertumbuhan yang bervariasi, tetapi apabila dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi dan tanpa pupuk N (K_1) terjadi kenaikan pertumbuhan. Hal ini berarti bahwa ada kecocokan/keserasian antara biak yang diinokulasikan dengan tanaman inang. Hasil penelitian Purwaningsih *et al.* (2012) menunjukkan bahwa inokulasi Rhizobium tidak selalu mampu meningkatkan hasil, apabila biak yang diinokulasikan cocok akan terjadi simbiosis yang optimal yang mengakibatkan peningkatan hasil. Keberhasilan suatu inokulasi tergantung pada keefektifan dan efisiensi dari biak yang berperan, dan mempunyai keserasian dengan tanaman inangnya (Sumarno dan Harnoto, 1983). Freire (1977) menambahkan bahwa teknik dan waktu inokulasi juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan. Setiap biak mempunyai kemampuan yang berbeda dalam penyesuaian serta kemampuan bersaing dengan mikroba indigenous.

Kesebelas biak Rhizobium yang

diinokulasikan semuanya mampu membentuk bintil akar, hal ini mengindikasikan bahwa biak Rhizobium yang diinokulasikan mempunyai respon yang positif terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Seperti yang dikatakan oleh Bertham *et al.*, 2009 bahwa jumlah bintil akar merupakan indikator keberhasilan inokulasi Rhizobium yang sering digunakan untuk menilai pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

Pengujian kemampuan bersimbiosis menunjukkan hasil yang bervariasi. Hal tersebut dapat disimpulkan bawa walaupun biak-biak yang diinokulasikan mampu menginfeksi suatu akar tanaman, belum tentu biak tersebut efektif terhadap tanaman. Usman (1983) menemukan bahwa suatu bakteri yang cukup dan sangat efektif atau tidak sama sekali efektif, biak tersebut mempunyai sifat infeksi yaitu tidak selalu sanggup membentuk bintil akar efektif penuh, namun dapat membentuk bintil akar efektif parsial. Hal tersebut karena hasil penambatan nitrogen biak tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan N tanaman inangnya.

Prosentase keefektifan sangat tergantung pada keefektifan dari masing-masing biak yang diinokulasikan dan kecocokan pada tanaman inang. Apabila terjadi kecocokan antara biak dengan tanaman inang, maka akan terjadi simbiosis yang efektif. Simbiosis antara Rhizobium dengan spesies leguminosae terdapat perbedaan dalam keserasiannya, bahkan perbedaan dalam hubungan simbiosis itu terhadap antara strain-strain Rhizobium dengan varietas tanaman legume (Surtiningsih, 2009). Hubungan yang serasi akan menghasilkan bintil akar yang sangat efektif dalam menambat N udara (Yutono, 1985). Selain itu faktor lingkungan dan fisiologi juga sangat berpengaruh. Seperti yang dikatakan oleh Gibson (1981) bahwa pembentukan bintil akar yang baik dari hasil penambatan N pada akar tanaman legum merupakan suatu rangkaian yang kompleks dari proses fisiologi yang meliputi interaksi antara tanaman dengan biak yang diinokulasikan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semua biak yang diinokulasikan mampu membentuk bintil akar, namun tidak semua biak efektif untuk tanaman kedelai. Hasil penelitian terbaik diperlihatkan oleh biak 1 KT terhadap hampir semua parameter yang diamati, kecuali jumlah bintil. Biak tersebut dapat dikembangkan sebagai inokulan pupuk hayati untuk tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto.** 2000. Soybean production and post-harvest tehnologi di Indonesia. Proceeding of RILET-JIRCAS Workshop on Soybean Research, September 28, 2000 Malang Indonesia. JIRCAS Working Report. **24**, 13-24.
- Alexander M.** 1977. *Soil Microbiology*, 472. 2nd ed. John Wiley and Sons. Inc, New York.
- Allen ON and EK Allen.** 1981. *The Leguminosae*, 812. The University of Winconsin. Press. Madison.
- Anonim.** 2013. Pedoman Tehnis Pengelolaan Produksi Kedelai. Direktorat Jendral Tanaman Pangan. Kementrian Pertanian.
- Arimuti.** 2009. Karakterisasi Rhizobia Indigenou Edamame Sebagai Kandidat Pupuk Hayati. *Jurnal Ilmu Dasar* **10**, 30-37
- Armiadi.** 2009. Penambatan Nitrogen Secara Biologis pada Tanaman Leguminosa. *Wartazoa* **19(1)**, 23-30.
- Brockwell J, FW Hely and CA Neal-Smith.** 1965. Some Symbiotic as effective field nodulation of *Lobus hipidus*. *Australian. Journal. Experimental. Agriculture. Anim. Husba.* **6(23)**, 365-370.
- Bertham YH.** 2002a. Ketergantungan terhadap MVA dan serapan hara fosfor tiga galur tanaman kedelai (*Glycine max* L) pada tanah ultisol Bengkulu. *JIP1* **4(1)**, 49-55
- Bertham YH dan E Inorih.** 2009. Dampak Inokulasi ganda Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Rhizobium Indegenous pada Tiga genotipe Kedelai di Tanah Ultisol. *Akta Agrosia* **12(2)**, 155-166.
- Cheng.** 2008. Perspectives in biological nitrogen fixing research. *Jurnal of Integrative Plant Biologi.* **50**, 784-796.
- Demezas DH and PJ Bottomley.** 1986. Antecology in rhizosphere and nodulating behavior of indigenous *Rhizobium trifolii*. *Applied and Enviromental Microbiology* **52(4-6)**, 1014-1019.
- Frederick LR.** 1975. Soybean inoculation. In: *Expanding the Use of soybean*. RM Goodman (ed). Intern. Agr. Pub. Collage of Agriculture Univesity of illinois. Univ. Press. Urbana campaign.
- Freire. JRJ.** 1977. Inoculation of Soybean. In: *Exploiting the legume Rhizobium symbiosis in tropical agriculture*. JM Vincent AS. Whitney and J. Bose (Eds). Coll. Trop. Agric. Misc. Publ. 145, 335-379 Depart. Agron. Soil. Sci. Univ. Hawaii.
- Gibson AH.** 1981. Current Perpectives in nitrogen fixstion. Proceedings of the Fourth International symposium on Nitrogen Fixation. Aust. Academy of Science. Camberra. Australia. 1 – 5 December 1980. FA Skinner, Robert. M, Boddey, Fendrik (Eds) 534.

- Mulyadi, 2012.** Pengaruh Pemberian Legin, pupuk NPK (15:15:15) dan urea pada tanah gambut terhadap kandungan N, P total pupuk dan bintil akar kedelai (*Glycine max* (L) Merr. *Kaunia* **8**, 21-29.
- Novriani, 2011.** Peranan Rhizobium dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen bagi Tanaman Kedelai. *Agronobis* **3(2)**, 35-42.
- Nurhayati, 2011.** Pengaruh Jenis Amelioran Terhadap Efektivitas dan Inefektivitas Mikroba Pada Tanah Gambut Dengan Kedelai Sebagai Tanaman Indikator. *Agronobis* **3(5)**, 35-42.
- Pasaribu, D Sunarlim, N Fathan, M Sudjadi, M Hartono dan L Sumarsono, 1983.** Maksimalisasi Hasil Kedelai di Wonosari, Yogyakarta. Identifikasi Komponen dan Paket Teknologi Kacang-Kacangan pada Lahan Tegalan. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor
- Pasaribu D, N Sunarlim, M Fathan, M Sudjadi, Hartono dan L Sumarsono, 1988.** Maksimalisasi Hasil Kedelai di Wonosari-Yogyakarta. Identifikasi Komponen dan Paket Teknologi Kacang-Kacangan pada Lahan Tegalan. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Prayitno J, JJ Weinman, MA Djordjevic dan BG Rolfe, 2000.** Pemanfaatan Protein Pendar Hijau (Green Fluorescent Protein) Untuk Mempelajari Kolonisasi Bakteri Rhizobium. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XVI*. Kampus ITB, 26-27 Juli 2000. Darmadi Gunarso, Devi Nandita, Tjandra Anggraeni, Undang A. Dasuki, Poniah A.H.B, Nuryani Rustaman, Ramadhani Eka Putra, Sofiyani Hadi, Ruliyana Susanti, Tika Dewi Atikah, Krisna Septiningrum (Penyunting), 272-377. Perhimpunan Biologi Indonesia.
- Purwaningsih O, Indradewa D, Kabirun S dan D Shiddiq, 2012.** Tanggapan Tanaman Kedelai terhadap Inokulasi Rhizobium. *Agrotop* **2(1)**, 25-32.
- Richard JD, JG Louis and Henry, 1984.** *Soybeans Crop Production*, 252-259. 5 th Edition. Practice Hall. Inc. Englewood Cliffs. New Yersey.
- Saono S, H Karsono and D Suseno, 1976.** Studies on the effect of different rhizobial strains on Phaseous lunatus in sand culture. *Annales Bogoriense* **6(2)**, 143-154.
- Simarmata T, 1995.** Strategi Pemanfaatan Mikroba Tanah (Pupuk biologi) dssm Era Bioteknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Marginal di Indonesia Menuju Pertanian Berwawasan Lingkungan. Fakultas Pertanian UNPAD, Bandung.
- Singleton PW and YW Taveres, 1986.** Inoculation response of legumes in relation to the number and effectiveness of indigenous Rhizobium population. *Applied and Environmental Microbiology* **51(6)**, 1013-1018.
- Stowers MD and GH Elkan, 1980.** Criteria for selecting infective and efficient strains of Rhizobium for use in tropical agriculture, 264. North Caroline. Technology. Bulletin.
- Suharjo UKJ, 2001.** Efektivitas nodulasi *Rhizobium japonicum* pada kedelai yang tumbuh di tanah sisa inokulasi dan tanah dengan inokulasi tambahan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* **3(1)**, 31-35.
- Sumarno dan Harnoto, 1983.** Kedelai dan Cara bercocok Tanamnya. Pusat Penelitian dan pengembangan Tanaman pangan. Buletin Teknik **6**, 63.
- Sumarno, 1999.** Strategi pengembangan produksi kedelai nasional mendukung Gema Paagung. 2001. Dalam: Strategi Pengembangan Kedelai Nasional. N. Sunarlim, D. Pasaribu dan Sunihardi (Eds), 62. Puslitbangtan.
- Supardi G, 1983.** Sifat dan Ciri Tanah, 85. Terjemahan The Nature and Properties of Soils (Buckman. HO and N Brady, 960). The Mc. Millian Co. New York, IPB, Bogor.
- Surtiningsih T, Farida dan T Nurhayati, 2009.** Biofertilisasi Bakteri Rhizobium pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merr). *Berkala Penelitian Hayati* **15**, 31-35.
- Sutanto, 2002.** Penerapan Pertanian Organik: Pemasyarakatan dan Pengembangannya, 219. Yogyakarta. Kanisius.
- Usman R, 1983.** Penelitian mengenai isolasi, media pembiakan serta metode pengelompokan spesies Rhizobium, 360. Universitas padjadjaran, Bandung [Disertasi].
- Vest G, DH Weber and C Sloger, 1973.** Nodulation and nitrogen fixation. In: *Soybeans, Improvement production and Uses*. B;E. Cadwell (ed). 353-390. Inc. Madison. Wisconsin, USA.
- Vincent JM, 1982.** *A Manual of the Practical study of the root Nodule Bacteria* **15**, 164. International Biological Programme, London. Handbook.
- Yutono, 1985.** Inokulasi Rhizobium pada kedelai. Dalam: *Kedelai*, 217-230. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.