

# EFEKTIVITAS INOKULASI *Rhizobium sp.* TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KEDELAI PADA TANAH JENUH AIR

Jumrawati

Dinas Pertanian Propinsi Sulawesi Tengah  
Jln. RA. Kartini No. 80 Palu  
e-mail: jumrawati\_77@yahoo.com

## ABSTRACT

*The effectiveness of Rhizobium sp. inoculation in several periods of soil saturation on growth and yield of soybean were studied at green house experiment. This research was designed by using 2x6 factorial treatment arranged in Completely Randomized Design (CRD) and two treatment i.e. without and with Rhizobium sp. inoculation. Ist factor was duration of soil saturation consisted of six treatments i.e. field capacity, water saturation for 5-10 days after planting (dap), 10-15 dap, 15-20 dap, 20-25 dap, and 25-30 dap. Several parameters including root nodule formation, activity of root nodul, growth and yield of soybean were observed. All data was analyzed by F-test and subjected to Duncan Multiple Range Test (DMRT) analysis at 5 % level when the treatments showing significantly variations. The result showed that Rhizobium sp. inoculation increased the amount of root nodule and activity of root nodule in fixing atmospheric nitrogen.*

**Keywords:** soybean, inoculation, *Rhizobium sp.*, fixation, and saturated soil

## PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan komoditas pertanian yang dibutuhkan sebagai bahan pangan, pakan, maupun bahan baku industri pangan. Biji kedelai merupakan sumber protein dan lemak nabati yang tinggi, masing-masing sebesar 35% dan 18%.<sup>1</sup> Dari tahun ke tahun, kebutuhan kedelai terus meningkat karena peningkatan kebutuhan bahan baku industri pangan. Meskipun demikian, produksi kedelai di Indonesia relatif masih rendah karena berbagai kendala, antara lain mahalnya harga saprodi, keterbatasan modal usaha tani, belum maksimal penerapan teknologi produksi, globalisasi perdagangan, belum kondusifnya tata niaga kedelai, fenomena perubahan iklim, gangguan OPT serta alih fungsi lahan.

Nitrogen merupakan unsur yang paling penting bagi pertumbuhan dan pengisian biji kedelai. Namun, ketersediaan nitrogen dalam tanah umumnya sangat rendah. Padahal kuantitas dan kualitas hasil biji kedelai yang tinggi memer-

lukan pasokan N yang tinggi pula. Penggunaan pupuk N buatan yang berasal dari gas alam, mempunyai keterbatasan. Selain ketersediaan gas tersebut tidak dapat diperbaharui, penggunaan pupuk buatan yang berlebihan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan N tanaman kedelai adalah inokulasi *Rhizobium sp* organisme ini memberi jaminan proses penambatan N udara yang efektif.

Kedelai merupakan salah satu komoditas unggulan yang dibudidayakan di lahan kering. Namun, tanaman tersebut sering kali mendapat air relatif cukup tinggi, akibat curah hujan yang tinggi. Hal ini akar menyebabkan kondisi tanah menjadi jenuh air. Musim tanam yang kurang tepat atau curah hujan yang tidak menentu menyebabkan tanaman kedelai sering kali mendapatkan air yang berlebih atau tergenang. Penelitian tentang inokulasi *Rhizobium sp.* telah banyak dilakukan, namun sampai saat ini belum ada informasi tentang keefektifan

inokulasi *Rhizobium sp.* pada tanaman kedelai dalam melakukan fiksasi N udara pada kondisi tanah di atas kapasitas lapangan sampai jenuh air. Oleh karena itu, pengaruh kejenuhan air, terhadap viabilitas *Rhizobium sp.* dalam tanah, keefektifan membentuk bintil akar, pertumbuhan, dan terhadap hasil kedelai perlu dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons tanaman kedelai yang diinokulasi *Rhizobium sp.* pada kondisi tanah dengan berbagai periode jenuh air. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan bintil akar dalam proses fiksasi N<sub>2</sub> udara dan dampaknya terhadap pertumbuhan serta hasil benih kedelai.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca (*Green House*) Kebun Penelitian Universitas Tadulako dari bulan Februari sampai Mei 2008. Penelitian menggunakan rancangan perlakuan faktorial (2x6) disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat ulangan. Benih kedelai yang digunakan adalah varietas Wilis, Inokulan *Rhizobium sp* berasal dari bakteri yang dibiakkan dalam media gambut yang disebut legin.

Faktor pertama berupa pemberian inokulasi *Rhizobium sp* dengan dua perlakuan, yaitu tanpa inokulasi *Rhizobium sp*) dan dengan inokulasi *Rhizobium sp*. Faktor kedua berupa lama periode cekaman kejenuhan air, dengan 6 perlakuan, yaitu kapasitas lapangan, tanah jenuh air umur 5–10 hst, tanah jenuh air umur 10–15 hst tanah jenuh air umur 15–20, tanah jenuh air umur 20–25 hst, dan tanah jenuh air umur 25–30 hst. Dengan demikian, terdapat 12 kelompok perlakuan.

Penentuan kadar lengas kapasitas lapangan dan jenuh kadar lengas kapasitas lapangan (*field capacity*) ditentukan dengan menghitung selisih kadar lengas tanah pada pF 2,54 dengan tanah kering angin, yang ditetapkan dengan menggunakan alat piring tekan (*pressure plate apparatus*). Penentuan kadar lengas adalah dengan cara gravimetri. Dari perhitungan tersebut ditentukan jumlah air yang harus ditambahkan agar kadar air dalam tanah sekitar kapasitas lapangan (100 %). Sementara kadar lengas jenuh ditentukan dengan menghitung kadar lengas tanah pada

kondisi jenuh atau pada pF 0,0. Jumlah air yang harus ditambahkan agar air tanah berada pada kondisi jenuh dihitung dengan menyelisihkan angka kadar lengas keadaan jenuh dengan kadar lengas kering angin.

### **Inokulasi *Rhizobium* pada Benih Kedelai**

Inokulasi benih kedelai dengan *Rhizobium* dilakukan dengan dosis 5 g legin/kg benih. Benih dibasahi terlebih dahulu, kemudian ditambahkan inokulan dan dicampur hingga merata. Sebelum ditanam, benih dikeringanginkan di tempat yang teduh (tidak terkena sinar matahari langsung).

### **Penanaman Kedelai**

Penanaman kedelai dilakukan dalam pot yang berisi 8 kg tanah kering angin dengan menanamkan 3 benih per pot yang telah diinokulasi *Rhizobium* sesuai perlakuan. Setelah berumur satu minggu penjarangan dilakukan dengan menyisakan satu tanaman per pot.

### **Pemeliharaan Tanaman Kedelai**

Pupuk urea (0,2 g/pot) diberikan dua kali, yaitu pada saat tanam dan pada saat mulai berbunga. Selain urea, SP36 100 (0,4 g/pot) dan KCl 100 (0,4 g/pot) diberikan pada saat tanam. Pengendalian gulma dilakukan secara manual, sedangkan pengendalian hama dilakukan insektisida Decis yang diberikan sesuai anjuran.

### **Penyiraman Tanaman**

Penyiraman dengan menambahkan air ke dalam pot sampai bobot tertentu sesuai dengan perlakuan. Dalam mempertahankan kondisi perlakuan jenuh air, lubang yang terdapat pada pot ditutup dan dibuka kembali pada perlakuan kapasitas lapangan. Perlakuan penjenuhan air dilakukan saat tanaman berumur 5–30 hari.

### **Pemanenan**

Pemanenan dilakukan 2 kali, yaitu pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum untuk menghitung keefektifan bintil akar dan pada saat polong masak penuh, yaitu sekitar 95% polong pada batang telah berwarna kuning atau cokelat. Tanaman dipotong pada bagian pangkal batang, dijemur lalu dibijikan. Akar tanaman diambil

dengan cara membongkar pot dan mencucinya di atas kawat strimin.

### Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan dimulai pada saat tanaman berumur dua minggu sampai panen, kemudian dilanjutkan dengan analisis benih. Parameter yang diamati meliputi parameter keefektifan inokulasi *Rhizobium* pertumbuhan tanaman, serta parameter hasil tanaman.

Parameter keefektifan inokulasi *Rhizobium* dan pertumbuhan tanaman mencakup (a) jumlah bintil akar total per tanaman yang dihitung pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum yang ditandai oleh munculnya pembungaan sekitar 70% populasi tanaman; (b) berat kering bintil akar pertanaman; (c) fiksasi nitrogen bintil akar yang dilakukan pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum dengan metode *Acetylene Reduction Assay* (ARA); (d) tinggi tanaman, diukur mulai dari pangkal batang sampai dengan titik tumbuh, yang dilakukan setiap dua minggu sampai dengan panen; (e) jumlah cabang produktif, yang dihitung pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum; (f) laju pertumbuhan nisbi (LPN) pada saat tanaman berumur 3 dan 5 minggu yang dihitung dengan rumus:

$$LPN = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1} \quad (\text{g/g/minggu})$$

Keterangan: W = bobot kering total tanaman (g)

T = waktu pengamatan

(g) nisbah luas daun (NLD, dilakukan pada umur tanaman 3 dan 5 minggu, dihitung dengan rumus:

$$NLD = \frac{A}{W} \quad (\text{cm}^2/\text{g})$$

Keterangan: A = luas daun (cm<sup>2</sup>/g)

W = bobot kering total tanaman (g)

(h) laju asimilasi bersih (LAB), dilakukan pada umur tanaman 3 dan 5 minggu, dihitung dengan rumus:

$$LAB = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1} \quad (\text{g/cm}^2/\text{minggu})$$

Keterangan: W = bobot kering total tanaman (g)

T = waktu pengamatan

A = luas daun

Parameter hasil mencakup (a) jumlah polong per tanaman, yaitu jumlah total polong yang terbentuk selama pembentukan polong; (b) persentase polong isi per tanaman, dihitung berdasarkan nisbah jumlah polong isi dengan jumlah total polong pada saat panen; (c) jumlah biji per tanaman pada saat panen yang dihitung setelah polong dibijikan; (d) bobot biji per tanaman, dilakukan dengan menimbang hasil biji per tanaman yang telah dikeringkan pada kadar air tertentu (12%). Sebelum ditimbang, kadar air biji diukur. Apabila kadar air biji lebih tinggi dari 12%, maka bobot biji dikonversi pada kadar air 12%; (e) bobot 100 biji, dihitung sebanyak 100 biji yang utuh dan bernas kemudian bobotnya ditimbang dan dikonversi kadar air 12%; (f) indeks panen (IP), yang dihitung dengan rumus:

$$IP = \frac{We}{W}$$

Keterangan: We = berat kering total ekonomi

W = berat kering total tanaman

Data hasil pengamatan dianalisis dengan uji F untuk mengetahui keragamannya dan apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan DMRT pada taraf 5%.<sup>2</sup>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keefektifan Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Pertumbuhan Tanaman

Banyaknya bintil akar yang terbentuk menggambarkan hasil aktivitas fiksasi nitrogen yang dilakukan tanaman. Tabel 1 menunjukkan inokulasi *Rhizobium sp.* yang menghasilkan jumlah bintil akar total dan berat kering bintil akar terbanyak dan berbeda nyata dengan kontrol (tanpa inokulasi *Rhizobium sp.*). Hasil ini sejalan dengan penelitian Gardner<sup>2</sup> bahwa inokulasi pada biji atau tanah dapat membentuk populasi galur *Rhizobium* cukup efektif, sehingga terjadi kolonisasi dan infeksi pada daerah perakaran. Inokulasi *Rhizobium sp.* menjadikan bintil akar menjadi lebih aktif dalam fiksasi nitrogen, sehingga menghasilkan bintil akar lebih banyak dan ukurannya lebih besar dibanding perlakuan lainnya. Selain itu, lama periode cekaman kejenuhan air pada kapasitas lapangan menghasilkan jumlah

bintil akar serta berat kering bintil akar tertinggi dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lama periode cekaman kejenuhan lainnya. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pembentukan bintil akar lebih efektif pada kondisi tanah kapasitas lapangan. Penelitian Gardner menunjukkan bahwa keaktifan bintil akar juga ditentukan oleh kondisi fisiologi lingkungan tanaman serta dipengaruhi oleh kandungan air tanah.

Tabel 2 menunjukkan bahwa interaksi antara inokulasi *Rhizobium sp* dan kapasitas lapangan menghasilkan fiksasi nitrogen bintil akar tertinggi dan terendah pada kedelai tanpa *Rhizobium sp*. pada tanah jenuh air umur 25–30 hst. Analisis ragam menunjukkan fiksasi nitrogen bintil akar per tanaman dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan inokulasi *Rhizobium sp*. dan lama periode cekaman kejenuhan air. Hal tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas fiksasi N<sub>2</sub>

tertinggi pada kedelai dengan inokulasi *Rhizobium sp*. pada kondisi tanah kapasitas lapangan. Tanaman yang diinokulasi dapat membentuk bintil akar lebih cepat dan memperoleh pasokan nitrogen yang lebih banyak.<sup>3</sup>

Penjenuhan tanah menurunkan penyediaan O<sub>2</sub> ke sistem perakaran tanaman, sehingga respirasi aerobik berubah menjadi anaerobik, yang menghasilkan ATP rendah.<sup>4</sup> Perlakuan cekaman kejenuhan air pada berbagai periode fase vegetatif mengakibatkan penurunan aktivitas fiksasi N<sub>2</sub> yang berdampak pada pertumbuhan tanaman. Tidak terdapatnya perbedaan yang nyata pada perlakuan tanpa inokulasi *Rhizobium sp.*, pada tanah jenuh air 5-10 hst, 10-15 hst dan 20-25 hst diduga karena media tanah telah mengandung *Rhizobium*, yang dikenali tanaman kedelai, sehingga lebih aktif melakukan fiksasi nitrogen.

**Tabel 1.** Pengaruh inokulasi *Rhizobium sp*. dan lama periode cekaman kejenuhan air terhadap jumlah bintil akar total dan berat kering bintil akar per tanaman

Perlakuan	Jumlah Bintil Akar Total	Berat kering bintil akar (g)
Inokulasi <i>Rhizobium Sp.</i> (I)		
▪ Tanpa <i>Rhizobium Sp.</i>	50,04 b	0,19 b
▪ Dengan <i>Rhizobium Sp.</i>	66,04 a	0,23 a
Lama periode cekaman kejenuhan air (A)		
▪ Kapasitas lapangan	77,37 p	0,28 p
▪ Jenuh air umur 5–10 hst	47,62 r	0,17 t
▪ Jenuh air umur 10–15 hst	42,00 r	0,18 rs
▪ Jenuh air umur 15–20 hst	46,00 r	0,17 t
▪ Jenuh air umur 20–25 hst	68,25 q	0,23 q
▪ Jenuh air umur 25–30 hst	67,00 q	0,21 qr
Interaksi antara faktor perlakuan (I*A)	( - )	( - )

Keterangan: Dalam kolom, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

**Tabel 2.** Pengaruh interaksi perlakuan inokulasi *Rhizobium sp* dan lama periode cekaman kejenuhan air terhadap fiksasi N<sub>2</sub> bintil akar (mmol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> /g b.k bintil/jam)

Lama periode cekaman kejenuhan air	Fiksasi Nitrogen.		Rerata
	Tanpa <i>Rhizobium sp.</i>	Dengan <i>Rhizobium sp.</i>	
	∑	∑	
▪ Kapasitas lapangan	730,9 bc	1770,3 a	1250,6
▪ Jenuh air umur 5–10 hst	1109,0 abc	885,4 bc	982,2
▪ Jenuh air umur 10–15 hst	1134,1 abc	1032,0 bc	1083,1
▪ Jenuh air umur 15–20 hst	981,7 bc	1147,4 abc	1064,5
▪ Jenuh air umur 20–25 hst	1188,2 abc	1347,0 ab	1267,6
▪ Jenuh air umur 25–30 hst	521,8 c	1005,9 bc	763,8
Rerata	944,3	1193,0	(+)

Keterangan: Dalam kolom, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi antara inokulasi *Rhizobium sp.* dan kapasitas lapang secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman pada umur 4 minggu dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa genangan air berpengaruh pada fiksasi nitrogen yang dapat merangsang pertumbuhan. Menurut Oosterhuis<sup>5</sup> kedelai merupakan salah satu jenis tanaman yang sensitif terhadap kondisi kelebihan air atau tekanan genangan. Kurangnya oksigen merupakan masalah utama yang berhubungan dengan genangan.<sup>6</sup> Namun demikian, penelitian pada berbagai lama periode cekaman kejenuhan air tidak mengakibatkan tanaman kedelai menjadi mati. Tanaman kedelai masih mampu beradaptasi pada keadaan jenuh atau kekurangan oksigen, walaupun cekaman kejenuhan air pada umur 5–10, 10–15, dan 15–20 hari setelah tanam mengakibatkan pertumbu-

han tanaman menjadi terhambat. Perbedaan nyata yang dihasilkan terhadap tinggi tanaman mengindikasikan bahwa kondisi lengas tanah berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Lengas tanah sebesar 15 % di atas kapasitas lapangan dapat menekan pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman lebih pendek dibanding tanaman yang tumbuh pada tanah dengan kondisi kapasitas lapangan maupun 15 % di bawah kapasitas lapangan.<sup>4</sup>

Tabel 4 menunjukkan inokulasi *Rhizobium sp.* tidak mempengaruhi jumlah cabang produktif kedelai, tetapi secara nyata mempengaruhi laju pertumbuhan nisbi. Sedangkan lama periode cekaman kejenuhan air mempengaruhi jumlah cabang produktif dan laju pertumbuhan nisbi kedelai terkait dengan waktu periode kejenuhan air pada fase pertumbuhan tanaman. Analisis ragam menunjukkan bahwa banyaknya jumlah

**Tabel 3.** Pengaruh interaksi perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan lama periode cekaman kejenuhan air terhadap tinggi tanaman umur 4 minggu.

Lama periode cekaman kejenuhan air	Tinggi Tanaman		Rerata
	Tanpa <i>Rhizobium sp.</i>	Dengan <i>Rhizobium sp.</i>	
▪ Kapasitas lapangan	37,99 b	48,06 a	43,02
▪ Jenuh air umur 5–10 hst	19,89 de	24,16 cd	22,02
▪ Jenuh air umur 10–15 hst	18,04 e	26,61 c	22,33
▪ Jenuh air umur 15–20 hst	33,16 b	35,83 b	32,49
▪ Jenuh air umur 20–25 hst	34,04 b	37,37 b	35,89
▪ Jenuh air umur 25–30 hst	36,21 b	39,43 b	36,81
Rerata	29,94	34,90	(+)

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (+) menunjukkan terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

**Tabel 4.** Pengaruh inokulasi *Rhizobium sp.* dan lama periode cekaman kejenuhan air terhadap rerata jumlah cabang produktif saat vegetatif maksimum dan laju pertumbuhan nisbi (g/g/minggu) kedelai

Perlakuan	Jumlah Cabang Produktif	Laju Pertumbuhan Nisbi (LPN)
Inokulasi <i>Rhizobium Sp.</i> (I)		
▪ Tanpa <i>Rhizobium Sp.</i>	2,79 a	0,19 b
▪ Dengan <i>Rhizobium Sp.</i>	3,06 a	0,20 a
Lama periode cekaman kejenuhan air (A)		
▪ Kapasitas lapangan	3,75 p	0,21 p
▪ Jenuh air umur 5–10 hst	2,50 r	0,19 qr
▪ Jenuh air umur 10–15 hst	2,75 qr	0,19 qr
▪ Jenuh air umur 15–20 hst	2,63 r	0,18 r
▪ Jenuh air umur 20–25 hst	2,69 qr	0,20 pq
▪ Jenuh air umur 25–30 hst	3,25 pq	0,20 pq
Interaksi antara faktor perlakuan (I*A)	(-)	(-)

Keterangan : Dalam kolom, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

cabang produksi dan laju pertumbuhan nisbi kedelai tidak dipengaruhi oleh interaksi antara inokulasi *Rhizobium sp* dan lama periode cekaman kejenuhan air.

Dalam kondisi tanah kapasitas lapangan, pertumbuhan kedelai lebih baik, karena tidak mengalami cekaman kejenuhan air atau kekurangan O<sub>2</sub> saat pertumbuhan vegetatifnya. Jumlah cabang produktif yang dihasilkan lebih banyak, jumlah polong yang dihasilkan semakin banyak pula.

Laju pertumbuhan nisbi berhubungan dengan komponen tinggi tanaman yaitu kemampuan tanaman dalam menghasilkan berat kering hasil asimilasi. Rendahnya laju pertumbuhan nisbi pada perlakuan jenuh air umur 5–10, 10–15, dan 15–20 hst disebabkan oleh terhambatnya pertumbuhan tanaman karena mengalami tekanan Kertonegoro<sup>7</sup> melaporkan bahwa pernapasan akar merupakan proses pertama yang dihambat oleh kekahatan oksigen. Gangguan-gangguan lainnya terhadap fungsi penting tanaman seperti pertumbuhan, penyerapan air dan hara, merupakan akibat gangguan-gangguan pernapasan.

Tabel 5 menunjukkan interaksi inokulasi *Rhizobium sp.* dengan kapasitas lapangan menghasilkan laju asimilasi bersih tertinggi dibanding perlakuan kombinasi lainnya. Analisis ragam menunjukkan laju asimilasi bersih dipengaruhi oleh interaksi inokulasi *Rhizobium sp* dan lama cekaman kejenuhan air. Inokulasi *Rhizobium sp* pada kondisi tanah kapasitas lapangan menghasilkan pertumbuhan kedelai lebih baik pada keadaan kecukupan air, sehingga daun lebih

efisien dalam melakukan fotosintesis. Namun cekaman penjenuhan air pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman mengakibatkan laju pertumbuhan terhambat sehingga menghasilkan penambahan berat kering lebih kecil dibanding inokulasi *Rhizobium sp.* pada kondisi kapasitas lapangan. Hal ini disebabkan laju asimilasi bersih dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah ketersediaan air, cahaya, suhu, karbon dioksida, unsur hara, nutrisi, kandungan klorofil daun, dan genotip.<sup>8</sup>

Tabel 6 menunjukkan inokulasi *Rhizobium sp.* menghasilkan berat kering total per tanaman tertinggi dan berbeda nyata dengan tanpa inokulasi *Rhizobium sp.* saat vegetatif maksimum, tetapi tidak berbeda nyata saat panen. Lama periode cekaman kejenuhan air pada kapasitas lapangan menghasilkan berat kering tanaman tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, tetapi tidak berbeda nyata dengan tanpa inokulasi *Rhizobium sp* jenuh air umur 25–30 hst saat vegetatif maksimum dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan jenuh air tanpa inokulasi *Rhizobium sp* jenuh air umur 20–25 hst dan tanpa inokulasi *Rhizobium sp* jenuh air umur 25–30 hst saat panen. Hal tersebut karena pertumbuhan tanaman pada perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* kapasitas lapang lebih baik dibanding perlakuan lainnya sehingga menghasilkan fotosintat yang lebih tinggi yang ditunjukkan dengan berat kering yang lebih tinggi pula. Analisis ragam menunjukkan berat kering total per tanaman saat vegetatif maksimum dan saat panen tidak dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan inokulasi *Rhizobium*

**Tabel 5.** Pengaruh interaksi perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan lama periode cekaman kejenuhan air terhadap laju asimilasi bersih (g/cm<sup>2</sup>/hari) umur 3 dan 5 minggu.

Lama periode cekaman kejenuhan air	Laju Asimilasi		Rerata
	Tanpa <i>Rhizobium sp.</i>	Dengan <i>Rhizobium sp.</i>	
▪ Kapasitas lapangan	0,0117 abcde	0,0136 a	0,0126
▪ Jenuh air umur 5-10 hst	0,0083 fg	0,0129 ab	0,0106
▪ Jenuh air umur 10-15 hst	0,0119 abcde	0,0106 cde	0,0112
▪ Jenuh air umur 15-20 hst	0,0068 g	0,0083 ef	0,0083
▪ Jenuh air umur 20-25 hst	0,0114 bcde	0,0120 abcd	0,0117
▪ Jenuh air umur 25-30 hst	0,0101 edf	0,0125 abc	0,0113
Rerata	0,0100	0,0119	(+)

Keterangan : Dalam kolom, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (+) menunjukkan terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

**Tabel 6.** Rerata berat kering (g) per tanaman kedelai saat vegetatif maksimum dan panen

Perlakuan	Umur rerata berat kering	
	Vegetatif maks	Panen
Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> (I)		
▪ Tanpa <i>Rhizobium sp.</i>	6,14 b	16,73 a
▪ Dengan <i>RhizobiumSp.</i>	7,45 a	17,78 a
Lama periode cekaman kejenuhan air (A)		
▪ Kapasitas lapangan	9,73 p	21,31 p
▪ Jenuh air umur 5-10 hst	4,45 r	13,17 r
▪ Jenuh air umur 10-15 hst	4,53 r	15,58 qr
▪ Jenuh air umur 15-20 hst	5,82 r	14,23 r
▪ Jenuh air umur 20-25 hst	7,48 q	18,24 pq
▪ Jenuh air umur 25-30 hst	8,77 pq	19,96 p
Interaksi antara faktor perlakuan (I*A)	(-)	(-)

Keterangan : Dalam kolom, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

*sp.* dan lama periode cekaman kejenuhan air. Berat kering total per tanaman dipengaruhi oleh inokulasi *Rhizobium sp.* saat vegetatif maksimum tetapi tidak dipengaruhi saat panen. Lama periode cekaman kejenuhan air mempengaruhi berat kering total per tanaman saat vegetatif maksimum maupun saat panen. Dengan adanya penjumlahan, tanah yang mengandung udara keluar dari pori makro tanah, sehingga menurunkan kandungan O<sub>2</sub> ke dalam tanah dan dari dalam tanah ke dalam akar.<sup>9</sup>

Rendahnya berat kering total per tanaman yang dihasilkan pada perlakuan berbagai periode penjumlahan air disebabkan tidak terjadinya keseimbangan antara transpirasi dan suhu bagi tanaman ataupun fotosintesis dan pernapasan yang berdampak pada pengaturan lubang stomata. Hal tersebut menyebabkan fotosintat yang dihasilkan lebih rendah pada tanaman yang mendapat cekaman oksigen dibanding tanaman dalam keadaan kapasitas lapangan. Menurut Kertonegoro bahwa fenomena penutupan stomata akibat pengaruh cekaman oksigen di dalam akar menyebabkan suatu penurunan potensial air di dalam tanaman akibat turunnya permeabilitas akar pada kondisi cekaman oksigen.

### Hasil dan Komponen Hasil

Hasil Pengamatan jumlah polong, presentase polong isi, dan jumlah biji pertanaman dapat dilihat pada Tabel 7. Inokulasi *Rhizobium sp* pada kapasitas lapangan menghasilkan jumlah polong

yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan kemampuan tanaman dalam menghasilkan kapasitas lubang yang lebih besar sebagai alokasi fotosintat. Kapasitas lubang suatu tanaman digambarkan dengan kemampuannya dalam membentuk polong. Jumlah polong yang dihasilkan tanaman kedelai sangat ditentukan oleh pertumbuhan vegetatif dalam hal ini fungsi dari laju fotosintesis dan pasokan hasil asimilasi.

Analisis ragam menunjukkan jumlah polong, persentase polong isi, dan jumlah biji per tanaman tidak terdapat interaksi antara perlakuan inokulasi *Rhizobium sp* dan lama periode cekaman kejenuhan air. Persentase polong isi per tanaman dipengaruhi oleh inokulasi *Rhizobium sp* dan lama periode cekaman kejenuhan air mempengaruhi jumlah polong dan jumlah biji per tanaman.

Persentase polong isi pada cekaman kejenuhan air menghasilkan perbedaan yang tidak nyata dibanding dengan kapasitas lapangan. Hal tersebut terjadi karena tanaman kedelai yang diberi cekaman kejenuhan air cenderung menghasilkan jumlah polong dan jumlah biji yang lebih sedikit dibanding kapasitas lapangan sehingga asimilat yang didistribusikan pada pengisian biji bisa terpenuhi. Dalam pengisian polong, kedelai memerlukan nitrogen dalam jumlah yang besar sehingga keberadaan nitrogen sangat dibutuhkan. Pendapat yang sama dikatakan oleh Gardner bahwa nitrogen daun dianggap sebagai faktor utama dalam hasil panen biji kedelai. Pada

**Tabel 7.** Rerata jumlah polong, persentase polong isi, dan jumlah biji per tanaman.

Perlakuan	Jumlah Polong per Tanaman	Persentase Polong Isi per Tanaman	Jumlah Biji per Tanaman
Inokulasi <i>Rhizobium Sp.</i> (I)			
▪ Tanpa <i>Rhizobium Sp.</i>	50,27 a	80,60 b	81,44 a
▪ Dengan <i>Rhizobium Sp.</i>	51,02 a	87,65 a	85,40 a
Lama periode cekaman kejenuhan air (A)			
▪ Kapasitas lapangan	72,06 p	87,34 p	111,75 p
▪ Jenuh air umur 5–10 hst	37,56 s	78,52 p	68,31 r
▪ Jenuh air umur 10–15 hst	42,81 rs	83,21 p	77,88 r
▪ Jenuh air umur 15–20 hst	41,33 s	84,96 p	67,19 r
▪ Jenuh air umur 20–25 hst	52,44 qr	85,15 p	81,56 qr
▪ Jenuh air umur 25–30 hst	57,69 q	85,59 p	93,81 q
Interaksi antara faktor perlakuan	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Dalam kolom, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

**Tabel 8.** Rerata bobot biji per tanaman, bobot 100 biji (g) dan indeks panen (IP) kedelai

Perlakuan	Bobot Biji per Tanaman	Berat 100 Biji	Indeks Panen (IP)
Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> (I)			
▪ Tanpa inokulasi <i>Rhizobium sp.</i>	10,58 b	13,19 a	0,57 a
▪ Dengan inokulasi <i>Rhizobium sp.</i>	11,99 a	14,38 a	0,59 a
Lama periode cekaman kejenuhan air (A)			
▪ Kapasitas lapangan	13,97 p	14,46 p	0,61 p
▪ Jenuh air umur 5–10 hst	9,81 q	12,89 p	0,60 p
▪ Jenuh air umur 10–15 hst	10,41 q	13,17 p	0,56 p
▪ Jenuh air umur 15–20 hst	10,40 q	14,01 p	0,61 p
▪ Jenuh air umur 20–25 hst	11,13 q	14,55 p	0,52 p
▪ Jenuh air umur 25–30 hst	11,99 pq	13,64 p	0,57 p
Interaksi antara faktor perlakuan (I*A)	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Dalam kolom, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua faktor perlakuan, hst = hari setelah tanam

kapasitas lapangan menghasilkan jumlah biji yang lebih tinggi dibanding perlakuan cekaman jenuh air lainnya. Hal tersebut terjadi karena kandungan nutrisi seperti nitrogen lebih terpenuhi dibanding perlakuan lainnya. Dengan terpenuhi kandungan nitrogen maka kapasitas lubang dapat terpenuhi sehingga mendapatkan hasil biji yang lebih tinggi.

Hasil pengamatan bobot biji pertanaman, berat 100 biji, dan indeks panen terlihat pada Tabel 8. Inokulasi *Rhizobium sp.* menghasilkan bobot biji per tanaman lebih tinggi serta menghasilkan ukuran biji lebih besar dibanding tanpa inokulasi *Rhizobium sp.* dan indeks panen tidak berbeda nyata. Analisis ragam menunjukkan bobot biji, berat 100 biji, dan indeks panen tidak terdapat interaksi antara perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan lama periode cekaman kejenuhan air. Namun bobot biji per tanaman kedelai dipenga-

ruhi oleh perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* serta dipengaruhi oleh perlakuan lama periode cekaman kejenuhan air. Sedangkan berat 100 biji dan indeks panen tidak dipengaruhi oleh perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* maupun perlakuan lama periode cekaman kejenuhan air.

Bobot biji per tanaman mengindikasikan kemampuan tanaman dalam menggunakan asimilat untuk pengisian biji. Hal tersebut terkait dengan jumlah polong yang dihasilkan, di mana inokulasi *Rhizobium sp.* menghasilkan jumlah polong lebih banyak sehingga menghasilkan jumlah biji lebih banyak pula dan berdampak pada bobot biji. Menurut Scott and Batchelor,<sup>10</sup> penggenangan pada tanaman kedelai menyebabkan menguningnya daun dan gugurnya daun bagian bawah, terhambatnya pertumbuhan, penurunan berat kering tanaman, dan berat biji. Ini terlihat pada hasil yang diperoleh bahwa

cekaman kejenuhan air pada awal fase vegetatif mengakibatkan terjadinya penurunan bobot biji per tanaman karena pada kondisi jenuh air atau kekurangan oksigen tanaman mengalami hambatan pertumbuhan.

Bobot biji sangat ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan. Berdasarkan deskripsi kedelai, bobot 100 biji pada varietas Wilis seberat 10 g tetapi hasil pengamatan diperoleh rata-rata bobot 100 biji lebih dari 12 g. Hal tersebut diduga tanaman kedelai mempunyai kecukupan asimilat sehingga kapasitas lubuk dapat terpenuhi pada saat pengisian biji walaupun dalam cekaman kejenuhan air. Sedangkan Indeks panen menunjukkan perbedaan hasil yang tidak nyata. Hal tersebut menggambarkan pembagian fotosintat atau biomassa tanaman di antara kedua bagian tanaman yaitu tajuk dan akar relatif sama antara perlakuan.

#### KESIMPULAN

Penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa inokulasi *Rhizobium sp* meningkatkan pembentukan bintil akar dan memberikan fiksasi N<sub>2</sub> oleh bintil akar yang lebih tinggi. Hasil ini berdampak terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai, dimana mampu meningkatkan secara signifikan jumlah bintil akar, bobot bintil akar, fiksasi nitrogen, tinggi tanaman, berat kering total tanaman, jumlah cabang produktif, laju asimilasi bersih, jumlah polong, persentase polong isi, jumlah biji, bobot biji yang signifikan. Sedangkan cekaman kejenuhan air pada fase pertumbuhan vegetatif menurunkan keefektifan inokulasi *Rhizobium sp*. Periode penjenjutan air pada umur 5-10 hst menurunkan keefektifan *Rhizobium sp*, pertumbuhan, dan hasil tanaman dibanding periode penjenjutan air pada umur lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- <sup>1</sup>Cahyadi, W. 2007. Kedelai Khasiat dan Teknologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- <sup>2</sup>Gardner, F.P., R.B. Pearce, & R.L. Mitchell., 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 174–200p.
- <sup>3</sup>Prakoso, B dan P.J. Dart. 1995. Pengaruh Tanah, Budi Daya Padi dan Inokulasi *Brady Rhizobium* terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai dan Kacang hijau. Dalam Sunarto (Editor) Prosiding Seminar Nasional Kedelai. Lembaga Penelitian Universitas Jendral Sudirman Purwokerto. 88–95p.
- <sup>4</sup>Adisarwanto, T., R.D. Purwaningrahayu, dan Riwanodja. 2000. Respon Kedelai terhadap Pemupukan pada Kondisi Tanah Jenuh Air. Prosiding Seminar Teknologi Pertanian Untuk Mendukung Agribisnis dalam Pengembangan Ekonomi Wilayah dan Ketahanan Pangan. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian Bogor dan Instansi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian. Yogyakarta. 39–41p.
- <sup>5</sup>Oosterhuis D.M., H.D. Scott, R.E. Hampton, and S.D. Wullschleger. 1990. *Physiological Response of Two Soybean [Glycine max L. Merr] Cultivars to Short-term Flooding*. Environmental and Experimental Botany 30:85–92p.
- <sup>6</sup>Kozłowski, T.T. 1984. Extent, Cause, and Impacts of Flooding. In: Kozłowski T.T, ed. Flooding and Plant Growth. New York: Academic Press. 1–7p.
- <sup>7</sup>Kertonegoro, B.D. 2001. Aerasi Tanah dan Perannya bagi Tanaman. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- <sup>8</sup>Gupta, U.S. 1981. *Crop Physiology*. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi. 288p.
- <sup>9</sup>Meyer, W.S., D.C. Reicosky, H.D. Barrs, and R.C.G.Smith., 1987. Physiological Responses of Cotton to a Singel Waterlogging at High and low N Level. Plant Soil Journal.
- <sup>10</sup>Scott, H.D and J.T. Batchelor. 1979. Dry Weight and Leaf Area Production Rates of Irrigated Determinate Soybeans. Agro.J. 71: 776–782p.