

Pengaruh Berbagai Dosis dari Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulan *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) Terhadap Komponen Pertumbuhan, Komponen Hasil dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Kultivar Anjasmoro

Oleh : Mimi Asminah Adang¹ & Umar Dani²

ABSTRAK

Percobaan dilakukan di lahan Balai Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan (BP3K) Kecamatan Majalengka Kabupaten Majalengka Jawa Barat dari bulan Oktober sampai dengan bulan Januari 2012. Rancangan percobaan yang digunakan ialah Rancangan Acak kelompok (RAK) terdiri dari 16 perlakuan yang diulang tiga kali. Faktor pertama adalah inokulan *Bradyrhizobium japonicum* (r) yang terdiri dari r0 (tanpa inokulasi), r1 (5 g inokulasi/kg benih), r2 (10 g inokulasi/kg benih), r3 (15 g inokulasi/kg benih). Faktor kedua adalah Bio-Fosfat (b) terdiri dari b0 (0 g bio-fosfat), b1 (50 kg/ha bio-fosfat), b2 (100 kg/ha bio-fosfat) dan b3 (150 kg/ha bio-fosfat). Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara pemberian dosis inokulan *B. japonicum* 5 g inokulan/kg benih dan 100 kg/ha bio-fosfat terhadap tinggi tanaman 4 mst. Pemberian *B. japonicum* 5 g inokulan/kg benih berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman 5 dan 6 mst, jumlah cabang produktif, indeks luas daun, jumlah polong isi, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir, bobot biji per tanaman dan bobot biji per petak. Pemberian bio-fosfat 100 kg/ha berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang produktif.

Kata Kunci : Pertumbuhan, Hasil, Kedelai, *Bradyrhizobium japonicum*, Bio-Fosfat

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan komoditas tanaman pangan terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Selain itu, kedelai juga merupakan tanaman palawija yang kaya akan protein yang memiliki arti penting dalam industri pangan dan pakan. Biji kedelai mengandung 9% air, 40% protein, 18% minyak, 7% karbohidrat, 3,5 serat dan 18% zat lain (Taufik dan Salam, 2010). Dilihat dari nilai gizi yang dimiliki oleh Kedelai, maka kedelai bisa dijadikan bahan pangan alternatif yang bergizi tinggi selain Padi dan jagung, sehingga kedelai menjadi komoditas penting yang dibutuhkan masyarakat Indonesia (Taufik dan Salam, 2010).

Terlepas dari pentingnya kedelai bagi masyarakat Indonesia, produksinya di Indonesia sangat kurang kompetitif bila dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya. Peningkatan produksi kedelai dalam empat dekade terakhir cukup kecil. Meskipun hasil per hektar dan areal tanam terus meningkat, produksi total ternyata belum mencukupi kebutuhan nasional (Sumarno dkk., 1989).

Produksi kedelai di Indonesia selama 10 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa produktivitas kedelai Indonesia pada sepuluh tahun terakhir (2000-2009) hanya menghasilkan 1,35 ton/ha (Kementerian Pertanian, 2009).

Tabel 1. Perkembangan dan Laju Pertumbuhan Luas Panen, dan Produksi Kedelai di Indonesia, 2000–2009.

Tahun	Areal Panen	Produktivitas	Produksi
	(juta/ha)	(t/ha)	(juta/t)
2000	0,82	0,92	0,76
2001	0,68	0,85	0,58
2002	0,54	0,97	0,53

¹ Dosen Tidak Tetap Faperta UNMA

² Dosen Tetap Faperta UNMA

Tahun	Areal Panen	Produktivitas	Produksi
	(juta/ha)	(t/ha)	(juta/t)
2003	0,53	0,97	0,51
2004	0,57	1,03	0,58
2005	0,62	0,99	0,62
2006	0,58	1,29	0,75
2007	0,46	1,29	0,59
2008	0,59	1,31	0,78
2009	0,72	1,35	0,97
Pertumbuhan (%/tahun)			
2000-2005	-5,51	1,00	-4,51
2005-2009	6,19	0,55	6,80

Sumber : Kementerian Pertanian, 2009.

Produksi dan produktivitas kedelai yang rendah ini menyebabkan pasokan kebutuhan kedelai dipenuhi dari impor dalam jumlah yang cukup besar. Tetapi harga kedelai impor yang murah dan tidak adanya tarif impor menyebabkan tidak kondusifnya pengembangan kedelai di dalam negeri. Tabel 2 menunjukkan Neraca Konsumsi, Impor dan Eksport Tanaman Kedelai di Indonesia pada Tahun 1990 sampai 2004.

Tabel 2 menunjukkan bahwa konsumsi kedelai di Indonesia yang terus meningkat tidak diikuti oleh produksi di dalam negeri sehingga tiap tahunnya Indonesia selalu mengalami defisit, tetapi kekurangan tiap tahun tersebut selalu ditutupi oleh impor. Hal itu mengakibatkan Indonesia tidak mampu mengekspor kedelai ke luar negeri. Seperti pada tahun 2004 yang sama sekali tidak ada eksport kedelai (Simatupang dkk., 2005).

Tabel 2. Neraca Konsumsi, Impor dan Eksport Kedelai di Indonesia pada Tahun 1990 – 2004.

Tahun	Konsumsi (Ton)	Defisit (Ton)	Impor (Ton)	Ekspor (Ton)
1990	2.028	541	541	0,24
1991	2.228	673	673	0,27
1992	2.560	690	694	3,91
1993	2.431	723	724	0,75
1994	2.365	800	800	0,03
1995	2.287	607	607	0,08
1996	2.263	746	746	0,24
1997	1.973	616	616	0,01
1998	1.649	343	343	0,00
1999	2.684	1.301	1.302	0,02
2000	2.294	1.276	1.278	0,52
2001	1.960	1.133	1.136	1,19
2002	2.017	1.344	1.365	0,24
2003	2.016	1.343	1.193	0,43
2004	2.015	1.307	1.307	0,00
Pertumb (%)	-0,05	651	650	-

Sumber : Simatupang dkk., 2005

Kesuburan tanah yang kurang optimal adalah salah satu faktor yang menjadi kendala rendahnya produksi kedelai di Indonesia. Hasil kedelai yang tinggi selalu diperoleh dari tanah-tanah yang memiliki tingkat kesuburan tinggi. Suplai hara yang cukup tetap perlu dipertahankan untuk pertumbuhan dan hasil kedelai yang baik (Ismail dan Suryatna Effendi, 1985).

Kedelai merupakan tanaman yang menyerap unsur hara nitrogen cukup besar, dalam satu

kg biji kedelai saja terkandung 60-70 g N, sehingga beberapa penulis berpendapat bahwa untuk setiap hektar pertanaman kedelai jumlah N yang digunakan lebih besar dari tanaman lain. Begitu pun dengan fosfat, fosfat merupakan hara yang penting dan diperlukan dalam jumlah yang lebih besar, karena untuk memperoleh hasil biji yang maksimal diperlukan pupuk P yang cukup agar terjamin proses fiksasi N secara maksimal pula (Pasaribu dan Suprpto, 1985).

Salah satu cara untuk meningkatkan unsur hara seperti nitrogen dan fosfat ialah dengan pemberian pupuk hayati. Pupuk hayati (Mikroba) adalah jasad hidup tanah yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara mengikat N bebas dari udara, melarutkan fosfat dan atau memutuskan ikatan-ikatan yang menyebabkan unsur hara tidak tersedia bagi tanaman (Sastro dkk., 2007).

Salah satu pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan Pupuk Hayati (Inokulan *Bradyrhizobium japonicum*) dan Bio-fosfat. Penggunaan Inokulan *B. japonicum* dapat mengaktifkan bintil akar dalam penyerapan unsur hara N sehingga menghemat penggunaan pupuk N yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, sedangkan penggunaan pupuk P dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas polong kedelai (Hayati Silalahi, 2009).

Inokulasi benih dengan *Bradyrhizobium japonicum* bertujuan untuk meningkatkan penambatan N dari udara oleh bakteri sehingga mengurangi penggunaan pupuk N anorganik. Lahan sawah yang belum pernah ditanami kedelai atau lebih dari tiga tahun tidak ditanami kedelai, inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dengan takaran 10 g/kg benih dapat meningkatkan fiksasi N dan hasil. Pemupukan fosfat pada kedelai dengan menggunakan Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) disertai pupuk fosfat hanya memerlukan 40 kg/ha pupuk fosfat saja, tetapi apabila tanpa Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) maka pupuk fosfat yang diperlukan 125 kg/ha pupuk Fosfat (Rohani dkk., 2010).

Dari uraian diatas menunjukkan bahwa ada kaitan antara *Bradyrhizobium japonicum*, mikroba pelarut fosfat dan tanaman kedelai, sehingga pemberian inokulan pupuk hayati *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-fosfat secara bersamaan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih tinggi dan lebih baik.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian mengenai “**Pengaruh Berbagai Dosis dari Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulan *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) Terhadap Komponen Pertumbuhan, Komponen Hasil dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Kultivar Anjasmoro**” menjadi penting dalam pengembangan teknologi budidaya tanaman kedelai.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Apakah terjadi pengaruh interaksi antara dua pupuk hayati (*Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-fosfat) terhadap komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai kultivar Anjasmoro.
2. Apakah pemberian pupuk hayati Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* mampu memberikan pengaruh terhadap komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai kultivar Anjasmoro.
3. Apakah pemberian pupuk hayati Bio-fosfat mampu memberikan pengaruh terhadap komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai kultivar Anjasmoro.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh dua pupuk hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-fosfat) terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai, juga untuk mendapatkan dosis dua pupuk hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) yang tepat sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya serta memberikan informasi mengenai Dosis Pemberian Dua Pupuk Hayati (Inokulan *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) yang mampu memberikan pengaruh terhadap komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai kultivar Anjasmoro.

1.5 Kerangka Pemikiran

Mendapatkan tingkat hasil tanaman kedelai yang tinggi diperlukan hara mineral dalam jumlah besar terutama N. Hampir dua pertiga kebutuhan nitrogen bagi tanaman leguminose dapat terpenuhi dari hasil penambatan N₂ dari udara (Jutono, 1981 *dikutip* Setijo Pitojo, 2007). Pasaribu dan Suprpto (1985) melaporkan bahwa pemberian inokulasi rhizobium dapat meningkatkan hasil kedelai secara nyata. Pemberian inokulan *B. japonicum* dapat meningkatkan jumlah bintil akar efektif yang terbentuk dan tanaman dapat mengikat nitrogen dari udara dan mengubahnya menjadi nitrogen yang dapat digunakan dalam pertumbuhan tanaman kedelai sehingga memberikan pengaruh pada pertumbuhan dan hasil yang optimum (Burton, 1984).

Penelitian Dadson dan Acquaah pada tahun 1984 dikutip Ismail dan Suryatna Effendi (1985), menunjukkan bahwa pemberian inokulan *B. japonicum* dapat meningkatkan secara signifikan tinggi tanaman, jumlah buku subur pertanaman, jumlah polong pertanaman, indeks luas daun, bobot kering biji pertanaman dan berat biji kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi rhizobium pada tanaman kedelai dapat meningkatkan bintil akar dan hasil biji kedelai (Simanungkalit, 2001).

Keefektifan bakteri rhizobium memfiksasi N₂ dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya tersedianya unsur P di dalam tanah. Namun pemupukkan fosfat pada tanah pertanian kurang efisien karena P terikat oleh partikel-partikel tanah. Kenyataan ini menunjukkan bahwa untuk memperoleh hasil biji yang maksimal diperlukan pupuk P yang cukup agar terjamin proses fiksasi N secara maksimal (Yutono, 1985). Laporan tentang pengaruh fosfat pada tanaman kedelai Heltz dan Wings (1977) *dikutip* Pasaribu dan Suprpto (1985), pemberian Bio-fosfat dapat meningkatkan ketersediaan fosfat dan kelimpahan mikroba pelarut fosfat. Mikroba pelarut P akan menghasilkan asam-asam organik diantaranya ialah asam sitrat, glutamat, suksinat, dan laktat. Asam-asam organik tersebut dapat melarutkan P yang terikat dalam tanah menjadi P tersedia bagi tanaman (Goenadi, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pemberian Bio-fosfat pada tanaman kedelai dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti jumlah cabang per tanaman, jumlah polong isi per tanaman dan hasil per hektar (Rahayu, 2004).

Pemberian Inokulan *Bradyrhizobium japonicum*, mikroba pelarut fosfat (*Aspergillus awamori* dan *Pseudomonas striata*) dan batuan fosfat dapat meningkatkan fiksasi biologis nitrogen, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (Deni Elfiati, 2005). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati (Inokulan *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-fosfat) dapat meningkatkan Pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai.

1.6 Hipotesis

1. Terjadi pengaruh interaksi antara dosis dua pupuk hayati (*Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-fosfat) terhadap komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai kultivar Anjasmoro.
2. Pemberian pupuk hayati *Bradyrhizobium japonicum* mampu memberikan pengaruh terhadap komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai kultivar Anjasmoro.
3. Pemberian pupuk hayati Bio-Fosfat mampu memberikan pengaruh terhadap komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman kedelai kultivar Anjasmoro.

II BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan ini merupakan percobaan lapangan yang dilaksanakan di lahan Balai Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan (BP3K) Kecamatan Majalengka Kabupaten Majalengka Jawa Barat. Lokasi percobaan lapangan terletak pada ketinggian 220 m dari permukaan laut dengan tipe agroklimat berdasarkan Klasifikasi Oldeman (1982) termasuk tipe D2 (Lampiran 1), tanah tempat percobaan mempunyai pH 6,83 (Lampiran 2).

Waktu percobaan dilaksanakan pada Bulan Oktober 2011 sampai dengan Bulan Januari 2012. Curah hujan harian selama percobaan dapat dilihat pada Lampiran 3 dan Suhu rata-rata bulanan pada Lampiran 4 dan foto-foto kegiatan terdapat pada Lampiran 5.

2.2 Bahan dan Alat Percobaan

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih kedelai kultivar Anjasmoro (Lampiran 6), Inokulan *B. japonicum* dan bio-fosfat. Pengadaan Isolat bakteri fiksasi N (*Bradyrhizobium japonicum*), bakteri pelarut fosfat (BPF) (*Bacillus sp.* dan *P. fluorescens*) dan jamur pelarut fosfat (JPF) (*Aspergillus niger*) diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian UNPAD dan CV. Bintang Asri Bandung Jawa Barat, sedangkan pembuatan Inokulan *B. japonicum* dan bio-fosfat dilakukan di Laboratorium CV. Bintang Asri Bandung Jawa Barat. Penyiapan Inokulan Pupuk Hayati (*B. japonicum*) dan Bio-fosfat disajikan pada Lampiran 7. Sarana produksi lainnya yang digunakan adalah pupuk Urea, KCl, Decis dan Pastac.

Peralatan budidaya yang akan digunakan mulai dari persiapan lahan sampai panen adalah ajir, cangkul, tugal, kored, tali rafia, cantingan, kantong-kantong plastik, meteran, papan nama petakan, timbangan biasa dan digital dan komputer dan peralatan tulis seperti pulpen, kertas HVS, spidol permanen dan alat tulis lainnya.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan dalam lingkungan tidak terkendali. Rancangan percobaan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan Pola Faktorial. Faktor pertama Dosis Inokulan *B. japonicum* (R) dan faktor kedua Bio-fosfat.

Adapun susunan dan tarafnya adalah sebagai berikut :

1. Faktor pertama dosis Inokulan *B. japonicum* (R), yang diberikan per kg benih kedelai terdiri dari empat taraf, yaitu :
 - $r_0 = 0$ g inokulan *B. japonicum*/kg benih (Kontrol).
 - $r_1 = 5$ g inokulan *B. japonicum*/kg ber
 - $r_2 = 10$ g inokulan *B. japonicum*/kg be 20
 - $r_3 = 15$ g inokulan *B. japonicum*/kg be.....
2. Faktor kedua adalah Bio-fosfat (B) yang terdiri dari empat taraf, yaitu :
 - $b_0 = 0$ kg/ha (Tanpa Bio-fosfat) (Kontrol).
 - $b_1 = 50$ kg/ha Bio-fosfat.
 - $b_2 = 100$ kg/ha Bio-fosfat.
 - $b_3 = 150$ kg/ha Bio-fosfat.

Seluruhnya terdapat 16 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 48 petak percobaan dengan ukuran petak percobaan 4 m x 3 m. Tata letak percobaan disajikan pada Lampiran 8.

Model linear yang digunakan dalam Rancangan Acak Kelompok adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + K_k + R_i + B_j + (RB)_{ij} + \sum_{ijk}$$

Di mana :

- Y_{ij} = nilai pengamatan (respon) dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = nilai rata-rata umum
- K_k = pengaruh aditif dari kelompok ke-k
- R_i = pengaruh taraf ke-i *Bradyrhizobium japonicum*
- B_j = pengaruh taraf ke-j Bio-Fosfat
- $(RB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi tarak ke-i *B. japonicum* dan taraf ke-j Bio-Fosfat
- \sum_{ijk} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Berdasarkan model linier yang digunakan, dapat disusun analisis ragam untuk Rancangan Acak Kelompok seperti tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Ragam untuk Rancangan Acak Kelompok

Sumber Ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{table} 15%
Ulangan(U)	(r - 1)	$\sum(x...^2)/(t)-(x...^2)/rt$	-	-	
Perlakuan(P)	(t - 1)	$\sum(x...^2)/(r)-(x...^2)rt$	KTP = JKP/t-1	KTP/KTG	
<i>B.japonicum</i> (R)	(r-1)	$(r^2)/(rj)-(x...^2)/rt$	RK _r /r-1	KTR _r /KTG KT _n /KTG	
Bio-Fosfat (B)	(b-1)	$(b^2)/(rb)-(x...^2)/tr$	JK _b /b-1	KTR _b /KTG	
Interaksi (RX B)	(r-1) (b-1)	JKP - JKR - JKB	JKRB/(r-1)(b-1)	-	
Galat	(r - 1) (t - 1)	JKG = JKT - JKU - JKP	-	-	
Total	(rbr-1)	$\sum(x...^2)-(x...^2)/rt$	-	-	

Sumber : Gasperz, 1995

Menguji perbedaan dari pengaruh tiap-tiap perlakuan digunakan uji F, jika hasil uji menunjukkan interaksi yang berbeda nyata : maka untuk menguji perbedaan nilai rata-rata

digunakan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5% dengan rumus : $S_x = \sqrt{\frac{KTGalat}{r}}$

Namun apabila hasil uji menunjukkan interaksi yang tidak berbeda nyata maka uji jarak berganda Duncan menggunakan rumus :

$$S_x = \sqrt{\frac{KTGalat}{r.t}}$$

2.4 Pelaksanaan Percobaan

2.4.1 Pengolahan Lahan dan Pemetakan

Persiapan lahan dimulai dari pengukuran tanah, pengolahan lahan, pembersihan gulma yang telah tumbuh sebelum pertanaman, dan penugalan. Pengolahan lahan ini berupa pembalikan tanah yang dilakukan dengan cara mencangkul sedalam 30 cm, kemudian dilanjutkan dengan pengemburan tanah, satu minggu kemudian dilakukan pembuatan petak-petak percobaan. Setelah dilakukan pembuatan petak percobaan maka dilanjutkan dengan pemberian patok untuk tiap petaknya. Petak-petak percobaan sebanyak 48 petak dengan ukuran 4 m x 3 m. Jarak antar ulangan 50 cm dan jarak antar petak percobaan dalam satu ulangan adalah 40 cm.

2.4.2 Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum*

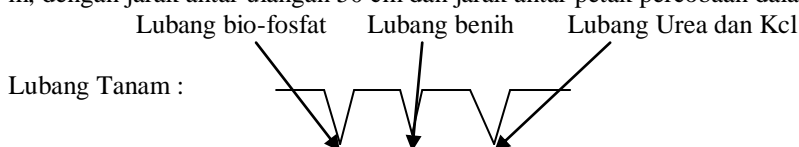
Inokulasi bakteri *B. japonicum* dilakukan dengan cara pelapisan biji (Slurry Method). Biji kedelai dibasahi dengan air dan ditambahkan gum arabika (perekat) secukupnya, kemudian diberi inokulan bakteri *B. japonicum* dan diaduk secara merata agar partikel bakteri menyelimuti permukaan benih yang akan ditanam, setelah itu langsung ditanamkan. Dosis Inokulan bakteri *B. japonicum* yang digunakan sesuai dengan perlakuan, yaitu r₀ = 0 g inokulan *B. japonicum* kg/benih, r₁ = 5 g inokulan *B. japonicum* kg/benih, r₂ = 10 g inokulan *B. japonicum* kg/benih, r₃ = 15 g inokulan *B. japonicum* kg/benih. Perhitungan dosis *B. japonicum* per tanaman terdapat pada Lampiran 9.

2.4.3 Aplikasi Bio-fosfat

Aplikasi bio-fosfat dilakukan bersamaan dengan penanaman benih kedelai dengan cara menugal media tanah disamping lubang tanam dengan jarak 5 cm dan kedalaman 5 cm. Bio-fosfat sesuai dengan dosis perlakuan, yaitu $b_0 = 0$ kg/ha (Tanpa bio-fosfat) (Kontrol), $b_1 = 50$ kg/ha bio-fosfat, $b_2 = 100$ kg/ha bio-fosfat, dan $b_3 = 150$ kg/ha bio-fosfat dimasukkan pada lubang tanam, kemudian ditutup dengan tanah. Data perhitungan dosis bio-fosfat dapat dilihat pada Lampiran 9.

2.4.4 Penanaman

Penanaman benih kedelai dilakukan dengan cara menugal media tanah dengan kedalaman 3 cm. Benih kedelai dimasukkan pada lubang tanam dengan jumlah dua biji per lubang tanam. Benih kedelai yang sudah ditanam di lubang tanam, kemudian ditutup tipis dengan tanah. Jarak tanam kedelai yang digunakan yaitu 40 cm x 20 cm pada petak percobaan berukuran 4 m x 3 m, dengan jarak antar ulangan 50 cm dan jarak antar petak percobaan dalam satu ulangan 40 cm.



2.4.5 Pemeliharaan

1) Pemupukan

Pemupukan dilakukan bersamaan dengan penanaman benih kedelai dengan cara menugal media tanah disamping lubang tanam kedelai tersebut dengan jarak 5 cm dan kedalaman 7 cm. Dosis pupuk yang digunakan Urea 25 kg/ha, KCl 100/kg (Balitan, 2006) dimasukkan pada lubang pupuk, kemudian ditutup dengan tanah. Penghitungan pupuk terdapat pada Lampiran 9.

1) Penyulaman dan Penjarangan

Penyulaman dilakukan apabila ada tanaman yang tidak tumbuh setelah ditanam. Penyulaman pada 1 mst yaitu dengan biji, tetapi apabila sudah lebih dari 1 mst bisa dengan tanaman cadangan yang telah disiapkan (kokeran). Tanaman hasil penyulaman tidak dipakai untuk tanaman sampel.

Penjarangan bertujuan untuk mengurangi persaingan antar tanaman dalam menyerap unsur hara dan sinar matahari dengan membuang tanaman yang berlebihan dan hanya memelihara satu tanaman saja. Penjarangan dilakukan pada umur tanaman 2 mst. Jumlah tanaman yang disisakan setelah penjarangan adalah satu batang per rumpun. Tanaman hasil penjarangan, ditanam ke dalam tanah sekitar tanaman.

3) Penyiraman

Penyiraman dilakukan setiap tiga hari sekali. Selama percobaan, penyiraman dilakukan sampai tanaman berumur 12 mst (sampai matang fisiologi), setelah lebih dari 12 mst penyiraman dihentikan karena mulai masuk fase generatif. Penyiraman dilakukan dengan cara di leb selama \pm 1 jam. Sumber air yang digunakan berasal dari jaringan irigasi teknis.

4) Penyiangan

Penyiangan bertujuan untuk membebaskan tanaman dari tanaman pengganggu (gulma). Penyiangan dilakukan dua minggu sekali dengan mencabut gulma yang berada disekitar pertanaman lalu ditanam ke dalam tanah, sedangkan yang berada jauh dari pertanaman bisa di kored dan dibuang.

5) Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan dua cara yaitu secara mekanis dan kimia. Cara mekanis dilakukan dengan menangkap dan membunuh hama yang menyerang tanaman, sedangkan cara kimia dilakukan dengan pemberian insektisida Decis 2.5 EC dengan konsentrasi 0.5 cc/l air dan pastac 15 EC dengan konsentrasi 1,5 cc/l air.

2.4.6 Panen

Kedelai dipanen pada tingkat kematangan fisiologi, karena panen terlalu awal menyebabkan biji kripuk, panen terlalu akhir menyebabkan kehilangan hasil karena biji rontok. Panen dilakukan pada umur 96 hst dengan arit. Seluruh tanaman di panen baik tanaman sampel maupun bukan.

1.5 Pengamatan

2.5.1 Pengamatan Penunjang

Data penunjang pada percobaan ini terdiri dari:

1) Data Curah hujan (mm)

Data curah hujan selama 10 tahun terakhir dan pada periode penelitian diperoleh dari Balai Meteorologi dan Geofisika Wilayah Jatiwangi Kabupaten Majalengka (Lampiran 1).

2) Analisis tanah

Analisis tanah meliputi analisis sifat fisik tanah dan sifat kimia tanah. Sampel tanah merupakan campuran dari contoh-contoh tanah individual sebanyak 20 sampel yang diambil secara diagonal. Contoh tanah diambil dari lapisan atas sedalam 10 cm – 20 cm dengan menggunakan cangkul. Contoh tanah per lubang kira-kira sebanyak 50 gram, sehingga diperoleh sampel tanah yang akan dianalisis sebanyak 1000 gram (Aisyah dan Mihartawijaya, 2005). Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Program Diploma III Agribisnis, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Data analisis tanah sebelum percobaan dapat dilihat pada Lampiran 2.

3) Pengamatan terhadap Hama dan Penyakit serta Gulma dan cara Pengendaliannya.

4) Jumlah Bintil Akar Efektif

Jumlah bintil akar dihitung dengan mencabut tanaman kemudian akar dibersihkan dengan tidak menghilangkan setiap bintil akar yang ada pada akar. Kemudian bintil akar dipisahkan dari akarnya kemudian dihitung seluruh bintil akar yang efektif dari tanaman tersebut. Penghitungan tersebut dilakukan pada 6 minggu setelah tanam. Tanaman yang digunakan adalah tanaman yang berbeda dari tanaman untuk analisis sampai produksi, tetapi tanaman pinggir.

5) Jumlah Bintil Akar Inefektif

Jumlah bintil akar dihitung dengan mencabut tanaman kemudian akar dibersihkan dengan tidak menghilangkan setiap bintil akar yang ada pada akar. Kemudian bintil akar dipisahkan dari akarnya kemudian dihitung seluruh bintil akar yang inefektif dari tanaman tersebut. Penghitungan tersebut dilakukan pada 6 minggu setelah tanam yaitu tanaman pinggir.

6) Bobot Bintil Akar Segar

Bobot bintil akar segar dihitung setelah semua bintil akar dipisahkan dari akar tanaman tersebut. Penghitungan tersebut dilakukan pada 6 minggu setelah tanam. Tanaman yang dipakai adalah tanaman pinggir.

7) Bobot Bintil Akar Kering

Pengambilan sampel bintil akar dilakukan pada 6 minggu setelah tanam, tetapi penimbangan bertanya dilakukan setelah bintil akar di oven sampai kering konstan.

2.5.2 Pengamatan Utama

Pengamatan utama meliputi komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil adalah sebagai berikut:

1) Komponen pertumbuhan

a. Tinggi tanaman (cm), diukur dari leher akar sampai titik tumbuh tanaman (buku terakhir) pada batang utama. Perhitungan dilakukan dari 4 sampel tanaman sampai panen. Pengamatan dilakukan pada umur 4, 5 dan 6 minggu setelah Tanam.

b. Jumlah cabang produktif pertanaman, dihitung jumlah cabang yang menghasilkan bunga, baik itu bunga fertil maupun bunga steril. Pengamatan dilakukan mulai berbunga sampai terakhir pembungaan, tetapi data yang diambil adalah data pada terakhir pembungaan (umur 8 minggu setelah tanam).

c. Jumlah buku subur pertanaman, dihitung pada buku yang berbunga, perhitungan dilakukan pada waktu mulai berbunga sampai akhir pembungaan, data yang diambil adalah data pada masa akhir pembungaan (umur 8 minggu setelah tanam).

d. Indeks luas daun adalah perbandingan antara luas permukaan daun terhadap luas lahan. Perhitungan ILD dilakukan pada saat tanaman berumur 6 mst dan luas daun (cm^2) diukur saat tanaman berumur 6 mst, tanaman yang dihitung adalah tiga tanaman cabutan yang berumur 6 mst. Luas daun ditentukan dengan metode gravimetri, yaitu menggambarkan semua daun pada kertas hvs kemudian digunting dan ditimbang di laboratorium.

Luas daun (LD) dihitung dengan rumus:

$$\text{Luas Daun} = \frac{\text{Rata-rata bobot turunan daun}}{\text{Rata-rata bobot 1 cm (Kertas yang sama)}} \quad (\text{A})$$

Selanjutnya dihitung ILD, dengan rumus :

$$\text{ILD} = \frac{\text{A}}{\text{Jarak tanam}}$$

2) **Komponen Hasil**

Pengamatan Komponen Hasil yang diamati adalah :

- a. Rata-rata jumlah polong isi per tanaman
Pengamatan jumlah polong isi tanaman dilakukan pada saat panen. Polong yang dihitung adalah semua polong yang menghasilkan biji.
- b. Rata-rata jumlah biji pertanaman
Pengamatan jumlah biji pertanaman dilakukan pada saat panen. Jumlah biji pertanaman yang dihitung adalah semua biji yang berasal dari masing-masing tanaman sampling.
- c. Rata-rata bobot 100 biji
Pengamatan bobot 100 biji dilakukan setelah panen. Biji kedelai terlebih dahulu di jemur oleh sinar matahari selama 3 hari berturut-turut untuk memperoleh bobot biji konstan setelah itu baru di timbang dengan dilakukan 10 kali penimbangan dan di ambil rata-ratanya. Bobot 100 biji yang ditimbang adalah biji yang berasal dari masing-masing tanaman sampling.
- d. Bobot biji per tanaman
Pengamatan bobot biji per tanaman dilakukan setelah panen. Pengamatan dilakukan setelah tanaman dikeringkan (di jemur) 3 hari sampai memperoleh bobot konstan baru kemudian di timbang. Bobot biji pertanaman yang ditimbang adalah semua biji yang berasal dari masing-masing tanaman sampling.

3) **Hasil**

Pengamatan hasil yang diamati adalah Bobot biji per petak. Pengamatan bobot biji per petak dilakukan beberapa hari setelah panen karena penimbangan dilakukan setelah biji di jemur selama 3 hari sampai kering konstan. Bobot biji per petak yang ditimbang adalah semua biji yang berasal dari masing-masing petak sampling.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Pengamatan Penunjang

1. Analisis Lingkungan (curah hujan dan suhu)

Curah hujan harian selama percobaan berkisar antara 114,9 mm sampai 471,1 mm/musim, dengan jumlah hari hujan berkisar antara 6 sampai 27 hari/bulan (Data Curah Hujan selama percobaan dapat dilihat pada Lampiran 3).

Sementara itu, selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai membutuhkan air sekitar 450 sampai 700 mm/musim tetapi bergantung pada iklim, periode musim tanam dan stadia pertumbuhan dan perkembangan (FAO, 2009). Suhu rata-rata bulanan berkisar antara 27,3 °C sampai 29,35 °C. Suhu minimum pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai skitar 10 °C sampai 15 °C, namun dilaporkan bahwa pada suhu dibawah 18 °C dapat menurunkan pertumbuhan dan pada beberapa varietas, suhu dibawah 24 °C menyebabkan proses pembungaan terlambat (FAO, 2009), dan suhu yang terlalu tinggi ≥ 37 °C menyebabkan tanaman kedelai berbunga lebih awal, namun jumlah polong meningkat, tetapi ukuran biji menjadi lebih kecil. Jadi, suhu di tempat percobaan berada pada kisaran optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai. Data suhu harian selama percobaan dapat dilihat pada Lampiran 4).

2. Analisis tanah sebelum percobaan

Tanah pada tempat percobaan memiliki kandungan 21,9 % pasir, 60 % debu, dan 18,1 % liat. Berdasarkan analisis tanah dapat diketahui bahwa tanah tersebut termasuk tekstur lempung berdebu. Tanah tersebut memiliki pH 6,83 dengan kriteria netral cocok dengan pertumbuhan kedelai. Kandungan N memiliki kriteria rendah, keberhasilan satu inokulasi bila kandungan N dalam tanah rendah (miskin N), sehingga tanah tempat percobaan memiliki kriteria yang cocok untuk suatu keberhasilan inokulasi. Kandungan P_2O_5 potensial memiliki kriteria sedang. Waktu tanam kedelai tidak menggunakan pupuk P. Pemberian bio-fosfat ini bertujuan untuk merombak P terikat (potensial) menjadi P tersedia, sehingga pemberian bio-fosfat diharapkan dapat mengganti pemupukan P. Data hasil analisis tanah dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. Serangan Hama dan Penyakit

Selama percobaan berlangsung, terdapat hama dan penyakit yang menyerang pertanaman kedelai antara lain ditemukan serangan ulat jengkal (*Plusia chalcites*), kepik hijau (*Nezara viridula*) dan belalang (*Valanga nigricornis*).

Hama ulat jengkal menimbulkan kerusakan yang menyebabkan bagian daun yang tersisa hanya tulang-tulang daun dan epidermis daun bagian atas (Wedanimbi Tenkano dan Soerdjan, 1985 dikutip Agus Rohman, 2000).

Serangan kepik hijau terjadi pada fase pertumbuhan polong dan perkembangan biji menyebabkan polong dan biji hampa, kemudian mengering. Serangan yang terjadi pada fase pengisian biji menyebabkan biji menghitam dan busuk.

Hama lain yang menyerang ialah Lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli*). Lalat ini menyerang tanaman muda pada umur 1 – 2 minggu setelah tanam. Tanaman yang terserang menjadi layu, warna daun kekuning-kuningan, akhirnya tanaman mati. Tanaman yang mati kemudian di sulam, tetapi tanaman sulaman tidak dijadikan untuk bahan percobaan.

Penyakit yang menyerang tanaman kedelai selama percobaan adalah karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Phakospora paehyrizi*. Gejala yang tampak ialah daun terdapat bercak-bercak dan bintik coklat.

Tingkat serangan baik hama maupun penyakit tidak mengakibatkan kerusakan yang serius pada percobaan ini, sehingga pengendalian hama ini hanya dilakukan dua kali penyemrotan, pertama dilakukan pada umur 3 mst dengan menggunakan Fastac 15 EC dengan konsentrasi 1,5 cc/l, kemudian pada umur 8 mst menggunakan Decis 2,5 EC, sedangkan untuk penyakit tidak dilakukan penyemprotan karena masih berada pada ambang ekonomis.

Gulma dan pengendaliannya

Gulma yang tumbuh pada tanaman kedelai selama percobaan terdiri dari berbagai jenis diantaranya adalah *Cyperus rotundus* (teki), *Mimosa pudica* (putri malu), dan kakawatan (*Cynodon dactylon*). Pengendalian gulma dilakukan oleh dua cara, yaitu dengan menggunakan kored jika gulma tersebut jauh dari daerah pertanaman dan dicabut oleh tangan jika gulma berada disekitar pertanaman lalu dibenamkan dalam tanah. Penyiangan dilakukan dua minggu sekali.

4. Jumlah Bintil Akar Efektif dan Jumlah Bintil Akar Infektif

Pada percobaan ini jumlah bintil akar efektif diamati pada saat 6 mst, data yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat r_3b_2 memberikan jumlah bintil akar efektif yang lebih banyak. Data Jumlah Bintil Akar Efektif dan Jumlah Bintil Akar Inefektif dapat dilihat pada Tabel 6.

Peningkatan populasi *Bradyrhizobium japonicum* akan menyebabkan lebih banyak rhizobium yang masuk ke jaringan akar dan berubah menjadi bentuk bakteroid. Hal ini merupakan faktor penting dalam proses fiksasi N_2 , karena menurut Ismail dan Suryatna Effendi (1985) jumlah yang difiksasi merupakan fungsi dari volume jaringan nodula yang berisi bakteroid. Bakteroid yang banyak di dalam jaringan akar akan menghasilkan enzim nitrogenase dan leghaemoglobin lebih banyak apabila suplai hasil fotosintesis banyak pula, akibatnya pembentukan bintil akar yang efektif akan lebih banyak pula. Tetapi pada perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* ternyata memberikan hasil yang cukup tinggi pula terhadap jumlah bintil akar efektif, ini kemungkinan disebabkan tanah tempat percobaan telah mengandung rhizobium yang efektif, karena menurut laporan Pasaribu dan Suprpto (1985) bahwa di Yogyakarta meskipun tanah

tersebut sudah 5 tahun lebih tidak ditanami kedelai pembintilan pada akar kedelai tanpa inokulasi cukup baik.

Tabel 6. Pengaruh Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (*Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap Jumlah Bintil Akar Efektif dan Bobot Bintil Akar Segar

Perlakuan	Jumlah Bintil Akar Efektif	Jumlah Bintil Akar Inefektif
r ₀ b ₀	22,38	6,22
r ₀ b ₁	32,58	4,11
r ₀ b ₂	41,44	4,00
r ₀ b ₃	31,87	2,89
r ₁ b ₀	42,89	1,00
r ₁ b ₁	40,45	1,11
r ₁ b ₂	39,56	0,56
r ₁ b ₃	33,47	0,67
r ₂ b ₀	39,61	1,56
r ₂ b ₁	39,67	0,78
r ₂ b ₂	39,78	0,00
r ₂ b ₃	41,68	0,22
r ₃ b ₀	43,57	0,22
r ₃ b ₁	44,09	0,00
r ₃ b ₂	45,67	0,33
r ₃ b ₃	39,68	0,00

Sedangkan pada jumlah bintil akar inefektif nilai terbesar ditunjukkan pada perlakuan penggunaan inokulan *B. japonicum* dan bio-fosfat r₀b₀ (Tabel 6), hal ini diakibatkan kemungkinan adanya rhizobium indigenus yang sudah ada sebelumnya didalam tanah (karena tanah tidak disterilkan) tetapi tidak cocok bersimbiosis dengan akar kedelai sehingga rhizobium indigenus akhirnya keluar lagi dari inang tersebut mengakibatkan bintil akar tidak berkembang atau inefektif.

5. Bobot Bintil Akar Segar dan Bobot Bintil Akar Kering

Data bobot bintil akar segar dan bobot bintil akar kering dapat dilihat pada Tabel 7, bobot yang ditimbang adalah keseluruhan bintil akar baik yang efektif maupun yang inefektif.

Perlakuan dengan pemberian inokulasi *B. japonicum* dan bio-fosfat (r₃b₂) menghasilkan bobot bintil akar segar dan kering paling banyak. Pemberian inokulasi *B. japonicum* yang besar meningkatkan produksi bakteri rhizobium di dalam akar yang mampu menghasilkan bintil akar yang banyak sehingga berdampak pada bobot bintil yang besar pula. Begitu pula pemberian bio-fosfat akan meningkatkan unsur P yang akan di serap akar tanaman, P membantu proses pembentukan flagela dalam bakteri-bakteri rhizobium sehingga bakteri tersebut dapat mendekati dinding akar dengan begitu proses infeksi dinding akar akan terjadi.

Tabel 7. Pengaruh Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (*Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap Jumlah Bintil Akar Inefektif dan Bobot Bintil Akar Kering

Perlakuan	Bobot Bintil Akar Segar (g)	Bobot Bintil Akar Kering (g)
r ₀ b ₀	1,32	0,38
r ₀ b ₁	1,50	0,37
r ₀ b ₂	1,13	0,27
r ₀ b ₃	1,29	0,43
r ₁ b ₀	1,41	0,35
r ₁ b ₁	1,31	0,39
r ₁ b ₂	1,51	0,42
r ₁ b ₃	1,75	0,41
r ₂ b ₀	1,50	0,41
r ₂ b ₁	1,57	0,47
r ₂ b ₂	1,56	0,41
r ₂ b ₃	1,79	0,40
r ₃ b ₀	1,76	0,48
r ₃ b ₁	1,56	0,46
r ₃ b ₂	1,86	0,40
r ₃ b ₃	1,36	0,50
		0,30

Tetapi pada perlakuan tanpa menggunakan inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat (r₀b₀) menunjukkan hasil yang cukup banyak pula, seperti yang telah dijelaskan bahwa hal ini kemungkinan disebabkan tanah itu sudah mengandung rhizobium, sehingga tanpa pemberian *B. japonicum* dan bio-fosfat pun bintil akar akan terbentuk meskipun bintil akar tersebut dalam keadaan inefektif.

1.2 Pengamatan Utama

3.2.1 Komponen Pertumbuhan

1. Tinggi Tanaman umur 4, 5 dan 6 minggu setelah tanam (mst)

Data dan analisis statistik pengaruh dosis antara dua pupuk hayati (*Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap tinggi tanaman pada 4, 5 dan 6 mst disajikan pada Lampiran 11, 12 dan 13, hasil analisis lanjutannya disajikan pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Pengaruh Interaksi Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap Tinggi tanaman 4 mst

Bio-Fosfat Rhizobium	Tinggi Tanaman 4 mst			
	b ₀ (0 kg/ha benih)	b ₁ (50 kg/ ha benih)	b ₂ (100 kg/ ha benih)	b ₃ (150 kg/ ha benih)
r ₀ (0 g inokulan <i>B. japonicum</i> /kg benih)	21.67 a B	25.04 a B	21.63 a A	20.79 a A
r ₁ (5 g inokulan <i>B. japonicum</i> /kg benih)	22.83 a A	23.50 a AB	25.33 b B	23.79 a B
r ₂ (10 g inokulan <i>B. japonicum</i> /kg benih)	25.08 a B	24.17 a A	25.21 ab B	24.33 A AB

Bio-Fosfat Rhizobium	Tinggi Tanaman 4 mst			
	b ₀ (0 kg/ha benih)	b ₁ (50 kg/ ha benih)	b ₂ (100 kg/ ha benih)	b ₃ (150 kg/ ha benih)
r ₃ (15 g inokulan <i>B. japonicum</i> /kg benih)	23.17 a AB	25.38 a B	25.82 b B	21.88 A A

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. Huruf kapital untuk pembacaan horizontal dan huruf kecil untuk pembacaan vertikal.

Hasil analisis ternyata terjadi pengaruh interaksi antara *Bradyrhizobium japonicum* dengan Bio-Fosfat terhadap tinggi tanaman pada 4 mst, tetapi tidak terjadi pengaruh interaksi terhadap tinggi tanaman pada 5 dan 6 mst.

Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* pada taraf r₀ (0 g inokulan/kg benih), perlakuan bio-fosfat dosis 0 kg/ha benih (b₀) memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan pemberian bio-fosfat dosis 50 kg/ha benih (b₁). Pemberian bio-fosfat dosis 100 kg/ha benih (b₂) dan dosis 150 kg/ha benih (b₃) memberikan hasil yang tidak berbeda nyata. Pemberian Bio-fosfat b₀ dan b₁ lebih tinggi dibanding b₂ dan b₃.

Pemberian *B. japonicum* taraf r₁ (5 g inokulan/kg benih), perlakuan pemberian bio-fosfat b₀ memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan pemberian bio-fosfat b₁, dan pemberian bio-fosfat b₁ tidak berbeda pula hasilnya dengan pemberian bio-fosfat b₂ dan b₃. Bio-fosfat b₂ dan b₃ memberikan hasil lebih tinggi dibanding b₀.

Pemberian *B. japonicum* taraf r₂ (10 g inokulan/kg benih), perlakuan pemberian bio-fosfat b₁ memberikan pengaruh yang sama dengan pemberian bio-fosfat b₃, sedangkan perlakuan tanpa pemberian bio-fosfat (b₀) memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan pemberian bio-fosfat b₂ dan b₃.

Pemberian *B. japonicum* taraf r₃ (15 g inokulan/kg benih), perlakuan pemberian bio-fosfat b₃ menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian bio-fosfat (b₀), dan perlakuan tanpa pemberian bio-fosfat juga tidak menunjukkan hasil yang berbeda dengan pemberian bio-fosfat b₁ dan b₂.

Pada pemberian Bio-fosfat taraf b₀ (0 kg/ha benih) dan b₁ (50 kg/ha benih), semua perlakuan pemberian *B. japonicum* tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman 4 mst.

Pemberian bio-fosfat taraf b₂ (100 kg/ha benih), perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* (r₀) memberikan hasil yang sama dengan pemberian *B. japonicum* r₂, dan pemberian *B. japonicum* r₂ juga memberikan pengaruh yang sama dengan pemberian *B. japonicum* r₁ dan r₃, tetapi pemberian *B. japonicum* r₁ dan r₃ memberikan pengaruh yang berbeda dengan tanpa pemberian *B. japonicum* (r₀).

Pada pemberian bio-fosfat taraf b₃ (150 kg/ha benih), semua perlakuan pemberian *B. japonicum* r₁, r₂ dan r₃ memperlihatkan hasil yang sama dengan perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* (r₀) terhadap tinggi tanaman.

Tabel 9 memperlihatkan bahwa pemberian *B. japonicum* dapat meningkatkan tinggi tanaman kedelai. Perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* (r₀) memberikan hasil yang berbeda nyata dengan pemberian *B. japonicum* r₁, r₂ dan r₃, sedangkan r₁, r₂ dan r₃ menunjukkan hasil yang sama terhadap tinggi tanaman umur 5 dan 6 mst.

Tabel 9. Pengaruh Mandiri Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap Tinggi Tanaman 6 mst

Perlakuan	Tinggi Tanaman 5 mst	Tinggi Tanaman 6 mst
-----------	----------------------	----------------------

Perlakuan	Tinggi Tanaman 5 mst	Tinggi Tanaman 6 mst
Dosis <i>Bradyrhizobium japonicum</i>		
r ₀ :0 g inokulan <i>B.japonicum</i> /kg benih	30,45 a	40,26 a
r ₁ :5 g inokulan <i>B.japonicum</i> / kg benih	33,58 b	44,31 b
r ₂ :10g inokulan <i>B.japonicum</i> /kg benih	34,04 b	45,32 b
r ₃ : 15 g inokulan <i>B.japonicum</i> /kg benih	33,24 b	44,83 b
Dosis Bio-Fosfat		
b ₀ : 0 kg/ha Bio-Fosfat	32,35 a	43,25 a
b ₁ : 50 kg/ha Bio-fosfat.	33,09 a	42,80 a
b ₂ : 100 kg/ha Bio-fosfat.	33,89 a	45,28 a
b ₃ :S 150 kg/ha Bio-fosfat.	31,99 a	43,41 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Semua dosis pemberian Bio-fosfat menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan perlakuan tanpa bio-fosfat baik terhadap tinggi tanaman 5 mst maupun 6 mst.

2. Jumlah Cabang Produktif dan Jumlah Buku Subur per Tanaman

Analisis data jumlah cabang produktif dan jumlah buku subur per tanaman terdapat pada Lampiran 14 dan 15 dan hasil uji lanjutannya disajikan pada Tabel 10. Hasil analisis ragam ternyata menunjukkan bahwa tidak terjadi pengaruh interaksi antara pemberian inokulan *B. japonicum* dan pemberian Bio-Fosfat terhadap jumlah cabang produktif dan jumlah buku subur per tanaman.

Tabel 10. Pengaruh Mandiri Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum*) dan Bio-Fosfat terhadap Jumlah Cabang Produktif dan Buku Subur per Tanaman

Perlakuan	Jumlah Cabang Produktif	Jumlah Buku Subur per Tanaman
Dosis <i>Bradyrhizobium japonicum</i>		
r ₀ (0 g inokulan <i>B.japonicum</i> kg/ benih)	4,73 a	25,39 a
r ₁ (5 g inokulan <i>B.japonicum</i> kg/benih)	5,46 b	30,00 a
r ₂ (10 g inokulan <i>B.japonicum</i> kg/benih)	5,79 b	29,50 a
r ₃ (15 g inokulan <i>B.japonicum</i> kg/benih)	5,73 b	29,29 a
Dosis Bio-Fosfat		
b ₀ : 0 kg/ha Bio-fosfat	5,34 ab	27,58 a
b ₁ : 50 kg/ha Bio-fosfat.	5,09 a	28,18 a
b ₂ : 100 kg/ha Bio-fosfat.	5,48 b	28,66 a
b ₃ : 150 kg/ha Bio-fosfat.	5,79 b	29,75 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pemberian *B. japonicum* dapat meningkatkan jumlah cabang produktif. Pemberian dosis *B. japonicum* r_1 , r_2 dan r_3 memberikan pengaruh yang sama terhadap jumlah cabang produktif, tetapi berbeda nyata dengan tanpa pemberian *B. japonicum* (r_0).

Pemberian bio-fosfat dosis b_2 dan b_3 menunjukkan hasil yang berbeda dengan pemberian bio-fosfat b_1 , tetapi b_1 memberikan hasil yang sama dengan tanpa pemberian bio-fosfat (b_0).

Pada buku subur per tanaman baik perlakuan *B. japonicum* maupun bio-fosfat semua dosis tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda (Tabel 10).

3. Indeks Luas Daun (ILD)

Analisis data indeks luas daun terdapat pada Lampiran 16 dan hasil uji lanjutannya disajikan pada Tabel 11. Hasil analisis ragam ternyata menunjukkan bahwa tidak terjadi pengaruh interaksi antara pemberian inokulan *B.japonicum* dan pemberian Bio-Fosfat terhadap indeks luas daun.

Tabel 11. Pengaruh Mandiri Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap Indeks Luas Daun

Perlakuan	Indeks Luas Daun
Dosis <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	
r_0 : 0 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	1,43 a
r_1 : 5 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	1,64 a
r_2 : 10 g inokulan <i>B.japonicum</i> kg/benih	1,79 b
r_3 : 15 g inokulan <i>B .japonicum</i> kg/benih	2,01 b
Dosis Bio-Fosfat	
b_0 : 0 kg/ha Bio-fosfat	1,65 a
b_1 : 50 kg/ha Bio-fosfat.	1,73 a
b_2 : 100 kg/ha Bio-fosfat.	1,72 a
b_3 : 150 kg/ha Bio-fosfat.	1,75 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbedanyata berdasarkan uji jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pemberian *B.japonicum* ternyata memberikan pengaruh terhadap indeks luas daun. Pemberian inokulasi *B. japonicum* r_3 ternyata menghasilkan indeks luas daun tidak berbeda nyata dengan pemberian *B. japonicum* r_2 , dan pada perlakuan pemberian *B.japonicum* r_1 memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan pemberian *B.japonicum* r_0 . *B. japonicum* r_2 dan r_3 berbeda nyata dengan r_0 dan r_1 .

Pemberian pupuk Bio-fosfat semua dosis tidak berpengaruh terhadap indeks luas daun tanaman kedelai.

Menurut Gardner dkk., (1991), ILD dianggap sebagai parameter yang menunjukkan potensi tanaman melakukan fotosintesis dan juga potensi produktif tanaman dilapangan. Produksi dan perluasan daun yang cepat sangat penting pada produksi tanaman budidaya agar dapat memaksimalkan penyerapan cahaya dan fotosintesis.

Pemberian inokulan *B. japonicum* meningkatkan indeks luas daun dengan peningkatan taraf pemberian inokulan *B. japonicum*. Hal ini di duga berkaitan dengan ketersediaan N bagi tanaman, terutama dipergunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan daun baru, sehingga luas daun meningkat dan kemudian berpengaruh pada indeks luas daun. Menurut Syahri Wibowo (2008), faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya ILD, penyediaan hara terutama nitrogen yang sangat mempengaruhi besarnya luas daun.

Selain itu, faktor internal yang turut mempengaruhi kapasitas fotosintesis daun adalah kandungan klorofil daun. Daun yang memiliki kandungan klorofil tinggi lebih efisien dalam menangkap energi cahaya matahari untuk fotosintesis (Gardner dkk, 1991).

Bio-fosfat tidak memberikan pengaruh terhadap ILD dikarenakan unsur P tidak berperan aktif dalam pembentukan indeks luas daun, meskipun P memiliki peran dalam ILD tetapi hanya sedikit. Unsur P bekerja aktif dalam fase pembungaan dan pematangan.

Pembahasan Komponen Pertumbuhan

Variabel tinggi tanaman 4 mst menunjukkan adanya pengaruh interaksi dan memberikan pengaruh yang nyata. Pemberian bio-fosfat dan *B. japonicum* memberikan pengaruh yang lebih baik dibanding tanpa pemberian *B. japonicum* dan bio-fosfat.

Tabel 8 menunjukkan bahwa pemberian pada dosis *B. japonicum* 5 g inokulan/kg benih dan bio-fosfat 100 kg/ha sudah memberikan pengaruh cukup baik terhadap tinggi tanaman 4 mst, pada dosis tersebut diduga bahwa keadaan inokulan *B. japonicum* dan unsur P sudah tersedia cukup optimum sehingga mampu bekerja secara maksimal dalam meningkatkan tinggi tanaman umur 4 mst. Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum percobaan (Lampiran 2) diperoleh data bahwa tanah yang digunakan sebagai lokasi percobaan memiliki kandungan N-total 0,19% dengan kriteria rendah sehingga dengan pemberian dosis *B. japonicum* yang maksimal mampu meningkatkan tinggi tanaman pada umur 4 mst.

Umur 5 dan 6 mst pemberian *B. japonicum* nyata meningkatkan tinggi tanaman. Perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* memberikan hasil yang paling kecil terhadap tinggi tanaman. Ketersediaan unsur N sangat berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Nitrogen dibutuhkan dalam jumlah relatif besar pada tahap pertumbuhan tanaman, khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif seperti pertumbuhan batang (Saifuddin Syarief, 1985).

Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum percobaan diperoleh data bahwa tanah yang digunakan sebagai lokasi percobaan memiliki pH 6,83 yang berarti tanah tersebut memiliki karakter netral, dengan pH netral, semua unsur hara di dalam tanah tersedia cukup optimal terutama P, sehingga tanpa diberi bio-fosfat P yang tersedia sudah cukup banyak sehingga perlakuan dengan pemberian bio-fosfat tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tinggi tanaman dengan perlakuan kontrol.

Faktor yang berperan terhadap jumlah cabang produktif adalah pemupukan P (Tabel 10). Pemberian *B. japonicum* dan bio-fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P. Pemberian bio-fosfat dapat menaikkan penyerapan P sehingga dapat mempengaruhi perkembangan jaringan meristematik di bagian tunas yang mengakibatkan perkembangan cabang meningkat. Menurut Dara Rosana (2000), bahwa fosfor berperan dalam pembelahan sel, dimana ketika sel-sel membesar dan membelah dapat mengakibatkan perkembangan bagian tanaman, diantaranya batang dapat bercabang. Sehingga pada pemberian bio-fosfat mampu meningkatkan jumlah cabang produktif.

Jumlah buku subur per tanaman menunjukkan hasil yang sama pada semua taraf baik pemberian *B. japonicum* maupun pemberian bio-fosfat. Hal ini di duga bahwa di dalam tanah telah terdapat rhizobium indogeneus yang mampu menghasilkan N fiksasi sehingga perlakuan pemberian *B. japonicum* dan bio-fosfat tidak memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* dan bio-fosfat.

3.2.2 Komponen Hasil

Jumlah Polong Isi per Tanaman, Jumlah Biji per Tanaman, Bobot 100 Butir dan Bobot Biji per Tanaman

Hasil analisis ragam ternyata menunjukkan bahwa tidak terjadi pengaruh interaksi antara pemberian inokulan *B. japonicum* dan pemberian Bio-Fosfat terhadap jumlah polong isi per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir dan bobot biji per tanaman (analisis data Jumlah Polong Isi per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir dan bobot biji per tanaman terdapat pada Lampiran 17, 18, 19 dan 20 dan hasil uji lanjutannya disajikan pada Tabel 12).

Tabel 12. Pengaruh Mandiri Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap Jumlah polong Isi, jumlah Biji per Tanaman, Bobot 100 Butir dan Bobot Biji per Tanaman

Perlakuan	Jumlah Polong Isi	Jumlah Biji per Tanaman	Bobot 100 Butir (g)	Bobot Biji per Tanaman (g)
Dosis <i>Bradyrhizobium japonicum</i>				
r ₀ : 0 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	90,44 a	193,46 a	13,73 a	24,82 a
r ₁ : 5 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	98,38 ab	218,00 ab	13,79 ab	27,70 ab
r ₂ : 10 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	113,15 b	227,73 b	14,04 b	29,06b
r ₃ : 15 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	107,60 b	228,40 b	14,34 b	30,02b
Dosis Bio-Fosfat				
b ₀ : 0 kg/ha Bio-Fosfat	98,48 a	216,53 a	14,13 a	27,72 a
b ₁ : 50 kg/ha Bio-fosfat	100,25 a	208,40 a	14,09 a	27,02 a
b ₂ : 100 kg/ha Bio-fosfat	104,96 a	213,72 a	13,80 a	27,51 a
b ₃ : 150 kg/ha Bio-fosfat	105,88 a	228,64 a	13,88 a	29,37 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbedanyata berdasarkan uji jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pemberian *B. japonicum* meningkatkan jumlah polong isi, bobot 100 butir, bobot biji per tanaman dan jumlah biji per tanaman.

Tabel 12 menunjukkan bahwa pemberian inokulasi *B. japonicum* r₃ ternyata menampilkan jumlah polong isi, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir dan bobot biji per tanaman lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian inokulasi *B.japonicum* (r₀), tetapi tidak berbeda pengaruhnya dengan *B. japonicum* r₂ dan r₁, tapi perlakuan tanpa pemberian *B. japonicum* (r₀) memberikan hasil yang sama dengan pemberian *B. japonicum* r₁ (Tabel 12).

Pemberian bio-fosfat semua dosis perlakuan tidak berpengaruh terhadap jumlah polong isi, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir dan bobot biji per tanaman.

3.2.3 Hasil

Bobot Biji per Petak

Hasil analisis statistik uji F pada taraf 5 % menunjukkan tidak terjadi interaksi antara *B. japonicum* dan Bio-fosfat terhadap bobt Biji per Petak (analisis data Bobot Biji per Petak terdapat pada Lampiran 21 dan hasil uji lanjutannya disajikan pada Tabel 13).

Tabel 13 menunjukkan bahwa pemberian *B. japonicum* dapat meningkatkan bobot biji per petak. Pemberian *B. japonicum* r₁ memberikan hasil yang berbeda nyata dengan tanpa pemberian *B. japonicum* (r₀), tetapi memberikan pengaruh yang sama dengan pemberian *B. japonicum* r₂ dan r₃. Pemberian bio-fosfat b₁, b₂ dan b₃ memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan tanpa pemberian bio-fosfat (b₀).

Tabel 13. Pengaruh Mandiri Dosis Dua Macam Pupuk Hayati (Inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan Bio-Fosfat) terhadap Bobot Biji per Petak

Perlakuan	Bobot Biji per Petak (kg)
Dosis <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	
r ₀ : 0 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	2,62 a
r ₁ : 5 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	3,01 b
r ₂ : 10 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	3,02 b
r ₃ : 15 g inokulan <i>B. japonicum</i> kg/benih	3,14 b
Dosis Bio-Fosfat	
b ₀ : 0 kg/ha Bio-Fosfat	2,87 a
b ₁ : 50 kg/ha Bio-fosfat	3,01 a
b ₂ : 100 kg/ha Bio-fosfat	3,03 a
b ₃ : 150 kg/ha Bio-fosfat	2,91 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbedanya berdasarkan uji jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pembahasan Komponen Hasil dan Hasil

Pemberian *B. japonicum* secara nyata meningkatkan jumlah polong isi, karena tanaman kedelai bergantung pada N simbiosis untuk menggunakan sejumlah nitrogen dari daun dan atau dari nodula akar untuk pembentukan dan pengisian polong (Yutono, 1985). Unsur nitogen yang optimal dalam tanaman juga memberikan hasil yang optimal terhadap jumlah biji per tanaman. Karena dengan tersedianya nitrogen dengan optimal maka proses fotosintesis akan berjalan secara optimal sehingga berdampak pada hasil biji yang optimal pula.

Menurut Dja'far Shidieq dan Pratoyo (1999), nitrogen yang cukup berpengaruh terhadap laju fotosintesis yang akan berdampak terhadap hasil biji yang optimal.

Fosfor yang cukup dalam tanaman dapat mempercepat pematangan dan membantu pengangkutan bahan makanan dari bagian tanaman lain ke biji sehingga biji menjadi lebih besar dan penuh, dan bio-fosfat membantu dalam meningkatkan ketersediaan P dalam tanah sehingga tanaman dapat menyerap P dalam jumlah yang cukup (Dwidjoseputro, 1989).

Pembentukan dan pengisian biji dipengaruhi oleh ketersediaan hara seperti fosfor dan nitrogen dalam tanaman. Unsur ini diperlukan tanaman dalam pembentukan pati dan protein. Tisdale dan Nelson (1976) dikutip Agus Rohman (2000), mengemukakan bahwa pada awal pertumbuhan, P sangat dibutuhkan untuk merangsang perkembangan tanaman, tetapi pada fase generatif sebagian besar P ditranslokasikan ke dalam biji. Pada tanaman yang kekurangan P akan terbentuk biji yang ringan dan keriput, selain itu fosfor merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga untuk perkembangan jaringan meristem. Fosfor dapat merangsang pertumbuhan akar, mempercepat pembungaan dan pematangan buah dan biji, selain itu juga penyusun lemak dan protein.

Peningkatan bobot 100 butir dan bobot biji per tanaman meningkat sesuai dengan bertambahnya pemberian dosis *B. japonicum*. Peningkatan bobot 100 butir dan bobot biji per tanaman karena adanya peningkatan kadar N dan luas daun.

Bobot biji per petak dipengaruhi oleh jumlah biji per tanaman, jumlah polong isi per tanaman dan bobot biji per tanaman, semakin banyak jumlah biji per tanaman, jumlah polong isi per tanaman dan semakin berat bobot biji per tanaman, maka semakin berat bobot biji per petak. Hasil percobaan menunjukkan bahwa jumlah biji per tanaman, jumlah polong isi per tanaman dan biji per tanaman berbeda antar perlakuan, sehingga bobot biji per petak berbeda antar perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa pemberian inokulan *B. japonicum* dapat meningkatkan bobot biji per petak, sebaliknya karena hasil percobaan menunjukkan bahwa jumlah biji per tanaman, jumlah polong isi per tanaman dan bobot biji per tanaman tidak berbeda antar perlakuan maka bobot biji per petak tidak berbeda antar perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa pemberian bio-fosfat tidak dapat meningkatkan bobot biji per petak.

Pemberian bio-fosfat secara statistik tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap variabel jumlah polong isi, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir, bobot biji tanaman dan bobot biji per petak, seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa tanah tempat percobaan memiliki pH yang netral sehingga ketersediaan unsur hara terutama P cukup optimal sehingga perlakuan

pemberian bio-fosfat tidak memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan tanpa pe bio-fosfat.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Terjadi pengaruh interaksi antara pemberian inokulan *Bradyrhizobium japonicum* 5 g inokulan/kg benih dan Bio-fosfat 100 kg/ha terhadap Tinggi Tanaman 4 minggu setelah tanam.
2. Pemberian inokulan *Bradyrhizobium japonicum* 5 g inokulan/kg benih memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman 5 dan 6 mst, jumlah cabang produktif, Indeks luas daun, jumlah polong isi, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir, bobot biji pertanaman dan bobot biji per petak.
3. Pemberian Pupuk hayati Bio-fosfat 100 kg/ha memberikan pengaruh terhadap jumlah cabang produktif.

4.2 Saran

1. Usaha untuk meningkatkan hasil tanaman kedelai per petak perlu diberikan pupuk hayati *B. japonicum* dengan dosis 5 g inokulan/kg benih. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang dosis inokulasi *Bradyrhizobium japonicum* dan bio-fosfat yang diberikan dengan media steril, jenis tanah dan pH yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2008. Budidaya Kedelai Tropika. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Agus Rohman. 2000. Penampilan Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Kultivar Wilis pada Ultisols Akibat Pemberian Dosis Pupuk Fosfat dan Jenis Pupuk Organik. Universitas Padjajaran. Jatinangor. (*tidak dipublikasikan*)
- Aisyah. D. dan Mihartawijaya, S. 2005. Metode dan Teknik Analisis Tanah Pertanian. Uvula Press. Bandung.
- Balai Penelitian Tanaman Pangan (Balitan). 2006. Dosis Pemupukan. Lembang : Bandung.
- Burton, J. C. 1984. Legume Inoculant Production Manual. University of Hawaii Department of Agronomy and Soil Science College of Tropical Agriculture and Human Resources.
- Dara Rosana Parliansah. 2000. Pengaruh Pemberian Bahan Amelioran (Pupuk Kandang Sapi dan Kalsit) serta Dosis Batuan Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Kultivar Wilis pada Ultisol. Universitas Padjajaran. Jatinangor. (*tidak dipublikasikan*)
- Deni Elfiati. 2005. Peranan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman. Melalui <http://books.google.com/books>. (14/12/11).
- Didi A.S dan Simanungkalit R.D.M. 2010. Pupuk Hayati. Dalam R.D.M Simanungkalit, Didi Ardi Suriadikarta, Rasti Saraswati, Diah Setyorini dan Wiwik Hartatik (Eds). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Pustaka. Jakarta.
- Dja'far Shiddiq dan Pratoyo. 1999. Suatu Pemikiran Mencari Paradigma Baru dalam Pengelolaan Tanah yang Ramah Lingkungan. Makalah Kongres Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. Bandung.

- Dwidjoseputro. 1989. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- FAO. 2009. Water Development and Manage Unit. Crop Water Information: Soybean. Natural Resources and Environment Departement. Melalui http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_soybean.html(12/06/11).
- Gardner, F.P., Pearce, and R.L. Mitcheil. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (Terjemahan). UI Press, Jakarta.
- Gasperz, Vincent. 1995. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan. Tarsito. Bandung.
- Goenadi, D.H. 2006. Teknologi Pemupukan dan Pupuk Berbasis Hayati. Yayasan John Hi-Tech Idetama. Jakarta.
- Hayati Silalahi. 2009. Pengaruh Penggunaan Inokulasi Rhizobium dan Pupuk Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai *Glycine max* (L.) Merrill. Universitas Sumatera Utara. Medan. (tidak dipublikasikan)
- Hidajat O.O. 1985. Morfologi Tanaman Kedelai. Dalam Sadikin Somaatmadja, M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O Manurung danYuswadi. (Eds). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 75-86
- Ismail I.G dan Suryatna Effendi. 1985. Pertanaman Kedelai Pada Lahan Kering. Dalam Sadikin Somaatmadja. M. Ismunadji. Mahyuddin Syam.S. O. Manurung dan Yuswadi (Ed). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pangan.Bogor. 103-158
- Kementrian Pertanian RI. 2009. Basis data Statistik Pertanian. Pusat Data dan Informasi Pertanian. Melalui www.deptan.go.id. (10/12/11).
- Pasaribu dan Suprpto. 1985. Pemupukan NPK pada Kedelai. Dalam Sadikin Somaatmadja. M. Ismunadji. Mahyuddin Syam.S. O. Manurung dan Yuswadi (Eds). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pangan. Bogor. 159-216
- Prijambada I. D. dan Sastro, Y. 2003. Kemampuan Pupuk Bio-Fosfat dalam Menyediakan Fosfor Bagi Tanaman. Karya Ilmiah Hasil Penelitian. Lembaga Penelitian UGM, Yogyakarta.
- Rahayu, M. 2004. Pengaruh Pemberian Rhizoplus dan Takaran Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai. Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Petani Miskin di Lahan Marginal Melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna. Pusat Penelitian Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Rohani C.B.G, D. H. Ratih dan Edi Husen. 2010. Mikroorganism Pelarut Fosfat. Dalam R.D.M Simanungkalit, Didi Ardi Suriadikarta, Rasti Saraswati, Diah Setyorini dan Wiwik Hartatik (Eds). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Pustaka. Jakarta.
- Saifuddin Sarief. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- Saraswati R, D. H. Ratih dan Edi Husen.2010. Bakteri Penambat Nitrogen. Dalam R.D.M Simanungkalit, Didi Ardi Suriadikarta, Rasti Saraswati, Diah Setyorini dan Wiwik Hartatik (Eds). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Pustaka. Jakarta.
- Sastro Y., Prijambada, I. D dan Shiddieq, Dj. 2007. Respon Tanaman Jagung yang Dipupuk Bio-Fosfat di Andisols. Bionatura Vol. 9, No. 3.
- Schulz, T.J., Thelen, K.D., and Wang, D. 2005. Effect of *Bradyrhizobium japonicum* Inoculant on Soybean Growth and Yield. Michigan State University, Crop and Soil Science Department.
- Setijo Pitojo. 2007. Benih Kedelai. Kanisius. Yogyakarta.
- Simanungkalit R.D.M. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia :Suatu PendekatanTerpadu. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Simatupang, Marwoto dan Dewa Swastika. 2005. Pengembangan Kedelaidan Kebijakan Penelitian di Indonesia.

- Sumarno, F. Dauphin, N. Sunarlim, B. Santoso, H. Kuntastyuti, Harnoto dan A. Rachim. 1989. Analisis Kesenjangan Hasil Kedelai di Jawa. Pusat Palawija. Bogor.
- Syahri Wibowo. 2008. Pengaruh Kombinasi Cara Pengolahan Tanah dan Inokulasi Rhizobium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Kultivar Slamet. Universitas Padjajaran. Jatinangor. (*tidak dipublikasikan*)
- Taufik Effendi dan Salam Buchturi. 2010. Budidaya Kedelai. Agung Ilmu. Bandung.
- Wingham, D. K. 1983. Soybean. Dalam Simposium on Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments. Selected Reading hlm.205-226. International Rice Research Institute. Los Banos Laguna, Philippines. Melalui <http://books.google.com/books>. (07/06/11).
- Wisnu Haryadi. 2007. Kedelai : Khasiat dan Teknologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- Yutono. 1985. Inokulasi Rhizobium Pada Kedelai. Dalam Sadikin Somaatmadja. M. Ismunadji. Mahyuddin Syam. S. O. Manurung dan Yuswadi (Ed). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pangan. Bogor. 217-229