



**PENGARUH INOKULAN LEGIN DAN MULSA
TERHADAP JUMLAH BAKTERI BINTIL AKAR
DAN PERTUMBUHAN TANAMAN KEDELAI
VARIETAS GROBOGAN**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi

oleh

Arfan Miftahudin Ni'am

4411411023

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2017

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul: "Pengaruh Inokulan Legum Dan Mulsa Terhadap Jumlah Bakteri Bintil Akar Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Grobogan" dan seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, bebas plagiat, dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi, maka saya bersedia menerima sanksi ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 18 September 2017



Arfan Miftahudin Nt' am

4411411023

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

**Pengaruh Inokulan Legum Dan Mulsa Terhadap Jumlah Bakteri Bintil
Akar Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Grobogan**

disusun oleh

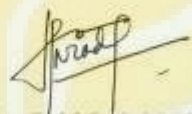
Arfan Miftahudin Ni'am

4411411023

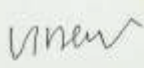
telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
pada tanggal 25 September 2017.


Panitia
Drs. D. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP. 196412231988031001


Sekretaris


Dra. Ehdah Perinti, M.Si.
NIP. 196511161991032001

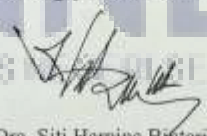
Ketua Penguji I


Drs. Ibnu Mubarak, M.Sc.
NIP. 196307111991021001

Penguji II


Drs. Krispinus Kedati Pukan, M.Si.
NIP. 195507311985031002

Anggota Penguji/Dosen Pembimbing


Dr. Dra. Siti Hamina Bintari, MS.
NIP. 196008141987102001

MOTTO & PERSEMBAHAN

MOTTO

Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah nasibnya (QS. Ar-Ra'd: 11)

Do the best and pray. God will take care of the best – Every action has an equal and opposite reaction.

PERSEMBAHAN

- 1) Untuk kedua orang tua saya tercinta,
- 2) Untuk adik-adik saya, Farid dan Ziana
- 3) Untuk teman-teman seperjuang Biologi angkatan 2011
- 4) Untuk sahabat-sahabat terbaikku yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi
- 5) Untuk orang yang membaca skripsi saya

The logo of Universitas Negeri Semarang (UNNES) is centered on the page. It features a stylized yellow and white emblem above the text 'UNNES' in large, bold, blue letters, with 'UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG' in smaller blue letters below it.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa terucap kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya tersusunlah skripsi berjudul “Pengaruh Inokulan Legin Dan Mulsa Terhadap Jumlah Bakteri Bintil Akar Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai varietas Grobogan”.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar dan baik. Untuk itu ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan untuk menempuh pendidikan di UNNES.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan izin sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Ketua Jurusan Biologi yang membantu kelancaran administrasi penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Dr. Dra. Siti Harnina Bintari, MS. selaku dosen pembimbing sekaligus penguji III yang selalu memberi masukan dan pengarahan selama pembimbingan skripsi.
5. Drs. Ibnu Mubarak, M.Sc. selaku dosen penguji I yang telah memberi kritik dan saran dalam menguji kelayakan naskah skripsi saya.
6. Drs. Krispinus Kedati Pukan, M.Si. selaku dosen penguji II yang telah memberi kritik dan saran dalam menguji kelayakan naskah skripsi saya.
7. Bapak dan Ibu Dosen dan seluruh staf Pengajar Jurusan Biologi, untuk ilmu dan nasihat yang diberikan pada penulis.
8. Kepala Laboratorium Biologi FMIPA UNNES atas semua pelayanan dan fasilitas dalam menyelesaikan penelitian.
9. Utsman dan Zibdah, kedua orang tua saya selaku penyemangat sejati atas kesabaran dan do'a yang selalu terucap untuk putra putrinya. Adikku, Farid dan Ziana yang selalu memberi motivasi.

10. Teman-teman dan asisten mahasiswa Laboratorium Mikrobiologi Benina, Sri Utami, Milah, Alam, Muji, Dewi, Irna, Buana, Riska, Revan, Eva dan.
11. Teman-teman Biologi 2011 dari *biotechnology*, *botany*, *zoology*, dan *ecology*, untuk semangat, dukungan, kebersamaannya dalam suka dan duka.
12. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bias penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Semoga hasil penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan skripsi ini.

Semarang, 18 September 2017

Penulis



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Ni'am, A. M. 2017. Pengaruh Inokulan Legin Dan Mulsa Terhadap Jumlah Bakteri Bintil Akar Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai varietas Grobogan. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dr. Dra. Siti Harnina Bintari, MS.

Kata kunci: inokulan legin, kedelai varietas Grobogan, mulsa.

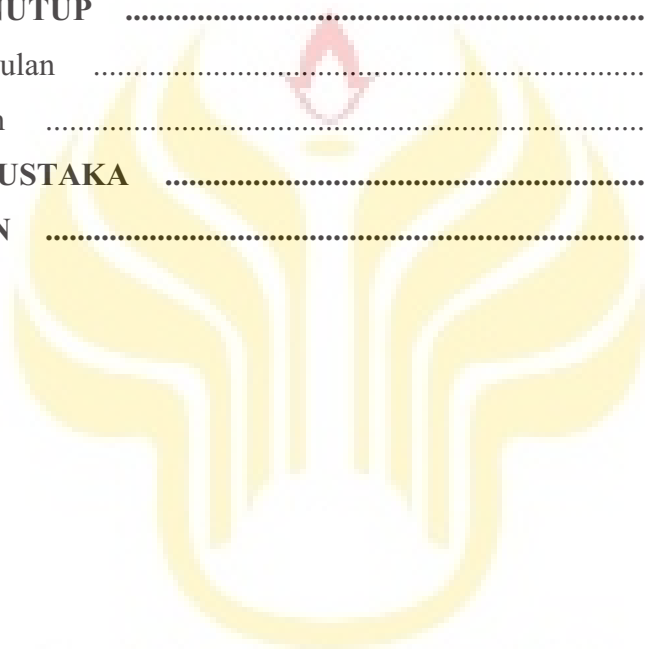
Kedelai adalah salah satu komoditas penting di Indonesia yang mempunyai kandungan protein tinggi dan harganya terjangkau untuk semua lapisan masyarakat. Pertumbuhan kedelai dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dan faktor lingkungan, antara lain hara nitrogen dan temperatur. Kekurangan nitrogen dan perbedaan temperatur yang besar menyebabkan pertumbuhan kedelai kurang optimal. Alternatif solusinya adalah pemberian inokulan legin dan mulsa yang diberikan saat awal tanam. Pemberian inokulan legin untuk membantu menyediakan hara nitrogen bagi tanaman kedelai sedangkan pemberian mulsa untuk membantu menjaga suhu tanah sehingga pertumbuhan bakteri berada pada suhu optimal pertumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan. Penelitian telah dilaksanakan di Kebun Mahapala UNNES dan Laboratorium Mikrobiologi FMIPA, UNNES. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 8 kombinasi perlakuan dan 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan pemberian inokulan legin dan mulsa dapat meningkatkan jumlah bakteri bintil akar, tinggi tanaman, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman. Dosis terbaik dalam penelitian ini adalah pemberian inokulan legin 15 g/kg benih dan mulsa. Simpulan hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian inokulan legin dan mulsa berpengaruh terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman Kedelai varietas Grobogan.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Penegasan Istilah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Morfologi Kedelai	6
2.2 Syarat Tumbuh Kedelai	8
2.3 Kedelai Varietas Grobogan	11
2.4 Rhizobium	12
2.5 Inokulan Legin	13
2.6 Mulsa	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Subjek Penelitian	18
3.3 Variabel Penelitian	18
3.4 Rancangan Penelitian	18

3.5 Alat dan Bahan	19
3.6 Prosedur Penelitian	20
3.7 Metode Pengambilan Data	23
3.8 Metode Analisi Data	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.2 Pembahasan	30
BAB 5. PENUTUP	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	44



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Kombinasi Perlakuan Tanaman Kedelai	19
2	Hasil Perhitungan Jumlah Bakteri Bintil Akar pada Tanaman Kedelai varietas Grobogan pada umur 2 MST (14 hari) dan 4 MST (28 hari)	45
3	Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman Kedelai varietas Grobogan pada umur 2 MST (14 hari) dan 4 MST (28 hari)	46
4	Hasil Penimbangan Berat Basah Tanaman Kedelai varietas Grobogan pada umur 2 MST (14 hari) dan 4 MST (28 hari)	47
5	Hasil Penimbangan Berat Kering Tanaman Kedelai varietas Grobogan pada umur 2 MST (14 hari) dan 4 MST (28 hari)	48
6	Hasil Perhitungan Jumlah Bintil Akar Kedelai varietas Grobogan pada umur 2 MST (14 hari) dan 4 MST (28 hari)	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Rata-rata jumlah bakteri bintil akar tanaman kedelai akibat pemberian inoculan legin dan Mulsa	25
2	Diagram rata-rata tinggi tanaman kedelai akibat pemberian inoculan legin dan Mulsa	27
3	Diagram rata-rata berat basah tanaman kedelai akibat pemberian inoculan legin dan Mulsa	28
4	Diagram rata-rata berat kering tanaman kedelai akibat pemberian inoculan bakteri dan Mulsa	29
5	Ringkasan pembahasan tentang penelitian inoculan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Deskripsi Kedelai varietas Grobogan	44
2	Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman, Hasil Penimbangan Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Kedelai, dan Hasil Perhitungan Jumlah Bakteri Bintil Akar	45
3	Hasil Perhitungan Jumlah Bintil Akar	49
4	Hasil anava dua jalan dan uji BNT untuk pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai	50



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kedelai adalah salah satu komoditas penting di Indonesia yang mempunyai kandungan protein tinggi, harganya terjangkau untuk semua lapisan masyarakat dan banyak dimanfaatkan pada sektor pangan yaitu sebagai bahan baku pembuatan tempe, kecap dan tahu.

Kedelai di Indonesia banyak ditanam di dataran rendah yang sedikit mengandung air. Salah satu varietas unggul adalah varietas Grobogan yang dilepas Pemerintah pada tahun 2008. Varietas Grobogan berasal dari permurnian kedelai lokal Malabar Grobogan, bukan berasal dari kedelai transgenik. Varietas ini unggul karena warna biji yang putih kekuningan, memiliki berat per 100 biji 16-20 gram, tingkat produktivitas tanamannya tergolong cukup tinggi yaitu berkisar 2,77-3,4 ton per ha, umurnya pendek (76 hari), polongnya besar, tingkat kematangan polong dan daun bersamaan, jadi pada saat dipanen daun kedelai sudah rontok. (PPPTP 2010).

Kondisi pertanian saat ini menyebabkan alam tidak mampu menyediakan kebutuhan hara bagi pertumbuhan tanaman. Biasanya tanaman mampu tumbuh dan berkembang dengan memanfaatkan sinar matahari dan air, bersama dengan sejumlah hara yang tersedia didalam tanah. Banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan kedelai seperti cekaman kekeringan, banjir, waktu tanam yang tidak tepat, gangguan hama dan penyakit. Selain itu, faktor lain yang juga mempengaruhi pertumbuhan kedelai adalah penerapan teknologi oleh petani yang belum tepat, sehingga diperlukan perbaikan teknologi budidaya dan pasca panen, perluasan area penanaman, serta perbaikan mutu produksi melalui intensifikasi pertanian (Rukmana dkk. 1996).

Pertumbuhan kedelai memerlukan nitrogen dalam jumlah yang cukup. Nitrogen (N) termasuk makronutrien yang sangat dibutuhkan oleh tumbuhan.

Pupuk N anorganik yang bahan dasarnya menggunakan gas alam mempunyai keterbatasan karena gas alam tidak dapat diperbarui. Selain itu, sebagian besar petani cenderung bergantung pada pupuk anorganik. Hal ini dikarenakan pupuk anorganik mempunyai kandungan hara yang tinggi dan mudah digunakan. Penggunaan pupuk anorganik terus menerus akan mengakibatkan pencemaran lingkungan, pemasaman tanah, salinisasi, tercemar logam berat dan pemadatan tanah (Djajakirana 2001). Oleh karena itu, diperlukan teknologi penambatan N secara hayati melalui inokulasi legin/rhizobium untuk mengefisienkan pemupukan Nitrogen (Noortasiah 2005). Legin merupakan inokulum yang mengandung bakteri Rhizobium. Bakteri Rhizobium adalah bakteri yang bisa bersimbiosis dengan tanaman legum dan termasuk bakteri penambat nitrogen. Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan memanfaatkan kelompok bakteri penambat nitrogen sebagai pupuk hayati menurut Khairul (2001) adalah tidak mempunyai efek samping, efisiensi penggunaan dapat ditingkatkan tanpa menimbulkan bahaya pencemaran terhadap lingkungan, harga yang relatif murah, dan teknologi yang cukup sederhana. Pemberian inokulasi legin akan meningkatkan pembentukan bintil akar (Mulyadi 2012) berfungsi dalam pengikatan nitrogen yang akan meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Kebutuhan hara N kedelai dapat dipenuhi dari simbiosis antara kedelai dengan rhizobium sekitar 50-60% (Salvagiotti *et al.* 2008). Efektifitas simbiosis antara kedelai dengan rhizobium dipengaruhi oleh populasi rhizobium di dalam tanah. Jumlah rhizobium di dalam tanah sudah cukup apabila populasinya ± 1.000 sel rhizobium/g tanah. Penambatan N₂ dari atmosfer secara biologis oleh bermacam-macam jenis tanaman kacang-kacangan berkisar antara 200-300 kg N/ha per tahun (Peoples *et al.* 1995). Keyser & Li (1992) juga menambahkan jumlah nitrogen yang ditambat secara biologi dapat mencukupi kebutuhan hara nitrogen kedelai sekitar 25% sampai 75%. Rhizobium diketahui bermanfaat secara langsung dalam mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan menghasilkan zat pengatur tumbuh (Hoflich *et al.* 1995), perbaikan serapan hara (Biswas *et al.* 2000),

disamping itu simbiosis dengan rhizobium akan menghasilkan IAA (Antoun *et al.* 1998).

Perubahan iklim yang tidak dapat diprediksi menyebabkan pertumbuhan tanaman kedelai kurang optimal sehingga produksi kedelai menurun. Untuk meminimalkan masalah ini, perlu solusi untuk memperbaiki iklim mikro di sekitar tanaman kedelai. Salah satu teknik modifikasi iklim mikro adalah dengan menggunakan mulsa. Mulsa merupakan bahan atau material penutup lahan pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan produksi tanaman. Penggunaan mulsa bertujuan untuk mencegah kehilangan air dari tanah, untuk menjaga temperatur dan kelembaban tanah (Mulyatri 2003). Aplikasi mulsa adalah salah satu upaya menekan pertumbuhan gulma, memodifikasi keseimbangan air, suhu dan kelembaban tanah serta menciptakan kondisi yang sesuai bagi tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Fithriadi 2000). Lament (1993) menyebutkan penggunaan mulsa plastik mempunyai beberapa keuntungan, antara lain: produksi lebih tinggi, mengurangi evaporasi, menghambat pertumbuhan gulma (mulsa plastik hitam dan hitam perak), dan mengurangi kehilangan hara pada pupuk. Mulsa biasanya diterapkan saat menjelang musim tanam. Dari uraian diatas, maka perlu diteliti mengenai pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

Apakah ada pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah

1. Memberikan informasi dan menambah wawasan ilmu pengetahuan khususnya kajian tentang pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi mengenai pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan.

1.5 PENEGASAN ISTILAH

1.5.1 Kedelai

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) merupakan tanaman pangan turunan kedelai jenis liar *Glycine ururiensis* berbentuk semak yang tumbuh tegak (Atman 2014). Dalam penelitian ini, varietas kedelai yang digunakan adalah kedelai varietas Grobogan.

1.5.2 Inokulan Legin

Legin adalah Inokulum bakteri yang mengandung bakteri Rhizobium untuk inokulasi (menulari) tanaman legum. Legin singkatan dari *Legume Inoculant* (*Legume Inoculum*). Bakteri Rhizobium adalah kelompok penambat nitrogen yang bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan (Pambudi 2013). Pada penelitian ini inokulan legin yang digunakan adalah legin dalam bentuk bubuk yang dibuat oleh pabrik (Rhizoplus) berisi bakteri *Rhizobium japonicum*.

1.5.3 Mulsa

Mulsa adalah material penutup tanaman budidaya yang dimaksudkan menjaga kelembapan tanah, menekan pertumbuhan gulma dan penyakit sehingga tanaman tersebut tumbuh baik (Pambudi 2013). Pada penelitian ini, mulsa yang digunakan adalah mulsa plastik hitam perak.

1.5.4 Bintil Akar

Bintil akar adalah bengkakan jaringan akar tumbuhan yang berisi bakteri pengikat nitrogen (Pambudi 2013). Pada penelitian ini bintil akar yang digunakan adalah bintil akar tanaman kedelai lokal Grobogan yang berumur 14 HST (Hari Setelah Tanam), dan 28 HST (Zein 2008).



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Kedelai

Menurut GBIF (2016), berdasarkan taksonomi, tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Fabales
Family	: Fabaceae
Genus	: Glycine
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merill

Tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merill) mempunyai sistem perakaran tunggang, akar sekunder yang tumbuh dari akar tunggang, serta akar cabang yang tumbuh dari akar sekunder. Akar tunggang merupakan perkembangan dari akar primer yang sudah mulai muncul sejak masa perkecambahan. Pada kondisi yang sangat optimal, akar tunggang kedelai dapat tumbuh hingga kedalaman 2 m. Perkembangan akar tanaman kedelai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti penyiapan lahan, tekstur tanah, kondisi fisik dan kimia tanah, serta kadar air tanah (Adisarwanto 2014). Pada akar lateral terdapat bintil-bintil akar yang merupakan kumpulan bakteri rhizobium pengikat N dari udara. Bintil akar ini bisaanya akan terbentuk 15-20 hari setelah tanam. Pada tanah yang belum pernah ditanami kedelai atau kacang-kacangan lainnya, bintil akar tidak akan tumbuh. Oleh sebab itu, benih yang akan ditanam harus dicampur dulu dengan Legin (Najiyati & Danarti 1999). Selain sebagai penyerap unsur hara dan penyangga tanaman, pada perakaran ini menjadi tempat terbentuknya bintil/nodul akar yang berfungsi sebagai pabrik alami terfiksasinya nitrogen udara oleh aktivitas bakteri Rhizobium (Tambas & Rakhman 1986).

Kedelai berbatang semak, dengan tinggi batang antara 30-100 cm. Setiap batang dapat membentuk 3-6 cabang. Bila jarak antara tanaman dalam barisan rapat, cabang menjadi berkurang atau tidak bercabang sama sekali (Suprpto 2001). Pertumbuhan batang dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga.

Daun kedelai hampir seluruhnya trifoliat (menjari tiga) dan jarang sekali mempunyai empat atau lima jari daun. Bangun daun tanaman kedelai bervariasi, yakni bulat (oval) dan lancip (*lanceolate*), tetapi untuk praktisnya, diistilahkan dengan berdaun lebar (*broad leaf*) dan berdaun sempit (*narrow leaf*). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Bentuk daun diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan potensi produksi biji. Kedelai berdaun sempit lebih banyak ditanam oleh petani dibandingkan tanaman kedelai berdaun lebar, walaupun dari aspek penyerapan sinar matahari, tanaman kedelai berdaun lebar menyerap sinar matahari lebih banyak dari pada yang berdaun sempit. Namun, keunggulan tanaman kedelai berdaun sempit adalah sinar matahari akan lebih mudah menerobos di antara kanopi daun sehingga memacu pembentukan bunga (Adisarwanto 2014). Daun mempunyai stomata, berjumlah antara 190-320/m² (Adisarwanto 2005).

Bunga tanaman kedelai termasuk bunga sempurna, artinya dalam setiap bunga terdapat benang sari dan putik. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup, sehingga kemungkinan terjadinya penyerbukan silang sangat kecil yakni hanya 0,1%. Bunga kedelai umumnya muncul pada ketiak daun yakni setelah buku kedua, tetapi kadang-kadang bunga juga bisa terbentuk pada cabang tanaman yang mempunyai daun. Warna bunga kedelai ada yang ungu dan ada pula yang putih. Masa berbunga berkisar 3 – 5 minggu

(untuk kultivar daerah iklim dingin sedangkan tropis lebih singkat). Potensi jumlah bunga yang terbentuk bervariasi tergantung dari varietas kedelai, tetapi umumnya 40-200 bunga/tanaman. Umumnya ditengah masa pertumbuhannya, tanaman kedelai sering kali mengalami kerontokan bunga. Jika kerontokan bunga terjadi berkisar 20-40%, itu masih dikategorikan wajar (Adisarwanto 2014).

Polong kedelai pertama kali muncul sekitar 10-14 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2-10 buah dalam setiap kelompok. Pembentukan dan pembesaran polong akan meningkat sejalan dengan bertambahnya umur dan jumlah bunga yang terbentuk (Adisarwanto 2014). Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji. Hal ini kemungkinan diikuti oleh perubahan warna polong, dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak (Adisarwanto 2005).

Biji kedelai bentuknya tidak sama tergantung varietas, ada yang bentuknya bulat, agak gepeng, atau bulat telur. Tetapi, sebagian besar biji kedelai mempunyai bentuk bulat telur. Biji kedelai juga mempunyai ukuran dan warna biji yang tidak sama. Akan tetapi, sebagian besar biji kedelai berwarna kuning dan sedikit berwarna hitam dengan ukuran biji kedelai yang bisa digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu berbiji kecil (<10 g/100 biji), berbiji sedang (10-12 g/100 biji), dan berbiji besar (12-18 g/100 biji) (Adisarwanto 2014). Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Embrio terletak diantara keping biji. Pusat biji atau hilum adalah jaringan bekas biji kedelai yang menempel pada dinding buah.

2.2 Syarat Tumbuh Kedelai

Tanaman kedelai sebenarnya bisa tumbuh di semua jenis tanah. Untuk mencapai tingkat pertumbuhan dan produktivitas yang optimal, kedelai harus ditanam pada jenis tanah berstruktur gembur-sedikit bergumpal (sangat sesuai) atau bergumpal, lengket, agak berpasir (Atman 2013).

Faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan penanaman kedelai yaitu kedalaman lapisan olah tanah yang merupakan media pendukung pertumbuhan akar. Artinya, semakin dalam olah tanahnya maka akan tersedia ruang untuk pertumbuhan akar yang lebih bebas sehingga akar tunggang yang terbentuk semakin kokoh dan dalam. Pada jenis tanah yang bertekstur sedang sampai halus dengan kedalaman lapisan olah tanah minimal 30 cm, tanaman kedelai sudah bisa diusahakan (Atman 2013).

Toleransi keasaman tanah (pH) sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pada tanah yang sedikit masam sampai netral (pH 5,5-7,0) dan tanaman kedelai tumbuh optimal pada pH 6,0-6,5 (Atman 2013). Tetapi pada pH 4,5 pun kedelai masih dapat tumbuh dan pemberian kapur 2-4 ton ha pada tanah yang pHnya dibawah 5,5 umumnya meningkatkan hasil (Tambas dan Rakhman 1986). Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya menjadi terhambat karena keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi (proses oksidasi amoniak menjadi nitrit atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik.

Kandungan hara tanah dan bahan organik tanah juga sangat mempengaruhi peningkatan produktivitas tanaman kedelai. Pada tanah-tanah yang memiliki kandungan hara tanah dan bahan organik dari sangat rendah sampai rendah memerlukan tambahan pupuk kimia dan pupuk organik yang lebih banyak (Atman 2013).

Tanaman kedelai dapat ditanam di bawah naungan tanaman lain. Tingkat naungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kedelai adalah maksimum 15%. Namun menurut penelitian lain juga menunjukkan bahwa naungan yang tidak melebihi 30% tidak banyak berpengaruh negatif terhadap penerimaan sinar matahari oleh tanaman kedelai (Atman 2013).

Tanaman kedelai dengan varietas berbiji kecil, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0,5-300 mdpl (meter di atas permukaan laut). Sedangkan tanaman kedelai dengan varietas berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300-500 mdpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian lebih dari 500 mdpl. Tanaman kedelai sebagian besar tumbuh

di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Menurut Atman (2013) kedelai di Indonesia tumbuh sangat baik pada ketinggian hingga 1000 mdpl. Sebagai barometer iklim yang cocok bagi kedelai adalah bila cocok ditanam tanaman jagung. Bahkan daya tahan kedelai lebih baik daripada jagung. Iklim kering lebih disukai tanaman kedelai dibandingkan lembab (Bappernas 2007).

Kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Namun fluktuasi suhu udara yang terjadi selama proses pertumbuhan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup tanaman kedelai. Suhu yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30°C. Bila tumbuh pada suhu yang rendah (<15°C), proses perkecambahan menjadi sangat lambat bisa mencapai 2 minggu. Hal ini dikarenakan perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembaban tanah tinggi. Sementara pada suhu tinggi (>30°C), banyak biji akan mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat (Adisarwanto 2005). Pada musim kemarau pertumbuhan tanaman kedelai lebih optimal pada suhu udara 20-30 °C dengan kualitas biji yang lebih baik (Adisarwanto 2014). Selain itu fluktuasi suhu yang terlalu tinggi, baik pada siang dan malam hari bisa memulai perkembangan hama penyakit seperti hama trips dan embun upas yang membuat tanaman kedelai kerdil (Adisarwanto 2014).

Hal yang terpenting pada aspek distribusi curah hujan yaitu jumlahnya merata sehingga kebutuhan air pada tanaman kedelai dapat terpenuhi. Jumlah air yang digunakan oleh tanaman kedelai tergantung pada kondisi iklim, sistem pengelolaan tanaman, dan periode tumbuh. Pada umumnya kebutuhan air pada tanaman kedelai berkisar 200-600 mm selama masa pertumbuhan kedelai (3 bulan). Menurut Adisarwanto (2014) selama pertumbuhan tanaman, kebutuhan air untuk tanamn kedelai sekitar 350-550 mm. Secara umum, daerah dengan curah hujan antara 1000-2500 mm/tahun sesuai untuk budidaya tanaman kedelai (Atman 2003). Pada saat perkecambahan, faktor ini menjadi sangat penting karena akan berpengaruh pada proses pertumbuhan. Kebutuhan air semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Kebutuhan air paling tinggi terjadi pada saat masa berbunga dan

pengisian polong. Kondisi kekeringan menjadi sangat kritis pada saat tanaman kedelai berada pada stadia perkecambahan dan pembentukan polong.

Tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan panjang hari atau lama penyinaran sinar matahari. Panjang hari adalah lamanya sinar matahari menyinari permukaan bumi. Di daerah tropika, panjang penyinaran umumnya berkisar 11-12 jam/hari, sedangkan daerah subtropika panjang harinya lebih lama, yaitu 14-16 jam/hari. Lamanya panjang hari merupakan salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas kedelai tropika (Adisarwanto 2014). Tanaman kedelai termasuk tanaman hari pendek, artinya tanaman kedelai tidak akan berbunga bila panjang hari melebihi batas kritis, yaitu 15 jam perhari.

2.3 Kedelai Varietas Grobogan

Grobogan merupakan jenis varietas kedelai unggul yang dilepas pada tahun 2008 oleh pemerintah. Deskripsi lengkap kedelai varietas Grobogan (PPPTP 2010) adalah sebagai berikut:

Dilepas tahun	: 2008
SK Mentan	: 238/Kpts/SR.120/3/2008
Asal	: Pemurnian populasi Lokal Malabar Grobogan
Tipe pertumbuhan	: Determinit
Warna hipokotil	: Ungu
Warna epikotil	: Ungu
Warna daun	: Hijau agak tua
Warna bulu batang	: Coklat
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning muda
Warna polong tua	: Coklat
Warna hilum biji	: Coklat
Bentuk daun	: Lanceolate
Percabangan	: -
Umur berbunga	: 30-32 hari

Umur polong masak	: ± 76 hari
Tinggi tanaman	: 50–60 cm
Bobot biji	: ± 18 g/100 biji
Rata-rata hasil	: 2,77 ton/ha
Potensi hasil	: 3,40 ton/ha
Kandungan protein	: 43,9%
Kandungan lemak	: 18,4%
Daerah sebaran	: Beradaptasi baik pada beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada musim hujan dan daerah beririgasi baik.
Sifat lain	: - Polong masak tidak mudah pecah, dan - Pada saat panen daun luruh 95–100% saat panen > 95% daunnya telah luruh,
Pemulia Pengusul	: Suhartina, M. Muclish Adie Pemerintah Daerah Kabupaten Grobogan, BPSB Jawa Tengah, Pemerintah Daerah Propinsi Jawa Tengah.

2.4 Rhizobium

Rhizobium merupakan bakteri yang mampu mengikat nitrogen setelah masuk kedalam bintil akar legume (*Fabaceae*). Agar mampu mengekspresikan gen untuk fiksasi nitrogen, rhizobia membutuhkan tanaman inang karena rhizobia tidak bisa mengikat nitrogen secara bebas (Zahran 1999).

Menurut Surtiningsih (2009) karakteristik bakteri *Rhizobium* sp. secara makroskopis adalah warna koloni putih susu, tidak transparan, bentuk koloni sirkuler, konveks, semitranslusen, diameter 2–4 mm dalam waktu 3–5 hari pada agar khamir-manitol-garam mineral. Secara mikroskopis sel bakteri *Rhizobium* berbentuk batang, aerobik, gram negatif dengan ukuran 0,5–0,9×1,2–3 µm, bersifat motil pada media cair, umumnya memiliki satu flagela polar atau subpolar. Untuk pertumbuhan optimum dibutuhkan temperatur 25–30° C, pH 6–7 (kecuali galur-galur dari tanah masam). Bakteri *Rhizobium*

bersifat kemoorganotrofik, yaitu dapat menggunakan berbagai karbohidrat dan garam-garam asam organik sebagai sumber karbonnya (Holl 1975). Organisme ini memiliki ciri khas yaitu dapat menyerang rambut akar tanaman kacang-kacangan di daerah beriklim sedang atau beberapa daerah tropis dan mendorong memproduksi bintil-bintil akar yang menjadikan bakteri sebagai simbiosis intraseluler. Kehadiran bakteri pada bintil-bintil akar sebagai bentuk pleomorfik di mana secara normal termasuk dalam fiksasi nitrogen atmosfer ke dalam suatu bentuk penggabungan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman inang. Semua galur bakteri bintil akar menunjukkan afinitas terhadap inang (Madigan *et al.* 2002).

2.5 Inokulan Legum

Pertanian organik merupakan suatu cara untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tanpa merusak lingkungan pertanaman (misalnya tidak merusak struktur tanah). Dalam pengembangannya khususnya untuk tanaman kedelai sudah banyak menggunakan pupuk hayati yang sudah terbukti dapat meningkatkan produksi. Rhizobium merupakan pupuk hayati yang terdapat pada akar tanaman kacang-kacangan (Notohadiprawiro 2006). Agar inokulasi dapat berhasil dengan baik maka perlu diperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi inokulasi. Rhizobium tumbuh optimal pada pH tanah antara 5,5-7,0; maka pada tanah yang berpH rendah perlu dilakukan pengapuran. Rhizobium tumbuh optimal pada 28-30°C. Ketersediaan unsur hara P, Ca, Mg dan Mo di dalam tanah sangat mempengaruhi aktivitas rhizobium. Untuk berhasilnya inokulasi perlu adanya persesuaian antara spesies tanaman dan strain bakteri yang akan dipergunakan sebagai inokulan. Sinar matahari mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Apabila cuaca berawan terus menerus selama pertumbuhan tanaman atau tanaman kedelai terlindungi, maka proses fotosintesis pada tanaman akan terganggu. Gangguan fotosintesis dapat mengganggu efektifitas fiksasi N oleh bakteri.

Usaha agar inokulan yang dipergunakan berdaya tinggi dilakukan dengan cara:

- a) inokulum harus sudah dipergunakan sebelum melampaui batas efektif
- b) inokulum tersimpan dalam suhu rendah
- c) inokulum terlindung dari sinar matahari dan sumber panas lainnya. (Suprpto 2001).

Pembentukan bintil akar dimulai dari saat akar tanaman inang mengeluarkan senyawa campuran penolik flavonoid ke rhizosper (Redmond *et al.* 1986). Flavonoid menarik bakteri ke akar dan mengaktifkan ekspresi gen nod rhizobia, yang menyebabkan produksi dan sekresi strain spesifik lipo-sito-polisakarida yang dikenal sebagai *Nod Factor* (NF) (Caetano-Anolles and Gresshoff 1991; Dénarié *et al.* 1996; Spaink 2000). Nod faktor memicu menggulungnya rambut akar. Selanjutnya, enzim dari bakteri *Rhizobium* merombak dinding sel bulu akar tanaman inang, sehingga bakteri *Rhizobium* bisa masuk ke dalam sel bulu akar. Bulu akar kemudian membentuk struktur seperti benang yang disebut benang infeksi. Benang infeksi terdiri dari membran plasma lurus dan memanjang dari sel yang terinfeksi, bersamaan dengan pembentukan selulosa baru di sebelah dalam membran ini. Bakteri *Rhizobium* membelah dengan cepat didalam benang yang menjalar masuk dan menembus melalui antara sel korteks (Salisbury & Ross 1995).

Di sel korteks sebelah dalam, bakteri *Rhizobium* dilepas ke dalam sitoplasma dan merangsang beberapa sel (khususnya sel tetraploid) untuk membelah. Pembelahan ini menyebabkan proliferasi jaringan, membentuk bintil akar dewasa yang sebagian besar terbuat dari sel tetraploid yang mengandung bakteri *Rhizobium* dan beberapa sel diploid tanpa bakteri. Tiap bakteri yang membesar dan tidak bergerak disebut bakteroid. Bakteroid biasanya berada di sitoplasma dalam kelompok, masing-masing dikelilingi oleh membrane yang disebut membrane peribakteroid. Antara kelompok bakteroid dan membran peribakteroid terdapat daerah yang disebut ruang peribakteroid (Robertson & Farnden 1980). Di luar ruang peribakteroid di

sitoplasma tumbuhan, terdapat protein yang dinamakan leghaemoglobin (Appleby 1984). Molekul ini berwarna merah karena gugus heme sebagai gugus prostetik ke protein globin. Leghemoglobin diperkirakan mengangkut O_2 dengan kecepatan yang terkendali. O_2 yang terlalu banyak akan menonaktifkan enzim nitrogenase, tetapi O_2 sangat penting bagi respirasi bakteroid (Salisbury & Ross 1995).

Penambatan nitrogen di bintil akar terjadi secara langsung di dalam bakteroid. Tumbuhan inang menyediakan karbohidrat untuk bakteroid, yang akan dioksidasi sehingga diperoleh energi. Karbohidrat ini pertama kali dibentuk di daun selama fotosintesis. Karbohidrat lalu diangkut melalui floem ke bintil akar. Sukrosa merupakan bentuk karbohidrat yang banyak diangkut. Beberapa electron dan ATP yang diperoleh selama oksidasi di bakteroid digunakan untuk mereduksi N_2 menjadi NH_4^+ (Salisbury & Ross 1995).

Sejak terbentuknya akar, bakteri rhizobium melakukan proses pembentukan bintil akar, yaitu sekitar 4-5 hari setelah tanam dan bintil akar dapat mengikat nitrogen dari udara pada umur 10-12 hst. Perbedaan warna hijau daun pada awal pertumbuhan (10-15 hst) merupakan indikasi efektivitas *Rhizobium japonicum* (Adisarwanto 2005). Jumlah nitrogen yang terfiksasi oleh bakteri Rhizobium akan semakin meningkat selama masa periode pembungaan, mencapai maksimum pada masa akhir pembungaan dan menurun drastis pada proses pengisian polong (Shakra dalam Tambas & Rakhman 1986).

Pemberian pupuk nitrogen untuk pertumbuhannya perlu diberikan saat mulai bertanam. Di sini pupuk berfungsi sebagai starter saja selama tanaman belum mampu memenuhi kebutuhan nitrogen dari bintil akar. Pembentukan bintil akar itu sendiri memang baru muncul sekitar 15-20 hari setelah tanam. Pengikatan nitrogen bebas dari udara baru aktif setelah tanaman itu mencapai umur 3-4 minggu (Kanisius 2000). Ditinjau dari bintil akar yang terbentuk, dapat dibagi menjadi bintil akar efektif dan bintil akar yang tidak efektif (Thornton 1945 dalam Tambas dan Rakhman 1986). Bintil akar yang efektif

mampu memfiksasi nitrogen jauh lebih besar daripada bintil akar yang tidak efektif.

Ciri – ciri bintil akar yang efektif, meliputi bentuk bintil akar yang besar dan agak panjang, berwarna merah muda, bergerombol di dekat akar utama, dan sanggup mengikat Nitrogen bebas sebanyak mungkin (Kanisius 2000).

Pada tanaman kedelai terdapat beberapa metode aplikasi bakteri, yaitu pelapisan biji (*slurry method*), metode sprinkle, metode tepung (*powder method*), dan metode inokulasi tanah.

2.6 Mulsa

Mulsa adalah bahan atau material penutup lahan pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan produksi tanaman. Penggunaan mulsa mempunyai beberapa keuntungan antara lain menghemat penggunaan air dengan mengurangi laju evaporasi dari permukaan lahan, memperkecil fluktuasi suhu tanah sehingga menguntungkan pertumbuhan akar dan mikroorganisme tanah, memperkecil laju erosi tanah baik akibat tumbukan butir-butir hujan maupun aliran permukaan dan menghambat laju pertumbuhan gulma (Lakitan 1995). Pemberian mulsa dapat mengendalikan pertumbuhan tanaman pengganggu (gulma). Mulsa menyebabkan tanaman pengganggu tidak cukup memperoleh energi matahari, fotosintesis terganggu dan akhirnya tanaman itu mati (Purwowidodo 1983).

Pemberian/pemasangan mulsa pada permukaan bedengan pada musim hujan dapat mencegah erosi permukaan bedengan. Sedangkan pemulsaan pada musim kemarau akan menahan panas matahari langsung sehingga permukaan tanah bagian atas relatif rendah suhunya dan lembab, hal ini disebabkan oleh penekanan penguapan sehingga air dalam tanah lebih efisien pemanfaatannya (Sudjianto 2009).

Mulsa dikenal secara luas ada tiga macam yaitu:

1. Mulsa anorganik seperti kerikil, koral, pasir kasar dan batuan lainnya.

2. Mulsa organik berupa sisa hasil tanaman seperti jerami padi, batang jagung, brangkasan kacang-kacangan, kertas semen dan lain-lain.

3. Mulsa sintetis berupa mulsa buatan pabrik, seperti plastik hitam perak

Keuntungan penggunaan mulsa organik adalah bahannya mudah didapat juga bahan tersebut dapat digunakan untuk menambah bahan organik pada bedengan tersebut pada beberapa musim tanaman yang akan datang. Sedangkan keuntungan dari mulsa sintetis dapat memantulkan sinar matahari yang sangat berguna dalam proses fotosintesis sehingga meningkatkan aktivitas dan proses kimiawi dalam tubuh tanaman. Mulsa kimia sintetis meliputi semua bahan yang sengaja dibuat khusus dalam pabrik untuk mendapatkan pengaruh tertentu jika diperlakukan secara khusus pada media pertanaman, baik dipadukan dengan massa tanah maupun dihamparkan dipermukaan. Jenis mulsa sintetis yang banyak digunakan adalah bahan-bahan plastik berbentuk lembaran dengan daya tembus sinar yang beragam (Sudjianto 2009).

Penggunaan mulsa plastik merupakan salah satu cara budidaya yang telah terbukti dapat meningkatkan hasil tanaman. Warna mulsa plastik yang umumnya digunakan di Amerika Utara dan Eropa secara komersial adalah warna hitam, transparan (bening), hijau dan warna perak. Plastik berwarna hitam dapat menghambat pertumbuhan gulma dan dapat menyerap panas matahari lebih banyak. Mulsa plastik bening dapat menciptakan efek rumah kaca, sementara mulsa plastik perak dapat memantulkan kembali sebagian panas yang diserap sehingga mengurangi serangan kutu daun (aphid) pada tanaman (Mawardi 2000).

Hipotesis

H₀ : Tidak ada pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman Kedelai varietas Grobogan.

H₁ : Ada pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman Kedelai varietas Grobogan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan data dan hasil pembahasan yang telah dijabarkan, simpulan dari penelitian ini yaitu:

Pemberian inokulan legum dan mulsa berpengaruh terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman Kedelai varietas Grobogan.

5.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian pemberian inokulan legum dan mulsa terhadap jumlah daun serta luas daun tanaman kedelai varietas Grobogan.
2. Perlu dilakukan penelitian pemberian berbagai macam inokulan legum terhadap pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan.
3. Perlu dilakukan penelitian pengaruh intensitas cahaya matahari dan mulsa terhadap pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto T. 2005. *Kedelai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- _____. 2014. *Kedelai Tropika Produktivitas 3 ton/ha*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Amin N. 2014. Isolation and Characterization of Nodule Bacteria from Mungbean and Investigation Its to Drought Water Stress on Soybean Plant. *IJRRAS*. 18 (2) : 188-192
- Andrianto T. T. dan N. Indarto. 2004. *Budidaya dan Analisis Usaha Tani Kedelai, Kacang Hijau, Kacang Panjang*. Yogyakarta: Absolut.
- Appleby C. A. 1984. Leghemoglobin and *Rhizobium* respiration. *Annual Review of Plant Physiology*. 35: 443-478.
- Arimurti S. S dan R. Winarsa. 2000. Isolasi dan karakterisasi rhizobia asal pertanaman pertanaman kedelai di sekitar Jember. *Jurnal Ilmu Dasar* 1 (2) :30-37.
- Atman. 2014. *Produksi Kedelai: Strategi Meningkatkan Produksi Kedelai Melalui PPT*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Antoun H. C. J. Beauchamp. N. Goussard. R. Chabot. R. Lalande. 1998. Potential of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species as plant growth promoting rhizobacteria on non legumes: Effect on radishes (*Raphanus sativus* L.). *Plant and Soil*. 204 :57-67.
- Bappenas. 2007. *Budidaya Kedelai*.
<http://www.kpel.or.id/TTGP/komoditi/KEDELAI.htm> (April 2014).
- Bareisis R. G. Viselga. 2002. Trends in the development of potato cultivation technologies. Institute of Agricultural Engineering, Raudonddevaris. Lituania <http://tehnika.eau.ee>. (April 2015)
- Biswas J. C. J. K. Ladha. and F. B. Dazzo. 2000. Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1644-1650.
- Caetano-Anolles G, Gresshoff P. M. 1991. Plant genetic control of nodulation. *Annu. Rev. Microbiol.* 45: 345–382.
- Dénarié J, Debelle F, Promé JC. 1996. Rhizobium lipochitoooligosaccharide nodulation factors: Signalling molecules mediating recognition and morphogenesis. *Annu. Rev. Biochem.* 65: 503–535.

- Dierolf T. T. Fairhurst & E. Mutert. 2001. *Soil Fertility Kit*. Potash & Phosphate Institute of Canada.
- Djajakirana, G. 2001. Kerusakan Tanah sebagai Dampak Pembangunan Pertanian. Makalah disampaikan pada seminar petani “Tanah Sehat Titik Tumbuh Ekologis” di Sleman. 30 Oktober 2001
- Doring T., U. Heimbach, T. Thieme, M. Finckch, H. Saucke. 2006. Aspect of straw mulching in organic potatoes-I, effects on microclimate, *Phytophthora infestans*, and *Rhizoctonia solani*. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 58 (3):7378.
- Fithriadi R. 2000. *Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering di Indonesia: Kumpulan Informasi*. Hal 80-81. Jakarta: Pusat Penyuluhan Kehutanan
- Gage D. J. 2017. "Infection and Invasion of Roots by Symbiotic, Nitrogen-Fixing Rhizobia during Nodulation of Temperate Legumes". *Microbiology and Molecular Biology Reviews.* 68 (2): 280–300
- [GBIF] Global Biodiversity Information Facility. 2016. *Glycine max* (L.) Merr. <https://www.gbif.org/species/5359660> [Diakses September 2017]
- Hamdani J.S. 2009. Pengaruh Jenis Mulsa terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.) yang Ditanam di Dataran Medium. *J. Agron. Indonesia.* 37 (1): 14–20
- Haryadi S.S. 1993. *Pengantar Agronomi*. Jakarta: Gramedia.
- Hoflich G. W. Wiche C. H. Bucholz. 1995. Rhizosphere colonization of different crops with growth promoting *Pseudomonas* and *Rhizobium* bacteria. *Mikrobiol. Res.* 150: 139-147.
- Holl, FB. 1975. Host Plant Control of the Inheritance of Dinitrogen Fixation in the *Pisum-Rhizobium* Symbiosis. *Euphytica* 24: 767–70.
- J.M. Vincent. 1970. *A manual for the practical study of the rootnodule bacteria*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Kanisius A. A. 2000. *Kacang Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Karamoy L.T. 2009. Hubungan Iklim dengan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril). *Soil Environment* 7(1):65-68.

- Khairul U. 2001. Pemanfaatan Bioteknologi untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. Makalah Falsafah Sains. Program Makalah Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana / S3. Institut Pertanian Bogor
- Keyser H. H. F. Li. 1992. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. p: 119- 136. *In: Ladha, JK., T.George and BB. Bohlool. 1992. Biological Nitrogen Fixation for Sustainable Agriculture. Kluwer Academic Publishers in cooperation with the IRRI.209 pp.*
- Lakitan B. 1995. *Hortikultura I, Teori Budidaya dan Pasca Panen*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Lament W. J. Jr. 1993. Plastic Mulches for the production of vegetable Crops. *HortTechnology*. 3(1): 35-39
- Lay B.W. 1994. *Analisis Mikroorganisme di Laboratorium*. Jakarta: P.T. Raja Grafindo Persada.
- Madigan T. M, Martinko M. J, dan Parker J, 2002. *Brock Biology of Microorganisms*. 10th Edition. Boston : Pearson Education Inc.
- Madigan T. M, John M. Martinko, Kelly S Bender, Daniel H Buckley, David Allan Stahl. 2015. *Brock biology of microorganisms*. 14th Edition. Boston : Pearson
- Mahmood M. K. Farroq, A. Hussain, R. Sher. 2002. Effect of mulching on growth and yield of potato crop. *Asian J. of Plant Sci*. 1(2):122-133.
- Maj Dominika; Wielbo Jerzy; Marek-Kozaczuk Monika; Skorupska Anna. 2010. "Response to flavonoids as a factor influencing competitiveness and symbiotic activity of *Rhizobium leguminosarum*". *Microbiological Research*. 165 (1): 50–60
- Midmore, D. J. 1983. The use of mulch for potato in the hot tropics. *Circular II* (1):1-2.
- Mawardi. 2000. Pengujian mulsa plastik pada tanaman melon. *Agrista* 2: 175-180.
- Mulyadi A. 2012. Pengaruh Pemberian Legin, Pupuk NPK (15:15:15) dan Urea Pada Tanah Gambut Terhadap Kandungan N, P Total Pucuk dan Bintil Akar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *Kaunia* VIII(1) : 21-29
- Mulyatri. 2003. Peranan pengolahan tanah dan bahan organik terhadap konservasi tanah dan air. *Pros. Sem. Nas. Hasil-hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Spesifik Lokasi*.

- Najiyati S. dan Danarti. 1999. *Palawija : Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Noorhadi dan Supriyadi. 2003. Pengaruh Pemberian Air dan Mulsa terhadap Iklim Mikro pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) di Tanah Entisol. *Sains Tanah* Vol. 3(2) : 68-72
- Noortasiah. 2005. Pemanfaatan Bakteri Rhizobium Pada Tanaman Kedelai Di Lahan Lebak. *Buletin Teknik Pertanian* Vol. 10(2) : 57
- Notohadiprawiro.T. 2006. Budidaya Organik. http://www.ugm_notohadiprawiro.htm (April 2014).
- Pambudi S. 2013. *Budaya & Khasiat Kedelai Edamame: Camilan Sehat dan Multi Manfaat*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Peoples M.B. D.F. Herridge. J.K. Ladha. 1995. Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production. *Plant and Soil*.174:3-28
- Phillips D. A. & Kapulnik Y. 1995. Plant isoflavonoids, pathogens and symbionts. *Trends Microbiol.* 3: 58-64
- [PPPTP] Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2010. Deskripsi Kedelai Varietas Grobogan. <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/varietas-591.html> [Diakses September 2017]
- Purwaningsih S. 2009. Populasi Bakteri *Rhizobium* di Tanah pada beberapa Tanaman dari Pulau Buton, Kabupaten Muna, Propinsi Sulawesi Tenggara. *J. Tanah Trop.* Vol. 14(1) : 65-70
- Purwaningsih O, Didik Indradewa, Siti Kabirun, Djaffar Shiddiq. 2012. Tanggapan Tanaman Kedelai terhadap Inokulasi Rhizobium. *Agrotrop* 2(1) : 25-32
- Purwowododo. 1983. *Teknologi mulsa*. Jakarta: Dewaruci.
- Rao N.S.S. 1979. Chemically and biologically fixed nitrogen potentials and prospect. pp 1-7. In N.S. Subba Rao (ed). Recent advances biological nitrogen fixation Oxford IBH Publ. Co. New York
- Redmond JW, Batley M, Djordjevic MA, Innes RW, Kuempel PL, Rolfe BG (1986) Flavones induce expression of nodulation genes in Rhizobium. *Nature* 323, 632–635.
- Robertson J. G. and K. J. F. 1980. Ultra-structure and metabolism of the developing legume root nodule. Pages 65-115 in Miñin, B. J. (ed.), 1980a.

- Rosniawaty S., J.S. Hamdani. 2004. Pengaruh asal umbi bibit dan ketebalan mulsa jerami terhadap pertumbuhan dan hasil kentang (*Solanum tuberosum* L) di dataran medium. *Kultivasi* 2(3): 45-51.
- Rukmana R., Yuniarsih Y. 1996. *Kedelai Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Salisbury F. B & C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Bandung: ITB Press.
- Salvagiotti F., K. G. Cassman, J. E. Specht, D. T. Walters, A. Dobermann. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybean : A review. *Field Crops Research* 108: 1-13
- Singh B., R. Kaur & K. Singh. 2008. Characterization of Rhizobium Strain Isolated from the Roots of *Trigonella foenumgraecum* (fenugreek). *African Journal of Biotechnology*. 7 (20): 3671-3676.
- Spaink H. P. 2000. Root nodulation and infection factors produced by rhizobial bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 54: 257–288.
- Sudjianto U., V. Krestiani. 2009. Studi Pemulsaan dan Dosis NPK pada Hasil Buah Melon (*Cucumis melo* L). *Jurnal Sains Dan Teknologi* 2(2): 1-7
- Suprpto. 1995. *Bertanam Kedelai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- _____. 2001. *Bertanam Kedelai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Supriono. 2000. Pengaruh Dosis Urea Tablet dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Kultivar Sindoro. *Agrosains* 2(2) : 45.
- Suradinata Y.R. 2006. Respon tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) c.v. Granola terhadap pemberian pupuk bokashi, kalium dan mulsa di dataran medium. *Agrikultura*. 17(2): 96-101.
- Surtiningsih T., Farida & T. Nurhariyati. 2009. Biofertilisasi Bakteri Rhizobium pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.). *Berk. Penel. Hayati*. 15 : 31–35.
- Sutejo M.M, Kartasapoetra. A.G & Satroatmodjo. R. D. S, 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tambas D & Rakhman, AD. 1986. Pengaruh Inokulasi *Rhizobium japonicum* Frank., Pemupukan Molibdenum dan Kobalt Terhadap Produksi dan Jumlah

Bintil akar Tanaman Kedelai Pada Tanah Pedsolik Plintik. Universitas Sriwijaya. Palembang.

Taufiq, A. Dan T. Sundari. 2012. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Lingkungan Tumbuh. *Buletin Palawija*. No. 23 : 13-26

Umboh A. H. 1999. *Petunjuk Penggunaan Mulsa*. Jakarta: Penebar Swadaya

Usman, Kris Joko S. 2001. Efektivitas Nodulasi *Rhizobium japonicum* pada Kedelai yang Tumbuh di Tanah Sisa Inokulasi dan Tanah dengan Inokulasi Tambahan. *Jurnal Pertanian-Pertanian Indonesia*. 3(1) : 31-35

Utama H. N., Husni Thamrin S., Titin Sumarni. 2013. Pengaruh Lama Penggunaan Mulsa dan Pupuk Kandang pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Varietas Potre Koneng. *Jurnal Produksi Tanaman* Vol. 1(4):1-7

Vincent. J.M. 1970. *A Manual of the Practical study of the root Nodule Bacteria* International Biological Programme. London. Handbook. No 15. 164 p.

Wihardjo. 1997. *Bertanam Semangka*. Kanisius. Yogyakarta. 78 hlm

Yanuar, Rio, Latifah, Moch. Dawam Maghfoer dan Eko Widaryanto. 2015. Pengaruh Pengendalian Gulma terhadap Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) pada Sistem Olah Tanah. *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol 3(4) : 311-320

Zahran H. H. 1999. Rhizobium-Legume Symbiosis and Nitrogen Fixation under Severe Conditions and in an Arid Climate. *Microbiol Mol Biol Rev*, Vol 63(4): 968–989.

Zein A. dan Irma L. 2008. Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) pada Tanah Podzolik Merah Kuning. *Saintek*, XI(1) : 64-68