

**STUDI INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MULTI
ISOLAT RHIZOBIUM TOLERAN MASAM PADA
TANAMAN KEDELAI (*GLYCINE MAX* L. MERRIL)**

SKRIPSI

Oleh:
NAILATUR ROHMAH
NIM : 03520056



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MALANG
2008**

**STUDI INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MULTI
ISOLAT RHIZOBIUM TOLERAN MASAM PADA
TANAMAN KEDELAI (*GLYCINE MAX* L. MERRIL**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada :
Universitas Islam Negeri Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
Nailatur Rohmah
NIM : 03520056**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
2008**

LEMBAR PERSETUJUAN**STUDI INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MULTI ISOLAT
RHIZOBIUM TOLERAN MASAM PADA TANAMAN
KEDELAI (*GLYCINE MAX L. MERRIL*)****SKRIPSI****Oleh:**

Nailatur Rohmah

NIM : 03520056

Telah Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Pembimbing Agama

Evika Sandi Savirti, MP
NIP. 150 327 253DR. Muchdar Soedarjo
NIP. 080 073 178Ahmad Barizi, M.A.
NIP. 150283991

Tanggal, 4 Juli 2008

Mengetahui,
Ketua Jurusan BiologiDr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 150 229 505

**STUDI INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MULTI ISOLAT
RHIZOBIUM TOLERAN MASAM PADA TANAMAN
KEDELAI (*GLYCINE MAX L. MERRIL*)**

SKRIPSI

Oleh:
Nailatur Rohmah
NIM : 03520056

**Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. <u>DR. Muchdar Soedarjo</u> NIP. 080 073 178	(Ketua/Penguji) ()
2. <u>Drs.Eko Budi Minarno, M.Pd.</u> NIP. 150 229 505	(Penguji Utama) ()
3. <u>Evika Sandi Savitri, Mp .</u> NIP. 132 083 910	(Sekretaris) ()
4. <u>Ahmad Barizi M.A</u> NIP. 150 327 253	(Anggota) ()

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Biologi**

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 150 229 505

MOTTO

تَنَسَّ وَلَا الْأَخِرَةَ الدَّارَ اللَّهُ ءَاتَكَ فِيمَا وَابْتَغِ
 اللَّهُ أَحْسَنَ كَمَا وَأَحْسِنَ الدُّنْيَا مِنْ نَصِيبِكَ
 تُحِبُّ لَا اللَّهُ إِنَّ الْأَرْضِ فِي الْفَسَادِ تَبْغِ وَلَا إِلَيْكَ
 الْمُفْسِدِينَ

**"Dan carilah pada apa yang Telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah Telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan"
 (Q.S. Al-Qashash/28:77).**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur kuantatkan kepada Allah SWT Yang Maha Kuasa dan Maha Berkehendak atas segala sesuatu, dengan kasih sayangnya yang selalu memberikan petunjuk kepadaku
Kupersembahkan karya tulis sederhana ini untuk.....

Aba & Umi (Alm. H. Abdul Wahab & Hj. Halimatus Sa'diyah) yang dengan ikhlas dan sabar membimbing dan mengarahkan penulis. Kepada beliau ku ucapkan terima kasih atas pendidikan serta doa yang telah beliau berikan.

Suamiku tercinta "Ahmad Mahmud Zain"
Kau adalah inspirasi dalam hidupku untuk terus bangkit dan maju
& "Alm. Ahmad Ilzam Azizi" kaulah putraq yang paling mulia

Mba' Uud, Mba' Robi', ade' Zie, & ade' Udin
thanks for everything

Sahabat2q (Reny, Acy, pi2, Me2, L2k, Ozan, Isa, & Faruk)
sukses ya para sarjana yang telah mendahuluiq.
(Putri & fika) Akhitnya kita ujian bareng ya

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Syukur Alhadulillah, kehadiran Allah Swt. Atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Studi Infektivitas dan Efektivitas Multi Isolat Toleran Masam pada Tanaman Kedelai (*Glycinne max* (L.) Merril). Yang dilaksanakan di balai penelitian tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian (BALITKABI) Kendal payak, Pakisaji Malang. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw.

Skripsi yang disusun penulis merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Penulis menyadari bahwa banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
2. Prof. Dr. Sutiman Bambang Sumitro, Su., Dsc, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang
3. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang

4. Dr. Muchdar Soedarjo, selaku pembimbing lapangan yang senantiasa dengan penuh kesabaran memberikan motivasi, bimbingan, dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
5. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku pembimbing skripsi, atas kesabaran dan sumbangsih beliau, penulisan ini dapat terselesaikan
6. Ahmad Barizi, M.A, selaku pembimbing Integrasi dan Islam, atas kesabaran hati dan sumbangsih beliau, penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Alm. H. Abdul Wahab & Hj. Halimatus Sa'diyah, selaku orang tua dan Mas'udah, Robi', Zie, dan Udin selaku saudara penulis yang telah memberikan curahan kasih sayang doa dan dukungan moril maupun materil.
8. Ahmad Mahmud Zain, selaku suami penulis dan Alm Ahmad Ilzam Azizi, selaku putra penulis yang telah memberikan semangat, dukungan dan kesabaran. 'Jazakumullah Khoiro Jazaa'.
9. Mahasiswa Biologi UIN Malang angkatan 2003 beserta pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini, namun demikian penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi pribadi penulis, dan para pembaca, serta senantiasa mendapat Ridho Allah Swt.

Malang, Juni 2008

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Hipotesis	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Batasan Masalah.....	6
1.7. Devinisi Operasional	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kedelai	8
2.1.1. Taksonomi Kedelai	9
2.1.2. Morfologi Kedelai	9
2.1.3. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai.....	16
2.1.4. Stadia Pertumbuhan Tanaman Kedelai	17
2.1.5. Varietas Sinabung	18
2.2. Rhizobium	19
2.2.1. Rhizobium dan Perkembangannya.....	19
2.2.2. Simbiosis Antara Tanaman Rhizobium dan Tanaman Kedelai ...	21
2.2.3. Isolat Rhizobium	23
2.2.4. Inokulasi Rhizobium	23
2.2.4. Kompabilitas Bakteri Rhizobium dengan Tanaman Kedelai.....	25

2.3. Deskripsi Tanah Ultisol	26
------------------------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian	28
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3. Variable Penelitian	29
3.4. Obyek Penelitian	30
3.5. Alat dan Bahan	30
3.6. Prosedur Kerja	31
3.6.1. Persiapan alat dan Bahan	31
3.6.2. Pemupukan	32
3.6.3. Penanaman Isolat	32
3.6.4. Penanaman Benih Kedelai	33
3.6.5. Inokulasi Multi Isolat Rhizobium	33
3.6.6. Pemeliharaan Tanaman	33
3.6.7. Pemanenan	33
3.6.8. Pengumpulan Data	34
3.6.9. Teknik Analisa Data	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	36
4.1.1. Tinggi Tanaman	36
4.1.2. Klorofil Daun	39
4.1.3. Berat Kering Berangkasan, Berat Kering Akar, Jumlah Bintil Akar dan Bintil Akar Efektif	41
4.2. Pembahasan	44
4.2.1 Pertumbuhan Tanaman	44
4.2.1.1 Tinggi Tanaman	44
4.2.1.2 Kadar Klorofil Daun	47
4.2.1.3 Berat Kering Tanaman	50

4.2.2. Efektivitas Rhizobium	50
4.2.3. Kadar Nitrogen (N)	54
4.3. Hikmah dari Penelitian	56

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	57



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Tahapan Pembentukan Binti Akar	11
2.	Perbedaan antara determinate dan indeterminate pada tanaman kedelai	14
3.	Uraian Stadium Vegetatif.....	17
4.	Uraian Stadium Reproduksi	18
5.	Perlakuan Multi Isolat	28
6.	Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Pada Berbagai Umur Pengamatan pada tanah ultisol lampung	36
7.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Sinabung Umur 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst pada tanah ultisol lampung	37
8.	Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Pada Berbagai Umur Pengamatan pada pasir steril	37
9.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Sinabung Umur 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst pada pasir steril	38
10.	Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Pada Tanah Ultisol	39
11.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Kedelai Varietas Sinabung Umur 7 hst, 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst pada Tanah Ultisol	40
12.	Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Pada Pasir Steril	40
13.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Kedelai Varietas Sinabung Umur 7 hst, 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst pada Pasir Steril	41
14.	Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Berat Kering Brangkasan,	

Berat Kering Akar pada Tanah Ultisol	42
16. Pengaruh Inokulasi Terhadap Berat Kering Berangkasan, Berat Kering Akar pada Tanah Ultisol	42
15. Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Berat Kering Brangkasan, Berat Kering Akar, Jumlah Bintil Akar dan Bintil Akar Efektif pada Pasir Steril.....	43
17. Pengaruh Inokulasi Terhadap Berat Kering Berangkasan, Berat Kering Akar, Jumlah Bintil Akar dan Bintil Akar Efektif pada Pasir Steril	43



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Bintil akar tanaman Leguminosa (kacang-kacangan)	10
2.	Proses Pembentukan Bintil Akar	12
3.	Bintil akar mengandung Rhizobium	20
4.	Tanaman Kekurangan Unsur Ca	45
5.	Pertumbuhan perlakuan multi isolat pada tanaman kedelai di tanah ultisol dan di pasir steril	46
6.	Akar dan bintil akar pada kedelai (tanah ultisol, pasir steril dan perlakuan tanpa inokulasi)	53
7.	Diagram kadar nitrogen tanaman umur 35 hst pada pasir steril	54
8.	Diagram kadar nitrogen tanaman umur 35 hst pada Tanah Ultisol	55

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
1.	Analisis Varian Tinggi Tanaman pada Tanah Ultisol Lampung 7 s/d 35 hst
2.	Analisis Varian Klorofil Daun pada Tanah Ultisol Lampung 7 s/d 35 hst
3.	Analisis Varian Tinggi Tanaman pada pasir steril 7 s/d 35
4.	Analisis Varian Klorofil Daun pada pasir steril 7 s/d 35
5.	Analisis Varian Berat Kering Brangkasan pada Tanah Ultisol
6.	Analisis Varian Berat Kering Akar pada Tanah Ultisol
7.	Analisis Varian Berat Kering Brangkasan pada Pasir Steril
8.	Analisis Varian Berat Kering Akar pada Pasir Steril
9.	Analisis Varian Jumlah Bintil Akar pada Pasir Steril
10.	Analisis Varian Bintil Akar Efektif pada Pasir Steril

ABSTRAK

Rohmah, Nailatur. 2008. Studi Infektivitas dan Efektivitas Multi Isolat Rhizobium Toleran Masam pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril.). Skripsi Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Malang. Pembimbing I : Evika Sandi Savitri, M.P Pembimbing II : Dr. Muchdar Soedarjo. Pembimbing III : Ahmad Barizi M.A.

Kata Kunci : Nodulasi, Multi Isolat Rhizobium, Kedelai.

Alam semesta dengan segala isinya diciptakan Allah hanya untuk kepentingan makhluk hidup termasuk tumbuh-tumbuhan seperti tanaman kedelai sebagaimana firman-Nya “*Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu. Anggur dan sayur-sayuran. Zaitun dan kurma. Kebun-kebun (yang) lebat. Dan buah-buahan serta rumput-rumputan. Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu*” (*Q.S Abasa: 26-23*). Kedelai sebagai tumbuhan biji-bijian, produksinya meningkat. Sehingga pemerintah menggunakan dua strategi dasar dalam memenuhi kebutuhan peningkatan, yaitu intensifikasi menggunakan kedelai bibit yang unggul varietas Sinabung dan ekstensifikasi dengan memanfaatkan lahan kering masam tanah ultisol. Multi Isolat Rhizobium toleran masam bisa dijadikan pupuk hayati yang mengurangi penggunaan pupuk nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh multi isolat Rhizobium pada tanaman kedelai.

Penelitian dilakukan di laboratorium dan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) Malang pada bulan Juni sampai Agustus, 2007. Perlakuan yang digunakan isolat ILeTRIs soy (92, 176, 182, 196, 95, 184, 193, 208). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktor tunggal, yaitu multi isolat Rhizobium hasil gabungan isolat Rhizobium yang terpilih toleran masam.

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan menggunakan analisis variansi dan uji lanjut DMRT 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan nodulasi kedelai. Hasil penelitian menunjukkan : (1) perlakuan inokulasi yang di tanam pada tanah ultisol dan pasir steril berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada berbagai umur pengamatan, kecuali 7 hst. (2) perlakuan inokulasi yang di tanam pada tanah ultisol berpengaruh nyata pada tinggi tanaman kecuali 7 dan 21 hst, sedang pada pasir steril berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil pada umur 15, 21, 28 hst kecuali pada umur 7 dan 35 hst. (3) perlakuan berpengaruh nyata pada berat kering brangkas, berat kering akar, jumlah nodul, dan jumlah nodul efektif. Pada perlakuan di tanah ultisol tidak menghasilkan nodul, disebabkan pertumbuhan tanaman kedelai yang tidak optimal dan perakaran kurang baik sehingga rhizobium tidak mendapatkan sumber energi yang cukup. Sedangkan perlakuan yang di pasir steril efektivitas multi isolat terlihat pada semua perlakuan, tetapi rerata yang memiliki nilai tertinggi jumlah nodul yang efektif dan memiliki nilai nitrogen yang tinggi adalah pada perlakuan ILeTRIs soy 208.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Allah Swt. telah menciptakan bumi ini dengan penuh keistimewaan. Allah juga menumbuhkan di bumi ini biji-bijian, sayuran, buah-buahan, dan bermacam-macam tanaman agar manusia dapat memanfaatkannya. Sebagaimana firman-Nya dalam Al-Qur'an surat Abasa ayat 26-32 di bawah ini :

وَزَيْتُونًا ﴿٢٨﴾ وَقَضْبًا وَعَيْنَبًا ﴿٢٧﴾ حَبًّا فِيهَا فَأَنْبَتْنَا ﴿٢٦﴾ شَقًّا الْأَرْضِ شَقَقْنَا ثُمَّ ﴿٢٥﴾
 وَلَا نَعْمِكُمْ لَكُمْ مَتَعًا ﴿٢٦﴾ وَأَبًّا وَفِكْهَةً ﴿٢٣﴾ غُلْبًا وَحَدَائِقَ ﴿٢٤﴾ وَخَلًّا ﴿٢٢﴾

“Kemudian kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, Anggur dan sayur-sayuran, Zaitun dan kurma, Kebun-kebun (yang) lebat, Dan buah-buahan serta rumput-rumputan, Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu”
 (Q.S. Abasa/ 80:26-32)

Kedelai (*Glycine max* L.), sebagai tumbuh-tumbuhan yang berbentuk biji-bijian (*habban*), merupakan hasil produk pertanian yang dihasilkan di Indonesia. Produksi kacang kedelai dari tahun ketahun terus meningkat, namun belum memenuhi laju permintaan. Dalam rangka memenuhi kebutuhan yang terus meningkat, pemerintah menggunakan dua strategi dasar dalam memenuhi kebutuhan peningkatan produksi kacang kedelai yaitu dengan cara intensifikasi dan ekstensifikasi. Salah satu upaya intensifikasi yaitu menggunakan kacang kedelai varietas unggul yaitu varietas Sinabung yang memiliki beberapa keunggulan antara lain: kandungan proteinnya lebih tinggi dibanding dengan varietas yang lain, varietas ini memiliki sifat tidak mudah pecah, tahan terhadap penyakit,

termasuk varietas terbaru yang belum banyak dikonsumsi oleh masyarakat. (Suhartinah 2005). Sedangkan salah satu upaya ekstensifikasi di Jawa dan Madura tidak mungkin lagi dilakukan karena keterbatasan lahan, untuk itu perlu dilakukan perluasan lahan yang sebelumnya tidak pernah ditanami kedelai salah satunya adalah lahan masam ultisol. Islam telah mengajarkan kepada kita untuk berbuat kebajikan. Salah satunya adalah anjuran mengelola lahan yang tidak produktif, misalnya pada tanah ultisol, sehingga dapat meningkatkan produksi pertanian. Sebagaimana firman Allah Swt.

نَكِدًا إِلَّا تَخْرُجُ لَا حَبْثَ وَالَّذِي رَبِّهِ بِإِذْنِ نَبَاتُهُ تَخْرُجُ الطَّيِّبُ وَالْبَلَدُ
 يَشْكُرُونَ لِقَوْمٍ آيَاتٍ نُّصَرِّفُ كَذَلِكَ

"Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah, dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya tumbuh merana. Demikian kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur" (Q.S. Al-A'raf:58).

Kata "Wa al-ladzî khobusa lâ yakhruju illâ nakidâ", menjelaskan tanah yang tidak subur seperti pada tanah ultisol yang bersifat masam, maka tanamannya akan hidup merana (*nakidâ*). Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.* 2004 dalam Prasetyo dan Suriadikarta 2006). Tanah ultisol juga merupakan tanah yang telah mengalami penghancuran dan pencucian. Tanah ini mempunyai sifat permeabilitas yang rendah, kejenuhan basa dan pH juga rendah. Pada lapisan bahan induk sering

ditemukan bercak berwarna kuning kemerahan dan pucat (Dudal dan Soepraharjo (1957) dalam Lailina (2007).

Kondisi tanah masam berpengaruh terhadap ketahanan dan kemampuan Rhizobium menginfeksi rambut akar. Beberapa rhizobium sensitif terhadap pH rendah dan tidak menginfeksi rambut akar pada tanah masam, ion nitrat dan nitrit dengan konsentrasi rendah juga menghambat pembentukan nodul (Bartha,1993 dalam Rahayu 2006)

Kata "*Al baladu al-thoyyibi*", menjelaskan tentang tanah yang subur. Tanah yang subur akan tumbuh tanaman yang subur (*yakhruju nabatuhû*). Tanah yang subur tidak hanya dapat dinilai dari keadaan fisik dan kimia saja, tetapi juga kandungan atau efektivitas jasad yang ada di dalamnya. Aktivitas jasad di dalam tanah ternyata banyak memberi sumbangan dalam menjaga kesuburan tanah. Pada tahun terakhir ini banyak dilakukan pergantian pupuk buatan menjadi pupuk organik atau pupuk hayati. Pupuk hayati yang sering dikenal juga sebagai inokulan mikrobial ini merupakan preparat yang mengandung mikrobial yang berbentuk sel hidup, misalnya inokulum Rhizobium.

Menurut Pasaribu dkk, (1997) inokulasi Rhizobium merupakan salah satu komponen teknologi pada program intensifikasi kacang-kacangan terutama pada kedelai. Alexander, (1977) dalam Rakhman, (1986) menyatakan bahwa bakteri Rhizobium adalah bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman leguminosa, sehingga mampu memfiksasi nitrogen langsung dari udara. Salisbury dan Ross (1995), menyatakan bahwa mikroorganisme yang berperan dalam penambatan

N_2 pada akar tumbuhan kacang-kacangan adalah spesies bakteri dari 3 genus yang sekerabat, yaitu Rhizobium, Bradyrhizobium dan Azorhizobium.

Perakaran tanaman kedelai mempunyai kemampuan membentuk bintil-bintil (nodula-nodula) akar. Bintil-bintil akar berbentuk bulat atau tidak beraturan yang merupakan koloni dari bakteri Rhizobium. Bakteri Rhizobium bersimbiosis dengan akar tanaman kedelai untuk menghambat nitrogen bebas (N_2) dari udara. Unsur udara tersebut dimanfaatkan untuk pertumbuhan kedelai sedangkan bakteri Rhizobium memerlukan makanan yang berasal dari tanaman kedelai (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Multi isolat Rhizobium merupakan gabungan dari beberapa isolat atau strain yang telah terpilih dari isolat-isolat Rhizobium yang telah teruji toleran masam. Inokulasi dengan biakan strain terpilih diharapkan dapat menggantikan bakteri Rhizobium alam yang kurang efektif. Pada multi isolat, jika salah satu strain tidak ada keserasian untuk menggantikan bakteri rhizobium alam yang kurang efektif, maka dapat di gantikan dengan strain yang lain.

ط
الدُّنْيَا مِنْ نَصِيبِكَ تَنْسَ وَلَا الْأَخْرَةَ الدَّارَ اللَّهُ ءَاتَنَكَ فِيمَا وَابْتَغِ
ط
مُحِبُّ لَا اللَّهُ إِنَّ الْأَرْضَ فِي الْفَسَادِ تَبْغِ وَلَا إِلَيْكَ اللَّهُ أَحْسَنَ كَمَا وَأَحْسِنَ
ط
الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

"Dan carilah pada apa yang Telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah Telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan" (Q.S. Al-Qashash/28:77).

Kalimat "*Wabtaghi fiima ātakallahu daara al-akhirah*" Allah Swt. Telah memberikan anugerah otak dan kemampuan untuk berfikir, manusia harus bisa mencari jalan untuk memanfaatkan segala yang ada di bumi. "*Wala tabgi al-fasada fil ardi*" dan pada kalimat tersebut memerintahkan kepada hambanya untuk tidak berbuat kerusakan di muka bumi ini.

Penggunaan inokulasi Rhizobium merupakan salah satu komponen dari paket intensifikasi kedelai di Indonesia. Penelitian tentang efektivitas multi isolat Rhizobium pada tanaman kedelai belum banyak dilakukan, berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian tentang **Studi Infektivitas dan Efektivitas Multi Isolat Rhizobium Toleran Masam Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merril*)**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dipaparkan, permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut : Bagaimanakah pengaruh multi isolat Rhizobium toleran masam pada tanaman kedelai (*Glycine max L. Merril*) ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh multi isolat Rhizobium toleran masam pada tanaman kedelai.

1.4. Hipotesis

Multi isolat Rhizobium dari beberapa isolat Rhizobium yang terpilih dan toleran masam mempunyai tingkat pengaruh berbeda pada tanaman kedelai.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memperoleh informasi tentang pengaruh multi isolat Rhizobium yang telah dipilih dari isolat Rhizobium yang toleran masam terhadap pertumbuhan dan pembentukan nodul pada kedelai varietas Sinabung yang di tanam di tanah Ultisol Lampung dan pasir steril. Hasil penelitian ini selanjutnya dapat diaplikasikan sebagai salah satu teknologi alternatif pemupukan.

1.6. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai varietas Sinabung.
2. Isolat Rhizobium yang digunakan adalah isolat toleran masam antara lain :
 - ILeTRIs soy 92 : Tanggamus, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, Al, dan Mn
 - ILeTRIs soy 176: Tanggamus, tanah ultisol Jasinga, Toleran pH4 dan Mn, sensitif Al
 - ILeTRIs soy 182 : Sibayak, tanah ultisol Lampung, toleran pH4, Al dan Mn
 - ILeTRIs soy 196 : Sibayak, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, sensitif Al dan Mn
 - ILeTRIs soy 95 : Tanggamus, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, Al, dan Mn
 - ILeTRIs soy 184 : Sibayak, tanah ultisol Lampung, toleran pH4, Al dan Mn
 - ILeTRIs soy 193 : Nanti, tanah ultisol Lampung, toleran pH4, Al dan Mn
 - ILeTRIs soy 208 : Nanti, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, Al dan Mn

3. Perlakuan multi isolat yang digunakan adalah: Kelompok pertama; (ILeTRIs_{oy} 92+176+182+196, 92+176+182, 92+176+196, 92+182+196, 176+182+196, 92+176, 92+182, 92+196, 176+182, 176+196, 182+196, 182+196, 92, 176, 182). Sedangkan kelompok yang ke dua; (ILeTRIs_{oy} 95+184+193+208, 95+184+193, 95+184+208, 95+193+208, 184+193+208, 95+184, 95+193, 95+208, 184+193, 184+208, 193+208, 95, 184, 193, 208)
4. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah ultisol Lampung.
5. Variabel bebas pada penelitian ini adalah media tumbuh, yaitu tanah ultisol lampung dan pasir steril. Variabel terikat untuk mengukur pengaruh perlakuan terdiri dari nodulasi (jumlah bintil akar total dan bintil akar efektif, berat bintil akar), pertumbuhan tanaman (tinggi batang, berat kering akar), kadar klorofil daun dan kadar N tanaman.

1.7. Definisi Operasional

1. Bakteri Rhizobium adalah bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman leguminosa, sehingga mampu memfiksasi nitrogen langsung dari udara
2. Multi isolat adalah gabungan dari beberapa isolat atau strain yang telah terpilih dari isolat-isolat Rhizobium yang telah teruji toleran masam.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kedelai

Alam semesta dengan segala isinya diciptakan Allah hanya untuk kepentingan makhluk hidup termasuk tumbuh-tumbuhan, sebagaimana firman-Nya dalam Q.S abasa/80: 26-32 dan Q.S. Al-An'am/6:99 sebagai berikut :

وَزَيْتُونًا ﴿٢٨﴾ وَقَضْبًا وَعِنَبًا ﴿٢٩﴾ حَبًّا فِيهَا فَأَنْبَتْنَا ﴿٣٠﴾ شَقًّا الْأَرْضَ شَقَقْنَا ثُمَّ ﴿٣١﴾ وَلَا نَعْمِكُمْ لَكُمْ مَتَاعًا ﴿٣٢﴾ وَأَبًّا وَفِكْهَةً ﴿٣٣﴾ غُلْبًا وَحَدَائِقَ ﴿٣٤﴾ وَخَلًّا ﴿٣٥﴾

“Kemudian kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, Anggur dan sayur-sayuran, Zaitun dan kurma, Kebun-kebun (yang) lebat, Dan buah-buahan serta rumput-rumputan, Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu” (Q.S. Abasa/ 80:26-32)

مِنْهُ فَأَخْرَجْنَا شَيْءٍ كُلِّ نَبَاتٍ بِهِ فَأَخْرَجْنَا مَاءَ السَّمَاءِ مِنَ أَنْزَلِ الَّذِي وَهُوَ ﴿١﴾ مِنْ وَجْنَتِ دَانِيَّةٍ قِنْوَانٌ طَلَعَهَا مِنَ النَّخْلِ وَمِنْ مُتْرَاكِبًا حَبًّا مِنْهُ نُخْرَجُ خَضِرًا ﴿٢﴾ وَيَنْعِهِ أَثْمَرٌ إِذَا ثَمَرِهِ إِلَى أَنْظُرُوا مُتَشَبِهٍ وَغَيْرِ مُشْتَبِهًا وَالرُّمَانَ وَالزَّيْتُونَ أَعْنَابٍ ﴿٣﴾ يُؤْمِنُونَ لِقَوْمٍ لَأَيَّتِ ذَالِكُمْ فِي إِنْ ﴿٤﴾

“Dan dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”.

Dari ayat di atas dijelaskan kata “*ḥabban*” pada surat abasa memiliki arti biji sedangkan “*ḥabban mutarokiban*” pada surat Al-An’am menunjukkan butir yang banyak. Dari keduanya kata tersebut memiliki arti yang sama yaitu biji-bijian seperti pada tanaman kedelai.

2.2.1. Taksonomi Kedelai

Kedudukan kedelai dalam sistematika tumbuhan menurut Conquist (1981) dalam Dasuki (1991), diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merill.

2.1.2. Morfologi Kedelai

Menurut Pitojo (2003), secara morfologis bagian-bagian tanaman kedelai dapat dideskripsikan sebagai berikut:

1) *Akar dan Bintil Akar*

Akar tanaman kedelai berupa akar tunggang yang membentuk cabang-cabang akar. Akar tumbuh ke arah bawah, sedangkan cabang akar berkembang menyamping (horizontal) tidak jauh dari permukaan tanah. Jika kelembapan tanah

turun, akar akan berkembang lebih ke dalam agar dapat mencapai jarak 40 cm, dengan kedalaman hingga 120 cm. Selain berfungsi sebagai tempat bertumpunya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara, akar tanaman kedelai juga merupakan tempat terbentuknya bintil akar.

Bintil akar ini merupakan organ simbiosis yang mampu melakukan fiksasi nitrogen dari udara, sehingga tanaman mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan nitrogennya dari hasil fiksasi tersebut, yaitu sekitar 74% (Islami dan Utomo, 1995)



Gambar 2.1 Bintil akar tanaman Leguminosa (kacang-kacangan) (Sunardi. 2007)

Sumarno dan Harnoto (1983), menyatakan pada tanah gembur, akar dapat tumbuh sampai kedalaman 150 cm. Pada akar kedelai terdapat bintil-bintil akar, yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium*. Pada tanah yang telah mengandung bakteri *Rhizobium*, bintil akar mulai terbentuk sekitar 15-20 hari setelah tanam. Pada tanah yang belum pernah ditanami tanaman kedelai, bakteri *Rhizobium* tidak terdapat di dalamnya, sehingga bintil akar tidak terbentuk.

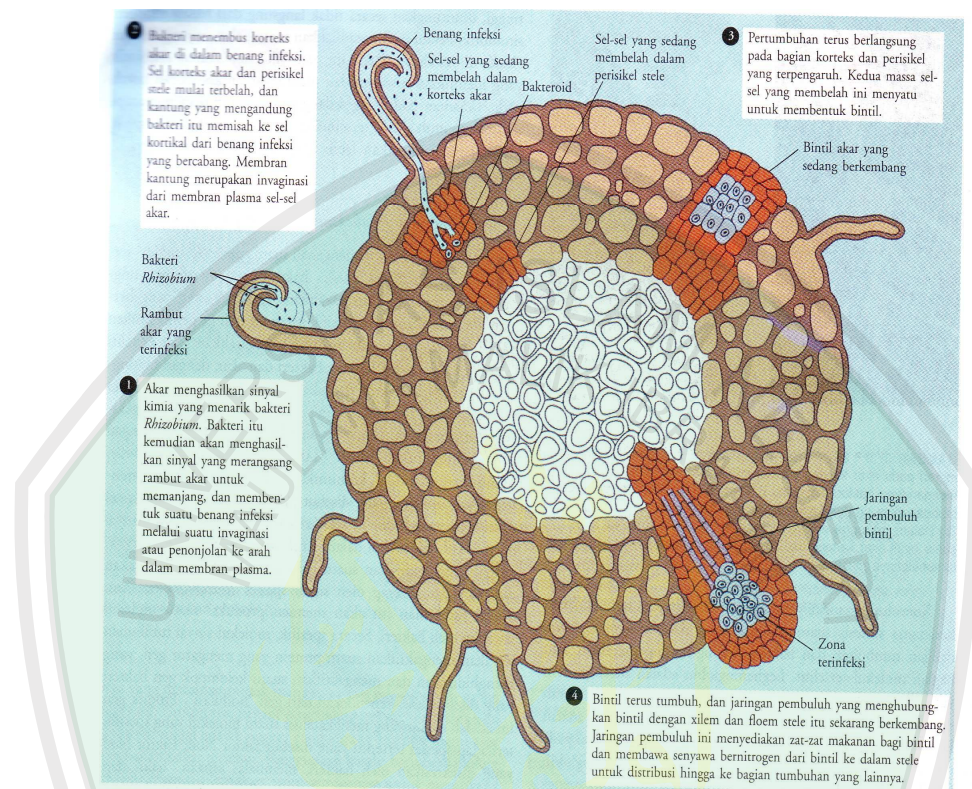
Tabel 2.1. Tahapan Pembentukan Bintil Akar

Umur bintil (hari)	Tahap Nodulasi
0	Rhizobium masuk ke dalam akar rambut atau sel epidermis.
1-2	Benang infeksi mencapai dasar sel epidermis dan memasuki korteks
3-4	Suatu massa kecil sel-sel terinfeksi dalam primodium bintil
5	Pembagian pusat dari sel-sel bakteri dan sel-sel akar (sel inang)
7-9	Bintil mulai tampak
12-18	Pertumbuhan lanjut dari jaringan bintil, jaringan bakteroid berwarna merah muda, dan mulai terjadi fiksasi nitrogen.
23	Sebagian besar pembagian sel dari bakteri dan sel inang berhenti, tetapi pembesaran bintil tetap berlanjut karena pembesaran sel. Periode aktif fiksasi nitrogen.
28-37	Bintil mencapai besar maksimum, fiksasi nitrogen berlanjut sampai awal pelapukan bintil.
50-60	Pelapukan bintil.

(Somaatmadja, 1985)

Islami dan Utomo (1995). dalam bukunya menyatakan bahwa bentuk bintil akar pada masing-masing spesies berbeda. Pada tanaman kedelai dan kacang tanah mempunyai meristem yang tidak bercabang sehingga menghasilkan bintil akar yang gepeng dan bulat dengan daya hidup yang pendek. Bintil akar yang ukurannya lebih kecil dari normal umumnya disebabkan karena bintil akar tersebut terinfeksi oleh bakteri yang tidak efektif. Bintil akar yang tidak efektif dapat dilihat disamping dari bentuknya, juga dari warnanya yang lebih muda. Hal ini disebabkan karena kurangnya kandungan "legemoglobin" (leguminosae ghemoglobin). Sedangkan bintil-bintil yang berukuran besar merupakan bintil

akar yang efektif yang ditandai dengan jaringan bintil akar bagian tengah setelah dibelah berwarna merah, karena mengandung legemoglobin dan letak bintil.



Gambar 2.2 Proses Pembentukan Bintil Akar (Campbell, et.al, 2003)

Bintil akar sebagai organ simbiosis dalam fiksasi N, dan merupakan faktor yang mempengaruhi makrosimbion dan interaksi mikrosimbion dengan makrosimbion. Tanpa hubungan simbiosis makrosimbiosis (tanaman leguminosa) pada umumnya akan memenuhi kebutuhan nitrogen dari tanah (Somaatmadja,1985).

2) Batang

Tanaman kedelai berbatang pendek (30-100 cm), memiliki 3-6 percabangan, dan berbentuk tanaman perdu. Batang kedelai berasal dari poros

janin. Bagian terpenting dari poros janin ialah hipokotil dan bakal akar, yang merupakan sebagian dari poros hipokotil akar. Bagian atas dari poros janin berakhir dengan epikotil yang amat pendek. Pada proses perkecambahan kedelai, hipokotil merupakan bagian batang kecambah, mulai dari pangkal akar sampai kotiledon. Bagian batang kecambah diatas kotiledon disebut epikotil (Somaatmadja, 1985).

Menurut tipe pertumbuhannya, tanaman kedelai dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu determinate, indeterminate, dan semi determinate. Pertanaman determinate memiliki karakteristik tinggi tanaman pendek sampai sedang, ujung batang hampir sama besar dengan batang bagian tengah, daun teratas sama besar dengan daun batang tengah, dan berbunga serentak. Pertanaman indeterminate memiliki karakteristik tinggi tanaman sedang sampai tinggi, ujung batang lebih kecil dari bagian tengah, agak melilit dan beruas panjang, daun teratas lebih kecil dari daun batang tengah, dan pembungaan terjadi secara bertahap mulai dari bagian pangkal ke bagian atas. Tipe semideterminate memiliki karakteristik antara indeterminate dan determinate (Pitojo, 2003).

Tabel 2.2. Perbedaan antara determinate dan indeterminate pada tanaman kedelai.

	Tipe Determinate	Tipe Indeterminate
Ujung batang	Hampir sama besar dengan batang bagian tengah	Lebih kecil dari pada batang tengah, agak melilit, ruas panjang.
Pembungaan	Serempak	Berangsur, dari bagian pangkal ke bagian batang atas.
Pertumbuhan Vegetatif	Berhenti setelah berbunga	Berlanjut setelah berbunga.
Tinggi Batang	Pendek-sedang	Sedang-tinggi
Daun Teratas	Sama besar dengan daun batang tengah	Lebih kecil dari pada daun batang tengah.
Contoh Varietas	Galunggung	

(Sumarno dan Harnoto, 1983).

3) *Daun*

Pada buku pertama tanaman kedelai yang tumbuh dari biji terbentuk sepasang daun tunggal. Selanjutnya, pada semua node di atasnya terbentuk satu daun bertiga. Daun tunggal memiliki tangkai pendek dan daun bertiga mempunyai tangkai agak panjang. Masing-masing daun berbentuk oval, tipis dan berwarna hijau. Tunas atau bunga akan muncul pada ketiak daun. Setelah tua, daun menguning dan gugur, mulai dari daun yang menempel di bagian bawah batang (Pitojo, 2003).

4) *Bunga*

Menurut Suprpto (1985), bunga kedelai termasuk bunga sempurna, artinya dalam setiap bunga terdapat alat jantan dan alat betina. Penyerbukan

terjadi pada saat mahkota bunga menutup, sehingga kemungkinan terjadinya kawin silang secara alami amat kecil. Bunga terletak pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih. Tidak semua bunga dapat menjadi polong walaupun telah terjadi penyerbukan secara sempurna.

Usia kedelai sampai berbunga bervariasi, tergantung varietasnya. Varietas umumnya dapat dipanen pada umur 80-90 hari. Pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh penyinaran dan suhu. Kedelai termasuk tanaman berumur pendek, yang berarti tanaman tidak akan berbunga, bila lama penyinaran melebihi batas kritis, yakni 15 jam.

5) **Buah**

Buah kedelai berbentuk polong, setiap buah berisi 1-4 biji. Rata-rata berisi dua biji. Polong kedelai mempunyai bulu, berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Polong yang sudah masak berwarna lebih tua, warna hijau berubah menjadi kehitaman, keputihan atau kecoklatan. Bila polong telah kuning mudah pecah biji-bijinya melenting keluar (Suprpto, 1985).

6) **Biji**

Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Embrio terletak diantara keping biji. Warna kulit biji bermacam-macam, ada yang kuning, hitam, hijau atau coklat. Pesar biji atau hilum, adalah jaringan bekas biji kedelai yang menempel pada dinding buah. Bentuk biji kedelai pada umumnya bulat lonjong, ada yang bundar atau bulat agak pipih. Besar biji bervariasi, tergantung varietas (Suprpto, 1985).

Berdasarkan pernyataan Pitojo (2003) bahwa biji kedelai biasanya diukur atas dasar bobot setiap 100 biji kering. Bobot 100 biji kedelai ukuran kecil berkisar antara 6-10 g, sedangkan yang berukuran sedang antara 11-12 g dan yang berukuran besar dari 13 g.

2.1.3. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Syarat tumbuh bagi tanaman meliputi kedalaman iklim dan keadaan tanah. Pitojo (2003) menyatakan bahwa kedelai dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah tropis, pada kisaran suhu antara 20°C-35°C. Tanaman ini juga tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki ketinggian tempat 0-900 m dpl. dan juga memerlukan intensitas cahaya penuh yaitu di daerah yang terkena sinar matahari selama 12 jam.

Tanaman kedelai dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah, asalkan drainasi tanah cukup baik dan air tersedia cukup selama pertumbuhan. Pada jenis tanah aluvial, regosol, grumosol, latosol atau andosol, kedelai dapat tumbuh dengan baik. Untuk pertumbuhan optimal kedelai, tanah perlu mengandung cukup unsur hara, bertekstur gembur, bebas dari gulma. Tingkat keasaman tanah (pH) yang diperlukan tanaman kedelai tumbuh baik adalah 6,0-6,8. Tanah berpasir juga dapat ditanami kedelai, asal air dan hara tanaman untuk pertumbuhannya cukup. (Sumarno dan Harnoto, 1983).

2.1.4. Stadia Pertumbuhan Tanaman Kedelai

1. Stadium Pertumbuhan Vegetatif (V)

Stadium pertumbuhan vegetatif dapat dibedakan beberapa stadium, seperti yang disajikan dalam tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4. Uraian Stadium Vegetatif

Singkatan Stadium	Tingkatan Stadium	Uraian
V _E	Stadium pemunculan	Kotiledon muncul dari dalam tanah.
V _C	Stadium kotiledon	Daun unifoliolat berkembang, tepi daun tidak menyentuh.
V ₁	Stadium buku pertama	Daun terurai penuh pada buku unifoliolat
V ₂	Stadium kedua	Daun bertiga yang terurai penuh pada buku di atas buku unifoliolat.
V ₃	Stadium buku ketiga	Tiga buah buku pada batang utama dengan daun terurai penuh, terhitung mulai buku unifoliolat.
V _n	Stadium buku n	n buah buku pada batang utama dengan daun terurai penuh, terhitung mulai buku unifoliolat.

(Somaatmadja, 1985)

2. Stadium Pertumbuhan Reproduksi (R)

Stadium reproduktif dinyatakan sejak waktu berbunga, hingga perkembangan polong, perkembangan biji, dan saat matang. Pada stadium ini juga dapat dibedakan dalam tabel 2.5.

Tabel 2.5. Uraian Stadium Reproduksi

Singkatan Stadium	Tingkatan Stadium	Uraian
R ₁	Mulai berbunga	Bunga pada salah satu buku batang utama membuka pertama kali.
R ₂	Bunga penuh	Terbentuknya bunga yang terletak pada salah satu dari dua buku teratas pada batang utama, dengan daun terbuka penuh.
R ₃	Mulai berpolong	Terbentuknya polong sepanjang 5 mm pada salah satu dari empat buku teratas pada batang utama, dengan daun terbuka penuh.
R ₄	Berpolong penuh	Adanya polong sepanjang 2 cm pada salah satu dari empat buku teratas pada batang utama.
R ₅	Mulai berbiji	Telah terbentuknya biji sebesar 3 mm dalam polong pada salah satu buku teratas, dengan daun terbuka penuh.
R ₆	Berbiji penuh	Terisinya rongga polong dengan satu biji yang berwarna hijau, pada salah satu dari empat buku batang utama teratas, dengan daun terbuka penuh.
R ₇	Mulai matang	Timbulnya warna matang pada satu polong pada batang utama.
R ₈	Matang penuh	Pada saat 95% polong telah berubah warna menjadi polong matang.

(Pitojo, 2003).

2.1.5. Varietas Sinabung

Kedelai varietas sinabung dilepas tanggal 22 Oktober 2001 oleh Adie, dkk. berasal dari silang ganda 16 tetua. Ciri-ciri morfologi varietas ini adalah warna hipokotil ungu, warna epikotil hijau, warna bulu coklat, warna bunga ungu, warna

kulit biji kuning, warna polong masak coklat, warna hilum coklat. Biji berbentuk lonjong, berukuran sedang, tipe tumbuh determinit, tinggi tanaman 66 cm.

Varietas sinabung ini mulai berbunga 35 hari dan dapat dipanen umur 88 hari. Bobot per 100 biji varietas ini mencapai 10,68 gram, memiliki kandungan protein 46,0% dan kandungan lemak 13,0%. Keunggulan dari varietas ini adalah tahan rebah, agak tahan penyakit (karat daun), polong tidak muda pecah. Dapat beradaptasi di sawah dan lahan (Suhartina, 2005).

2.2. Rhizobium

2.2.1. Rhizobium dan Perkembangannya

Segala sesuatu baik yang besar maupun yang kecil, yang tinggi maupun yang rendah telah diciptakan oleh Allah Swt. Tanpa sia-sia atau memiliki hikmah dan manfaat masing-masing. Sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al-Baqoroh ayat 26, sebagai berikut :

..... ﴿فَوْقَهَا فَمَا بَعُوضَةٌ مَّا مَثَلًا يَضْرِبُ أَنْ يَسْتَحْيَ لَا إِلَهَ إِلَّا ۗ﴾

” Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu”.

Makna *فما فوقها* dalam kitab tafsir Al-Qurtubi, yaitu Allah juga mengetahui adalah yang ada di bawahnya. Maksudnya yang lebih kecil lagi. Seperti pada bakteri *Rhizobium* termasuk dalam famili: *Rhizobiaceae*, Genus: *Rhizobium*. Dalam Genus *Rhizobium* dikenal dengan beberapa spesies, yaitu *Rhizobium leguminosarum*, *R.phaseoli*, *R.trifolii*, *R.meliloti*, *R.lupini* dan *R.japanicum* (Islami dan Utomo, 1995).

Bakteri *Rhizobium* adalah bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman leguminosa, sehingga mampu memfiksasi nitrogen langsung dari udara. Alexander, (1977) dalam Rakhman, (1986). menyatakan *Rhizobium* juga merupakan mikroba penghuni tanah yang tidak berbentuk spora, bersifat aerobik, heterotrop dan tumbuh baik pada temperatur 25° sampai 30°C , dengan derajat kemasaman antara 6,0 dan 7,0. Sedangkan temperatur optimum untuk infeksi *Rhizobium* adalah sekitar 20°C sampai 30°C , pada temperatur kurang dari 10°C tidak dapat terjadi infeksi bakteri tersebut (Rao, 1977).



Gambar 2.3 Bintil akar mengandung *Rhizobium*
(Anonimous, 2007)

Kehidupan bakteri *Rhizobium* sangat tergantung pada kondisi lingkungan tanah terutama suhu, pH, unsur-unsur dan senyawa tertentu. Pada tanah yang sering ditanami tanaman legum, lingkungan tanah tersebut banyak mengandung bakteri *Rhizobium* (Islami dan Utomo, 1995).

Hidayat, dkk. (1991), menyatakan perkembangan *Rhizobium* dengan perkembangan tanaman berpengaruh dengan penanaman pada tanah tingkat kesuburan rendah (miskin hara P, serta pH tanah yang sangat rendah). pH tanah

rendah umumnya bersamaan dengan kekurangan Ca, P dan Mo serta kecenderungan tampilnya keracunan oleh Al dan Mn.

Pertumbuhan bakteri Rhizobium menghendaki kisaran pH optimal sedikit di bawah netral hingga sedikit alkali. Pada pH tanah 5,0 beberapa strain Rhizobium masih dapat hidup. Kisaran pH yang sangat rendah akan mempengaruhi perkembangan Rhizobium dan bahkan akan menghambat proses infeksi bakteri tersebut. Pada keadaan masam maka agar efektif perlakuan inokulasi Rhizobium hendaknya diikuti dengan pemberian kapur pertanian atau CaCO_3 untuk menaikkan pH tanah, mengurangi kelarutan Al dan menaikkan Mo (Islami dan Utomo, 1995).

2.2.2. Simbiosis Antara Rhizobium dan Tanaman Kedelai

Rhizobium adalah bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman leguminosa, sehingga mampu memfiksasi nitrogen langsung dari udara. Simbiosis merupakan hubungan hidup yang saling menguntungkan, misalnya pada bakteri Rhizobium. Bakteri Rhizobium mengikat nitrogen dari udara yang kemudian dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, Rhizobium juga memerlukan makanan yang berasal dari tanaman kedelai untuk pertumbuhannya (Harnoto dan Sumarno, 1983).

Menurut Jumin (1986) dalam Lailina (2007), Fiksasi atau penambatan nitrogen dapat diartikan sebagai proses reduksi N_2 menjadi NH_4^+ . Proses fiksasi nitrogen pada tanaman yang bersimbiosis dengan Rhizobium terjadi dalam dua tahap. Tahap pertama, pembentukan bintil akar (nodulasi). Yang kedua adalah leghemoglobin dan nitrogenase akan mengikat nitrogen akan mengikat nitrogen

bebas (N_2) di zona perakaran. Nitrogen yang telah diikat, diionisasi ke dalam bintil akar. Penyediaan energi untuk pengikatan nitrogen dari udara zona perakaran diperoleh dengan mentranslokasikan asimilat ke perakaran. Asimilat yang berupa karbohidrat dioksidasi di daerah akar. Energi diperoleh setelah oksidasi berlangsung dan menghasilkan elektron bebas. Nitrogen yang terionisasi berfungsi sebagai aseptor, yang menerima elektron bebas hasil oksidasi tereduksi menjadi NH_3 (amonia). Secara ringkas reaksi pengikatan nitrogen adalah sebagai berikut :



(Salisbury dan Cleon, 1995)

Simbiosis Rhizobium dengan tanaman legum pada daerah tropik berkisar antara 35° - 40° C. Pemanasan selama lima menit pada suhu 60° - 62° C dapat mematikan Rhizobium (Islami dan Utomo, 1995). Simbiosis antara rhizobium dengan akar legum adalah spesifik spesies yang merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki oleh kedelai.

Menurut Somaatmadja (1985), tanah yang sering ditanami kedelai dengan baik, artinya bintil-bintil akarnya efektif, mengandung populasi Rhizobium yang tinggi. Populasi yang tertinggi terdapat setelah masa panen. Dalam kehidupan bebas, Rhizobium memenuhi kebutuhannya dari bahan organik dan anorganik tanah. Faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, pH, unsur-unsur dan senyawa kimia tertentu pada umumnya mempengaruhi Rhizobium.

Kisaran pH optimal untuk Rhizobium adalah sedikit dibawah netral hingga agak alkali. Pada pH tanah 5,0 beberapa strain Rhizobium masih dapat hidup.

Pada pH yang rendah masalah yang berhubungan dengan pembintilan akar merupakan masalah rumit, karena ada tiga masalah yang saling berkaitan yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Faktor-faktor dalam tanah yang mempengaruhi pH yang langsung berpengaruh pada strain *Rhizobium* sebagai mikrosimbion.
- b. Faktor-faktor dalam tanah yang mempengaruhi pH yang langsung berpengaruh pada tanaman sebagai makrosimbion.
- c. Faktor-faktor dalam tanah yang dipengaruhi pH yang mempengaruhi proses infeksi *Rhizobium* pada akar tanaman dan interaksi antara *Rhizobium* dengan tanaman dalam pembentukan bintil akar.

2.2.3. Isolat *Rhizobium*

Isolat *Rhizobium* merupakan hasil dari isolasi Balitkabi. Isolat *Rhizobium* dilakukan dengan menguji beberapa isolat *Rhizobium* yang sebelumnya ditumbuhkan pada slant culture (media miring) kemudian diinokulasikan pada media YEM (Yeast Extract Mannithol) cair pH 4 dengan konsentrasi 200 ppm Fe selama delapan hari pada orbital shaker suhu kamar, sehingga diperoleh isolat *Rhizobium*. Misalnya : ILeTRIs soy 92, ILeTRIs soy 176, ILeTRIs soy 182, ILeTRIs soy 196, ILeTRIs soy 95, ILeTRIs soy 184, ILeTRIs soy 193, ILeTRIs soy 208.

2.2.4. Inokulasi *Rhizobium*

Kurangnya bintil akar pada kedelai dan leguminosa lain yang dijumpai dalam praktek inokulasi yaitu akibat ketidak serasian inokulum (bakteri *Rhizobium*) dengan tanaman. Upaya untuk menjamin tanaman kedelai agar tumbuh dengan baik yaitu dengan inokulasi *Rhizobium* yang serasi.

Inokulasi dengan Rhizobium merupakan upaya yang bertujuan untuk menyediakan strain Rhizobium yang paling serasi pada penanaman sesuatu jenis leguminosa. Kehadiran strain Rhizobium yang serasi merupakan syarat utama untuk menjamin terbentuknya bintil akar yang efektif. Hal ini akan tercapai jika faktor-faktor dalam tanah dan lingkungan turut mendukung (Somaatmadja, 1985).

Inokulasi bakteri Rhizobium pada penanaman kedelai akan diperoleh beberapa keuntungan sebagai berikut :

1. Tanaman kedelai hasil inokulasi akan tumbuh subur sehingga produksi yang dihasilkan akan meningkat.
2. Kualitas biji kedelai yang dihasilkan menjadi lebih baik karena kandungan proteinnya lebih tinggi.
3. Mengurangi jumlah biaya karena pemberian pupuk nitrogen akan berkurang.
4. Tidak membahayakan lingkungan karena bakteri Rhizobium tidak bersifat sebagai racun.
5. Untuk meningkatkan penambatan N dari udara sehingga mengurangi penggunaan pupuk N anorganik (Hidayat, dkk. 1991).

Somaatmadja (1985), menyatakan bahwa inokulasi dengan Rhizobium pada umumnya digunakan untuk :

- Penanaman suatu jenis leguminosa (kedelai) di tanah yang belum mengandung populasi Rhizobium yang serasi atau di tanah yang baru untuk pertama kali ditanami tanaman tersebut.

- Penanaman suatu jenis (varietas) leguminosa (kedelai) baru di suatu daerah. Sebagai inokulan digunakan strain-strain *Rhizobium* yang paling serasi untuk jenis tanaman tersebut.
- Penanaman suatu jenis leguminosa pada tanah yang mengandung faktor-faktor yang mengganggu perkembangan *Rhizobium* dan bintil akar. Dalam hal ini, inokulasi merupakan upaya yang khusus, yaitu berupa kombinasi yang terdiri dari pemberian inokulum *Rhizobium* dan penambahan bahan-bahan yang berpengaruh positif terhadap perkembangan *Rhizobium* dalam rhizosfer.

2.2.5. Kompatibilitas Bakteri *Rhizobium* dengan Tanaman Kedelai

Bintil akar merupakan organ simbiosis yang melakukan fiksasi N dari udara, sehingga tanaman mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan nitrogen dari hasil fiksasi N_2 . Simbiosis antara strain-strain *rhizobium* dengan tanaman leguminosa terdapat perbedaan dalam kompatibilitas/ keserasiannya. Keserasian juga terjadi dalam hubungan simbiosis antara strain *rhizobium* dengan varietas-varietas tanaman leguminosa. Hubungan yang serasi menghasilkan bintil akar yang sangat efektif dalam fiksasi N_2 . Bintil akar yang efektif pada tanaman kedelai dan leguminosa lainnya dapat merupakan gejala alami, jika di dalam tanah tempat tumbuh tanaman tersebut terdapat populasi *rhizobium* yang serasi (Yutono, 1985).

Keserasian hubungan antara strain *rhizobium* dan varietas kedelai yang berbintil akar menentukan keefektifan fiksasi N_2 untuk menghasilkan fiksasi N_2 yang maksimal, bintil akar yang efektif memerlukan dukungan faktor-faktor tertentu dalam tanah yang mendukung pertumbuhan tanamannya. Setiap varietas

leguminosa berbeda kemampuannya untuk menyerap unsur hara dari dalam tanah. Unsur-unsur hara penting dalam tanah mungkin telah ada pada tingkat optimal untuk suatu varietas, tetapi mungkin berlebihan atau kurang optimal untuk varietas lainnya. Hal ini tentu akan mempengaruhi produktivitas tanaman dan efisiensi tanaman. Pada pH yang sangat rendah, kadar Al dan Mn cenderung tinggi, Ca dan Mo sangat rendah, serapan Al dan Mn oleh tanaman meningkat sedangkan serapan Ca dan P terhambat. Hal ini akan menghambat pertumbuhan tanaman dan fiksasi N₂ (Somaatmadja, 1985).

2.4. Deskripsi Tanah Ultisol

Purbayanti dkk (1988), menyatakan bahwa ultisol berasal dari kata bahasa latin "ultimus" yang berarti terakhir atau pada kasus-kasus Ultisol, tanah yang mengalami pelapukan terbanyak dan hal tersebut memperlihatkan pengaruh pencucian paling akhir. Ultisol mempunyai horison argilik, dengan kejenuhan basa rendah dapat menjadi lebih rendah dari 35% pada horison tanah yang lebih rendah.

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.* 2004 dalam Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tanah ultisol juga merupakan tanah yang telah mengalami penghancuran dan pencucian. Tanah ini mempunyai sifat permeabilitas yang rendah, kejenuhan basa dan pH juga rendah. Pada lapisan bahan induk sering ditemukan bercak berwarna kuning kemerahan dan pucat.

Morfologi dalam garis besar dan pembagiannya sama dengan alfisol. Diperoleh bukti yang nyata bahwa ultisol dapat menjadi alfisol sebelum tanah tersebut cukup terlapuk untuk menjadi ultisol. Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Hal ini karena kesuburan tanah Ultisol sering kali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas. Bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Di lahan kering masam Ultisol dengan pH tanah dibawah 5,5 hara P, K, Ca, Mg, banyak terfiksasi atau tidak tersedia bagi tanaman, sedangkan kadar ion Fe dan Al sangat tinggi atau berlebihan. Kadar ion Fe dan Al dalam tanah yang sangat tinggi dapat meracuni tanaman dan ion Fe yang terlalu banyak diserap tanaman dapat menghambat serapan hara-hara yang lain (Brady, 1992 dalam Ispandi dan Munib, 2005).

Adanya kandungan Fe (besi) dan Al (Aluminium) yang tinggi pada lapisan bawah tanah masam akan dapat meracuni tanaman. Tanda-tanda morfologi akar tanaman yang mengalami keracunan Al (Aluminium) adalah sebagai berikut :

1. Membesarnya akar, sehingga garis tengahnya menjadi lebih besar dari biasanya.
2. Akar menjadi lebih pendek dan kaku.
3. Akar mudah patah.
4. Membengkaknya ujung-ujung akar.
5. Akar tanaman tidak dapat berfungsi dengan sempurna dalam menyerap air dan unsur hara (Anonimous, 2004).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Percobaan ini dilakukan dengan RAK (Rancangan Acak Kelompok), dengan 35 perlakuan dan 3 ulangan.

Adapun perlakuan-perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel 3.1.1

Tabel 3.1.1 Perlakuan Multi Isolat

No	Perlakuan Multi Isolat	ILeTRIs soy
1	4 Isolat	92+176+182+196
2	3 Isolat	92+176+182
3	3 Isolat	92+176+196
4	3 Isolat	92+182+196
5	3 Isolat	176+182+196
6	2 Isolat	92+176
7	2 Isolat	92+182
8	2 Isolat	92+196
9	2 Isolat	176+182
10	2 Isolat	176+196
11	2 Isolat	182+196
12	1 Isolat	92
13	1 Isolat	176
14	1 Isolat	182
15	1 Isolat	196
16	4 Isolat	95+184+193+208
17	3 Isolat	95+184+193
18	3 Isolat	95+184+208
19	3 Isolat	95+193+208
20	3 Isolat	184+193+208
21	2 Isolat	95+184
22	2 Isolat	95+193
23	2 Isolat	95+208
24	2 Isolat	184+193
25	2 Isolat	184+208
26	2 Isolat	193+208
27	1 Isolat	95
28	1 Isolat	184
29	1 Isolat	193
30	1 Isolat	208
31	Tanpa Inokulasi	
32	Inokulasi Nodulin ⁺	
33	+100 kg Urea/ha	

Keterangan :

- ILeTRISoy 92 : Tanggamus, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, Al, dan Mn
- ILeTRISoy 176 : Tanggamus, tanah ultisol Jasinga, Toleran pH4 dan Mn, sensitif Al
- ILeTRISoy 182 : Sibayak, tanah ultisol Lampung, toleran pH4, Al dan Mn
- ILeTRISoy 196 : Sibayak, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, sensitif Al dan Mn
- ILeTRISoy 95 : Tanggamus, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, Al, dan Mn
- ILeTRISoy 184 : Sibayak, tanah ultisol Lampung, toleran pH4, Al dan Mn
- ILeTRISoy 193 : Nanti, tanah ultisol Lampung, toleran pH4, Al dan Mn
- ILeTRISoy 208 : Nanti, tanah ultisol Jasinga, toleran pH4, Al dan Mn

Tanggamus, Sibayak, dan Nanti menunjukkan varietas yang diambil sebelumnya.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dan rumah kaca balai penelitian tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian (BALITKABI) Kendal payak, Pakisaji, kabupaten Malang. Pada bulan Juni sampai Agustus.

3.3. Variable Penelitian

Variabel-variabel dalam penelitian ini meliputi:

1) Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah Multi Isolat Rhizobium toleran masam yang merupakan hasil isolasi oleh Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI) Kendal payak.

2) Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini merupakan variabel yang dapat diamati dan dapat diukur yaitu nodulasi, pertumbuhan tanaman (variabel penunjang) dan kadar N tanaman.

3) Variabel Terkendali

Variabel terkendali meliputi variabel yang diusahakan sama untuk setiap perlakuan, meliputi jenis tanah, pemeliharaan tanaman yang meliputi penyiraman, penyemprotan insektisida, dan pemberian pupuk.

3.4. Obyek Penelitian

Obyek penelitian dalam penelitian ini adalah :

1. Kedelai yang digunakan dalam penelitian adalah kedelai varietas sinabung.
2. Isolat Rhizobium yang digunakan adalah isolat ILeTRIs soy 92, ILeTRIs soy 176, ILeTRIs soy 182, ILeTRIs soy 196, ILeTRIs soy 95, ILeTRIs soy 184, ILeTRIs soy 193, ILeTRIs soy 208.
3. Perlakuan Multi isolat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah: kelompok pertama: (ILeTRIs soy 92+176+182+196, 92+176+182, 92+176+196, 92+182+196, 176+182+196, 92+176, 92+182, 92+196, 176+182, 176+196, 182+196, 182+196, 92, 176, 182). Sedangkan kelompok yang ke dua (ILeTRIs soy 95+184+193+208, 95+184+193, 95+184+208, 95+193+208, 184+193+208, 95+184, 95+193, 95+208, 184+193, 184+208, 193+208, 95, 184, 193, 208).
4. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah ultisol lampung dan pasir steril.

3.5. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Gelas ukur, beker glass, pipet ukur, timbangan ohaus, lampu bunsen, tabung reaksi,

magnetic stirer, orbital seker, autoklave/sterilizer, tas polyethylene (polybag), laminar flow, penggaris, gunting, erlenmeyer, oven, plastik transparan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Aquades, alkohol, spirtus, bayclin, kedelai varietas sinabung, tanah ultisol lampung, pasir steril, Isolat Rhizobium (ILeTRIs soy 92, ILeTRIs soy 176, ILeTRIs soy 182, ILeTRIs soy 196, ILeTRIs soy 95, ILeTRIs soy 184, ILeTRIs soy 193, ILeTRIs soy 208), kapas, CaOH₂, SP36, KCl. Media YEM (Mannitol, Yeast extract, K₂HPO₄, MgSO₄.7H₂O, dan NaCl), tisu, nodulin plus, urea. Larutan hara (MgSO₄.7H₂O, KH₂PO₄, K₂SO₄, CaCl₂.2H₂O, FeEDTA, H₃BO₃, MnCl₂.4H₂O, CuSO₄.5H₂O, ZnSO₄.7H₂O),

3.6. Prosedur Kerja

Prosedur dalam penelitian meliputi beberapa tahap antara lain: pemupukan, persiapan alat dan bahan, penanaman isolat pada media YEM, penanaman benih kedelai, pemeliharaan tanaman, inokulasi multi isolat Rhizobium, pemanenan, pengambilan data dan analisis data.

3.6.1. Persiapan alat dan Bahan

a) Membuat Media Isolasi

Media yang digunakan untuk isolasi adalah YEM (*Yeast Extract Mannitol*) cair. Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan media YEM cair ini adalah Mannitol, Yeast extract, K₂HPO₄, MgSO₄.7H₂O, dan NaCl. Bahan-bahan tersebut selanjutnya dicampur dengan aquades.

b) Sterilisasi Alat dan Bahan

Media isolasi yang sudah dibuat dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan pasir dicuci sampai bersih setelah itu dimasukkan ke dalam plastik. Kemudian disterilkan dengan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C .

c) Persiapan Bahan Penyiraman

Bahan yang digunakan dalam penyiraman adalah air steril dan larutan hara. Pembuatan air steril dengan cara air dididihkan terlebih dahulu. Larutan hara hara menggunakan bahan-bahan sebagai berikut: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , K_2SO_4 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, FeEDTA , H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

d) Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam pada penelitian ini menggunakan tanah ultisol lampung dan pasir steril sebanyak 6 gram pada masing-masing 35 polybag.

3.6.2. Pemupukan

Untuk masing-masing perlakuan dan kontrol diberi pupuk $(\text{Ca}(\text{OH})_2, 1,5 \text{ t/ha}) + 100 \text{ kg SP36/ha} + 100 \text{ kg KCl/ha}$ dan dicampur sampai merata, kemudian di siram dengan air steril.

3.6.3. Penanaman Isolat

Delapan isolat Rhizobium yang telah terpilih sebagai multi isolat, kemudian di tanam pada media YEM (*Yeast Extract Mannitol*) cair. Masing-masing di tanam empat kali.

3.6.4. Penanaman Benih Kedelai

Benih yang sudah dipilih disterilkan dengan cara merendam benih dalam larutan bayclin 20% selama 10 menit dan setiap 2 menit sekali dikocok. Setelah itu benih dibilas 6 kali dengan menggunakan aquades steril. Setelah itu benih ditanam pada media pasir steril. Setelah 5 hari setelah tanam, kecambah kedelai dipindahkan (transplanting) pada masing-masing polybag yaitu tanah ultiso dan pasir steril.

3.6.5. Inokulasi Multi Isolat Rhizobium

Masing-masing isolat yang telah terpilih sebagai proses multi isolat di inokulasikan pada saat transplanting (pemindahan kecambah kedelai pada polybag).

3.6.6. Pemeliharaan Tanaman

Tanaman setiap hari disiram dengan air steril sedangkan pada media pasir steril dua hari sekali disiram dengan menggunakan larutan hara yang berfungsi untuk memenuhi kondisi optimum pertumbuhan tanaman kedelai. Jika pada tanaman terlihat tanda-tanda terserang hama, maka tanaman tersebut disemprot dengan insektisida.

3.6.7. Pemanenan

Tanaman dipanen pada umur 35 hari karena terbentuknya bintil akar mulai umur 2 minggu sampai 3 minggu. Dengan cara dipisahkan antara batang dan akar. Kemudian akar dibersihkan dan bintil akar dipisahkan dari akar.

3.6.8. Pengumpulan Data

Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur sekali seminggu mulai umur 7 hst sampai 35 hst sebelum dipanen. Pengukuran tersebut dilakukan dengan cara tinggi tanaman diukur diatas permukaan tanah sampai dengan pucuk daun dengan menggunakan penggaris.

2. Kadar Klorofil Daun

Pengamatan kadar klorofil dilakukan sekali seminggu mulai umur 7 hst sampai 35 hst sebelum dipanen. Pengukuran dengan menggunakan clorophil mete

3. Berat Kering Tanaman

Setelah panen tanaman dioven terlebih dahulu selama 3-4 hari pada suhu 70°C, kemudian ditimbang berat kering tanamannya.

4. Berat Kering Akar

Pada saat panen, akar dipisahkan dengan organ tanaman lain dengan cara dipotong dari leher akar. Kemudian akar dioven selama selama 3-4 hari pada suhu 70°C setelah itu akan ditimbang berat kering akarnya.

5. Jumlah Bintil Akar

Pada saat panen bintil akar dipisah dari akar dengan cara bintil akar diambil dari akar kemudian dipisahkan antara bintil akar yang efektif dan yang tidak efektif dan masing-masing dihitung jumlahnya.

Untuk pemilihan bintil akar yang efektif dengan cara dibelah. Jika pada tengah bintil akar berwarna merah maka bintil akar tersebut efektif

6. Berat Kering Bintil akar

Bintil akar dipisahkan dari akarnya dan diamati bintil akar efektif tidak efektif. Kemudian bintil akar di oven selama , setelah itu ditimbang berat keringnya.

7. Analisis Kadar N

Analisis kadar N tanaman dengan menggunakan metode Kjeldahl. Organ yang diamati adalah batang dan daun yang sudah dikeringkan dan dihaluskan.

3.6.9. Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian (ANAVA). Dan jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan maka akan dilanjutkan dengan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian efektivitas multi isolat rhizobium pada beberapa parameter tanaman kedelai adalah sebagai berikut :

4.1.1. Tinggi Tanaman

Analisis varian tinggi tanaman daun pada berbagai umur pengamatan disajikan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Pada Berbagai Umur Pengamatan pada tanah ultisol lampung

Umur (hst)	Kuadrat tengah		
	Ulangan	Perlakuan	Galat
7	0.006tn	0.461tn	0.380
15	0.140 tn	9.021**	0.511
21	1.821tn	13.975**	0.903
28	7.900*	19.391**	1.153
35	12.042*	27.095**	2.040

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata * = berbeda nyata dan ** = sangat berbeda nyata pada taraf uji 1% dan 5%

Analisis varian (tabel 4.1) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi pada tanah ultisol umur 15 hst ,21 hst, 28 hst dan 35 hst berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. DMRT dilakukan terhadap tinggi tanaman pada masing-masing umur pengamatan disajikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Sinabung Umur 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 (hst) pada tanah Ultisol Lampung.

Perlakuan	Rerata			
	15 Hst	21 Hst	28 Hst	35 Hst
4 Isolat: 92+176+182+196	9.333 bc	12.233 bcd	15.166 c	18.166 d
3 Isolat: 92+176+182	10.333 cd	12.566 bcd	14.666 bc	16.733 bcd
3 Isolat: 92+176+196	9.766 bc	12.733 cd	15.000 bc	17.900 cd
3 Isolat: 92+182+196	9.266 bc	12.000 bcd	13.500 bc	16.166 bcd
3 Isolat:176+182+196	9.433 bc	11.833 bcd	13.833 bc	16.500 bcd
2 Isolat: 92+176	9.500 bc	11.433 bcd	13.333 bc	16.000 bcd
2 Isolat: 92+182	9.500 bc	11.333 bcd	13.500 bc	15.333 bcd
2 Isolat: 92+196	9.433 bc	11.000 bc	12.833 b	15.333 bcd
2 Isolat: 176+182	9.333 bc	11.400 bcd	14.400 bc	16.733 bcd
2 Isolat: 176+196	9.533 bc	12.000 bcd	13.833 bc	16.500 bcd
2 Isolat: 182+196	9.333 bc	11.733 bcd	13.166 bc	15.166 bc
1 Isolat: 92	9.233 bc	11.866 bcd	13.933 bc	16.666 bcd
1 Isolat: 176	9.233 bc	11.500 bcd	14.833 bc	17.500 bcd
1 Isolat: 182	9.833 bc	12.366 bcd	14.166 bc	16.833 bcd
1 Isolat: 196	9.666 bc	11.766 bcd	13.833 bc	16.000 bcd
4 Isolat: 95+184+193+208	9.666 bc	12.333 bcd	13.666 bc	16.000 bcd
3 Isolat: 95+184+193	10.700 cd	12.666 bcd	14.833 bc	17.333 bcd
3 Isolat: 95+184+208	9.666 bc	12.000 bcd	13.166 bc	14.833 b
3 Isolat: 95+193+208	9.233 bc	11.900 bcd	13.166 bc	15.833 bcd
3 Isolat: 184+193+208	9.733 bc	12.900 cd	14.666 bc	16.500 bcd
2 Isolat: 95+184	8.600 b	10.766 b	13.000 bc	15.833 bcd
2 Isolat: 95+193	9.900 bc	11.733 bcd	14.666 bc	17.166 bcd
2 Isolat: 95+208	9.433 bc	11.833 bcd	13.333 bc	15.500 bcd
2 Isolat: 184+193	8.566 b	11.233 bcd	13.000 bc	15.666 bcd
2 Isolat: 184+208	9.966 bc	12.833 cd	14.833 bc	17.666 bcd
2 Isolat: 193+208	9.933 bc	12.166 bcd	14.333 bc	16.666 bcd
1 Isolat: 95	10.000 bc	12.100 bcd	13.666 bc	16.166 bcd
1 Isolat: 184	9.566 bc	12.000 bcd	14.000 bc	15.833 bcd
1 Isolat: 193	9.900 bc	12.333 bcd	13.500 bc	15.333 bcd
1 Isolat: 208	10.000 bc	11.733 bcd	13.500 bc	16.000 bcd
Tanpa Inokulasi	9.900 bc	12.166 bcd	13.166 bc	15.500 bcd
Inokulasi Nodulin ⁺	10.500 cd	13.066 d	14.500 bc	17.333 bcd
+100 kg Urea/ha	0 a	0 a	0 a	0 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Tabel 4.3 Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Pada Berbagai Umur Pengamatan pada pasir steril

Umur (hst)	Kuadrat tengah		
	Ulangan	Perlakuan	Galat
7	0.323tn	0.459tn	0.295
15	0.934tn	1.347**	0.595
21	3.561tn	3.522**	1.432
28	5.347tn	13.797**	4.358
35	8.526tn	29.633**	11.299

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata dan ** = sangat berbeda nyata

Analisis varian menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi pada pasir steril berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman disajikan pada tabel 4.3. DMRT dilakukan terhadap tinggi tanaman pada masing-masing umur pengamatan pada pasir steril pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Varietas Sinabung Umu 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst pada Pasir Steril.

Perlakuan	Rerata			
	15 Hst	21 Hst	28 Hst	35 Hst
4 Isolat: 92+176+182+196	12.000 fg	16.500 cdef	22.1667 cde	29.333 cd
3 Isolat: 92+176+182	11.466 cdefg	16.333 cdef	21.233 bcde	28.166 cd
3 Isolat: 92+176+196	12.266 g	17.333 f	22.666 cde	29.500 cd
3 Isolat: 92+182+196	11.666 defg	16.833 def	21.833 cde	29.000 cd
3 Isolat:176+182+196	10.766 abcdef	15.933 cdef	21.000 bcd	27.166 cd
2 Isolat: 92+176	11.833 efg	16.400 cdef	21.066 bcd	27.666 cd
2 Isolat: 92+182	10.500 abcde	16.333 cdef	21.000 bcd	27.333 cd
2 Isolat: 92+196	10.933 abcdefg	15.000 abcde	19.500 bcd	26.666 cd
2 Isolat: 176+182	9.833 ab	15.333 abcdef	21.833 cde	28.833 cd
2 Isolat: 176+196	9.933 ab	16.500 cdef	22.166 cde	30.166 cd
2 Isolat: 182+196	10.133 abc	16.333 cdef	22.500 cde	29.833 cd
1 Isolat: 92	10.400 abcde	14.833 abcde	20.733 bcd	28.333 cd
1 Isolat: 176	11.233 bcdefg	16.666 cdef	23.333 cde	29.500 cd
1 Isolat: 182	10.000 abc	15.500 abcdef	21.333 bcde	29.333 cd
1 Isolat: 196	10.866 abcdefg	14.666 abcd	17.666 ab	24.666 bc
4 Isolat: 95+184+193+208	10.466 abcde	15.666 bcdef	21.833 cde	28.833 cd
3 Isolat: 95+184+193	9.566 a	14.500 abc	20.000 bcd	27.166 cd
3 Isolat: 95+184+208	9.900 ab	16.066 cdcef	22.333 cde	29.833 cd
3 Isolat: 95+193+208	10.733 abcdef	15.166 abcdef	21.666 cde	27.833 cd
3 Isolat: 184+193+208	10.833 abcdefg	17.066 ef	23.400 cde	31.500 d
2 Isolat: 95+184	10.233 abcd	17.000 ef	25.166 e	32.666 d
2 Isolat: 95+193	10.500 abcde	15.166 abcdef	21.333 bcde	28.333 cd
2 Isolat: 95+208	10.200 abcd	14.500 abc	20.233 bcd	27.500 cd
2 Isolat: 184+193	10.133 abc	16.333 cdef	23.500 de	31.500 d
2 Isolat: 184+208	10.666 abcdef	16.500 abcdef	22.833 cde	30.666 cd
2 Isolat: 193+208	10.833 abcdefg	15.833 cdef	21.500 bcde	28.000 cd
1 Isolat: 95	10.066 abc	14.833 abcde	20.633 bcd	28.500 cd
1 Isolat: 184	10.566 abcdef	16.333 cdef	21.900 cde	27.166 cd
1 Isolat: 193	9.600 a	13.400 a	19.400 bc	27.000 cd
1 Isolat: 208	10.500 abcde	15.166 abcdef	21.833 cde	26.666 cd
Tanpa Inokulasi	10.833 abcdefg	13.333 a	15.166 a	20.500 ab
Inokulasi Nodulin ⁺	10.000 abc	13.500 ab	15.166 a	20.000 ab
+100 kg Urea/ha	10.500 abcde	15.000 abcde	17.667 ab	17.666 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

4.1.1.2. Klorofil Daun

Pengamatan kadar klorofil daun diamati pada umur 7 hst, 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst. Analisis varian kadar klorofil daun pada tanah ultisol berbagai pengamatan disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Pada Tanah Ultisol

Umur (hst)	Ulangan	Perlakuan	Galat
7	19.164tn	12.345tn	14.244
15	8.850 tn	90.163**	9.193
21	819.379tn	941.718tn	884.885
28	10.084tn	84.022**	4.868
35	28.548tn	93.110**	10.489

Keterangan tn = Tidak berbeda nyata, dan ** = sangat berbeda nyata pada taraf uji 1%

Analisis varian kadar klorofil daun pada pengamatan 7 hst dan 21 hst menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata. Menunjukkan berpengaruh nyata pada umur 15 hst, 28 hst dan 35 hst (tabel 4.5). DMRT dilakukan terhadap kandungan klorofil daun pada masing-masing umur pengamatan disajikan pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Kedelai Varietas Sinabung Umur 7 hst, 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst pada Tanah Ultisol

Perlakuan	Rerata		
	15 Hst	28 Hst	35 Hst
4 Isolat: 92+176+182+196	28.300 bc	28.200 bcd	33.566 c
3 Isolat:92+176+182	31.833 cd	30.333 bcde	23.800 bc
3 Isolat:92+176+196	31.100 cd	29.833 bcde	28.800 bc
3 Isolat: 92+182+196	29.166 bed	29.333 bcde	27.233 bc
3 Isolat:176+182+196	30.533 cd	31.000 bcde	32.166 bc
2 Isolat: 92+176	30.500 cd	28.466 bed	30.200 bc
2 Isolat: 92+182	28.666 bcd	28.866 bcde	27.766 bc
2 Isolat: 92+196	29.033 bcd	28.200 bcd	29.966 bc
2 Isolat: 176+182	27.600 bc	29.066 bcde	29.733 bc
2 Isolat: 176+196	26.300 bc	30.133 bcde	28.966 bc
2 Isolat: 182+196	29.833 bcd	30.666 bcde	26.500 b
1 Isolat: 92	34.633 d	30.566 bcde	30.833 bc
1 Isolat: 176	27.300 bc	28.100 bcd	33.800 c
1 Isolat: 182	31.166 cd	28.900 bcde	29.066 bc
1 Isolat: 196	27.233 bc	28.233 bcd	31.100 bc
4 Isolat: 95+184+193+208	27.700 bc	28.866 bcde	28.966 bc
3 Isolat: 95+184+193	32.266 cd	29.633 bcde	30.066 bc
3 Isolat: 95+184+208	28.200 bcd	29.133 bcde	28.866 bc
3 Isolat: 95+193+208	29.500 bcd	31.233 bcde	31.233 bc
3 Isolat: 184+193+208	31.900 cd	28.000 bcd	31.700 bc
2 Isolat: 95+184	27.033 bc	29.833 bcde	28.433 bc
2 Isolat: 95+193	27.566 bc	30.066 bcde	29.800 bc
2 Isolat: 95+208	31.733 cd	30.633 bcde	26.833 bc
2 Isolat: 184+193	31.900 cd	32.433 de	30.066 bc
2 Isolat: 184+208	32.366 cd	30.266 bcde	29.200 bc
2 Isolat: 193+208	30.133 cd	30.700 bcde	32.166 bc
1 Isolat: 95	31.666 cd	27.600 bc	29.800 bc
1 Isolat: 184	29.833 bcd	29.633 bcde	29.433 bc
1 Isolat: 193	30.000 bcd	28.400 bcd	26.433 b
1 Isolat: 208	26.566 bc	29.533 bcde	30.833 bc
Tanpa Inokulasi	30.533 cd	31.366 cde	29.066 bc
Inokulasi Nodulin ⁺	27.833 bc	30.233 bcde	30.500 bc
+100 kg Urea/ha	0 a	0 a	0 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak nyata

Tabel 4.7 Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Pada Pasir Steril

Umur (hst)	Ulangan	Perlakuan	Galat
7	0.267tn	3.769tn	3.030
15	5.509tn	64.078**	16.759
21	5.950tn	58.391**	5.135
28	8.970tn	42.332**	5.418
35	29.886tn	25.835tn	17.553

Keterangan tn = Tidak berbeda nyata, dan ** = sangat berbeda nyata pada taraf uji 1%

Analisis varian kadar klorofil daun di pasir steril pada pengamatan 7 dan 35 tidak berbeda nyata, sedangkan pada umur 15 hst, 21 hst, dan 28 hst (tabel 4.7)

menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil. DMRT dilakukan terhadap klorofil daun pada masing-masing umur pengamatan disajikan pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Kedelai Varietas Sinabung Umur 7 hst, 15 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst pada Pasir Steril

Perlakuan	Rerata		
	15 Hst	21 Hst	28 Hst
4 Isolat: 92+176+182+196	32.833 gh	26.100 efghi	25.500 b
3 Isolat:92+176+182	34.566 h	27.266 fghi	31.066 defgh
3 Isolat:92+176+196	28.000 efgh	27.500 ghi	28.033 bcdef
3 Isolat: 92+182+196	27.266 defgh	27.433 fghi	30.233 cdefgh
3 Isolat:176+182+196	22.433 abcde	23.633 bcdefg	31.666 efgh
2 Isolat: 92+176	31.900 fgh	23.166 bcdefg	26.600 bcd
2 Isolat: 92+182	25.333 bcdef	27.266 fghi	33.066 h
2 Isolat: 92+196	24.266 abcde	19.733 b	26.366 bc
2 Isolat: 176+182	17.633 ab	26.866 fghi	30.700 cdefgh
2 Isolat: 176+196	23.600 abcde	25.333 cdefghi	33.000 h
2 Isolat: 182+196	18.700 abc	24.166 cdefgh	31.000 defgh
1 Isolat: 92	21.900 abcde	21.566 bc	28.200 bcdefg
1 Isolat: 176	26.333 cdefg	25.100 cdefghi	32.233 fgh
1 Isolat: 182	18.933 abc	28.866 ij	30.633 cdefgh
1 Isolat: 196	23.200 abcde	12.800 a	27.100 bcde
4 Isolat: 95+184+193+208	22.366 abcde	25.233 cdefghi	31.366 efgh
3 Isolat: 95+184+193	20.400 abcde	25.133 cdefghi	30.433 cdefgh
3 Isolat: 95+184+208	20.333 abcde	26.033 defghi	31.800 fgh
3 Isolat: 95+193+208	19.033 abc	21.400 bc	28.300 bcdefg
3 Isolat: 184+193+208	22.666 abcde	25.433 cdefghi	28.566 bcdefgh
2 Isolat: 95+184	21.266 abcde	28.000 hi	32.766 gh
2 Isolat: 95+193	19.633 abcd	23.166 bcdefg	31.000 defgh
2 Isolat: 95+208	20.833 abcde	21.833 bcde	30.266 cdefgh
2 Isolat: 184+193	21.466 abcde	25.700 cdefghi	31.200 efgh
2 Isolat: 184+208	16.800 a	25.233 cdefghi	29.166 bcdefgh
2 Isolat: 193+208	22.333 abcde	21.733 bcd	30.500 cdefgh
1 Isolat: 95	20.666 abcde	21.700 bcd	30.366 cdefgh
1 Isolat: 184	19.400 abcd	27.233 fghi	30.433 cdefgh
1 Isolat: 193	17.966 ab	25.666 cdefghi	30.433 cdefgh
1 Isolat: 208	21.200 abcde	23.066 bcd3ef	31.366 efgh
Tanpa Inokulasi	20.733 abcde	11.100 a	18.666 a
Inokulasi Nodulin ⁺	22.233 abcde	13.733 a	15.433 a
+100 kg Urea/ha	33.033 h	31.833 j	30.433 cdefgh

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak nyata

4.1.1.3. Berat Kering Berangkasan, Berat Kering Akar, Jumlah Bintil Akar dan Bintil Akar Efektif.

Pengukuran berat kering berangkasan, berat kering akar, jumlah bintil akar dan bintil akat efektif dilakukan setelah masa panen.. Analisis varian untuk berat

kering berangkas, berat kering akar, jumlah bintil akar dan bintil akat efektif terangkum pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Berat Kering Brangkas, Berat Kering Akar pada Tanah Ultisol

Parameter Penelitian	Kuadrat tengah		
	Ulangan	Perlakuan	Galat
Berat brangkas	0.124*	0.052**	0.023
Berat kering akar	0.000 tn	0.013**	0.004

Keterangan tn = Tidak berbeda nyata, * = Berbeda nyata dan ** = sangat berbeda nyata pada taraf uji 1% dan 5%

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata pada berat brangkas dan berat kering akar. DMRT dilakukan terhadap berat brangkas dan berat kering akar disajikan pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Pengaruh Inokulasi Terhadap Berat Kering Brangkas, Berat Kering Akar pada Tanah Ultisol.

Perlakuan	Rerata	
	Berat kering Brangkas	Berat kering akar
4 Isolat: 92+176+182+196	0.613 bc	0.230 bc
3 Isolat: 92+176+182	0.573 bc	0.310 bcd
3 Isolat: 92+176+196	0.633 bc	0.353 cde
3 Isolat: 92+182+196	0.390 bc	0.256 bcd
3 Isolat: 176+182+196	0.516 bc	0.256 bcd
2 Isolat: 92+176	0.483 bc	0.296 bcd
2 Isolat: 92+182	0.403 bc	0.313 bcde
2 Isolat: 92+196	0.420 bc	0.286 bcd
2 Isolat: 176+182	0.460 bc	0.220 b
2 Isolat: 176+196	0.500 bc	0.336 bcde
2 Isolat: 182+196	0.390 bc	0.343 bcde
1 Isolat: 92	0.593 bc	0.336 bcde
1 Isolat: 176	0.596 bc	0.266 bcd
1 Isolat: 182	0.436 bc	0.300 bcd
1 Isolat: 196	0.380 bc	0.256 bcd
4 Isolat: 95+184+193+208	0.403 bc	0.336 bcde
3 Isolat: 95+184+193	0.546 bc	0.296 bcd
3 Isolat: 95+184+208	0.433 bc	0.353 cde
3 Isolat: 95+193+208	0.486 bc	0.330 bcd
3 Isolat: 184+193+208	0.563 bc	0.356 cde
2 Isolat: 95+184	0.490 bc	0.320 bcde
2 Isolat: 95+193	0.630 bc	0.326 bcde
2 Isolat: 95+208	0.463 bc	0.303 bcd
2 Isolat: 184+193	0.443 bc	0.286 bcd
2 Isolat: 184+208	0.686 c	0.343 bcde
2 Isolat: 193+208	0.630 bc	0.313 bcde
1 Isolat: 95	0.443 bc	0.303 bcd
1 Isolat: 184	0.446 bc	0.353 cde
1 Isolat: 193	0.310 b	0.336 bcde
1 Isolat: 208	0.343 b	0.290 bcd
Tanpa Inokulasi	0.386 bc	0.273 bcd
Inokulasi Nodulin ⁺	0.400	0.360 cde
+100 kg Urea/ha	0 a	0 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak nyata

Tabel 4.11 Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Berat Kering Brangkas, Berat Kering Akar, Jumlah Bintil Akar dan Bintil Akar Efektif pada Pasir Steril

Parameter Penelitian	Ulangan	Perlakuan	Galat
Berat brangkas	0.060tn	0.190**	0.091
Berat kering akar	0.005tn	0.027**	0.010
Σ Bintil Akar	2.541tn	773.367**	189.066
Σ Bintil akar efektif	204.018tn	536.514**	186.770

Keterangan tn = Tidak berbeda nyata dan ** = sangat berbeda nyata pada taraf uji 1%

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa perlakuan yang di tanam pada pasir steril berpengaruh nyata pada berat brangkas, berat kering akar, Σ bintil akar dan Σ bintil akar efektif . DMRT dilakukan terhadap berat brangkas, berat kering akar, Σ bintil akar dan Σ bintil akar efektif disajikan pada tabel 9.12

4.12 Pengaruh Inokulasi Terhadap Berat Kering Berangkas, Berat Kering Akar, Jumlah Bintil Akar dan Bintil Akar Efektif pada Pasir Steril

perlakuan	Rerata			
	Berat kering Brangkas	Berat kering akar	Σ Bintil Akar	Σ Bintil Akar Efektif
4 Isolat: 92+176+182+196	1.436 cde	0.556 cdef	38.333 bcd	32.000 bcd
3 Isolat: 92+176+182	1.370 cde	0.540 cdef	49.666 cdef	35.000 bcde
3 Isolat: 92+176+196	1.263 bcde	0.560 cdef	57.000 defg	40.666 bcdef
3 Isolat: 92+182+196	1.523 cde	0.610 ef	55.666 defg	28.666 bcd
3 Isolat:176+182+196	1.543 cde	0.593 def	57.666 defg	39.000 bcde
2 Isolat: 92+176	1.426 cde	0.546 cdef	59.333 defg	49.000 def
2 Isolat: 92+182	1.526 cde	0.576 def	48.000 bcdef	36.000 bcde
2 Isolat: 92+196	1.480 cde	0.430 abcde	58.333 defg	39.666 bcde
2 Isolat: 176+182	1.313 cde	0.513 cdef	53.666 defg	33.000 bcd
2 Isolat: 176+196	1.770 e	0.633 f	56.000 defg	34.666 bcde
2 Isolat: 182+196	1.506 cde	0.500 bcdef	54.666 defg	43.666 cdef
1 Isolat: 92	1.416 cde	0.453 abcdef	66.000 efg	51.666 def
1 Isolat: 176	1.646 de	0.623 f	43.333 bcde	35.333 bcde
1 Isolat: 182	1.436 cde	0.413 abcd	50.333 cdefg	35.666 bcde
1 Isolat: 196	1.116 abcd	0.370 abc	23.333 ab	20.666 abc
4 Isolat: 95+184+193+208	1.410 cde	0.466 abcdef	46.000 bcdef	39.000 bcde
3 Isolat: 95+184+193	1.380 cde	0.576 ef	64.333 defg	47.666 def
3 Isolat: 95+184+208	1.723 e	0.516 cdef	62.666 defg	51.333 def
3 Isolat: 95+193+208	1.470 cde	0.320 ab	76.666 g	47.666 def
3 Isolat: 184+193+208	1.733 e	0.483 bcdef	62.000 defg	51.666 def
2 Isolat: 95+184	1.660 de	0.510 cdef	63.666 defg	45.333 cdef
2 Isolat: 95+193	1.360 cde	0.406 abc	77.000 g	60.333 ef
2 Isolat: 95+208	1.376 cde	0.530 cdef	63.333 defg	47.666 def
2 Isolat: 184+193	1.753 e	0.510 cdef	69.333 efg	48.333 def
2 Isolat: 184+208	1.650 de	0.566 def	61.000 defg	43.666 cdef
2 Isolat: 193+208	1.490 cde	0.546 cdef	59.333 defg	46.666 cdef
1 Isolat: 95	1.223 abcde	0.410 abcd	62.000 defg	54.000 def
1 Isolat: 184	1.103 abcd	0.510 cdef	52.666 defg	30.333 bcd
1 Isolat: 193	1.036 abc	0.403 abcd	64.333 defg	44.333 cdef
1 Isolat: 208	1.443 cde	0.450 abcdef	71.000 fg	67.000 f

Tanpa Inokulasi	0.710 a	0.293 a	25.666 bc	20.666 abc
Inokulasi Nodulin ⁺	0766 ab	0.316 ab	23.333 ab	15.666 ab
+100 kg Urea/ha	1.306 cde	0.293 a	0.333 a	0 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak nyata

4.2. Pembahasan

4.2.1 Pertumbuhan Tanaman

4.2.1.1 Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tanaman kedelai pada fase pertama banyak dipengaruhi oleh adanya nitrogen. Analisis varian tinggi tanaman (tabel 4.1) umur 7 hst menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, hal ini menunjukkan bahwa nitrogen hasil fiksasi belum terbentuk. Sedangkan umur 15 hst, 21 hst, 28 hst dan 35 hst perlakuan multi isolat berpengaruh nyata pada tinggi tanaman. Rerata tinggi tanaman pada tanah ultisol umur 21 hst, dan seterusnya tertinggi adalah Inokulasi Nodulin⁺, ILeTRIs soy 184+208, ILeTRIs soy 184+193+208, ILeTRIs soy 92+176+196. di duga bukan karena disebabkan oleh keefektivitasan rhizobium, hal ini terbukti dengan pertumbuhan yang kurang optimal, dan terjadi klorosis daun. Rerata tinggi tanaman pada tanah ultisol umur 21 hst dan seterusnya terendah adalah +100 kg urea/ha. Hal ini disebabkan pemberian perlakuan yang berlebihan pada tanah ultisol, sehingga tanaman mati.

Tanah ultisol mempunyai sifat permeabilitas yang rendah, kejenuhan basa dan pH juga rendah, dengan demikian terkait dengan litratur jika kondisi pH 3,5-4,5 pertumbuhan tanaman akan terhambat (tanaman tumbuh kerdil) karena keracunan aluminium atau mangan (Pitojo, 2003).

Pada beberapa perlakuan multi isolat Rhizobium pada kedelai yang di tanam di tanah ultisol pertumbuhannya mengalami defisiensi hara makro seperti Ca, (gambar 4.1). Gejala kekurangan kalsium yaitu titik tumbuh lemah, terjadi

perubahan bentuk daun, mengeriting, kecil, dan akhirnya rontok. Kalsium menyebabkan tanaman tinggi tetapi tidak kekar. Karena berefek langsung pada titik tumbuh maka kekurangan unsur ini menyebabkan produksi bunga terhambat. Bunga gugur juga efek kekurangan kalsium (Anonymous, 2007).



Gambar 4.1 Tanaman Kekurangan Unsur Ca

Unsur Ca yang paling berperan adalah pertumbuhan sel, Ca merupakan komponen yang menguatkan, dan mengatur daya tembus, serta merawat dinding sel. Perannya sangat penting pada titik tumbuh akar, bahkan bila terjadi defisiensi Ca, pembentukan dan pertumbuhan akar terganggu, dan berakibat penyerapan hara terhambat. Ca berperan dalam proses pembelahan dan perpanjangan sel, dan mengatur distribusi hasil fotosintesis (Anonymous, 2007).

Analisis varian tinggi tanaman (tabel 4.3) menunjukkan bahwa perlakuan multi isolat pada tanaman kedelai di tanah pasir steril berpengaruh nyata pada tinggi tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh pertumbuhan tanaman yang optimal yang di tanam pada pasir steril, di mana pada pasir steril kondisinya telah terpenuhi dengan adanya pemberian larutan hara $-N$ yang berfungsi untuk memenuhi kondisi optimum pertumbuhan tanaman kedelai.

Rerata tinggi tanaman pada pasir steril umur 21 hst dan seterusnya tertinggi adalah ILeTRIsOy 92+176+196, ILeTRIsOy184+193+208, ILeTRIsOy 95+184. hal ini terbukti bahwa adanya keserasian perlakuan isolat dengan tanaman dan tanah. Simbiosis antara strain-strain Rhizobium dengan spesies terdapat perbedaan dan keserasian (Somaatmadja, 1985).

Dari nilai rata-rata menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada pasir steril lebih tinggi dari perlakuan yang di tanam di tanah ultisol (gambar 4.2). Hal ini terbukti bahwa pada pasir steril kondisinya optimal dengan adanya larutan hara, sedangkan pada pasir steril kondisi tanah sub optimal di sebabkan sifat permeabilitas yang rendah, kejenuhan basa dan pH juga rendah sehingga pertumbuhan terhambat. Hal ini sejalan dengan Somaatmadja, (1985) yang menjelaskan bahwa pada pH yang rendah, kadar Al dan Mn cenderung tinggi, Ca dan Mo sangat rendah. Serapan Al dan Mn tanaman meningkat sedang serapan Ca dan P terhamabat. Hal ini yang akan menghambat pertumbuhan tanaman dan fiksasi N₂.



Gambar 4.2 Pertumbuhan perlakuan multi isolat pada tanaman kedelai

di tanah ultisol dan di padir steril

4.2.1.2 Kadar Klorofil Daun

Klorofil (zat hijau daun) adalah bahan utama yang menghasilkan warna hijau. Klorofil, suatu bahan yang sangat penting, adalah sebuah pigmen yang terkandung dalam kloroplas yang tersebar dalam sitoplasma (*cytoplasm*) sel-sel tanaman. Pigmen-pigmen ini menyerap cahaya yang berasal dari matahari dengan mudah, tetapi hanya memantulkan warna hijau. Selain memberi warna hijau pada daun, hal ini juga menyebabkan terpecahnya kelangsungan sebuah proses yang sangat menentukan, yang dikenal dengan nama "fotosintesis" (Yahya, 2005)

Analisis varian kadar klorofil daun yang di tanam pada tanah ultisol menunjukkan bahwa perlakuan multi isolat berpengaruh nyata pada kadar klorofil kecuali umur 7 dan 21 hari setelah tanam (tabel 4.5). Fenomena ini menunjukkan bahwa pertumbuhan awal, N hasil fikasi belum efektif untuk pembentukan klorofil (sedang proses) dan tanaman masih memanfaatkan nutrisi oleh kotiledon. Rerata kadar klorofil tertinggi di tanah ultisol menunjukkan bahwa pada umur 15 hst adalah (ILeTRIsOy 92), umur 28 hst (ILeTRIsOy 184+193) dan umur 35 hst (ILeTRIsOy 176+, ILeTRIsOy 92+176+182+196). Hal ini disebabkan perlakuan yang di tanam pada tanah ultisol, tanah tersebut sudah dilakukan ameliorasi tanah dengan pengapuran. Sabda Nabi Muhammad Saw. sebagai berikut :

من احيا أرضاً ميتة فهي له (رواه البخاري)

“Barang siapa menghidupkan tanah yang mati, maka tanah itu menjadi miliknya” (HR. Bukhori).

Dengan adanya pengapuran tersebut pH tanah menjadi tinggi. Sebagaimana dijelaskan bahwa pemberian kapur (bubuk batu kapur tau dolomite) berfungsi sebagai menaikkan pH dan selain itu juga berpengaruh pada pertumbuhan. Dengan pH tinggi maka tanah dapat mefiksasi nitrogen bebas. Nitrogen berperan dalam pembentukan sel, jaringan, dan organ tanaman. fungsi nitrogen sebagai bahan sintesis klorofil daun, protein, dan asam amino (Anonymous, 2007).

Nitrogen merupakan salah satu komponen penyusun klorofil daun ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) akan tetapi banyak unsure-unsur lain yang berperan dalam pembentukan klorofil dan proses metabolisme yang berlangsung di dalamnya. Unsure P berperan pada proses fosforilasi di dalam kloroplas, Mg berfungsi sebagai komponen penyusun klorofil, dan Cu berperan penting selama pembentukan klorofil (Agustina, 1990).

Tanah masam adalah tanah yang memiliki tingkat kemasaman tanah yang relatif tinggi. Hariah (2005) menyebutkan bahwa ciri umum tanah masam adalah nilai pH tanah rata-rata kurang dari 4,0; ketersediaan P dan kapasitas tukar kation (KTK) rendah; kandungan unsur Mn, Fe dan alumunium (Al) tinggi, yang meracuni akar tanaman dan menghambat pembentukan nodul pada tanaman kacang-kacangan.

Analisis varian kadar klorofil yang di tanam pada pasir steril pada umur 7 dan 35 menunjukkan tidak adanya pengaruh, sedangkan umur 15, 21, dan 28 berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil. Pemberian jenis isolat yang berbeda

menyebabkan perbedaan kemampuan *Rhizobium* dalam memfiksasi nitrogen, sehingga kadar nitrogen dalam tanaman juga berbeda. Rerata kadar klorofil perlakuan multi isolat di pasir steril tertinggi umur 15 hst (ILeTRIsOy 92+176+182 dan urea +100 kg ura/ha), umur 21 (ILeTRIsOy 182 dan +100 kg urea/ha) dan umur 28 hst (ILeTRIsOy 92+182 dan ILeTRIsOy 176+196).

Tanaman yang mendapat perlakuan multi isolat di pasir steril tersebut sebagian besar menghasilkan bintil akar yang efektif. Hal tersebut terbukti bahwa inokulasi *Rhizobium* akan meningkatkan serapan nitrogen yang disebabkan terbentuknya nodul akar yang merupakan infeksi dari *Rhizobium* ke dalam tanaman kedelai. (Sudaryono. Dkk, 1998). Nitrogen berperan dalam pembentukan sel, jaringan, dan organ tanaman. fungsi nitrogen sebagai bahan sintesis klorofil daun, protein, dan asam amino (Anonymous, 2007).

Salisbury dan Ross (1995), menyatakan bahwa pada teretiologi sitokinin memacu pembentukan grana dan meningkatkan pembentukan klorofil dengan mendorong pembentukan protein tempat klorofil menempel. Klorofil daun merupakan komponen utama tempat berlangsungnya fotosintesis. Oleh karena itu kandungan klorofil merupakan salah satu faktor internal yang mempengaruhi laju fotosintesis. Jadi dengan meningkatnya klorofil daun dan didukung oleh faktor lingkungan yang menguntungkan seperti cahaya, air, nutrisi dan lain-lain, maka laju fotosintesis berjalan lebih cepat, sehingga meningkatkan fotosintat yang akan ditranslokasikan ke bagian generatif.

4.2.1.3 Berat Kering Tanaman

Parameter berat kering tanaman berfungsi untuk melihat efektivitas dari fiksasi nitrogen biologis. Unsur N berperan dalam pembentukan protein (Sudaryono. dkk, 1998). Menurut Campbell *et. al.* (2003) lebih dari 50% berat kering sel tersusun dari protein. Analisis varian berat kering brangkasan dan berat kering akar pada tanah ultisol dan pada tanah pasir menunjukkan perlakuan multi isolat berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman dan berat kering akar. Hal ini jelas bahwa pemberian multi isolat Rhizobium yang berbeda memiliki tingkat efektivitas yang berbeda terhadap biomassa tanaman.

Rerata menunjukkan bahwa nilai tertinggi berat kering brangkasan pada tanah ultisol adalah ILeTRISoy 184+208 dan pada pasir steril adalah ILeTRISoy 176+196, ILeTRISoy 184+193, ILeTRISoy 184+193+208, ILeTRISoy 95+184+208. Sedangkan berat kering akar pada tanah ultisol nilai tertinggi ILeTRISoy 184+193+208, ILeTRISoy 184, ILeTRISoy 95+184+208, ILeTRISoy 92+176+196 dan pada pasir steril ILeTRISoy 176+196 dan ILeTRISoy176. pada perlakuan inokulasi yang di tanam pada pasir steril tersebut sebagian besar menghasilkan bintil akar yang efektif. Perlakuan yang memiliki nilai tertinggi disebabkan adanya fiksasi nitrogen yang berfungsi untuk pertumbuhan kedelai (Rukmana dan yuniarsih, 1996).

4.2.2. Efektivitas Rhizobium

Analisis varian (table 4.9) jumlah bintil akar dan jumlah bintil akar yang efektif menunjukkan perlakuan inokulasi berpengaruh nyata pada jumlah bintil akar dan jumlah bintil akar efektif. Pada penelitian ini nodulasi hanya terbentuk

pada perlakuan inokulasi yang di tanam pada pasir steril karena kondisinya telah terpenuhi dengan adanya penyiraman -N.

Perlakuan multi isolat pada media tanah ultisol tidak terbentuk bintil akar hal ini dikarenakan pertumbuhan tanaman kedelai yang tidak optimal dan perakaran kurang baik menyebabkan rhizobium ke dalam akar tanaman kurang baik. Dengan demikian bintil akar tidak terbentuk. Sebagaimana dijelaskan oleh Sumarno dan Harnoto, (1983) rhizobium memerlukan makanan hasil fotosintesa dari tanaman kedelai untuk mendapatkan energi yang digunakan sebagai pembentukan bintil akar. Hal ini terbukti jika di lihat dari rata-rata biomassa tanaman di mana pada perlakuan yang di tanam pada perlakuan yang di tanam pada pasir steril lebih tinggi dari pada yang di tanam pada tanah ultisol.

Tanah ultisol bersifat masam, ciri-ciri tanah masam adalah nilai pH tanah rata-rata kurang dari 4,0 ketersediaan P dan kapasitas tukar kation (KTK) rendah, kandungan unsur Mn, Fe dan alumunium (Al) tinggi, yang meracuni akar tanaman dan menghambat pembentukan nodul pada tanaman kacang-kacangan (Hairiyah, 2005).

Firman Allah Swt. dalam surat Al-A'raaf/ 7:58 yang bersembunyi.

"Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah, dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya tumbuh merana. Demikian kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur"(Q.S. Al-A'raf:58).

Dari ayat di atas dapat dikatakan bahwa tanah yang subur mengandung banyak rhizobium. Di dalam tanah yang subur akan tumbuh tanaman yang subur pula. Allah menjadikan hal ini sebagai renungan bagi orang-orang yang

berasyukur. Karena tanah tersebut menyumbangkan rhizobium bagi tanaman dapat sebagian dari kebutuhan nitrogen melalui simbiosis dengan rhizobium.

Rerata jumlah bintil akar di pasir steril tertinggi pada perlakuan ILeTRIs soy 95+193 dan ILeTRIs soy 95+193+208. Sedangkan jumlah bintil akar efektif tertinggi adalah ILeTRIs soy 208. Hal ini disebabkan pasir steril yang memiliki kondisi yang optimal dan adanya keserasian perlakuan isolat dengan tanaman dan tanah.

Tanaman kedelai melakukan simbiosis mutualisme dengan rhizobium dengan pemberian isolat dapat merangsang hadirnya bakteri di sekitar perakaran tanaman, sehingga rhizobium akan bersimbiosis dengan tanaman kedelai untuk membentuk bintil akar yang mampu menambat nitrogen dari udara dan dipergunakan untuk pertumbuhan tanaman (Yutono, 1985). Pada tanaman tanpa inokulasi akan mengalami kekurangan nitrogen karena tidak adanya bakteri disekitar perakaran tanaman, sehingga bintil akar yang terbentuk sedikit. Berbeda dengan tanaman yang diinokulasi dengan isolat Rhizobium dapat meningkatkan serapan nitrogen bagi tanaman melalui fiksasi nitrogen, karena inokulasi isolat dapat merangsang bakteri Rhizobium disekitar tanaman sehingga dapat terbentuk bintil akar. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.5

Tanaman kedelai bersimbiosis dengan bakteri Rhizobium yang berbentuk koloni sebagai bintil akar. Bakteri Rhizobium mampu mengikat nitrogen dari udara, yang kemudian di lepas kembali bagi pertumbuhan tanaman kedelai. Sebaliknya, Rhizobium memerlukan makanan hasil fotosintesa dari tanaman kedelai (Sumarno dan Harnoto, 1983).

Menurut Somaatmadja, (1985) Bintil akar akan terbentuk jika ada keserasian hubungan antara strain *Rhizobium* antara varietas kedelai yang berbintil akar membentuk keefektifan fiksasi N_2 . Untuk menghasilkan fiksasi N_2 yang maksimal, bintil akar yang efektif memerlukan dukungan faktor-faktor tertentu dalam tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini terbukti pada perlakuan multi isolat tanaman kedelai di pasir steril.



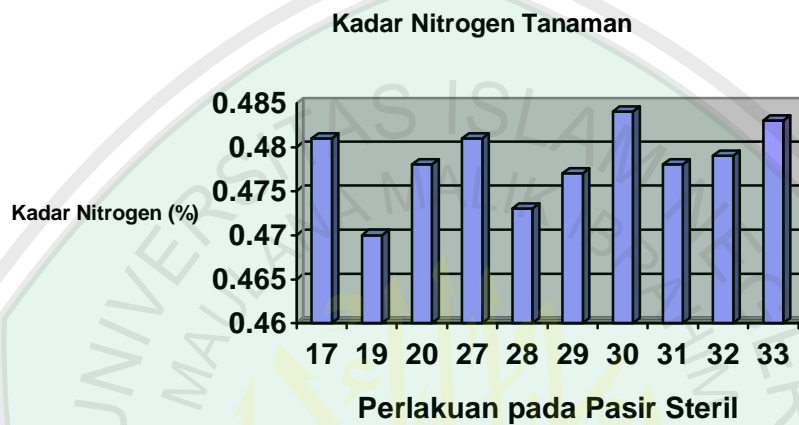
Gambar 4.5 Akar dan bintil akar pada kedelai (tanah ultisol, pasir steril dan perlakuan tanpa inokulasi)

Bintil akar sebagai organ simbiosis dalam fiksasi N_2 , efektivitas N_2 ditentukan oleh keserasian hubungan antara bakteri *Rhizobium* (mikrosimbion) dengan tanaman leguminosa (makrosimbion). (Somaatmadja, 1985).

Bentuk bintil akar masing-masing spesies berbeda-beda tergantung spesiesnya. Bintil akar yang tidak efektif dapat dilihat disamping dari bentuknya, juga dari warnanya yang lebih muda. Hal ini disebabkan karena kurangnya kandungan legemoglobin. Sedangkan bintil-bintil akar yang berukuran besar merupakan bintil akar yang efektif yang di tandai dengan jaringan bintil akar

bagian tengannya setelah dibelah berwarna merah, karena mengandung legemoglobin. (Islami dan Utomo, 1995)

4.2.3. Kadar Nitrogen (N)



Gambar 4.6. Diagram Kadar Nitrogen Tanaman Umur 35 hst pada Pasir Steril

Keterangan :

17 : ILeTRIs soy 95+184+193

19 : ILeTRIs soy 95+193+208

20 : ILeTRIs soy 184+193+208

27 : ILeTRIs soy 95

28 : ILeTRIs soy 184

29 : ILeTRIs soy 193

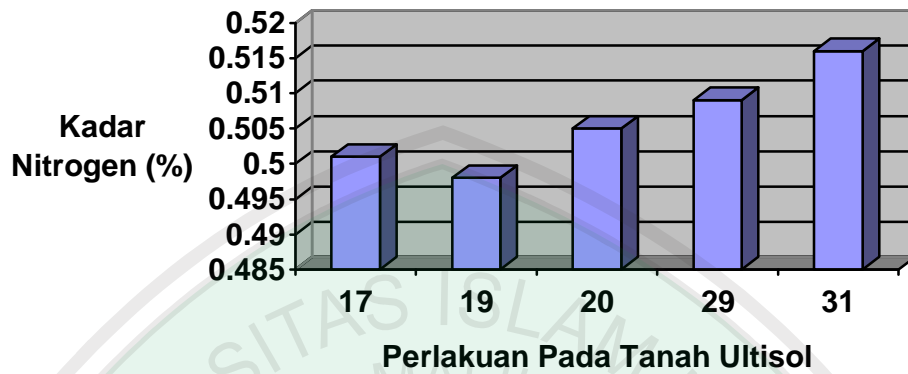
30 : ILeTRIs soy 208

31 : Tanpa Inokulasi

32 : Inokulasi Nodulin⁺

33 : +100 kg Urea/ha

Kadar Nitrogen Tanaman



Gambar 4.7. Diagram Kadar Nitrogen Tanaman Umur 35 hst pada Tanah Ultisol

Keterangan :

17 : ILeTRIsøy 95+184+193

19 : ILeTRIsøy 95+193+208

20 : ILeTRIsøy 184+193+208

29 : ILeTRIsøy193

31 : Tanpa Inokulasi

Hasil analisa kadar N tanaman pada kondisi optimal menunjukkan rerata tertinggi pada perlakuan ILeTRISoy 208 sebesar 0,485, hal ini terbukti bahwa perlakuan yang memiliki rerata yang tertinggi memiliki bintil akar yang efektif. Bintil akar yang efektif berperan dalam menyediakan nitrogen yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Sebagaimana di jelaskan Islami dan Utomo, (1995) bahwa unsur nitrogen berfungsi sebagai “stater” untuk memacu terbentuknya bintil akar. Dan nitrogen berfungsi sebagai pertumbuhan tanaman (Rukmana dan yuniarsih, 1996: 20). Sedangkan hasil analisa kadar N tanaman nilai tertinggi pada perlakuan tanpa inokulasi sebesar 0,515, hal ini disebabkan adanya efek pengenceran (dilution effec).

Rerata biomassa tanaman berbanding terbalik dengan kadar N tanaman pada perlakuan yang di tanam dalam kondisi optimal dan sub optimal. Pada kondisi optimal memiliki rerata biomassa tinggi dan N rendah. Sedangkan pada kondisi sub optimal memiliki rerata biomassa rendah dan N tinggi. Dari kenyataan tersebut diduga telah terjadi efek pengenceran (dilution effec) dalam hal ini adalah kadar nitrogen tanaman pada kondisi optimal menurun seiring dengan meningkatnya biomassa tanaman. Dapat dikatakan bahwa sebenarnya Rhizobium pada kondisi optimal memberikan sumbangan N kepada inangnya, akan tetapi karena biomassa tanaman yang tinggi maka kosentrasi N tanaman rendah dari pada kedelai yang di tanam pada kondisi sub optimal (Novvitasri, 2006).

4.3. Hikmah dari Penelitian

Hikmah dari penelitian ini, memberikan contoh bagaimana kita saling tolong-menolong dalam kebaikan dan takwa, baik terhadap sesamanya maupun makhluk ciptaan Allah Swt. Yang lain. Seperti halnya multi isolat rhizobium dapat bekerja sama dengan tanaman kedelai dengan cara simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan. Sebagaimana firman-Nya dalam Al-Maidah 5:2 sebagai berikut :

اللَّهُ إِنَّ اللَّهَ مُتَّقُوا وَالْعُدْوَانَ الْإِثْمِ عَلَى تَعَاوُنُوا وَلَا وَالْتَقَوَى الْبِرِّ عَلَى وَتَعَاوُنُوا
الْعِقَابِ شَدِيدُ

"Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. dan bertakwalah kamu kepada Allah, Sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya".

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Multi isolat rhizobium yang toleran masam menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda pada tanaman kedelai yang di tanam pada tanah ultisol, menunjukkan pengaruh yang berbeda pada pasir steril.
2. Pada kondisi yang sub optimal (tanah ultisol) bintil tidak terbentuk disebabkan pertumbuhan tanaman kedelai yang tidak optimal dan perakaran kurang baik sehingga rhizobium tidak mendapatkan sumber energi yang cukup.
3. Pada kondisi yang optimal (pasir steril) efektivitas multi isolat terlihat pada semua perlakuan, akan tetapi rerata yang memiliki nilai tertinggi pada jumlah bintil akar yang efektif dan kadar nitrogen adalah isolat ILeTRIsoy 208.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk penelitian selanjutnya diharapkan meneliti efektivitas multi isolat rhizobium toleran masam pada tanaman kedelai dengan menggunakan lebih banyak strain dan sampai pada fase repr

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2004. *Karakteristik Tanah Masam: Pengalaman Penelitian di Pakuan Ratu*.
(Online), <http://www.worldagroforestry.org/Sea/Publications/Files/book/BK0028-04/BK0028-04-2.pdf>. Diakses tanggal 15- januari-2007
- Anonimous, 2007. <http://www.google.co.id/search?q=pembentukan+bintil+akar&hl=id&start=90&sa=N>. Diakses tanggal 16-juli-2007.
- Anonimous, 2007. *Petunjuk Bergambar Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Kedelai di Indonesia*. <http://jualprodukonline.blogspot.com/>. Diakses tanggal 15-januari-2008.
- Campbell, N A. dkk. 2003. *Biologi*. Jakarta : Erlangga.
- Dasuki, U A. 1991. *Sistematik Tumbuhan Tinggi*. Bandung : ITB
- Hidayat, R. dkk. 1991. *Teknik Budidaya Kedelai Di Lahan Sawah Irigasi*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- Islami, T dan Hadi. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. Semarang : IKIP Semarang Press.
- Ispandi, A dan munib, A. 2005. *Efektifitas Pengapuran Terhadap Serapan Hara Dan Produksi Beberapa Klon Ubikayu Di Lahan Kering Masam*. Ilmu Pertanian Vol. 12 No.2, 2005 : 125 – 139
- Lailina, W. 2007. *Efektivitas Isolat Bradyrhizobium sp. Toleran Masam dan Al Tinggi pada Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merril) Varietas Tanggamus di Tanah Masam Jasinga*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri.
- Novitasari, R. H. D. 2006. *Pengaruh Fungisida terhadap Nodulasi dan Efektivitas Rhizobium Endogen pada Tanah Alami dan Tanah Kurus*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Pitojo, S, 2003. *Benih Kedelai*. Yogyakarta: Kanisus.
- Purbayanti, dkk. 1988. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Pasaribu, dkk. 1997. *Penelitian inokulasi Rhizobium di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

- Prasetyo dan Suriadikarta 2006. *Karakteristik, potensi, dan teknologi Pengelolaan tanah ultisol untuk Pengembangan pertanian lahan Kering di Indonesia*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian,
- Rukmana, R dan Yuniarsih, Y. 1996. *Kedelai Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisus : Yogyakarta
- Rakhman, A. dan Tambas. 1986. *Pengaruh Inokulasi Rhizobium janicum Frank., Pemupukan Molibdenum dan Kobalt Terhadap Produksi dan Jumlah Bintil Akar Tanaman Kedelai Pada Tanah Podsolik Plintik*.
- Salisbury dan Cleon, 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid II. Bandung : ITB
- Somaatmadja S, 1985. *Kedelai*. Bogor : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Suprpto, 1985. *Bertanam Kedelai*. Jakarta : PT. Penebar Swadaya.
- Sumarto dan Hartono, 1983. *Kedelai dan Cara Bercocok Tanamnya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Suhartina, 2005. *Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Malang : Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Sunardi, D. 2007. http://elcom.umy.ac.id/elschool/muallimin_muhammadiyah/file.php/1/materi/Biologi/MONERA.pdf. Diakses tanggal 16-juli-2007.
- Sudaryono, dkk. 1998. *Prossiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah Indonesia Tahun 1998*. Jawa Timur: Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI)
- Yahya, H. 2005. <http://www.harunyahya.com/indo/buku/citarasa004.htm>. Diakses tanggal 16-juli-2007.
- Yutono, 1985. *Inokulasi Rhizobium pada Kedelai*. Dalam Somaatmadja et al. *Kedelai*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Puslitbangtan. hlm.

Lampiran I

Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Pada Berbagai Umur Pengamatan pada tanah ultisol lampung

1.1 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 7 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tt_7hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14.857 ^a	34	.437	1.151	.308
Intercept	4215.663	1	4215.663	11108.332	.000
ulangan	.012	2	.006	.015	.985
perlak	14.743	32	.461	1.214	.251
Error	24.288	64	.380		
Total	4280.600	99			
Corrected Total	39.145	98			

a. R Squared = .380 (Adjusted R Squared = .050)

1.2 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 15 hst

Dependent Variable: tt_15hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	288.954(a)	34	8.499	16.620	.000
Intercept	8624.000	1	8624.000	16865.336	.000
ulgan	.281	2	.140	.274	.761
prlk	288.673	32	9.021	17.642	.000
Error	32.726	64	.511		
Total	8945.680	99			
Corrected Total	321.680	98			

a R Squared = .898 (Adjusted R Squared = .844)

1.3 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 21 hst

Dependent Variable: tt_21hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	449.286(a)	34	13.214	14.630	.000
Intercept	13267.317	1	13267.317	14689.067	.000
ulangan	3.641	2	1.821	2.016	.142
perlak	447.197	32	13.975	15.472	.000
Error	57.805	64	.903		
Total	13879.620	99			
Corrected Total	507.091	98			

a R Squared = .886 (Adjusted R Squared = .825)

1.4 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 28 hst

Dependent Variable: tt_28hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	621.520(a)	34	18.280	15.855	.000
Intercept	17817.375	1	17817.375	15454.025	.000
ulangan	15.799	2	7.900	6.852	.002
perlak	620.507	32	19.391	16.819	.000
Error	73.787	64	1.153		
Total	18697.580	99			
Corrected Total	695.307	98			

a R Squared = .894 (Adjusted R Squared = .838)

1.5 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 35 hst

Dependent Variable: tt_35hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	869.792(a)	34	25.582	12.543	.000
Intercept	24620.251	1	24620.251	12071.055	.000
ulangan	24.085	2	12.042	5.904	.004
perlak	867.028	32	27.095	13.284	.000
Error	130.535	64	2.040		
Total	25879.280	99			
Corrected Total	1000.327	98			

a R Squared = .870 (Adjusted R Squared = .800)

Lampiran II

Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Pada Tanah Ultisol

2.1 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 7 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_7hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	449.474 ^a	34	13.220	.928	.585
Intercept	92469.455	1	92469.455	6491.942	.000
ulangan	38.328	2	19.164	1.345	.268
perlak	395.039	32	12.345	.867	.665
Error	911.599	64	14.244		
Total	94140.290	99			
Corrected Total	1361.073	98			

a. R Squared = .330 (Adjusted R Squared = -.026)

2.2 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 15 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_15hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2969.977 ^a	34	87.352	9.502	.000
Intercept	81643.756	1	81643.756	8881.068	.000
ulangan	17.701	2	8.850	.963	.387
perlak	2899.607	32	90.613	9.857	.000
Error	588.353	64	9.193		
Total	85667.130	99			
Corrected Total	3558.330	98			

a. R Squared = .835 (Adjusted R Squared = .747)

2.3 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 21 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_21hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	31794.078 ^a	34	935.120	1.057	.415
Intercept	85044.712	1	85044.712	96.108	.000
ulangan	1638.758	2	819.379	.926	.401
perlak	30134.965	32	941.718	1.064	.406
Error	56632.622	64	884.885		
Total	174080.680	99			
Corrected Total	88426.700	98			

a. R Squared = .360 (Adjusted R Squared = .019)

2.4 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 28 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_28hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2716.795 ^a	34	79.906	16.413	.000
Intercept	81612.431	1	81612.431	16764.018	.000
ulangan	20.168	2	10.084	2.071	.134
perlak	2688.697	32	84.022	17.259	.000
Error	311.572	64	4.868		
Total	85229.350	99			
Corrected Total	3028.367	98			

a. R Squared = .897 (Adjusted R Squared = .842)

2.5 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 35 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_35hstU

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2979.915 ^a	34	87.645	8.355	.000
Intercept	82250.353	1	82250.353	7841.247	.000
ulangan	57.095	2	28.548	2.722	.073
perlak	2979.511	32	93.110	8.877	.000
Error	671.325	64	10.489		
Total	86718.950	99			
Corrected Total	3651.240	98			

a. R Squared = .816 (Adjusted R Squared = .718)

Lampiran III

Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Tanaman Pada Pasir Steril

3.1 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 7 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tt_7hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15.325(a)	34	.451	1.529	.071
Intercept	5081.884	1	5081.884	17243.515	.000
ulgn	.645	2	.323	1.094	.341
prlk	14.680	32	.459	1.557	.067
Error	18.862	64	.295		
Total	5116.070	99			
Corrected Total	34.186	98			

a R Squared = .448 (Adjusted R Squared = .155)

3.2 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 15 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tt_15hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	44.969(a)	34	1.323	2.224	.003
Intercept	11134.243	1	11134.243	18723.542	.000
ulgn	1.868	2	.934	1.571	.216
prlk	43.101	32	1.347	2.265	.003
Error	38.059	64	.595		
Total	11217.270	99			
Corrected Total	83.027	98			

a R Squared = .542 (Adjusted R Squared = .298)

3.3 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 21 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tt_21hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	115.438(a)	34	3.395	2.370	.001
Intercept	23995.959	1	23995.959	16751.445	.000
ulangan	7.122	2	3.561	2.486	.091
perlak	112.710	32	3.522	2.459	.001
Error	91.678	64	1.432		
Total	24399.700	99			
Corrected Total	207.117	98			

a. R Squared = .557 (Adjusted R Squared = .322)

3.4 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 28 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tt_28hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	457.162(a)	34	13.446	3.085	.000
Intercept	43714.893	1	43714.893	10031.193	.000
ulangan	10.748	2	5.374	1.233	.298
perlak	441.502	32	13.797	3.166	.000
Error	278.905	64	4.358		
Total	44748.580	99			
Corrected Total	736.067	98			

a. R Squared = .621 (Adjusted R Squared = .420)

3.5 Data hasil pengamatan tinggi tanaman umur 35 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tt_35hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	974.709 ^a	34	28.668	2.537	.001
Intercept	76199.047	1	76199.047	6744.077	.000
ulangan	17.052	2	8.526	.755	.474
perlak	948.261	32	29.633	2.623	.001
Error	723.114	64	11.299		
Total	78448.250	99			
Corrected Total	1697.823	98			

a. R Squared = .574 (Adjusted R Squared = .348)

Lampiran IV

Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Terhadap Klorofil Daun Pada Pasir Steril

4.1 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 7 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_7hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	121.045 ^a	34	3.560	1.175	.285
Intercept	88017.664	1	88017.664	29050.926	.000
ulangan	.535	2	.267	.088	.916
perlak	120.609	32	3.769	1.244	.226
Error	193.905	64	3.030		
Total	88881.750	99			
Corrected Total	314.950	98			

a. R Squared = .384 (Adjusted R Squared = .057)

4.2 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 15 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_15hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2052.737 ^a	34	60.375	3.603	.000
Intercept	52217.267	1	52217.267	3115.774	.000
ulangan	11.017	2	5.509	.329	.721
perlak	2050.484	32	64.078	3.823	.000
Error	1072.576	64	16.759		
Total	55533.120	99			
Corrected Total	3125.314	98			

a. R Squared = .657 (Adjusted R Squared = .474)

4.3 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 21 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_21hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1914.638 ^a	34	56.313	10.966	.000
Intercept	56512.281	1	56512.281	11004.641	.000
ulangan	11.900	2	5.950	1.159	.320
perlak	1868.522	32	58.391	11.371	.000
Error	328.660	64	5.135		
Total	58984.450	99			
Corrected Total	2243.298	98			

a. R Squared = .853 (Adjusted R Squared = .776)

4.4 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 28 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_28hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1377.487 ^a	34	40.514	7.478	.000
Intercept	84465.494	1	84465.494	15589.437	.000
ulangan	17.940	2	8.970	1.656	.199
perlak	1354.630	32	42.332	7.813	.000
Error	346.760	64	5.418		
Total	86802.680	99			
Corrected Total	1724.247	98			

a. R Squared = .799 (Adjusted R Squared = .692)

4.5 Data hasil pengamatan kadar klorofil umur 35 hst

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kk_35hstP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	886.501 ^a	34	26.074	1.485	.086
Intercept	93693.731	1	93693.731	5337.683	.000
ulgn	59.772	2	29.886	1.703	.190
prlk	826.729	32	25.835	1.472	.095
Error	1123.408	64	17.553		
Total	95703.640	99			
Corrected Total	2009.909	98			

a. R Squared = .441 (Adjusted R Squared = .144)

Lampiran V

Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Berat Kering Brangkasan (g), Berat Kering Akar (g) pada Tanah Ultisol



Lampiran VI

Analisis Varian Pengaruh Inokulasi Berat Kering Brangkasan (g), Berat Kering Akar (g), Jumlah Bintil Akar dan Bintil Akar Efektif pada Pasir Steril

