

**NODULASI DAN EFEKTIVITAS RHIZOBIUM ENDOGEN
TANAH ENTISOL DAN VERTISOL PADA TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)**

SKRIPSI

Oleh :

PUTRI SUKMA MAHARANI

NIM : 03520014



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

**NODULASI DAN EFEKTIVITAS RHIZOBIUM ENDOGEN
TANAH ENTISOL DAN VERTISOL PADA TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merril)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada :
Universitas Islam Negeri Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)

Oleh :
PUTRI SUKMA MAHARANI
NIM : 03520014

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

**NODULASI DAN EFEKTIVITAS RHIZOBIUM ENDOGEN
TANAH ENTISOL DAN VERTISOL PADA TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)**

SKRIPSI

Oleh :

**PUTRI SUKMA MAHARANI
NIM : 03520014**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Pembimbing III

Suyono M.Si.
NIP. 150327254

DR. Muchdar Soedarjo
NIP. 080 073 178

Ahmad Barizi. M. A.
NIP. 150283991

Tanggal, 4 Juli 2008
Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtarommah, M.Si
NIP 150 299 505

**NODULASI DAN EFEKTIVITAS RHIZOBIUM ENDOGEN
TANAH ENTISOL DAN VERTISOL PADA TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)**

SKRIPSI

Oleh:
Putri Sukma Maharani
NIM: O3520014

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal

Susunan Dewan Penguji:

Tanda Tangan

- | | | | |
|------------------|---------------------------------|---|---|
| 1. Penguji Utama | : Dr. Muchdar Soedarjo | (|) |
| 2. Ketua | : Drs. Eko Budi Minarno, M. Pd. | (|) |
| 3. Sekretaris | : Suyono, M. P. | (|) |
| 4. Penguji Agama | : Ahmad Barizi, M. A. | (|) |

Mengetahui dan Mengesahkan

Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtarommah, M.Si
NIP 150299505

MOTTO

كُلُّ يَوْمٍ زِيَادَةٌ مِنَ الْعِلْمِ وَاسْبَحْ فِي بُحُورِ الْفَوَائِدِ

"Setiap hari bergelimang ilmu dan berenang di dalam lautan yang berfaedah"

..... وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ وَاتَّقُوا اللَّهَ

إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ ﴿٢﴾

"..... 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".(Q.S. Al-Maaidah: 2)

Persembahan

Wahai Dzat Sang Penolong jiwa yang rapuh ini, segala puji syukur hamba haturkan kehadiran-Mu Ya..... Illahi Robbi

Wahai Nabiyyal Mustofa, sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada engkau Ya.....Habiballoh

Ayahanda dan ibunda yang selalu melantunkan doanya untukku, selalu memberiku semangat dan memberikan segalanya hingga aku bisa menyelesaikan kuliah. Semoga aku bisa membalasnya sebelum lepas jiwa ini dari ragaku.

Guru-guruku, dosen-dosenku, ustadz/ustadzku guru spiritualku Abah Mudlor beserta keluarga, terima kasih atas pengajaran dan bimbingan yang telah diberikan selama ini. Semoga bermanfaat fi dunia wal akhirah.

Dosen pembimbingku Pak Yono, Pak Muchdar, dan Pak Munir terima kasih atas bimbingannya.

Yang aku sayangi dan menyayangi aku, mbak Mega, mas Kukuh, mas Heri dan mbak Pipit terima kasih dukungannya.

Teman-temanku Biologi'03 semoga kebersamaan kita tetap terjalin.

Para santri putra-putri luhur (tetep jaga tripel Co 'n tripel S ya..) Grup sholawat bunga tanjung semoga sukses selalu dan semoga kita dipertemukan kembali dan melantunkan sholawat bersama

*Teman-teman ku:
Mbak sunah sekeluarga (makasih atas segalanya, terutama yang gratis-gratis tu), amsik (semangatmu yang tinggi akan menampakkan hasil), Khuluk dan Yeyen (makasih bantuannya), bibah (cepatan diselesaikan skripsinya), husen nan jauh disana (makasih dukungannya), eva (kapan nikahnya?)*

*Neng Rozik (kapan buat novel nich?), Ulin (makasih Lap Top-nya ya), zahro(engkau penyejuk hatiq), mbak Nur, Denox, Umi, Vina dan semua penghuni Kompleks E (mbak Putri akhirnya Lulus), mbak Layyin (ini sulit tapi mungkin), Anam, mas Rifa' dan cak Yus (makasih 'n semoga koprasinya laris maniz terus ya.....)
Dan untuk semua yang aku sayangi dan menyayangi aku*

KATA PENGANTAR



Syukur Al-hamdulillah kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Nodulasi dan Efektivitas Rhizobium Endogen Tanah Entisol dan Vertisol pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)” yang penulis laksanakan di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI) Kendal Payak Malang dengan baik.

Adapun maksud dan tujuan penulis menyusun skripsi ini adalah untuk menyelesaikan tugas akhir pada jenjang pendidikan strata satu yang sedang penulis tempuh.

Dalam menyelesaikan laporan ini penulis telah banyak mendapatkan petunjuk, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku rektor UIN Malang.
2. Prof. Dr. Sutiman Bambang Sumitro, Su., Dsc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
3. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
4. Dr. Muchdar Soedarjo dan Ir. Didik Suahyono selaku pembimbing lapangan yang senantiasa dengan penuh kesabaran memberikan motivasi, bimbingan, dan petunjuk, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
5. Bapak Suyono, M. P Selaku dosen pembimbing fakultas yang telah memberikan arahan dan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Bapak, Ibu dan kakak yang telah memberikan curahan kasih sayang, doa dan dukungan moril maupun materiil. Semoga penulis dapat menjadi qurota a'yun bagi beliau.

7. Bapak Prof. Dr. KH. Ahmad Mudlor, SH. dan Bu Haji Utin pengasuhku yang sering memberikan wejangan-wejangan kepadaku tentang arti hidup ini.
8. Pak Sopi'i dan Mbak Narti selaku teknisi Laboratorium Mikro Tanah BALITKABI yang telah banyak memberikan bantuan baik moril, materiil maupun logistic.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangsempurnaan dalam penulisan skripsi ini, namun demikian penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pribadi penulis, dan para pembaca, serta senantiasa mendapat ridlo Allah SWT.

Malang, 8 Juli 2008

Penulis



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | viii |
| ABSTRAK | ix |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 7 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 7 |
| 1.4 Hipotesis | 8 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 8 |
| 1.6 Batasan Masalah..... | 8 |
| 1.7 Defenisi Operasional | 10 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Rhizobium dan Fiksasi Nitrogen | 11 |
| 2.1.1. Klasifikasi Rhizobium | 11 |
| 2.1.2. Ekologi Rhizobium dan Faktor-Faktor yang memperngaruhi Pertumbuhan Rhizobium | 11 |
| 2.1.3. Kesesuaian Rhizobium Endogen dengan Tanaman Kacang-Kacangan..... | 13 |
| 2.1.4. Mekanisme Pembentukan Bintil Akar (Nodulasi) oleh Rhizobium | 15 |
| 2.1.5. Efektifitas Rhizobium | 18 |
| 2.2 Fiksasi Nitrogen oleh Bakteri <i>Rhizobium</i> | 20 |
| 2.3 Tanah Entisol | 22 |
| 2.3.1. Sifat Fisik Tanah Entisol..... | 23 |
| 2.3.2. Sifat Kimia Tanah Entisol..... | 25 |

| | |
|---|----|
| 2.4 Tanah Vertisol..... | 27 |
| 2.4.1 Sifat Fisik Tanah Vertisol | 28 |
| 2.4.2 Sifat Kimia Tanah Vertisol | 29 |
| 2.5 Kedelai Varietas Sinabung..... | 30 |
| 2.6 Kajian Penelitian Dalam Prespektif Islam | 33 |
| 2.6.1.Allah Menciptakan Bakteri Rhizobium Penuh dengan Hikmah..... | 33 |
| 2.6.2.Perintah untuk Memelihara Tumbuhan dan tidak Membuat Kerusakan..... | 34 |
| 2.6.3.Perintah Allah untuk Memanfaatkan Tanah yang Subur..... | 35 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1 Rancangan Penelitian..... | 36 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 37 |
| 3.3 Variabel Penelitian..... | 37 |
| 3.4 Alat dan Bahan | 37 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 38 |
| 3.5.1 Persiapan media tanam | 38 |
| 3.5.2 Analisa Tanah | 39 |
| 3.5.3 Uji MPN (<i>Most Probable Number</i>) | 39 |
| 3.5.4 Sterilisasi Benih | 41 |
| 3.5.5 Penanaman Benih Kedelai..... | 41 |
| 3.5.6 Pemeliharaan dan Pemanenan Tanaman | 41 |
| 3.5.7 Pengumpulan Data | 41 |
| 3.5.8 Analisis Kadar N Tanaman..... | 42 |
| 3.5.9 Analisis Data..... | 43 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Uji Most Probable Number (MPN) pada Beberapa Macam Tanah Entisol dan Vertisol..... | 45 |
| 4.2 Nodulasi Rhizobium Endogen..... | 47 |

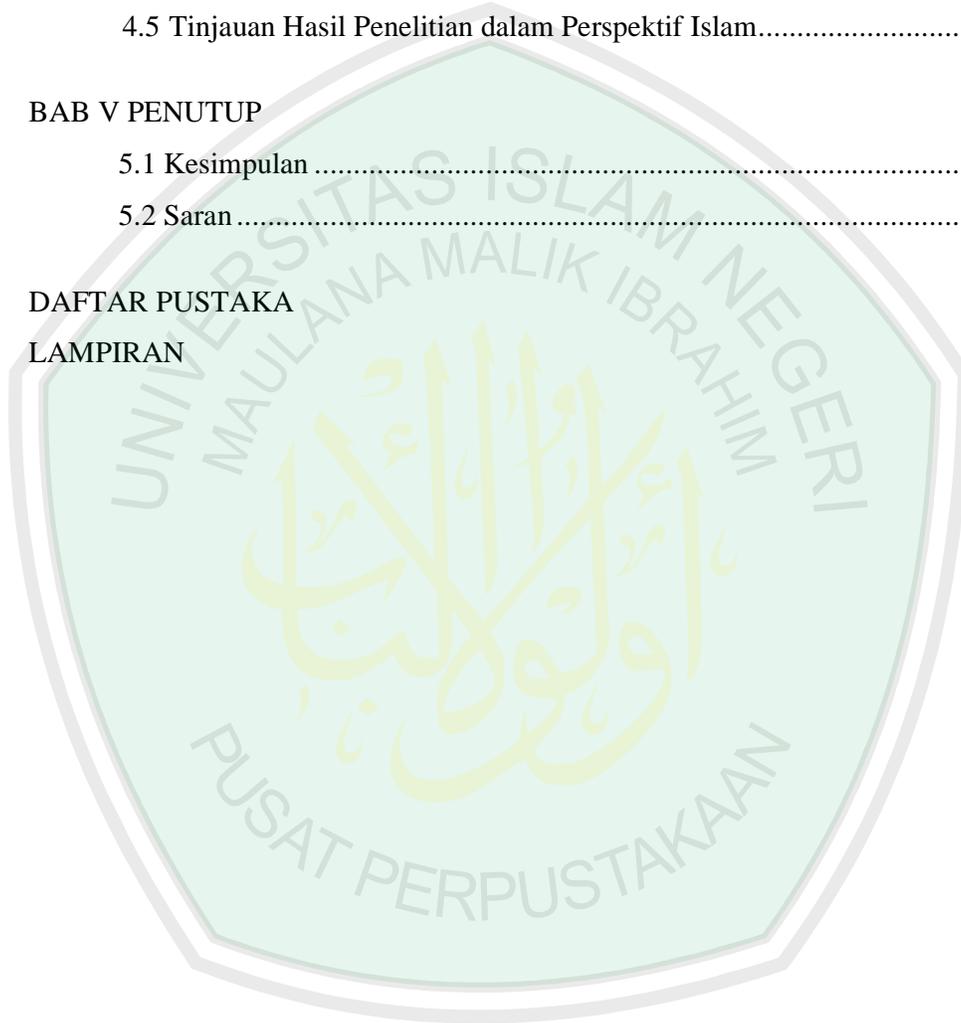
| | |
|---|----|
| 4.3 Keterkaitan antara efektifitas rhizobium endogen dengan Nodulasi pada tanaman kedelai varietas sinabung | 49 |
| 4.4 Keterkaitan antara Efektifitas Rhizobium Endogen dengan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Sinabung | 52 |
| 4.5 Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam..... | 60 |

BAB V PENUTUP

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 64 |
| 5.2 Saran | 64 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

| No. | Judul | Halaman |
|-----|--|---------|
| 1. | Tahapan Pembentukan Bintil Akar | 16 |
| 2. | Perbedaan Rhizobium Efektif dengan Rhizobium Inefektif | 20 |
| 3. | Kombinasi Perlakuan | 36 |
| 4. | Penghitungan Populasi Rhizobium berdasarkan uji MPN | 45 |
| 5. | Data analisis varian jumlah nodul..... | 47 |
| 6. | Uji DMRT 5% jumlah nodul | 48 |
| 7. | Hasil analisis varian berat kering nodul efektif dan jumlah nodul efektif .. | 50 |
| 8. | Uji DMRT 5% berat kering nodul efektif | 50 |
| 9. | Uji DMRT 5% jumlah nodul efektif..... | 52 |
| 10. | Hasil analisis varian tinggi tanaman, kadar klorofil, berat kering brangkasan dan berat kering akar | 53 |
| 11. | Uji DMRT 5% tinggi tanaman | 54 |
| 12. | Uji DMRT 5% kadar klorofil daun | 56 |
| 13. | Uji DMRT 5% berat kering brangkasan tanaman | 59 |

DAFTAR GAMBAR

| No | Judul | Halaman |
|----|--|---------|
| 1. | Proses pembentukan bintil akar (nodulasi) pada akar tanaman leguminosa | 18 |
| 2. | Bintil akar tanaman kedelai | 19 |
| 3. | Diagram pembuatan serial pengenceran dari sampel tanah yang akan ditera densitas sel Rhizobiumnya menggunakan metode MPN | 40 |
| 4. | Rumus Umum Sebuah Asam Amino | 55 |
| 5. | Diagram Kadar Nitrogen Tanaman | 59 |



DAFTAR LAMPIRAN

1. Analisis Variansi Tinggi Tanaman Umur 14 hst sampai 35 hst
2. Analisis Variansi Kadar Klorofil Umur 14 hst sampai 35 hst
3. Analisis Variansi Berat Kering Brangkasan Tanaman
4. Analisis Variansi Berat Kering Bintil Akar
5. Analisis Variansi Berat Kering Akar Tanaman
6. Analisis Variansi Jumlah Bintil Akar Efektif
7. Estimasi Sel Rhizobium
8. Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Sinabung
9. Analisis Tanah Entisol dan Vertisol



ABSTRAK

Maharani, Putri Sukma. 2008. Nodulasi dan Efektivitas Rhizobium Endogen Tanah Entisol dan Vertisol pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). **Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sainstek, UIN Malang.**
Pembimbing : Suyono, M. P, Dr. Muchdar Soedarjo, dan Munirul Abidin, M. Ag

Kata-kata Kunci : Nodulasi, Efektivitas, Rhizobium Endogen, Tanah Entisol dan Vertisol, Kedelai

Kebutuhan kedelai yang terus meningkat harus diimbangi dengan penggunaan kedelai varietas unggul seperti kedelai varietas Sinabung dan upaya ekstensifikasi di bidang pertanian. Upaya ekstensifikasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan tanah entisol dan vertisol di Jawa Timur yang wilayahnya masih cukup luas dan terkandung banyak Rhizobium endogen. Namun keberadaan Rhizobium endogen pada tanah tersebut belum diketahui keefektifitasannya terhadap kedelai varietas Sinabung dan juga mengenai perbedaan tingkat nodulasi serta efektifitasnya. Penelitian bertujuan Mengetahui perbedaan nodulasi dan efektifitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merill) varietas Sinabung.

Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI) Malang pada bulan Maret-April 2008. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Penelitian terdiri dari 11 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Parameter yang diamati adalah jumlah nodul, berat kering nodul, jumlah nodul efektif, tinggi tanaman, kadar klorofil daun, berat kering brangkas, berat kering akar dan kadar nitrogen tanaman kedelai.

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan analisis variansi dan uji lanjut DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan: (1) pada semua tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur terdapat Rhizobium endogen yang efektif, sehingga tidak perlu dilakukan inokulasi Rhizobium (2) terdapat perbedaan nodulasi dan efektivitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur pada tanaman kedelai varietas Sinabung.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kedelai atau kacang kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan seperti tahu, tempe, kecap, susu kedelai, tepung kedelai dan minyak. Kedelai juga digunakan sebagai pupuk hijau dan pakan ternak karena kadar protein yang tinggi. Selain itu Adisarwanto (2005); Rukmana, dkk (1996) juga menyatakan bahwa kedelai merupakan bahan pangan sumber protein yang murah dan dapat dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat.

Mengingat pentingnya kebutuhan kedelai, maka permintaan akan kedelai di Indonesia terus meningkat. Hal tersebut terbukti dari data Biro Pusat Statistik (2006) dalam Marveldani (2007) yang menunjukkan bahwa permintaan kedelai meningkat sebesar 5,80 % per tahun.

Permintaan kedelai terus meningkat, namun tidak diimbangi dengan peningkatan produksi kedelai. Produksi kedelai tiap tahun terus menurun. Hal tersebut dapat dilihat dari data Badan Pusat Statistik (2006) dalam Marveldani (2007) yang menunjukkan bahwa total produksi kedelai nasional pada tahun 2005 sebesar 808.353 ton, sedangkan pada tahun 2006 turun menjadi 783.554 ton. Menurut Adisarwanto dan Wudianto (1999) dalam Maryanto (2002), rendahnya produksi kedelai nasional disebabkan oleh rendahnya produktivitas kedelai. Selanjutnya Wigati (2006) menambahkan bahwa rendahnya produksi kedelai diakibatkan lahan pertanian yang semakin lama semakin menyempit. Penyempitan

tersebut antara lain disebabkan oleh konversi lahan pertanian untuk kepentingan sektor lain seperti pemukiman, industri, transportasi dan lain sebagainya.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai yaitu dengan ekstensifikasi pertanian (perluasan lahan pertanian). Salah satu realisasi dari program ekstensifikasi pertanian adalah dengan pemanfaatan tanah entisol dan vertisol. Tanah entisol dan vertisol tersebut memiliki kontribusi yang signifikan bagi peningkatan produksi kedelai di Indonesia, karena di Indonesia tanah entisol dan vertisol ini menduduki areal yang luas. Terlihat dari data sebaran tanah entisol dan vertisol di Indonesia, yaitu sebagai berikut: tanah entisol seluas 5.6 juta ha terdapat di Irian Jaya , 1.54 juta ha di Kalimantan Tengah, 1.27 juta ha di Sumatera Selatan dan 0.91 juta ha di NTT. Sedangkan tanah vertisol yang terdapat di NTT seluas 0.198 juta ha, di Jawa Timur seluas 0.96 juta ha, di NTB seluas 0.125 juta ha, di Sulawesi Selatan seluas 0.22 juta ha dan di Jawa Tengah seluas 0.4 juta ha. Subagyo ,dkk. (2004) dalam Prasetyo (2007) juga mempertegas bahwa di Indonesia persebaran tanah vertisol mencapai sekitar 2.1 juta ha.

Tanah entisol adalah tanah mineral yang masih muda dan baru berkembang. Tanah yang baru berkembang belum banyak mengalami differensiasi horison sehingga mudah diolah. Kandungan unsur hara tanah entisol beragam, tergantung bahan induknya. Sedangkan kandungan bahan organik pada tanah tersebut relatif rendah. Derajat keasaman atau pH tanah entisol termasuk pH netral (Munir, 1996).

Tanah entisol dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu: Regosol, Aluvial dan Lithosol. Tanah Regosol merupakan jenis tanah yang umumnya belum jelas

menampakan differensiasi horison, tekstur tanah biasanya kasar, konsistensi lepas sampai gembur. Tanah Aluvial meliputi lahan yang sering atau baru saja mengalami banjir, sehingga dapat dianggap masih muda dan belum ada differensiasi horison. Sedangkan tanah Lithosol merupakan tanah yang dianggap paling muda sehingga bahan induknya seringkali dangkal (kurang dari 45 cm) atau tampak diatas permukaan tanah sebagai batuan padat yang padu.

Tanah vertisol adalah tanah mineral yang didominasi dengan mineral liat tipe 2:1 yang mudah mengembang dan mengkerut sehingga sulit diolah, namun kandungan unsur hara pada tanah tersebut cukup tinggi terutama tanah yang berasal dari endapan bahan aluvium, namun kandungan bahan organiknya rendah terutama nitrogen (N). Kebutuhan N dapat terpenuhi apabila pada tanah tersebut terdapat bakteri pengikat nitrogen (N_2) seperti pada tanah entisol dan vertisol di Jawa Timur yang mengandung banyak *Rhizobium* endogen. Novvitasari (2006) menyatakan bahwa pada tanah yang terdapat mikroorganisme endogen yang dapat bersimbiosis dengan tanaman sebagai inangnya, seperti *Rhizobium japonicum* yang dapat bersimbiosis dengan tanaman kedelai sebagai inangnya merupakan tanah yang subur karena *Rhizobium japonicum* ini dapat menyumbangkan nitrogen yang ditambatnya untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Sehingga tanah tersebut dapat digunakan sebagai lahan budidaya berbagai tanaman karena pada tanah yang subur akan dihasilkan tanaman yang baik. Hal ini sejalan dengan firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surat Al-A'raaf ayat 58 sebagai berikut :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرِجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا تَخْرِجُهُ إِلَّا نَكِدًا

كَذَلِكَ نُنصِرُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يُشْكُرُونَ

”Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seijin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-A’raf : 58).

Tanah yang mengandung Rhizobium endogen akan dapat meningkatkan hasil panen karena Rhizobium endogen dapat memberikan sumbangan nitrogen yang cukup optimal yaitu sekitar 40% - 70% (Rukmana dan Yuyun, 1996). Namun hanya Rhizobium yang efektif yang dapat menambat N₂. Suryantini (1994) menjelaskan bahwa strain Rhizobium yang mampu membentuk bintil dan menambat N₂ disebut strain yang efektif, sedangkan yang hanya mampu membentuk bintil akar (nodul) disebut inefektif.

Di daerah Jawa Timur terdapat beberapa macam tanah entisol dan vertisol. Tanah tersebut memiliki warna dan tekstur yang berbeda-beda. Menurut Sutanto (2005), warna tanah merupakan karakteristik tanah yang penting karena berhubungan dengan kandungan bahan organik tanah, kesuburan tanah, dan keseimbangan panas. Semakin tinggi kandungan bahan organik, maka warna tanah akan semakin kelam atau gelap, sebaliknya semakin rendah kandungan bahan organik, warna tanah akan semakin terang (Sutedjo, 1991). Sehingga tanah yang berwarna hitam atau coklat lebih subur dibandingkan dengan tanah yang berwarna kelabu, merah atau putih. Warna tanah juga berpengaruh terhadap proses keseimbangan panas. Warna tanah yang hitam atau gelap akan menyerap panas lebih banyak daripada tanah yang berwarna putih atau cerah. Dengan

demikian apabila tanah yang berwarna hitam atau gelap mendapat penyinaran matahari akan terasa lebih panas, selanjutnya laju evaporasi akan lebih tinggi, mengeringnya tanah akan berlangsung lebih cepat dan hal tersebut akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan kegiatan jasad renik tanah (Sutedjo, 1991).

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif partikel pasir, debu dan liat dalam tanah. Berdasarkan USD, terdapat 12 kelas tekstur tanah yaitu: 1. liat, 2. liat berpasir, 3. liat berdebu, 4. lempung, 5. lempung liat berpasir, 6. pasir berlempung, 7. lempung berliat, 8. lempung liat berdebu, 9. lempung berdebu, 10. pasir berlempung, 11. pasir, dan 12. debu (Handayanto, 1998). Tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur memiliki tekstur yang beragam, hal ini menyebabkan perbedaan jumlah unsur hara yang terkandung di dalam tanah dan akan mempengaruhi kegiatan mikroorganisme tanah termasuk Rhizobium. Jumlah unsur hara dari beberapa tekstur tanah memiliki perbedaan karena komposisi partikel tanah berpengaruh terhadap absorpsi unsur hara dan molekul-molekul organik. Menurut Sutedjo (1991), tanah yang sebagian besar tersusun atas pasir akan mudah dipencarkan, ruang-ruang antar letak partikel-partikel longgar sehingga kemampuannya dalam meneruskan unsur hara dan molekul-molekul organik cepat dan kemampuan mengabsorpsinya rendah. Sebaliknya partikel liat yang ukurannya halus dan ruang antar letak partikelnya sempit, mempunyai kemampuan mengabsorpsi unsur hara dan molekul-molekul organik tinggi.

Tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur juga merupakan tanah yang telah lama digunakan sebagai lahan pertanian tanaman pangan termasuk tanaman

kacang-kacangan (Munir, 1996). Sebagian tanah tersebut merupakan bekas tanaman kedelai sedangkan sebagian yang lain telah lama tidak digunakan sebagai lahan tanaman kedelai. Sehingga tanah entisol dan vertisol Jawa Timur yang beragam ini memiliki populasi *Rhizobium* endogen yang berbeda-beda. Jutono (1981) dalam Suharjo (2001) menyatakan bahwa pada tanah bekas tanaman kedelai akan tumbuh bakteri *Rhizobium japonicum*. Sedangkan pada tanah yang lama tidak ditanami legum populasi *Rhizobium* endogen berkurang.

Jumlah populasi *Rhizobium* endogen dapat mempengaruhi nodulasi. Semakin banyak jumlah populasi *Rhizobium* endogen maka semakin banyak bintil akar (nodul) yang terbentuk dan sebaliknya, semakin sedikit jumlah populasi *Rhizobium* endogen maka semakin sedikit pula nodul yang terbentuk. Gradner, Pearce, dan Mitchell (1991), menyatakan bahwa rendahnya populasi *Rhizobium* menyebabkan kolonisasi *Rhizobium* pada akar menjadi sangat kecil sehingga tidak mampu melakukan invasi ke dalam bulu akar dan membentuk bintil.

Kompatibilitas dan faktor lingkungan juga mempengaruhi nodulasi dan efektifitas *Rhizobium* dalam menfiksasi nitrogen bebas (N_2). Champion dkk., (1992); Qian dkk., (1996) dalam Soedarjo (2007), menjelaskan bahwa genotipe tanaman dan faktor lingkungan berpengaruh terhadap tingkat efektivitas *Rhizobium*. Sedangkan *Rhizobium* endogen pada beberapa macam tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur belum diketahui secara pasti kemampuannya dalam menambat N_2 pada tanaman kedelai varietas Sinabung. Apabila *Rhizobium* tersebut efektif maka tidak perlu dilakukan inokulasi. Selain itu perbedaan tingkat

nodulasi dan efktivitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur juga belum diketahui.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka perlu dilakukan penelitian tentang Nodulasi dan Efektivitas Rhizobium Endogen Tanah Entisol dan Vertisol pada Tanaman Kedelai (*Gyicine max* (L.) Merril).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Apakah Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol efektif pada tanaman kedelai (*Gyicine max* (L.) Merril)?
2. Adakah perbedaan nodulasi dan efektivitas Rhizobium endogen beberapa macam tanah entisol dan vertisol terhadap tanaman kedelai (*Gyicine max* (L.) Merril)?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk:

1. Mengetahui efektivitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol pada tanaman kedelai (*Gyicine max* (L.) Merril).
2. Mengetahui perbedaan nodulasi dan efektivitas Rhizobium endogen beberapa macam tanah entisol dan vertisol terhadap tanaman kedelai (*Gyicine max* (L.) Merril).

1.4. Hipotesis

1. Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol efektif pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).
2. Terdapat perbedaan nodulasi dan efektivitas Rhizobium endogen beberapa macam tanah entisol dan vertisol terhadap tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).

1.5. Manfaat Penelitian

1. Menambah khasanah ilmu pengetahuan di bidang Biologi, khususnya dibidang mikrobiologi tanah.
2. Memberi informasi kepada masyarakat tentang perbedaan nodulasi dan efektivitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) varietas Sinabung.

1.6. Batasan Masalah

1. Kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai varietas Sinabung.
2. Tanah yang digunakan yaitu tanah entisol dan vertisol di Jawa Timur 11 jenis yaitu sebagai berikut:
 - a. Tanah Vertisol berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, Besuk, Probolinggo bekas lahan tembakau
 - b. Tanah Vertisol berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur liat berdebu dari Ds. Kejayan, Kejayan, Pasuruan bekas lahan padi
 - c. Tanah Entisol berwarna coklat kemerahan dengan tekstur liat berpasir dari Madurejo, Wonorejo, Pasuruan bekas lahan kedelai

- d. Tanah Entisol berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai
 - e. Tanah Vertisol berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, besuk, Probolinggo bekas lahan kedelai
 - f. Tanah Entisol berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan padi
 - g. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Sladi, Kejayan, Pasuruan, Kebun Benih bekas lahan padi
 - h. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Kresek, Kotaanyar, Probolinggo bekas lahan tembakau
 - i. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi
 - j. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Tunjung, Randu Agung, Lumajang bekas lahan tebu
 - k. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur liat berdebu dari Gondang Rejo, Candi, Pasuruan bekas lahan tebu
3. Nodulasi diukur dari jumlah bintil akar, sedangkan efektivitas Rhizobium endogen diukur dari berat kering nodul, jumlah nodul efektif, tinggi batang tanaman, kadar klorofil daun, berat kering brangkasan, berat kering akar, dan kadar nitrogen tanaman.

1.7. Definisi Operasional

1. Tanah entisol adalah tanah mineral yang masih muda dan baru berkembang dengan bahan induk yang beragam.
2. Tanah vertisol adalah tanah mineral yang didominasi dengan mineral liat tipe 2:1 sehingga mudah mengembang dan mengkerut.
3. Tanah mineral merupakan tanah yang kandungan bahan organiknya kurang dari 20%.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Rhizobium dan Fiksasi Nitrogen

2.1.1. Klasifikasi Rhizobium

Rhizobium merupakan bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan (leguminosa) sehingga menghasilkan bintil akar yang dapat mengikat nitrogen bebas (Young dan Haukkan, 1996). Menurut Islami dan Utomo (1995) *Rhizobium* termasuk dalam Famili= *Rhizobiciae* dan Genus= *Rhizobium*. Dalam genus *Rhizobium* dikenal beberapa spesies, yaitu *Rhizobium leguminosae*, *Rhizobium phaseoli*, *Rhizobium trifolii*, *Rhizobium meliloti*, *Rhizobium lupini* dan *Rhizobium japonicum*.

2.1.2. Ekologi dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Rhizobium

Kelangsungan hidup Rhizobium di dalam tanah sangat tergantung pada kondisi tanah terutama pH, kelembaban, lamanya jarak antara tanaman budidaya yang menjadi inangnya, serta bahan organik sebagai sumber nutrisi (Gardner, pearce, dan mitchell, 1991). Islami dan Utomo (1995), menambahkan bahwa suhu juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri Rhizobium dan fiksasi N₂.

Derajat kemasaman tanah atau pH tanah akan menentukan keberhasilan dan laju infeksi Rhizobium pada akar tanaman. Menurut Setijono (1996) pH optimum bagi bakteri Rhizobium adalah sekitar 5,5-7,0. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada pH < 5,5 dan > 7,0 Rhizobium tidak dapat berkembang atau berkembang dengan lambat sehingga kegiatan infeksi akan terhenti.

Pertumbuhan bakteri *Rhizobium* juga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara pada lingkungan perakaran dan tentunya akan berpengaruh pada fiksasi N_2 . Beberapa unsur hara yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *Rhizobium* dan fiksasi N_2 adalah unsur Mo (molybdenum), Fe (besi), S (belerang), P (fosfor) dan Ca (kalsium), Al (aluminium) dan Mn (mangan). Kelebihan atau kekurangan unsur hara akan berdampak buruk terhadap pertumbuhan *Rhizobium* dan fiksasi N_2 . Kekurangan molybdenum, besi dan belerang akan menekan fiksasi nitrogen karena unsur-unsur tersebut merupakan penyusun nitrogenase (Gardner, pearce, dan mitchell, 1991). Kekurangan unsur hara fosfor dan kalsium juga akan menghambat pembentukan bintil akar (nodul) dan aktivitas nodul yang optimal. Hal ini sesuai hasil penelitian De Mooy dan Pesek (1973) dalam Rao (1994) yang menyatakan bahwa pada tanaman yang dipupuk dengan pupuk P, jumlah nodul akan meningkat. Selain itu kelebihan aluminium dan mangan juga akan menekan fiksasi nitrogen karena kedua unsur ini akan bersifat toksik terhadap *Rhizobium* (Soedarjo, 2003).

Unsur hara nitrogen dalam bentuk amonium (NH_4) atau nitrat (NH_3) juga mempengaruhi pembentukan bintil akar dan fiksasi N_2 . Hasil penelitian Kang (1975); Sorensen dan Peans (1978) dalam Islami dan Utomo (1995) menunjukkan bahwa dengan penambahan unsur Nitrogen dalam bentuk pupuk pada tanaman kedelai ternyata dapat meningkatkan hasil biji tanaman kedelai. Unsur Nitrogen yang ditambahkan tersebut ternyata berfungsi sebagai stater untuk memicu terbentuknya bintil akar. Sedangkan nitrat (NH_3) yang berada disekitar perakaran pada konsentrasi tertentu diketahui menghambat pembentukan bintil. Hipotesis

yang muncul adalah bahwa nitrat diubah menjadi nitrit dalam lingkungan perakarana yang diperantai oleh Rhizobium dan nitrit dapat merusak auksin (IAA) yang berperan dalam nodulasi (Rao, 1994).

Pengaruh suhu atau temperatur terhadap fiksasi nitrogen sangat bervariasi. Asosiasi Rhizobium-legum pada daerah beriklim sedang tetap efektif pada temperatur serendah 7°C sedangkan asosiasi tropis menghentikan fiksasinya pada temperatur lebih rendah dari 20° C. Menurut Gardner, Pearce, dan Mitchell (1995); Yutono (1985) dalam Somaatmaja dkk. (1985), bahwa suhu optimal bagi kehidupan Rhizobium berkisar antara 18°C - 26°C, minimal 3°C dan maksimal 45°C. Pemanasan selama 5 menit pada suhu 60°C -62°C dapat mematikan Rhizobium.

Menurut Gardner, Pearce, dan Mitchell, (1991), kelembaban tanah juga mempengaruhi fiksasi nitrogen oleh bakteri Rhizobium. Kelembaban yang berlebihan ataupun penguapan air umumnya mengurangi fiksasi nitrogen. Rao (1994) menjelaskan bahwa tanah yang digenangi air merupakan zone tanah yang anaerob. Dalam kondisi anaerob (tidak ada oksigen), bakteri tidak dapat melaksanakan kegiatan mikrobiologi dalam tanah karena bakteri tidak dapat tumbuh baik tanpa adanya oksigen.

2.1.3. Kesesuaian Rhizobium Endogen dengan Tanaman Kacang-Kacangan

Kesesuaian antara Rhizobium endogen dengan tanaman kacang-kacangan menunjukkan adanya simbiosis yang sempurna antara Rhizobium endogen dengan tanaman kacang-kacangan dalam membentuk bintil akar efektif yang dapat menambat nitrogen (N₂). Simbiosis tersebut merupakan suatu asosiasi yang

menguntungkan kedua belah pihak. N_2 yang terfiksasi dapat merupakan sumber nitrogen bagi legum, sedangkan legum memasok fotosintat bagi Rhizobium sebagai sumber energi. Soedarjo (1998) menyatakan bahwa legum mangesudasi asam amino dan senyawa organik lainnya, eksudat akar tersebut berfungsi sebagai sinyal kimia dan sebagai sumber energi untuk perkembangbiakan Rhizobium.

Simbiosis yang sempurna antara Rhizobium endogen dengan tanaman kacang-kacangan dibutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai dan sifat spesifik antara Rhizobium endogen dengan tanaman kacang-kacangan. Menurut Champion dkk., (1992); Qian dkk., (1996) dalam Soedarjo (2007) bahwa genotipe tanaman dan faktor lingkungan berpengaruh terhadap tingkat efektifitas Rhizobium.

Rhizobium juga memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam membentuk bintil akar (nodul) yang efektif. Menurut Higashi (1993) dalam Soedarjo (1998) kemampuan suatu spesies Rhizobium endogen dalam membentuk bintil akar efektif pada beberapa jenis tanaman kacang-kacangan disebut kisaran inang (*host range*). Rhizobium yang mampu membentuk bintil akar efektif pada satu atau dua tanaman dikenal memiliki kisaran inang sempit (*narrow host range*). Sedangkan Rhizobium yang mampu membentuk bintil akar efektif pada beberapa jenis tanaman dikenal memiliki kisaran inang luas (*broad host range*).

Loveless (1991) menambahkan bahwa tanaman kacang-kacangan dapat diinfeksi oleh lebih dari satu jenis bakteri Rhizobium dan pada masing-masing jenis Rhizobium terdapat strain-strain yang mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menambat nitrogen (N_2). Beberapa strain dapat membentuk bintil akar dan

menambat nitrogen dalam jumlah yang optimal, beberapa strain Rhizobium yang lain dapat membentuk bintil akar namun hanya sedikit menambat nitrogen dan ada beberapa strain Rhizobium yang hanya mampu membentuk bintil akar (nodul) dan tidak mampu menambat nitrogen (N_2).

2.1.4. Mekanisme Pembentukan Bintil Akar (Nodulasi) oleh Rhizobium

Simbiosis mutualisme antara Rhizobium dengan akar legum bermula dari perkembangan Rhizobium di daerah sekitar perakaran. Simbiosis ini dapat terjadi karena ada komunikasi antara tanaman inang dengan Rhizobium. Komunikasi tersebut dapat terjadi karena ada sinyal kimiawi yang dapat dikenali oleh Rhizobium yang disebut oligosakarida (Soedarjo, 1998). Peristiwa tersebut selanjutnya diikuti dengan penggulungan dan deformasi rambut akar (Rao, 1994). Deformasi rambut akar disebabkan oleh adanya Rhizobium yang melekat pada ujung akar. Adanya perlekatan ini memungkinkan Rhizobium terperangkap ke dalam lingkungan akar tersebut dan mendegradasi dinding sel akar. Degradasi dinding sel tersebut mengakibatkan Rhizobium masuk ke dalam sel korteks melalui benang infeksi (Soedarjo, 1998).

Bintil akar dapat menghasilkan senyawa bernitrogen karena keberadaan Rhizobium yang membentuk bakteroid di dalam bintil akar tersebut (Rao, 1994); Cambell, Reece, dan Mitchell; 2003). Fiksasi nitrogen oleh bintil akar dapat terjadi hanya setelah bakteroid terbentuk (Tortora, 2001).

Hidajat (1985), menjelaskan bahwa mekanisme pembentukan bintil akar (nodulasi) oleh Rhizobium berlangsung melalui beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1: Tahapan Pembentukan Bintil Akar

| Umur Bintil (hari) | Tahapan Nodulasi |
|--------------------|---|
| 0 | Rhizobium masuk kedalam akar rambut atau epidermis |
| 1-2 | Benang infeksi mencapai dasar sel epidermis dan memasuki korteks |
| 3-4 | Suatu massa kecil sel-sel terinfeksi dalam primordium bintil |
| 5 | Pembagian pesat dari sel-sel bakteri dan sel-sel akar (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 bakteri dan sel inang berhenti, tetapi pembesaran bintil tetap berlanjut karena pembesaran sel, merupakan periode aktif fiksasi nitrogen |
| 28-37 | Bintil mencapai besar maksimal, fiksasi nitrogen berlanjut sampai awal pelapukan bintil |
| 50-60 | Pelapukan bintil |

(Hidajat, 1985)

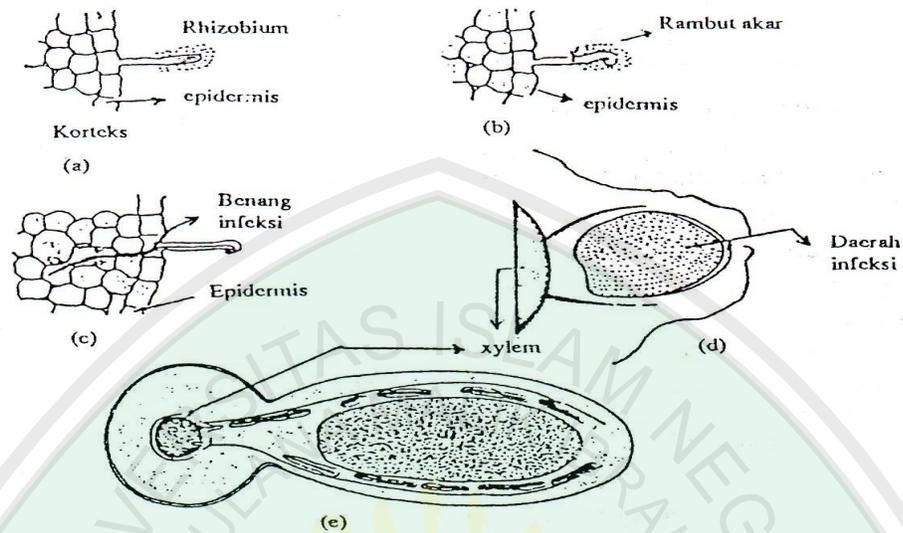
Menurut Tortora (2001) dan Campbell (2003) pembentukan bintil akar (nodulasi) meliputi beberapa langkah berurutan yaitu sebagai berikut:

- 1) Rekognisi: suatu komunikasi kimiawi antara akar leguminosa dan Rhizobium yang akhirnya membentuk suatu benang infeksi melalui invaginasi kearah dalam membran plasma.
- 2) Invasi: masuknya bakteri Rhizobium menembus korteks akar didalam benang infeksi. Sel korteks akar dan perisikel terbelah, dan kantung yang mengandung bakteri Rhizobium memisah ke sel kortikal dari benang infeksi yang bercabang.
- 3) Pertumbuhan sel pada bagian korteks dan perisikel yang terpengaruh. Kedua masa sel-sel yang tumbuh dan membelah tersebut akhirnya membentuk bintil.

- 4) Berkembangnya jaringan pembuluh yang menghubungkan bintil dengan xilem dan floem stele. Jaringan pembuluh ini menyediakan zat-zat makanan dari bintil ke dalam stele untuk distribusi hingga ke bagian tanaman yang lain.

Selanjutnya Sutedjo dan Kertosapoetra (1991) juga menjelaskan bahwa proses pembentukan bintil akar (nodulasi) tersebut berlangsung melalui beberapa proses yaitu sebagai berikut:

- 1) Bakteri Rhizobium berkerumun disekitar akar rambut
- 2) Akar rambut mengeluarkan triptofan, selanjutnya oleh bakteri Rhizobium diubah menjadi asam indol asetat (IAA)
- 3) IAA menyebabkan rambut akar mengkerut, sedangkan bakteri Rhizobium lebih lanjut menghasilkan enzim yang dapat melarutkan senyawa pekat yang terdapat dalam selulosa kulit rambut akar sehingga terikat
- 4) Kehadiran larutan pekat menyebabkan bakteri Rhizobium berubah menjadi bulat, kecil-kecil dan dapat bergerak
- 5) Selulosa yang terikat pekat menyebabkan selaput akar rambut sangat tipis dan mudah ditembus oleh Rhizobium
- 6) Bakteri Rhizobium masuk kedalam rambut akar dan berkembang membentuk benang infeksi, sehingga setiap akar akan mengandung koloni-koloni bakteri
- 7) Proses terakhir terbentuknya nodul.



Gambar 2.2: Proses pembentukan bintil akar (nodulasi) pada akar tanaman leguminosa (Epstein, 1972 dalam Jumin, 1992)

Soedarjo (1998) mempertegas bahwa ada beberapa proses penting dalam pembentukan bintil akar (nodulasi) tersebut yaitu perkembangan Rhizobium disekitar perakaran, melekatanya Rhizobium pada bulu akar, perubahan bentuk bulu akar, pembengkokan ujung bulu akar, pembentukan calon bintil akar, pembentukan benang infeksi, infeksi oleh Rhizobium melalui benang infeksi, perkembangan Rhizobium dalam bintil akar yang akhirnya berdiferensiasi ke dalam bentuk bakteroid.

2.1.5. Efektifitas Rhizobium

Peran utama bakteri Rhizobium bagi tanaman kacang-kacangan yaitu sebagai penyedia nitrogen. Namun tidak semua bakteri Rhizobium dapat menfiksasi N_2 diudara, hanya bakteri Rhizobium yang efektif yang dapat

menfiksasi N_2 sedangkan bakteri Rhizobium yang inefektif tidak dapat membentuk menfiksasi N_2 .

Efektif tidaknya penambatan nitrogen pada kacang-kacangan dapat diketahui antara lain dari perkembangan bintil akar saat tanaman mencapai fase berbunga. Bintil akar yang efektif biasanya berukuran besar, terletak dibagian atas atau bergerombol di sekitar leher akar dan tampak warna merah pada bagian tengah nodul ketika dibelah. Warna merah tersebut disebabkan karena dalam nodul terdapat kandungan lehemoglobin. Selain lehemoglobin di dalam bakteri Rhizobium tersebut juga terdapat enzim nitrogenase. Menurut Handayanto (1998) adanya lehemoglobin dan enzim nitrogenase merupakan dua komponen yang memegang peranan proses fiksasi N_2 . Sebaliknya, bintil akar yang tidak efektif (inefektif) tersebar di seluruh perakaran tanaman dan berukuran kecil (Suryantini, 1994).



Gambar 2.3: Bintil akar tanaman kedelai (<http://www.kidsregen.org>. Diakses 6 maret 2008)

Perbedaan antara bakteri Rhizobium yang efektif dan yang (inefektif) disajikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3: Perbedaan Rhizobium Efektif dengan Rhizobium Inefektif

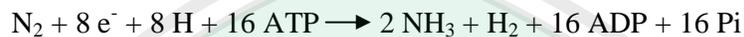
| Perbedaan | Rhizobium Efektif | Rhizobium Inefektif |
|---------------------------|---|---|
| 1. Keberadaan bintil akar | Banyak terdapat bintil akar di pangkal akar tanamann | Bintil akar tersebar pada semua bagaian akar dan jumlahnya sedikit (Suryantini, 1994) |
| 2. Ukuran bintil akar | Gepeng dan bulat besar | Gepeng dan bulat kecil (Somasegaran, 1985) |
| 3. Warna bintil akar | Merah pada bagian tengah bintil akar ketika dibelah karena mengandunga legemoglobin | Warna tidak terlalu merah atau merah muda pada bagaian tengah bintil akar ketika dibelah karena kekurangan legemoglobin (Somasegaran, 1985) |
| 4. Warna daun tanaman | Hijau segar | Kuning (Suryantini, 1994) |

2.2. Fiksasi Nitrogen Oleh Bakteri Rhizobium dan Dinamika Nitrogen di dalam Tanah

Nitrogen adalah mineral yang paling sering membatasi pertumbuhan dan produksi tanaman karena keadaan nitrogen dalam tanah relatif minimum, baik karena pemasukan yang kurang maupun karena kehilangan yang besar seperti kehilangan karena erosi, pencucian atau penguapan. Namun tanaman tidak akan kekurangan nitrogen apabila tanaman dapat menggunakan nitrogen dari atmosfer (N_2) yang mencapai 80%. Untuk memperoleh N_2 tanaman harus bersimbiosis dengan bakteri pemfiksasi nitrogen.

Salah satu bakteri yang dapat menfiksasi N_2 di atmosfer adalah bakteri Rhizobium. Dalam menfiksasi N_2 Rhizobium harus bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan (leguminosa). Jumlah N_2 yang difiksasi oleh simbiosis tersebut

bervariasi, tergantung pada jenis dan kultivar legum, spesies dan strain Rhizobium serta kondisi pertumbuhannya. Menurut Campbell, Reece, dan Mitchell (2003), fiksasi nitrogen oleh bakteri pemfiksasi nitrogen merupakan suatu proses yang rumit dan bertahap. Secara ringkas reaksi pengikatan nitrogen sebagai berikut:



Pertama-tama nitrogen di udara (N_2) harus diubah menjadi amonia (NH_3) (Loveless, 1991). Dalam larutan tanah, amonia mengambil ion hidrogen lain untuk membentuk amonium NH_4^+ yang diserap oleh tumbuhan (Campbell, Reece, dan Mitchell, 2003). Namun demikian, tumbuhan memperoleh nitrogennya terutama dalam bentuk nitrat NO_3^- . Hal ini dikarenakan nitrat mempunyai mobilitas yang tinggi di dalam tanah dan lebih mudah masuk ke akar tanaman daripada amonium. Muatan positif amonium berikatan dengan muatan negatif tanah, sedangkan muatan negatif nitrat tidak berikatan dengan muatan positif lain (Tortora, 2001).

Keseluruhan urutan reaksi dalam fiksasi nitrogen dikatalisis oleh satu kompleks enzim yang disebut nitrogenase. Nitrogenase mereduksi N_2 menjadi NH_3 (amonia) dengan cara menambahkan elektron bersama-sama ion hidrogen. Fiksasi nitrogen memerlukan energi yang cukup besar yaitu dibutuhkan delapan molekul ATP untuk mensintesis satu molekul amonia (Campbell, Reece, dan Mitchell 2003).

Selanjutnya Handayanto (1998) juga menjelaskan bahwa mekanisme reduksi nitrogen pada prinsipnya dibagi dalam empat tahap yaitu:

1. Nitrogen dari atmosfer (N_2) diikat oleh komponen 1 pada sisi aktif, yaitu Mo-Fe protein.
2. Komponen 2 atau Fe-protein menerima elektron dari elektron donor yaitu ferredoxin dan flavodoxin
3. Komponen 2 mentransfer elektron ke komponen 1 bersamaan dengan hidrolisis ATP
4. Komponen 1 mereduksi N_2 menjadi NH_3 dengan menggunakan elektron dari komponen 2. Komponen penting yang dipercaya sebagai pentransfer elektron dari komponen 2 ke komponen 1 adalah Mo-ATP. Persamaan reaksi lengkap fiksasi nitrogen yang dikatalisis enzim nitrogenase adalah sebagai berikut:



2.3. Tanah Entisol

Tanah entisol merupakan tanah muda yang baru berkembang dengan bahan induk yang beragam. Tanah tersebut belum mengalami differensiasi profil membentuk horison, sehingga masih dianggap lapisan. Menurut Munir (1996), ada beberapa faktor yang menyebabkan tingkat perkembangan pada tanah entisol sangat lemah, yaitu (a) iklim yang sangat ekstrim basah atau kering, sehingga perombakan bahan induk terhambat, (b) bahan induk yang sangat resisten terhadap pelapukan, misalnya kuarsa, (c) adanya faktor erosi yang selalu mengerus epipedon, sehingga tidak pernah terbentuk horison iluviasi. Tanah ini dapat dibedakan tiga jenis yaitu: Regosol, Aluvial dan Lithosol.

2.3.1. Sifat Fisik Tanah Entisol

Di Indonesia tanah Entisol banyak diusahakan untuk areal persawahan baik sawah teknis maupun tadah hujan pada daerah dataran rendah karena tanah entisol mempunyai sifat fisik yang beragam, tergantung bahan induknya. Bahan induk tanah entisol di Indonesia khususnya di Jawa barat, Tengah dan Timur berasal dari endapan bahan alluvium karena daerah tersebut berada di pesisir pantai utara atau yang dikenal dengan Jalur Pantura. Munir (1996) menjelaskan bahwa tanah entisol yang berasal dari bahan endapan aluvium bertekstur lempung ringan dengan susunan 30% pasir, 35% debu, 35% lempung.

Menurut Hardjowigeno (1995) tanah bertekstur lempung mempunyai luas permukaan yang besar sehingga mempunyai kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi. Ketersediaan unsur hara di dalam tanah, penting bagi tumbuhan dan bakteri Rhizobium. Islami dan Utomo (1995) menyatakan bahwa pertumbuhan bakteri Rhizobium dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara pada lingkungan perakaran dan akan berpengaruh pula terhadap fiksasi N₂. Sehingga tanah bertekstur lempung seperti tanah entisol yang berasal dari endapan bahan aluvium merupakan lingkungan yang baik bagi bakteri Rhizobium.

Sifat fisik lain dari tanah entisol yaitu warna tanah. Warna tanah entisol antara kelabu sampai coklat. Sedangkan warna tanah entisol yang berasal dari endapan bahan aluvium adalah coklat (Munir, 1996). Menurut Sutedjo dan Kartosaputra (2002) warna tanah dapat menunjukkan kadar bahan organik yang terdapat di dalamnya. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka warna tanah akan semakin kelam, sebaliknya semakin rendah kandungan bahan organik, maka

warna tanah akan semakin terang. Sehingga bahan organik pada tanah entisol (alluvial) tergolong baik dan sesuai untuk pertumbuhan Rhizobium.

Menurut Munir (1996), sifat fisik tanah entisol berdasarkan jenisnya adalah sebagai berikut:

1. Tanah Regosol

Jenis tanah regosol umumnya belum jelas menampilkan differensiasi horison, meskipun pada tanah yang sudah tua horison sudah mulai terbentuk dengan horison A 1 lemah dan berwarna kelabu. Tekstur tanah biasanya kasar, struktur remah, konsistensi lepas sampai gembur. Makin tua umur tanah struktur dan konsistensinya makin padat, bahkan seringkali membentuk padas dengan drainase dan porositas yang terhambat. Umumnya jenis tanah ini belum membentuk agregat, sehingga peka terhadap erosi. Dalam taksonomi tanah, lebih dikenal dengan psamment (psama= pasir; ent= order entisol).

Berdasarkan bahan induknya tanah entisol dapat dibedakan lagi atas:

- a. Regosol abu vulkanik pada daerah berfisiografi "vulcanic fan" (=lahar vulkanik yang kebawah melebar seperti kipas)
- b. Regosol Bukit Pasir (sand dune) biasanya terdapat dipantai
- c. Regosol Batuan Sedimen dengan topografi bukit lipatan Napal.

2. Tanah Aluvial

Tanah aluvial meliputi lahan yang sering atau baru saja mengalami banjir, sehingga dapat dianggap masih muda dan belum ada differensiasi horison.

Suatu hal yang mencirikan pada pembentukan aluviasi ialah bagian terbesar bahan kasar akan diendapkan tidak jauh dari sumbernya. Tekstur bahan

yang diendapkan pada waktu dan tempat yang sama akan lebih seragam makin jauh dari sumbernya makin halus butir yang diangkut. Karena tanah ini terbentuk akibat banjir dimusim hujan maka sifat bahan-bahannya juga tergantung pada kekuatan banjir dan asal serta macam bahan yang diangkut, sehingga menampilkan ciri morfologi berlapis-lapis atau berlembar-lembar yang bukan horison karena bukan hasil perkembangan tanah.

Sifat tanah aluvial dipengaruhi langsung oleh sumber bahan asal sehingga kesuburannya pun ditentukan sifat bahan asalnya. Dalam taksonomi tanah tergolong fluvent (fluv=luvius sungai-dataran banjir;ent order entisol).

3. Lithosol

Jenis tanah yang dulu dinamakan "*Skeletata Soil*" atau "*Roh Boden*" ini merupakan tanah yang dianggap paling muda sehingga bahan induknya seringkali dangkal (kurang dari 45 cm) atau tampak diatas permukaan tanah sebagai batuan padat yang padu.

Dengan demikian profilnya belum memperlihatkan horison-horison dengan sifat-sifat dan ciri-ciri batuan induknya. Tanah ini belum lama mengalami perkembangan tanah. Akibat pengaruh iklim yang lemah letusan vulkan atau topografi yang terlalu miring atau bergelombang. Dalam taksonomi tanah tergolong dalam lithuc subgroup (macam tanah yang memiliki kontak litik =fasa litik).

2.3.2. Sifat Kimia Tanah Entisol

Sifat kimia tanah meliputi drajat keasaman tanah, kejenuhan basa dan unsur-unsur hara dalam tanah. Derajat keasaman (pH) tanah entisol beragam

mulai dari asam, netral sampai alkalin. Tanah entisol jenis regosol mempunyai pH 6-7. Derajat keasaman atau pH tanah entisol great group Troppoflouvent yang ada di Indonesia termasuk pH netral. Munir (1996), menyatakan bahwa pH tanah dari great group Troppofluvent pada horison A antara 5,9 sampai 7,3 sedangkan untuk horison C pada kisaran pH 5,8 sampai 7,8. Hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut sesuai untuk pertumbuhan tanaman kedelai dan juga perkembangan bakteri Rhizobium karena toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5,8-7,0 dan pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terlambat karena keracunan Al, Fe dan Mn. Selanjutnya Sutedjo (1991), menyatakan bahwa reaksi optimum bagi pertumbuhan dan perkembangan Rhizobium adalah pH 5,5-7,0 sehingga pada pH < 5,5 dan > 7,0 Rhizobium tidak dapat berkembang atau berkembang dengan lambat.

Kejenuhan basa pada tanah entisol sedang hingga tinggi dengan kapasitas tukar kation (KTK) yang beragam tergantung bahan induk (Munir, 1996). Kejenuhan basa dan Kapasitas tukar kation (KTK) tanah entisol di Indonesia yang pada umumnya bahan induk berasal dari endapan aluvium tergolong tinggi.

Kadar hara pada tanah entisol juga beragam tergantung bahan induk. Menurut Munir (1996), tanah Regosol mengandung unsur P dan K tinggi tetapi sering kekurangan unsur N. Sedangkan tanah regosol yang berasal dari abu vulkan kaya akan hara tetapi belum tersedia (Tan, 1986 dalam Utami, 2003).

Handayanto (1998) menjelaskan bahwa kejenuhan basa yang tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian kation basa, karena kejenuhan basa (KB) adalah perbandingan antara jumlah kation basa

dengan jumlah semua kation (kation asam dan basa) dalam jerapan koloid. Sedangkan Sutedjo dan Kartosapoetra (2002) menjelaskan bahwa Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan sifat kimia tanah yang erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK yang tinggi lebih mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman dibandingkan dengan KTK rendah. Karena unsur hara yang dijerap tidak mudah tercuci. Hal ini menunjukkan bahwa tanah entisol baik untuk pertumbuhan bakteri Rhizobium karena pertumbuhan bakteri Rhizobium dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara pada lingkungan perakaran dan kemudian akan berpengaruh pada fiksasi N₂ (Islami dan Utomo, 1995).

2.4. Tanah Vertisol

Tanah vertisol atau grumosol merupakan tanah mineral yang memiliki sifat khusus yaitu mempunyai sifat vertikal hal ini disebabkan terdapat mineral liat tipe 2:1 yang relatif banyak, sehingga dapat mengerut (*shrinking*) jika dalam keadaan kering dan mengembang (*swelling*) jika jenuh air (Munir, 1996). Hal ini menyebabkan tanah sulit diolah. Namun menurut Deckers, dkk (2001) dalam Prasetyo (2007) tanah vertisol termasuk tanah yang subur karena tanah tersebut relatif kaya akan hara dengan kapasitas tukar kation tinggi dan pH netral hingga alkali.

Tanah vertisol di Indonesia terbentuk pada tempat-tempat yang berketinggian tidak lebih dari 300 meter diatas permukaan laut, temperatur tahunan rata-rata 25 C dengan curah hujan kurang dari 1500 mm/tahun dan topografi datar sampai daerah yang berlereng curam.

2.4.1. Sifat Fisik Tanah Vertisol

Tanah vertisol pada umumnya mempunyai tekstur liat, kandungan liat berkisar antara 35 % sampai 90 % dari total tanah. Komposisi mineral liat tanah vertisol selalu didominasi oleh mineral tipe 2:1, biasanya montmorilonit (Ristori, dkk, 1992 dalam Prasetyo, 2007). Harrdon (1939) dalam Darmawijaya (1997) menjelaskan bahwa tanah vertisol dapat mengembang bila basah dan mengerut jika kering, karena didominasi mineral liat tipe 2:1 (montmorillonit). Montmorillonit yaitu mineral yang sifatnya hidrofil dan mempunyai daya pertukaran basa yang tinggi sehingga mineral ini berkemampuan mengembang dan mengerut yang besar. Montmorillonit juga mempunyai unit-unit kristal yang dicirikan oleh lempeng aluminium (oktahedral) yang diapit oleh dua lempeng silikat tetrahedral. Setiap unit kristal satu sama lain diikat oleh ikatan oksigen yang lemah sehingga kristal dapat mudah mengembang apabila jenuh air. Akibatnya liat montmorillonit mudah hancur dan dalam keadaan demikian akan didapatkan unit-unit kecil yang utuh. Biasanya diameter montmorillonit berkisar antara 0,01 mikron sampai 1,00 mikron.

Menurut Handayanto (1998) warna tanah vertisol adalah kelabu sampai hitam. Sedangkan menurut Wilding dkk (1983) dalam Munir (1996) pada umumnya tanah vertisol pada bagian permukaannya berwarna hitam dan melalui oksidasi yang berkepanjangan, warna hitam akan tereduksi namun warna tersebut tidak akan hilang sama sekali. Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah tersebut kandungan bahan organiknya tinggi. Semakin banyak bahan organik yang tersedia di dalam tanah maka populasi mikroba tanah termasuk *Rhizobium* akan semakin

banyak. BRADY (1974) menyatakan bahwa bahan organik dalam tanah berperan dalam penyedia unsur-unsur hara dan tenaga maupun pembentuk tubuh mikroba tanah.

2.4.2. Sifat Kimia Tanah Vertisol

Secara kimiawi tanah vertisol tergolong tanah yang kaya akan unsur hara karena mempunyai kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa yang tinggi. Hardjowigeno (1993) menyatakan bahwa KTK pada tanah mineral liat montmorillonit antara 80-150 me/g liat. Selanjutnya Handayanto (1998) menjelaskan bahwa tanah dengan KTK tinggi lebih mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman dibandingkan dengan KTK rendah.

Derajat keasaman atau pH pada tanah vertisol adalah netral. Prasetyo (2007), menyatakan bahwa pH tanah vertisol berkisar antara 5,5 hingga 7,4. Selanjutnya Handayanto (1998) menjelaskan bahwa tanah dengan keadaan pH netral menunjukkan bahwa konsentrasi H^+ dan OH^- dalam tanah tersebut seimbang. Apabila konsentrasi H^+ dan OH^- dalam tanah seimbang maka unsur hara mudah larut dalam air sehingga pada pH netral unsur hara mudah diserap. Selain itu dalam keadaan netral dipastikan tanah tidak terdapat unsur Fe, Mn, Zn, Cu dan Co seperti pada tanah dengan pH masam karena unsur tersebut merupakan zat racun bagi tanaman. Pada tanah dengan pH netral maka mikroorganisme juga mudah berkembang. Seperti bakteri Rhizobium yang hanya dapat berkembang dengan baik pada $pH > 5,5$.

Kandungan bahan organik pada tanah vertisol beragam tergantung pada bahan induknya. Menurut Wilding dkk (1983) dalam Munir (1996), bahwa pada

beberapa tanah Indonesia, baik P total atau P tersedia adalah sangat tinggi pada vertisol yang berkembang dari batuan basik tetapi rendah pada tanah yang berkembang dari bahan vulkanis. Pada segi lain vertisol yang berkembang dari bahan induk marl atau napal, kandungan P total atau P tersedia adalah rendah, demikian juga pada beberapa tanah alluvial atau tanah yang berkembang dari bahan induk berbatuan sedimen.

Menurut Blokuis (1972) dalam Munir (1996), kandungan K umumnya rendah yaitu 0,2 me/100 g tanah. Sedangkan kandungan nitrogen pada tanah lapisan atas umumnya antara 0,08-0,18% dan pada lapisan bawah 0,04-0,18 5. Selanjutnya Wilding dkk (1983), menyatakan bahwa vertisol dapat menfiksasi NH_4^- dan K^+ kedalam bentuk yang tidak dapat dipertukarkan dan kemungkinan menjadi penyusun dari illit. Kandungan Mn rendah dan pada tanah yang perkembangannya dari batu kapur kandungan Mn tinggi. Mn umumnya terdapat dalam bentuk Fe-Mn atau Ca-Fe-Mn dalam bentuk gumpal.

2.5. Kedelai Varietas Sinabung

Kedelai varietas Sinabung merupakan salah satu kedelai varietas unggul dengan wilayah adaptasi pada lahan sawah. Kedelai varietas Sinabung ini banyak disukai petani karena bentuk bijinya yang lonjong, berukuran sedang dan warna kulit biji kuning, selain itu kedelai varietas Sinabung mempunyai nilai kadar protein tertinggi dari pada kedelai unggul lain yaitu sekitar 46 %, umur panen tergolong sedang yaitu 88 hari (Suhartina, 2003)

Secara morfologi tanaman kedelai varietas Sinabung memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Akar dan bintil akar

Perakaran kedelai varietas Sinabung seperti halnya kedelai varietas lain yaitu terdiri dari akar tunggang (akar utama) dan empat baris akar sekunder (akar cabang). Perkembangan akar kedelai dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain tekstur tanah, cara pengolahan tanah, pemupukan, sifat fisik dan kimia tanah, serta air tanah. Akar rambut tumbuh disekitar ujung akar tunggang, kurang lebih 4 hari setelah biji berkecambah. Setelah akar rambut tumbuh pada akar utama atau akar cabang bintil akar dapat terbentuk. 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%. Ukuran dan bentuk bintil akar pada tanaman kacang-kacangan bervariasi tergantung dengan meristem khas dari spesies kacang-kacangan. Pada tanaman kedelai varietas Sinabung mempunyai meristem yang tidak bercabang sehingga menghasilkan bintil akar yang pipih dan bulat.

2. Batang

Kedelai berbatang semak, dengan tinggi batang antara 30-100 cm. Setiap batang dapat membentuk 3-6 cabang. Berdasarkan tipe pertumbuhan batangnya, kedelai dibagi menjadi tiga tipe, yaitu: determinate, indeterminate, dan semideterminate. Kedelai varietas Sinabung memiliki tipe pertumbuhan determinate karena pertumbuhan batang kedelai ini berhenti setelah tanaman berbunga (Adisarwanto, 2005).

Bertambahnya tinggi batang kedelai merupakan parameter pertumbuhan tanaman. Nitrogen mempunyai peranan penting pada fase pertumbuhan ini. Menurut Poerwowidodo (1992) peningkatan produksi nitrogen dalam tanaman oleh Rhizobium akan mempercepat perubahan karbohidrat menjadi protein dan sebagian kecil digunakan untuk menyusun dinding sel sehingga meningkatkan ukuran dan penebalan dinding sel.

3. Daun

Pada kedelai varietas Sinabung terdapat empat tipe daun yang berbeda, yaitu kotiledon atau daun biji, daun primer sederhana, daun bertiga, dan profila. Daun primer sederhana berupa daun tunggal (unifoliat) terletak bersebrangan pada buku pertama diatas kotiledon. Daun-daun berikutnya yang terbentuk pada batang utama dan pada cabang ialah daun bertiga (trifoliolat), namun adakalanya terbentuk daun berempat atau daun berlima. Daun profila ialah daun yang terletak pada pangkal tiap cabang (Islami dan Utomo, 1995).

Daun merupakan organ yang berperan pada proses fotosintesis karena di dalam daun mengandung zat hijau daun (klorofil). Klorofil tersusun dari komponen C, H, O, N dan Mg. Nitrogen berperan sebagai enzim, protein membran serta sebagian sisanya sebagai nitrogen asam amino bebas (larut dalam air) (Sitompul, 1991).

Tanaman yang kekurangan nitrogen akan mempengaruhi kandungan klorofil dan menyebabkan berkurangnya laju fotosintesis (Gardner dkk.,1991). Poerwowidodo (1992) mempertegas bahwa nitrogen dalam tanaman mempengaruhi proses fotosintesis yaitu nitrogen hasil penambatan Rhizobium di ubah menjadi amonia (NH_3). Nitrogen yang direduksi digunakan sebagai bahan

penyusun klorofil daun sehingga semakin bertambah nitrogen yang diikat oleh Rhizobium maka semakin bertambah kadar klorofil daun.

2.6. Kajian Penelitian dalam Perspektif Islam

2.6.1. Allah Menciptakan Bakteri Rhizobium Penuh dengan Hikmah

Segala sesuatu baik yang besar maupun yang kecil, yang tinggi maupun yang rendah telah di ciptakan oleh Allah SWT tanpa sia-sia atau memiliki hikmah dan manfaat masing– masing. Sebagaimana firman Allah dalam Al Quran Surat Al Baqoroh ayat 26, sebagai berikut:

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيَىٰ أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا...

”Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu.”(Q.S. Al-Baqarah: 26).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah tidak malu atau enggan menciptakan hewan kecil seperti nyamuk atau yang lebih rendah dari pada itu karena semua yang diciptakan oleh Allah SWT pasti ada hikmah dan manfaatnya.

Makna (فَمَا فَوْقَهَا) dalam kitab tafsir Al Qurthubi yaitu-Allah jua yang mengetahui-adalah apa yang dibawahnya. Maksudnya yang lebih kecil lagi. Sehingga apa yang lebih kecil dari nyamuk sebenarnya hanya Allah yang mengetahui. Sedangkan menurut ilmu biologi banyak makhluk hidup yang dari segi fisik lebih kecil dari nyamuk seperti euglena, virus, jamur, bakteri dan lain sebagainya. Menurut Pelczar dan Chan (1986), bakteri merupakan sel prokariotik yang bersel tunggal (uniseluler) dan terdiri dari berbagai jenis.

Ada beberapa jenis bakteri yang bermanfaat bagi kehidupan salah satunya adalah bakteri Rhizobium. Sutedjo (1991) menjelaskan bahwa bakteri Rhizobium

merupakan bakteri yang bersimbiosis dengan akar tanaman kacang-kacangan dan mampu menambat nitrogen (N₂) bebas di atmosfer yang akhirnya nitrogen ini dapat dimanfaatkan oleh tanaman inangnya. Soedarjo (1998) juga menjelaskan bahwa asosiasi antara bakteri dengan tanaman inangnya merupakan simbiosis mutualisme karena nitrogen yang ditambat Rhizobium dapat digunakan oleh tanaman sedangkan tanaman inang memberikan fotosintat bagi Rhizobium sebagai sumber energi.

2.6.2. Perintah untuk Memelihara Tumbuhan dan Tidak Membuat Kerusakan

Allah SWT telah memerintahkan umat manusia untuk memelihara tanaman dan tidak merusaknya. Perintah tersebut telah banyak dijelaskan di dalam Al-Quran. Salah satu firman Allah yang menjelaskan tentang hal tersebut adalah surat Al-Qashash ayat 77, sebagai berikut:

وَأَبْتَغِ فِي مَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا
وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ
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. Qashash : 33).

Makna (وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ) dalam tafsir Ibnu Katsir yaitu berbuat baiklah kepada makhluk-Nya sebagaimana Dia telah berbuat baik kepadamu.

Ayat tersebut telah tegas menjelaskan bahwa kita diperintahkan untuk berbuat baik kepada semua makhluk Allah.

Makhluk Allah ialah semua yang diciptakan Allah SWT termasuk tumbuh-tumbuhan dan memelihara tumbuhan merupakan perbuatan baik yang harus kita lakukan. Salah satu upaya untuk memelihara tumbuhan yaitu dengan memperluas lahan (ekstensifikasi) tanaman kedelai varietas Sinabung agar hasil produksi kedelai tersebut semakin meningkat dan semakin baik.

Selanjutnya makna (وَلَا تَبْغِ الْقَسَادَ فِي الْأَرْضِ) janganlah semangatmu hanya menjadi perusak dimuka bumi dan berbuat buruk kepada makhluk Allah (Ibnu Katsir, 2004), mempertegas bahwa selain Allah memerintah manusia untuk berbuat baik terhadap semua makhluk-Nya, Allah juga melarang merusak makhluk-Nya termasuk tanaman kedelai karena (إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ)
“*Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan*”.

2.6.3. Perintah Allah untuk Memanfaatkan Tanah yang Subur

Allah memerintahkan kepada umat manusia untuk memanfaatkan tanah yang subur sebagai lahan pertanian. Allah telah berfirman dalam Al-Qur'an surat Al- Hajj ayat 5:

وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ

زَوْجٍ بَهِيجٍ ﴿٥﴾

“*Dan kamu lihat bumi Ini kering, Kemudian apabila Telah kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang indah*” (Q.S. Al Hajj: 5).

Muhammad SAW telah bersabda :

مَنْ كَانَتْ لَهُ أَرْضٌ فَلْيَزَعَهَا (رواه أبي هريرة)

"Barang siapa yang mempunyai tanah maka hendaklah tanah itu ditanaminya"
(Hadist Riwayat Abu Hurairah) (Labib, 1993).

Al-Qur'an dan hadist di atas telah menjelaskan bahwa Allah SWT dapat menumbuhkan bermacam-macam tumbuhan dan buah-buahan dari tanah yang subur sebagai tanda kekuasaan-Nya. Namun tumbuhan dan buah-buahan akan tumbuh jika manusia berusaha memanfaatkan tanah tersebut. Salah satu usaha manusia untuk memanfaatkan tanah yang subur yaitu dengan menanam kedelai pada tanah entisol dan vertisol di Jawa Timur. Tanah tersebut merupakan tanah yang subur karena kandungan unsur haranya yang cukup tinggi dan terdapat banyak Rhizobium endogen.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Rancangan Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu jenis tanah. Jenis tanah terdiri atas sebelas perlakuan. Pada setiap unit perlakuan diulang 3 kali. Adapun rincian perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1: Kombinasi Perlakuan

| Perlakuan | Jenis Tanah | Kombinasi perlakuan |
|-----------|-------------|---|
| 1 | Vertisol | Tanah berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, Besuk, Probolinggo bekas lahan tembakau |
| 2 | Entisol | Tanah berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur liat berdebu dari Ds. Kejayan, Kejayan, Pasuruan bekas lahan padi |
| 3 | Vertisol | Tanah berwarna coklat kemerahan dengan tekstur liat berpasir dari Madurejo, Wonorejo, Pasuruan bekas lahan kedelai |
| 4 | Entisol | Tanah berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai |
| 5 | Vertisol | Tanah berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, besuk, Probolinggo bekas lahan kedelai |
| 6 | Entisol | Tanah berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan padi |
| 7 | Entisol | Tanah berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Sladi, Kejayan, Pasuruan, Kebun Benih bekas lahan padi |
| 8 | Entisol | Tanah berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Kresek, Kotaanyar, Probolinggo bekas lahan tembakau |
| 9 | Entisol | Tanah berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi |

| | | |
|----|----------|--|
| 10 | Entisol | Tanah berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Tunjung, Randu Agung, Lumajang bekas lahan tebu |
| 11 | Vertisol | Tanah berwarna coklat kehitaman dengan tekstur liat berdebu dari Gondang Rejo, Candi, Pasuruan bekas lahan tebu |

3.2. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (BALITKABI) Kendalpayak, Pakisaji, Malang pada bulan Maret-April 2008.

3.3. Variabel Penelitian

Variabel-variabel dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis tanah dari Jawa Timur (11 macam).

2. Variabel terikat

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

3.4. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Nampan
- Gelas Ukur
- Beker glass
- Vortex Orbital Shaker

- Timbangan
- Polybag
- Laminar Air Flow
- Hand sprayer
- Autoclave
- Bunsen
- Oven
- Erlenmeyer
- Pipet
- Tissue
- Kapas
- Pinset
- Plastic
- Clorophyl meter
- Penggaris
- Gunting
- Tabung Reaksi

Sedangkan bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Benih Kedelai Varietas Sinabung
2. Larutan Hara Minus N
3. Sodium Perklorat 1, 05 %
4. Aquades Steril
5. 11 macam tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur
6. Pasir

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. Persiapan Media Tanam

Beberapa macam tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur yang akan dipakai sebagai media tanam dikering-anginkan, ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan berdiameter 2 mm. Selanjutnya dimasukan kedalam

polybag sebanyak 1,6 kg. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Dengan demikian jumlah tanah yang diperlukan ialah:

| | | |
|------------------------------|-------|---|
| ☞ 1,6 kg x 3 (ulangan) = 4,8 | 5 kg | |
| ☞ 11 (macam tanah) | 11 | x |
| Total | 55 kg | |

Sebagian tanah yang tidak digunakan sebagai media tanam akan dianalisis dan ditera sel Rhizobium alaminya dengan menggunakan metode MPN (Most Probable Number) (Somasegaran dan Hoben, 1985).

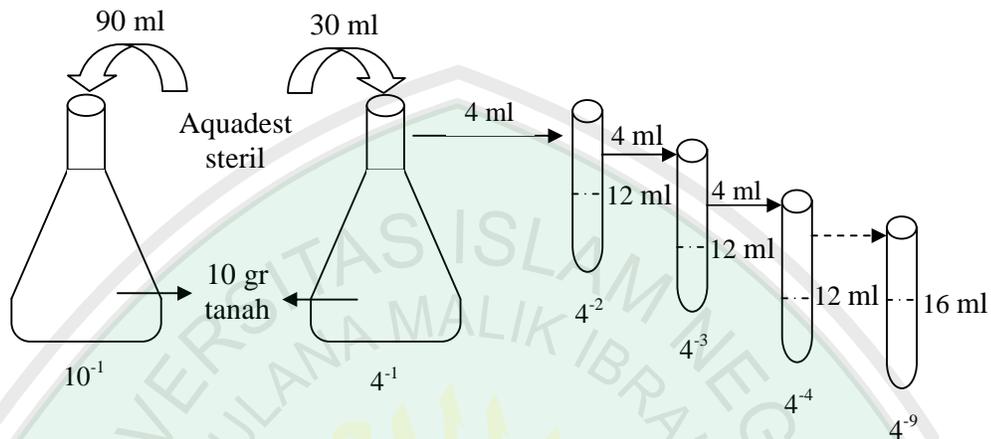
3.5.2. Analisa Tanah

Masing-masing tanah yang akan dianalisis ditumbuk terlebih dahulu sampai halus. Analisa tanah tersebut dilakukan untuk mencirikan sifat kimia tanah (kadar N, P, K, Mn, dan bahan organik).

3.5.3. Uji Most Probable Number (MPN)

Uji MPN dilakukan untuk menaksir densitas sel Rhizobium per gram tanah. Prosedur yang dilakauakan adalah sampel tanah yang sudah di tumbuk dan diayak dibuat serial pengenceran 10^{-1} , 4^{-1} , 4^{-2} , 4^{-3} , 4^{-4} , 4^{-5} , 4^{-6} , 4^{-7} , 4^{-8} , dan 4^{-9} menggunakan air steril. Pengenceran 10^{-1} dibuat dengan menimbang 10 gram tanah kemudian ditambahkan 90 ml air steril. Pengenceran 4^{-1} dibuat dengan menambahkan 30 ml air steril pada tiap 10 gram tanah. Dari suspensi tanah 4^{-1} diambil 4 ml, kemudian ditambahkan air steril dalam tabung reaksi hingga 16 ml sehingga menjadi pengenceran 4^{-2} , dan seterusnya hingga pengenceran 4^{-9}

(Somasegaran, 1985). Diagram pembuatan serial pengenceran sampel tanah adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram pembuatan serial pengenceran dari sampel tanah yang akan ditera densitas sel Rhizobiumnya menggunakan metode MPN (Somasegaran, 1985)

Benih kedelai varietas Sinabung yang telah disterilkan ditanam pada wadah yang berisi 200 gram pasir steril dan dipertahankan satu tanaman. Dua ml larutan tanah yang telah dilakukan pengenceran diinokulasikan pada tanaman kedelai berumur 4 hst dan diulang 4 kali. Penyiraman dilakukan agar bakteri Rhizobium segera meresap kedalam media tanam dan terhindar dari kondisi yang tidak kondusif, disamping itu setiap minggu disiram dengan larutan hara ninus N untuk memepertahankan kelembaban. Semua kegiatan dilakukan secara aseptik untuk meghindari kontaminasi.

Pengamatan ada tidaknya bintil akar di setiap perlakuan inokulasi dengan pengenceran tertentu di lakukan pada umur 21 hari setelah inokulasi (HSI). Densitas dari Rhizobium ditentukan berdasarkan keberadaan bintil akar pada masing-masing pengenceran inokulum tanah dan daftar tabel estimasi sel Rhizobium.

3.5.4. Sterilisasi Benih

Proses sterilisasi benih yaitu benih di rendam pada larutan klorok selama 10 menit, tiap 2 menit dikocok perlahan (dikocok 3-4 kali kemudian berhenti sejenak), kemudian dibilas dengan air steril sebanyak 3-4 kali hingga benih bersih dari larutan klorok.

3.5.5. Penanaman Benih Kedelai

Benih yang telah disterilkan ditanam pada media tanam yang telah dipersiapkan. Pada setiap polibag di tanam lima benih. Pada saat kedelai berumur satu minggu dilakukan penjarangan menjadi dua tanaman pada setiap polibag.

3.5.6. Pemeliharaan dan Pemanenan Tanaman

Tanaman setiap hari disiram dengan air matang, selain itu juga dilakukan penyiangan dan pengendalian hama dan penyakit (dilakukan berdasarkan pemantauan). Pemanenan tanaman dilakukan pada umur 40 hari dengan cara dicabut kemudian dibersihkan dan bintil akar dipisahkan dari akar secara hati-hati. Tanamn kemudian dioven selama 3 x 24 jam pada suhu 70°C dan diukur berat keringnya.

3.5.7. Pengumpulan Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan selama empat kali, yaitu satu kali setiap minggunya. Tinggi tanaman tersebut diukur dengan menggunakan penggaris.

2. Pengukuran Kadar klorofil Daun

Kadar klorofil diukur menggunakan Chlorofil Meter. Pengukuran kadar klorofil ini dilakukan satu kali dalam seminggu selama 40 hari, dimulai pada umur 14 HST.

3. Penghitungan Jumlah Bintil Akar Efektif dan Tidak Efektif

Penghitungan jumlah akar efektif dan tidak efektif ini dilakukan pada umur 40 HST. Penghitungan dilakukan dengan cara mengambil bintil akar satu per satu dari akar tanaman. Bintil akar efektif dicirikan olah bagian dalam bintil akar yang berwarna kemerahan karena mengandung lehemoglobin.

4. Pengukuran Biomassa Tanaman

Pengukuran biomassa tanaman dilakukan dengan mengukur berat kering tanaman. Berat kering tanaman tersebut meliputi berat kering brangkasan, akar dan bintil akar. Sebelum brangkasan, akar dan bintil akar tersebut di timbang maka disimpan terlebih dahulu di dalam oven agar kering.

5. Pengukuran Kadar Nitrogen

Pengukuran kadar nitrogen tanaman dilakukan pada umur 40 hst dengan metode mikro Kjeldahl.

3.5.8. Analisis Kadar N Tanaman

Sampel tanaman yang digunakan untuk analisa kadar N adalah bagian daun, batang dan ranting (brangkasan). Setelah tanaman dioven selama 3x24 jam, diblender kemudian dianalisa dengan menggunakan metode mikro Kjeldahl. Analisis dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah BALITKABI.

3.5.9. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis variansi (ANOVA). Bila terdapat perbedaan nyata dilakukan uji lanjut dengan menggunakan DMRT 5%.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Most Probable Number (MPN) pada Beberapa Macam Tanah Entisol dan Vertisol

Uji MPN dilakukan untuk memperkirakan populasi Rhizobium endogen yang terdapat pada tanah. Hasil penghitungan populasi Rhizobium endogen pada umur 21 hari adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Penghitungan populasi Rhizobium berdasarkan uji MPN

| Jenis Tanah | Jumlah bintil akar pertanaman | Estimasi Rhizobium (m) (dilihat di tabel estimasi) | Jumlah pengenceran (s) | Volume suspensi (v) (ml) | MPN = $\frac{m \times s}{v}$ (sel/gr tanah) |
|-------------|-------------------------------|--|------------------------|--------------------------|---|
| 1 | 15 | $5,0 \times 10^1$ | 10 | 2 | 250 |
| 2 | 27 | $3,5 \times 10^3$ | | | 17.500 |
| 3 | 20 | $2,8 \times 10^2$ | | | 1.400 |
| 4 | 39 | $2,0 \times 10^5$ | | | 1.000.000 |
| 5 | 37 | $1,2 \times 10^5$ | | | 750.000 |
| 6 | 40 | $2,0 \times 10^5$ | | | 1.000.000 |
| 7 | 30 | $9,1 \times 10^3$ | | | 45.500 |
| 8 | 24 | $1,1 \times 10^3$ | | | 5.500 |
| 9 | 12 | $1,8 \times 10^1$ | | | 90 |
| 10 | 14 | $3,5 \times 10^1$ | | | 175 |
| 11 | 14 | $3,5 \times 10^1$ | | | 175 |

Keterangan:

1. Tanah Vertisol berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, Besuk, Probolinggo bekas lahan tembakau
2. Tanah Vertisol berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur liat berdebu dari Ds. Kejayan, Kejayan, Pasuruan bekas lahan padi
3. Tanah Entisol berwarna coklat kemerahan dengan tekstur liat berpasir dari Madurejo, Wonorejo, Pasuruan bekas lahan kedelai
4. Tanah Entisol berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai
5. Tanah Vertisol berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, besuk, Probolinggo bekas lahan kedelai
6. Tanah Entisol berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan padi

7. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Sladi, Kejayan, Pasuruan, Kebun Benih bekas lahan padi
8. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Kresek, Kotaanyar, Probolinggo bekas lahan tembakau
9. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi
10. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Tunjung, Randu Agung, Lumajang bekas lahan tebu
11. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur liat berdebu dari Gondang Rejo, Candi, Pasuruan bekas lahan tebu

Pada tabel 4.1. dapat dilihat bahwa populasi Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur memiliki perbedaan. Populasi Rhizobium endogen tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 4 (tanah Entisol dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan Kedelai) dan perlakuan 6 (tanah Entisol dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan padi), yaitu 1000000 sel per gram tanah. Sedangkan populasi Rhizobium endogen terendah ditunjukkan pada perlakuan 9 (tanah Entisol dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi) yaitu 90 sel per gram tanah.

Perbedaan jumlah populasi Rhizobium endogen tersebut diduga karena perbedaan vegetasi tanaman yang hidup sebelumnya. Sebagian tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur merupakan lahan bekas kedelai dan sebagian yang lain merupakan bekas lahan padi, tembakau, dan tebu. Pada lahan bekas tanaman kedelai yang merupakan famili leguminosa, terdapat Rhizobium yang lebih banyak daripada lahan bekas tanaman selain kedelai. Islami dan Utomo (1995), menjelaskan bahwa pada tanah yang sering ditanami tanaman legum mengandung populasi Rhizobium lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang jarang ditanami tanaman legum. Namun kelangsungan hidup Rhizobium di dalam tanah tidak hanya tergantung pada vegetasi tanaman yang pernah menjadi inangnya namun juga tergantung pada unsur hara di sekitarnya (Islami dan Utomo, 1995). Hal ini

sesuai dengan hasil uji MPN pada tabel 4.1 yang menunjukkan bahwa perlakuan 6 (tanah Entisol dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan padi) memiliki populasi Rhizobium endogen yang lebih banyak (1000000 sel per gram tanah) dari pada populasi Rhizobium endogen pada perlakuan 3 (1400 sel per gram tanah) dan 5 (75000 sel per gram tanah) yang merupakan tanah bekas lahan kedelai. Hal ini disebabkan karena unsur N, P, K pada perlakuan 6 lebih tinggi dari pada perlakuan 3 dan 5 (hasil analisis tanah lampiran 4).

4.2. Nodulasi Rhizobium Endogen

Berdasarkan hasil analisis varian, diketahui bahwa terdapat perbedaan nyata pada jumlah nodul sebagai akibat perbedaan beberapa macam tanah entisol dan vertisol di Jawa Timur. Data analisis varian terhadap jumlah nodul disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data analisis variansi jumlah nodul

| SK | Db | JK | KT | F _{hitung} 5% | F _{tabel} 5% |
|-------|----|---------|--------|------------------------|-----------------------|
| Prlak | 10 | 2331.90 | 233.19 | 2.35 * | 2,35 |
| Galat | 20 | 2177.83 | 98.99 | | |
| Total | 32 | 4509.74 | | | |

Keterangan :

tn : Tidak nyata

* : Nyata pada taraf 5%

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% terhadap jumlah nodul disajikan pada tabel 4.3. Rerata jumlah nodul tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 11 (tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur liat berdebu dari Gondang Rejo, Candi, Pasuruan bekas lahan tebu), perlakuan 2 (tanah vertisol berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur liat berdebu dari Ds. Kejayan,

Kejayan, Pasuruan bekas lahan padi), dan perlakuan 4 (tanah entisol berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai). Rerata jumlah nodul terendah ditunjukkan pada perlakuan 9 (tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi), perlakuan 8 (tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Kresek, Kotaanyar, Probolinggo bekas lahan tembakau), dan perlakuan 1 (tanah vertisol berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, Besuk, Probolinggo bekas lahan tembakau).

Tabel 4.3. Ringkasan hasil uji DMRT 5% variabel jumlah nodul

| Perlakuan | Rerata / notasi |
|-----------|-----------------|
| 9 | 24,5000 a |
| 8 | 25,6667 a |
| 1 | 28,1667 a |
| 5 | 32,3333 ab |
| 10 | 35,3333 ab |
| 3 | 36,5000 ab |
| 6 | 38,6667 ab |
| 7 | 39,5000 ab |
| 2 | 47,3333 b |
| 4 | 47,6667 b |
| 11 | 49,6667 b |

Keterangan: angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %

Perbedaan yang nyata variabel jumlah nodul pada berbagai macam tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur tersebut dikarenakan jumlah populasi Rhizobium endogen pada masing-masing tanah berbeda, ini dibuktikan melalui penghitungan uji MPN (tabel 4.1). Perlakuan 4 yang memiliki populasi Rhizobium endogen 1.000.000 sel per gram tanah dapat menghasilkan rerata jumlah nodul sebanyak 47,6667/tanaman. Pada perlakuan 9 yang memiliki

populasi Rhizobium 90 sel per gram tanah dapat menghasilkan rerata jumlah nodul sebanyak 24.5000/tanaman. Gradner, Pearce, dan Mitchell (1991), menyatakan bahwa rendahnya populasi Rhizobium menyebabkan Rhizobium tidak mampu melakukan invasi kedalam bulu akar dan membentuk bintil. Kondisi yang berbeda dengan fenomena diatas ditunjukkan pada perlakuan 6 dan 11. Pada perlakuan 6 yang memiliki populasi Rhizobium endogen 1.000.000 sel per gram tanah dapat menghasilkan rerata jumlah nodul sebanyak 38.6667/tanaman. Pada perlakuan 11 yang memiliki populasi Rhizobium 175 sel per gram tanah dapat menghasilkan rerata jumlah nodul sebanyak 49,6667/tanaman. Hal ini diduga karena Rhizobium endogen pada perlakuan 6 hanya sedikit yang kompatibel dengan tanaman varietas Sinabung. Kompatibilitas antara Rhizobium dengan tanaman kedelai menunjukkan adanya keserasian antara strain-strain Rhizobium dengan varietas-varietas kedelai. Simbiosis yang serasi akan terjadi apabila terdapat kesesuaian antara kondisi lingkungan dan sifat yang spesifik dari strain Rhizobium dengan varietas kedelai. Selanjutnya keserasian tersebut akan menentukan terbentuknya nodul. Jumin (1992), menjelaskan bahwa proses infeksi akan berhasil apabila terdapat keserasian antara Rhizobium dengan tanaman inangnya dan faktor lingkungan.

4.3. Keterkaitan antara Efektivitas Rhizobium Endogen dengan Nodulasi pada Tanaman Kedelai Varietas Sinabung

Hasil analisis varian variabel berat kering nodul dan jumlah nodul efektif pada umur 40 hst terhadap beberapa macam tanah entisol dan vertisol di Jawa Timur pada tanaman kedelai varietas Sinabung menunjukkan perbedaan nyata.

Ringkasan hasil analisis variansi berat kering nodul dan jumlah nodul efektif disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Ringkasan analisis varian tentang berat kering nodul efektif dan jumlah nodul efektif pada umur 40 hari setelah tanam:

| Variabel | F _{hitung} pada umur 40 hst | F _{tabel} 5% |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Berat kering nodul efektif | 4.196* | 2,35 |
| Jumlah nodul efektif | 6.772* | 2,35 |

Keterangan :

tn : Tidak nyata

* : Nyata pada taraf 5%

Hasil uji lanjut dengan DMRT 5% terhadap berat kering nodul efektif (tabel 4.5), menunjukkan bahwa rerata pada semua perlakuan berbeda tidak nyata kecuali perlakuan 9. Perlakuan 9 (tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi), menunjukkan rerata berat kering nodul efektif terendah dibandingkan perlakuan yang lain. Rendahnya rerata berat kering nodul efektif pada perlakuan 9 kemungkinan disebabkan rendahnya populasi Rhizobium endogen yang ditunjukkan oleh nilai MPN (tabel 4.1). Populasi Rhizobium yang rendah menyebabkan rendahnya peluang rhizobium dalam menginfeksi akar tanaman legum (Gradner, Pearce, dan Mitchell, 1991).

Tabel 4.5. Ringkasan hasil uji DMRT 5% berat kering nodul efektif

| Perlakuan | Rerata / notasi |
|-----------|-----------------|
| 9 | 0,0119000 gr a |
| 6 | 0,0738167 gr b |
| 10 | 0,0795167 gr b |
| 7 | 0,0815333 gr b |
| 1 | 0,0930333 gr b |
| 11 | 0,1049833 gr b |
| 2 | 0,1111500 gr b |
| 8 | 0,1166667 gr b |
| 3 | 0,1174167 gr b |
| 4 | 0,1270000 gr b |
| 5 | 0,1276500 gr b |

Keterangan: angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %

Hasil uji DMRT 5% terhadap jumlah nodul efektif (tabel 4.6), menunjukkan bahwa rerata tertinggi adalah perlakuan 4 (Tanah Entisol dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan Kedelai) dan rerata terendah adalah perlakuan 9 (Tanah Vertisol dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan Padi). Hal ini membuktikan bahwa jumlah populasi Rhizobium (tabel 4.1) mempengaruhi jumlah nodul efektif. Kondisi yang berbeda ditunjukkan pada perlakuan 6 dan 3. Populasi Rhizobium endogen pada perlakuan 6 (Tanah Entisol dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan Padi) yang memiliki populasi Rhizobium endogen 1.000.000 sel per gram tanah menghasilkan rerata jumlah nodul efektif sebanyak 14,00/tanaman. Pada perlakuan 3 yang memiliki populasi Rhizobium 1.400 sel per gram tanah dapat menghasilkan rerata jumlah nodul sebanyak 35,33/tanaman. Hal ini membuktikan bahwa bukan hanya jumlah populasi Rhizobium endogen yang mempengaruhi banyaknya jumlah nodul efektif. Kesesuaian antara Rhizobium dengan tanaman inangnya merupakan salah satu faktor yang juga mempengaruhi terbentuknya nodul efektif. Kesesuaian antara Rhizobium dengan tanaman inangnya akan terjadi jika Rhizobium dapat mengenali signal yang diberikan oleh tanaman inangnya. Soedarjo (1998), menjelaskan bahwa tanaman kacang-kacangan mengeksudasi oligosakarida sebagai signal yang dapat dikenali oleh Rhizobium sebelum menginfeksi akar sehingga akan dihasilkan bintil akar yang efektif apabila Rhizobium dapat mengenali signal dari tanaman legum tersebut.

Tabel 4.6. Ringkasan hasil uji DMRT 5% jumlah nodul efektif

| Perlakuan | Rerata / notasi |
|-----------|-----------------|
| 9 | 6,33 a |
| 10 | 13,00 ab |
| 6 | 14,00 ab |
| 7 | 14,67 ab |
| 11 | 15,67 ab |
| 8 | 20,67 ab |
| 1 | 23,00 bc |
| 5 | 32,00 c |
| 2 | 32,33 c |
| 3 | 35,33 c |
| 4 | 47,00 d |

Keterangan: angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %

4.4. Keterkaitan antara Efektivitas Rhizobium Endogen dengan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Sinabung

Berdasarkan hasil analisis varian terhadap tinggi tanaman, kadar klorofil, berat kering brangkasan, dan berat kering akar, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada tinggi tanaman pada umur 14, 21, 28 hst, kadar klorofil pada umur 14 dan 35 hst, dan berat kering brangkasan pada umur 40 hst, sebagai akibat perbedaan beberapa macam tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur. Sedangkan pada analisis varian terhadap tinggi tanaman pada umur 35 hst, kadar klorofil pada umur 21 dan 28 serta berat kering akar pada umur 40 tidak berbeda nyata. Ringkasan analisis varian terhadap tinggi tanaman, kadar klorofil, berat kering brangkasan, dan berat kering akar disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Ringkasan analisis variansi tentang tinggi tanaman, kadar klorofil, berat kering brangkasan dan berat kering akar:

| Variabel | F _{hitung} pada umur pengamatan... (hst) | | | | | F _{tabel} 5 % |
|-------------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| | 14 | 21 | 28 | 35 | 40 | |
| Tinggi Tanaman | 5.045* | 4.470* | 2.598* | 1.969 ^{tn} | | 2,35 |
| Kadar Klorofil | 6.643* | 1.749 ^{tn} | 1.518 ^{tn} | 5.696* | | 2,35 |
| Berat kering brangkasan | | | | | 2.451* | 2,35 |
| Berat kering akar | | | | | 1.698 ^{tn} | 2,35 |

Keterangan :

tn : Tidak nyata

* : Nyata pada taraf 5%

Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap tinggi tanaman pada umur 14 hst (tabel 4.8), diketahui bahwa rerata tertinggi adalah perlakuan 5 (tanah berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, besuk, Probolinggo bekas lahan kedelai). Rerata tinggi tanaman terendah ditunjukkan pada perlakuan 9 (tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi). Pada umur 21 dan 28 hst rerata tinggi tanaman tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 7 (tanah berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Sladi, Kejayan, Pasuruan, Kebun Benih bekas lahan padi) dan rerata tinggi tanaman terendah ditunjukkan pada perlakuan 9 (tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi).

Tabel 4.8. Ringkasan hasil uji DMRT 5% tinggi tanaman pada umur 14, 21, dan 28 hst

| Tanah | Umur 14 hst | Tanah | Umur 21 hst | Tanah | Umur 28 hst |
|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| 9 | 11,9167 a | 9 | 14,1667 a | 9 | 17,3333 a |
| 11 | 12,3333 ab | 10 | 15,3333 b | 5 | 19,9167 b |
| 2 | 12,4167 ab | 11 | 15,5000 bc | 3 | 20,0833 b |
| 1 | 12,6667 abc | 2 | 15,5833 bc | 4 | 20,0833 b |
| 3 | 12,7500 abc | 1 | 15,9167 bcd | 10 | 20,0833 b |
| 10 | 13,0833 bcd | 3 | 16,0000 bcd | 1 | 19,9167 b |
| 8 | 13,1667 bcd | 4 | 16,0833 bcd | 11 | 20,5000 b |
| 7 | 13,4167 cde | 8 | 16,5000 bcd | 2 | 20,7500 b |
| 4 | 13,5000 cde | 6 | 16,5833 bcd | 6 | 21,2500 b |
| 6 | 13,6667 de | 5 | 16,7500 cd | 8 | 21,8333 b |
| 5 | 14,1667 e | 7 | 17,0833 d | 7 | 22,0833 b |

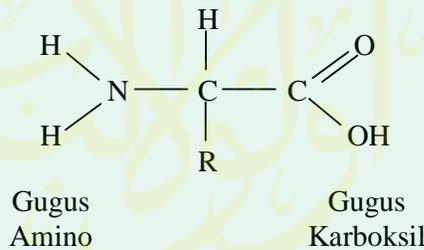
Keterangan: angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %

Pada kondisi yang menguntungkan, nodul terbentuk dalam waktu satu minggu setelah biji ditanam, tetapi Rhizobium mulai aktif mengikat nitrogen setelah dua minggu berikutnya (Suprpto, 2002). Keadaan ini nampak pada pengamatan tinggi tanaman pada umur 14 sampai 28 hst. Pada umur 14 hst, rerata tinggi tanaman yang paling tinggi yaitu perlakuan 5 (tanah berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, besuk, Probolinggo bekas lahan kedelai). Hal ini disebabkan karena populasi Rhizobium endogen pada perlakuan 5 tergolong tinggi yaitu 750.000 sel per gram tanah (nilai MPN tabel 4.1) dan diduga banyak yang kompatibel dengan kedelai varietas Sinabung. Semakin banyak jumlah populasi Rhizobium endogen yang kompatibel dengan tanaman legum, maka akan meningkatkan nitrogen dalam tanaman.

Nitrogen merupakan unsur yang diperlukan untuk membentuk senyawa penting di dalam sel, termasuk protein, DNA dan RNA. Nitrogen termasuk unsur penyusun protein karena protein adalah polimer dari asam amino dan asam

amino tersebut merupakan molekul organik (C, H, N, O) yang memiliki gugus karboksil dan gugus amino (gambar 4.1). Urutan asam amino suatu polipeptida diprogram oleh suatu penurunan sifat genetik yang disebut gen. Gen terdiri atas DNA, polimer yang termasuk dalam senyawa yang disebut asam nukleat. Asam nukleat (RNA dan DNA) tersusun dari tiga bagian dan salah satu bagian tersebut merupakan molekul organik yang disebut basa nitrogen (Campbell, 2003).

Komponen terbesar dari sel suatu organisme adalah protein, sehingga semakin banyak nitrogen yang tersedia maka pertambahan ukuran dan jumlah sel akan semakin meningkat. Apabila pertambahan ukuran dan jumlah sel tersebut terjadi pada batang akan berakibat pada pertambahan panjang batang.



Gambar 2.1: Rumus umum sebuah asam amino (Campbell, 2003).

Pengamatan tinggi tanaman pada umur 21 dan 28 rerata tertinggi ditunjukkan pada perlakuan 7 (tanah berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Sladi, Kejayan, Pasuruan, Kebun Benih bekas lahan padi). Meskipun *Rhizobium* endogen tanah tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan 5, 4, dan 6 yaitu 45.500 sel per gram tanah (nilai MPN tabel 4.1), namun kandungan unsur hara seperti P dan K tergolong tinggi dari pada perlakuan lain. Handayanto (1998), menyatakan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh unsur N tetapi juga unsur lain seperti P dan K. Unsur P

digunakan dalam penyusunan inti sel, pertumbuhan dan pembelahan sel. Sedangkan unsur K sangat esensial untuk pembentukan dan transfer karbohidrat dalam tanaman, dan untuk fotosintesis serta sintesis protein. Sehingga defisiensi kedua unsur tersebut menyebabkan pertumbuhan kerdil.

Berdasarkan uji DMRT pada taraf signifikansi 5% terhadap kadar klorofil pada umur 14 hst (tabel 4.9), diketahui bahwa rerata tertinggi adalah perlakuan 4 (tanah berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai). Rerata kadar klorofil terendah ditunjukkan oleh perlakuan 3 (tanah berwarna coklat kemerahan dengan tekstur liat berpasir dari Madurejo, Wonorejo, Pasuruan bekas lahan kedelai). Pada umur 35 hst rerata kadar klorofil tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 2 (tanah berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur liat berdebu dari Ds. Kejayan, Kejayan, Pasuruan bekas lahan padi) dan rerata kadar klorofil terendah ditunjukkan pada perlakuan 6 (tanah berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan padi).

Tabel 4.9. Ringkasan hasil uji DMRT 5% kadar klorofil daun pada umur 14 dan 35 hst

| Tanah | Umur 14 hst | Tanah | Umur 35 hst |
|-------|-------------|-------|-------------|
| 3 | 28,9667 a | 6 | 27,8667 a |
| 6 | 30,4167 ab | 4 | 28,2167 ab |
| 11 | 30,4667 ab | 11 | 29,7000 abc |
| 8 | 30,5000 ab | 8 | 30,4167 abc |
| 5 | 30,7167 bc | 10 | 31,3667 bcd |
| 1 | 31,7500 bcd | 5 | 32,0667 cd |
| 10 | 32,1833 cde | 7 | 32,2833 cd |
| 2 | 32,2000 cde | 1 | 32,6000 cde |
| 7 | 32,3833 de | 3 | 32,8000 cde |
| 9 | 32,5833 de | 9 | 34,0667 de |
| 4 | 33,4167 e | 2 | 35,6667 e |

Keterangan: angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %

Nitrogen merupakan salah satu komponen penyusun klorofil daun ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$). Apabila jumlah populasi *Rhizobium* endogen banyak dan kompatibel maka akan meningkatkan nitrogen yang selanjutnya diikuti oleh peningkatan kadar klorofil daun. Keadaan ini nampak pada pengamatan kadar klorofil pada umur 14 hst. Rerata kadar klorofil tertinggi pada umur 14 hst ditunjukkan pada perlakuan 4 (tanah berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai). Hal ini disebabkan populasi *Rhizobium* endogen tanah tersebut cukup banyak yaitu 1000000 sel per gram tanah (nilai MPN tabel 4.1). Rerata kadar klorofil terendah ditunjukkan pada perlakuan 3 (tanah berwarna coklat kemerahan dengan tekstur liat berpasir dari Madurejo, Wonorejo, Pasuruan bekas lahan kedelai) yang populasi *Rhizobium*nya lebih sedikit dari pada perlakuan 4 yaitu 1.400 sel per gram tanah (nilai MPN tabel 4.1). Namun pembentukan klorofil daun tidak hanya dipengaruhi oleh nitrogen terfiksasi akan tetapi banyak unsur-unsur lain yang berperan dalam pembentukan klorofil daun dan proses metabolisme yang berlangsung didalamnya. Unsur P berperan pada proses fosforilasi di dalam kloroplas, Mg berfungsi sebagai komponen penyusun klorofil, dan Cu berperan penting selama pembentukan klorofil (Agustina, 1990). Rerata kadar klorofil yang tinggi pada perlakuan 9 umur 14 hst, dan perlakuan 2 pada umur 35 hst, serta rerata kadar klorofil rendah pada perlakuan 6 dan 4 umur 35 hst, diduga karena kompleksitas unsur-unsur yang berperan dalam pembentukan klorofil dan proses metabolik yang berlangsung di dalamnya.

Hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5% terhadap berat kering brangkasan pada umur 40 hst (tabel 4.10), menunjukkan

bahwa rerata terendah adalah perlakuan 9 yaitu tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi. Rerata berat kering brangkasian tertinggi adalah perlakuan 2 (tanah berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur liat berdebu dari Ds. Kejayan, Kejayan, Pasuruan bekas lahan padi). Hal ini disebabkan karena populasi *Rhizobium* endogen pada perlakuan 9 lebih rendah dari pada perlakuan 2 (nilai MPN tabel 4.1). Selain itu diduga simbiosis *Rhizobium* endogen pada perlakuan 9 tidak berlangsung secara sempurna karena simbiosis yang sempurna akan meningkatkan berat kering tanaman dan memacu terjadinya peningkatan translokasi asimilat dari daun ke bagian tanaman lainnya seperti batang dan akar (Dwijoseputro, 1984). Simbiosis yang sempurna dapat terjadi apabila terdapat kesesuaian antara kondisi lingkungan dengan *Rhizobium* endogen dan tanaman kedelai serta kesesuaian antara sifat yang sangat spesifik *Rhizobium* endogen dengan tanaman kedelai (kompatibilitas). Kondisi yang berbeda dengan fenomena diatas ditunjukkan pada perlakuan 4 (tanah berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai) yang memiliki populasi *Rhizobium* 1000000 sel per gram tanah (nilai MPN tabel 4.1), menghasilkan rerata berat barangkasian yang rendah. Hal ini diduga karena pertumbuhan tanaman tidak hanya ditentukan oleh unsur N tetapi juga faktor lain, terutama faktor pembatas pada tanah tersebut. Islami, dkk (1995), menyatakan bahwa pertumbuhan dan hasil tanaman ditentukan oleh suatu faktor yang berada dalam jumlah minimum.

Tabel 4.10. Ringkasan hasil uji DMRT 5% berat kering brangkasan tanaman

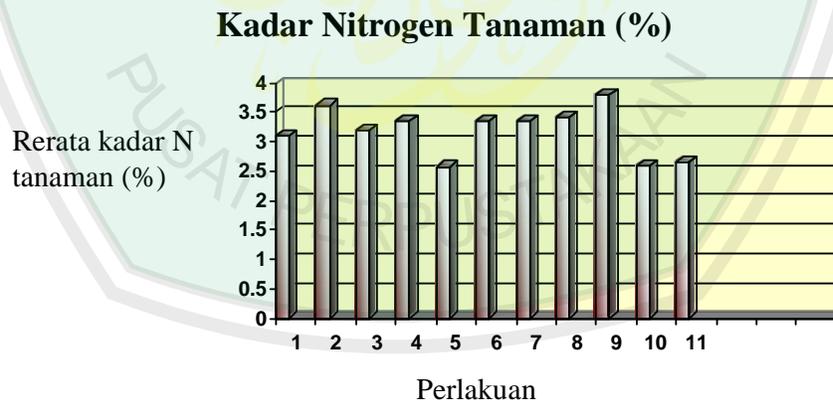
| Perlakuan | rerata / notasi |
|-----------|-----------------|
| 9 | 1,63333 gr a |
| 4 | 1,67667 gr a |
| 3 | 1,73333 gr a |
| 5 | 1,81167 gr ab |
| 10 | 1,84833 gr abc |
| 8 | 1,90167 gr abc |
| 11 | 1,99833 gr abc |
| 1 | 2,03167 gr abc |
| 6 | 2,07333 gr abc |
| 7 | 2,26333 gr bc |
| 2 | 2,30500 gr c |

Keterangan: angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %

4.2.1. Kadar Nitrogen Tanaman

Kadar nitrogen tanaman dianalisa dengan menggunakan metode Kjeldahl.

Data mengenai analisa kadar nitrogen tanaman pada 11 perlakuan disajikan pada gambar 4.2.



Keterangan:

- | | |
|--|--|
| 1. Tanah Vertisol berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, Besuk, Probolinggo bekas lahan tembakau | 7. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Sladi, Kejayan, Pasuruan, Kebun Benih bekas lahan padi |
| 2. Tanah Vertisol berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur liat berdebu dari Ds. Kejayan, Kejayan, Pasuruan bekas lahan padi | 8. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Kresek, Kotaanyar, Probolinggo bekas lahan tembakau |
| 3. Tanah Entisol berwarna coklat kemerahan dengan tekstur liat berpasir dari Madurejo, | 9. Tanah Entisol berwarna coklat |

| | |
|---|--|
| <p>Wonorejo, Pasuruan bekas lahan kedelai</p> <p>4. Tanah Entisol berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan kedelai</p> <p>5. Tanah Vertisol berwarna keabu-abu dengan tekstur lempung liat berdebu dari Matekan, besuk, Probolinggo bekas lahan kedelai</p> <p>6. Tanah Entisol berwarna coklat dengan tekstur lempung berpasir dari Banyu Putih Kidul Jatiroto, Lumajang bekas lahan padi</p> | <p>kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi</p> <p>10. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur pasir berlempung dari Tunjung, Randu Agung, Lumajang bekas lahan tebu</p> <p>11. Tanah Entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur liat berdebu dari Gondang Rejo, Candi, Pasuruan bekas lahan tebu</p> |
|---|--|

Gambar 4.2. Diagram Kadar Nitrogen Tanaman

Hasil analisa kadar nitrogen tanaman (gambar 4.1.) menunjukkan bahwa kadar nitrogen tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan 9 (tanah entisol berwarna coklat kehitaman dengan tekstur lempung liat berpasir dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan padi) yaitu 3,8 %. Diduga tanaman pada tanah tersebut lebih banyak memanfaatkan nitrogen tanah sebagai sumber nitrogen. Menurut Daramola, Danso, dan Hardarson (1994), tanaman yang mempunyai kemampuan mengikat nitrogen rendah cenderung untuk memanfaatkan nitrogen yang tersedia di tanah.

4.5. Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Allah SWT telah memerintahkan umat manusia untuk selalu melakukan kebaikan sebagaimana Allah telah berbuat baik kepada makhluknya. Salah satu perbuatan baik yang harus dilakukan manusia sebagai khalifah di bumi yaitu melestarikan tumbuh-tumbuhan yang merupakan salah satu makhluk ciptaan Allah. Sebagai mana firman Allah SWT dalam surat Al-Qashash ayat 77, yang berbunyi sebagai berikut:

وَأَبْتَغِ فِي مَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا
وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ
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. Qashash : 33).

Salah satu upaya untuk melestarikan tumbuhan yaitu dengan memperluas lahan pertanian (ekstensifikasi) untuk penanaman berbagai macam tanaman terutama tanaman pangan seperti kedelai yang semakin hari tingkat produksinya semakin menurun.

Ekstensifikasi dapat di realisasikan pada tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur, mengingat tanah tersebut masih cukup luas dan subur. Tanaman yang di tanam pada tanah yang subur akan tumbuh dengan baik, sebaliknya tanaman yang ditanam pada tanah yang kurang subur pertumbuhannya akan terhambat atau kurang optimal. Allah menjadikan hal ini sebagai renungan bagi orang-orang yang bersyukur. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surat Al-A'raaf ayat 58 sebagai berikut :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ
نُصِرُّ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ.

"Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seijin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana.

Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-A’raf : 58).

Secara harfiah makna kata (الْبَلَدُ الطَّيِّبُ) adalah tanah yang subur. Sedangkan secara ma’naviyah kata (الْبَلَدُ الطَّيِّبُ) berarti tanah yang dapat menghasilkan tumbuh-tumbuhan dengan cepat dan baik (Ibnu Katsir, 2007). Hal ini sejalan dengan pernyataan Novvitasari (2006), bahwa tanah yang subur merupakan tanah yang terdapat mikroorganisme endogen yang dapat bersimbiosis dengan tanaman sebagai inangnya, seperti *Rhizobium japonicum* yang dapat bersimbiosis dengan tanaman kedelai sebagai inangnya merupakan tanah yang subur karena *Rhizobium japonicum* ini dapat menyumbangkan nitrogen yang ditambatnya untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Semakin banyak nitrogen yang ditambat oleh *Rhizobium* maka pertumbuhan tanaman akan semakin cepat dan baik.

Kesuburan tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur merupakan salah satu nikmat yang diberikan Allah kepada hambanya. Tanah tersebut termasuk tanah yang subur karena terkandung banyak *Rhizobium* endogen. Pada tanah yang terkandung *Rhizobium* endogen diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun tingkat kesuburan pada beberapa macam tanah tersebut tentunya memiliki perbedaan, karena hanya tanah yang memiliki *Rhizobium* endogen efektif yang dapat menfiksasi N_2 untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, sedangkan *Rhizobium* inefektif hanya dapat membentuk nodulasi tanpa dapat menfiksasi N_2 . Sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap tanah tersebut sebelum dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman pangan terutama tanaman

kedelai. Selain itu sebagai ulul albab, manusia harus selalu berfikir, melakukan penelitian dan selalu berusaha agar dapat mengetahui manfaat dari berbagai macam makhluk yang diciptakan Allah SWT yang selanjutnya dapat meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kepada-Nya. Karena Allah hanya akan memberikan sesuatu kepada hambanya apabila hambanya mau berusaha. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al- Qur'an surat AL A'raf ayat 11 yang berbunyi sebagai berikut:

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ ۗ وَمَا لَهُمْ مِّن دُونِهِ مِن وَالٍ ﴿١١﴾

“ *Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, Maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia* ” (QS. Al-A'raf : 11).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nodulasi dan efektifitas Rhizobium endogen pada beberapa tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur terhadap tanaman kedelai varietas Sinabung. Pada tanah yang populasi Rhizobium endogennya tinggi dan kompetibel, menghasilkan nodul efektif dalam jumlah yang banyak dan pertumbuhan tanaman yang baik seperti pada perlakuan 4 (Tanah Entisol dari Sogaan, Pakuniran, Probolinggo bekas lahan Kedelai). Sebaliknya pada tanah yang populasi Rhizobium endogennya rendah dan kurang kompetibel, akan menghasilkan nodul efektif dalam jumlah yang sedikit dan pertumbuhan tanaman kurang optimal seperti pada perlakuan 9 (Tanah Vertisol dari Sumberejo, Sumberbaru, Jember bekas lahan Padi). Hal ini membuktikan bahwa Allah akan memberikan diantara makhluknya suatu kelebihan dari

makhluk sejenisnya sebagai salah satu tanda-tanda kekuasaan-Nya. Allah telah berfirman dalam Al Qur'an surat Ar-Ra'd ayat 4 yang berbunyi sebagai berikut :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُّتَجَبَّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ وَسِنَوَانٌ مُّغْتَابٌ
سِنَوَانٌ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفُضٌ بَعْضُهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأَكْثَادِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ
لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

" Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanaman-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda –tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir" (Q.S. Ar-Ra'd : 4)



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Pada semua tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur terdapat Rhizobium endogen yang efektif, sehingga tidak perlu dilakukan inokulasi Rhizobium.
2. Terdapat perbedaan nodulasi dan efektivitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol dari Jawa Timur pada tanaman kedelai varietas Sinabung.

5.2. Saran

1. Untuk mengetahui efektivitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol pada tanaman kedelai varietas Sinabung lebih lanjut, pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan sampai pengamatan produksi kedelai (panen).
2. Penulis juga menyarankan adanya penelitian mengenai efektivitas Rhizobium endogen tanah entisol dan vertisol pada tanaman kedelai selain varietas Sinabung, mengingat adanya syarat kompatibilitas antara strain Rhizobium dengan varietas kedelai untuk kelangsungan fiksasi nitrogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, 2005. *Kedelai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Campbell, Neil A. Reece, Jane B. Mitchell, Lawrence G. 2003. *Biologi*. Terjemahan Biologi 5th Edition oleh Wasmen Manalu. 1999. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Daramola, d. S. Danson, S. K. A., and Hardarson, G.1994. Nodulation, N₂ Fixation and Dry Matter Yiel of Soybean (*Glycine max* (L.) Merril) Inoculated with Effective and Inefectve *B. Japonicum* Strains. *Soil Biol. Bichem.* 26 no 7, pp 883-889
- Darmawijaya, M. I. 1997. *Klasfikasi Tanah*. Jokjakarta: Gajah Mada University Press.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., dan Mitchell, R. L. dkk. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Handayanto, Eko. 1998. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Hardjowigeno, Sarwono. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hidajat, Omar. O. 1985. *Kedelai*. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- Islami, Titiek & Utomo, Wani. H. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Jumin, Hasan Basri. 1992. *Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologis*. Jakarta: Rajawali Press. hlm: 25.
- Katsir, Ibnu. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir*. Jilid 5. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Labib dan Muhtadim. 1993. *Himpunan Hadist Pilihan Shohih Bukhori*. Surabaya.
- Loveless, A. R. 1991. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik I*. Terjemahan oleh Kuswata Kartawinarta dkk. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Marveldani, dkk. 2007. Pengembangan Kedelai Transgenik yang Toleran Herbisida Amonium – Glufosinat dengan Agrobacterium. Jurnal Akta Agrosia Volume 10 No. 1. [http:// www.uncapsa.org/Publication/cg17.pdf](http://www.uncapsa.org/Publication/cg17.pdf). Diakses 21 Januari 2008.

- Munir, Moch. 1996. *Tanah-Tanah Utama Di Indonesia*. Jakarta: Pustaka Jaya.
- Novvitasari, Retno . H. D, 2006. *Pengaruh Fungsida Terhadap Nodulasi dan Efektivitas Rhizobium Endogen Pada tanah Alami dan Tanah Kurus*. Malang: Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam negeri Malang.
- Prasetyo, B. H 2007. Perbedaan Sifat-Sifat Tanah Vertisol Dari Berbagai Bahan Induk. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 9, No. 1. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publication/p3252061.pdf>. Diakses 21 Januari 2008.
- Poerwowidodo. 1992. *Telaah Kesuburan Tanah*. Bandung: Angkasa.
- Rao, N. S. Subba. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Rukmana, R dan Yuyun, Y. 1996. *KEDEALAI, Budidaya dan Pascapanen*. Yogyakarta: Kansius. hlm: 20.
- Setijono, S. 1996. *Intisari Kesuburan Tanah*. Malang: IKIP Malang.
- Sitompul, S. M. 1991. *BIOKIMIA TANAMAN*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Somasegaran, P., dan Hoben, H.J. 1985. *Methods In Legum-Rhizobium Technology*. Hawaii: University of Hawaii NIFTAL Projec and Mircen.
- Soedarjo, Muchdar. 1998. *Komunikasi Intim Antara (Brady)Rhizobium dengan Tanaman Kacang-Kacangan Mengawali Nodulasi*. Di dalam Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan KOMDA HITI hal 371-379.
- Soedarjo, Muchdar. Nasir, Saleh. Adisarwanto, Titis. Modar, Darman. Manshuri, A. Ghozi and Ishiki, Koshun. 2003. *Characterization and Effectiveness of Acid-Tolerant Rhizobia Isolated From Nodules of Soybean Cultivated in Indonesia*. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*. Vol. 47, NO. 4 Dec 2003.
- Soedarjo, Muchdar & Sucahyono, Didik. 2007. *Rencana Operasional Pelaksanaan Penelitian (ROPP)*. Malang: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Balitkabi.
- Somaatmaja, sadikin, 1985. *Kedelai*. Bogor: badan penelitian dan pengembangan pertanian pusat penelitian dan pengembangan tanaman pangan.
- Suhartina. 2003. *Perkembangan dan Deskripsi Varietas Kedelai 1918-2002*. Malang: Balitkabi.
- Suprpto. 2002. *Bertanam Kedelai*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Suryantini. 1994. *Inokulasi Rhizobium Pada Kacang-Kacangan*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pangan.

- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sutedjo, Mulyani M dan Kartasapoetra, A. G. 1991. *Pengantar Ilmu Tanah Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., and Case, C. L. 2001. *Microbiology In Introduction 7th Edition*. New York: Addition wesley Longman Inc.
- Young, P. W and Haukka, K. E. 1996. *Diversity and Phylogeny of Rhizobia*. New Phytol J. 133.

