

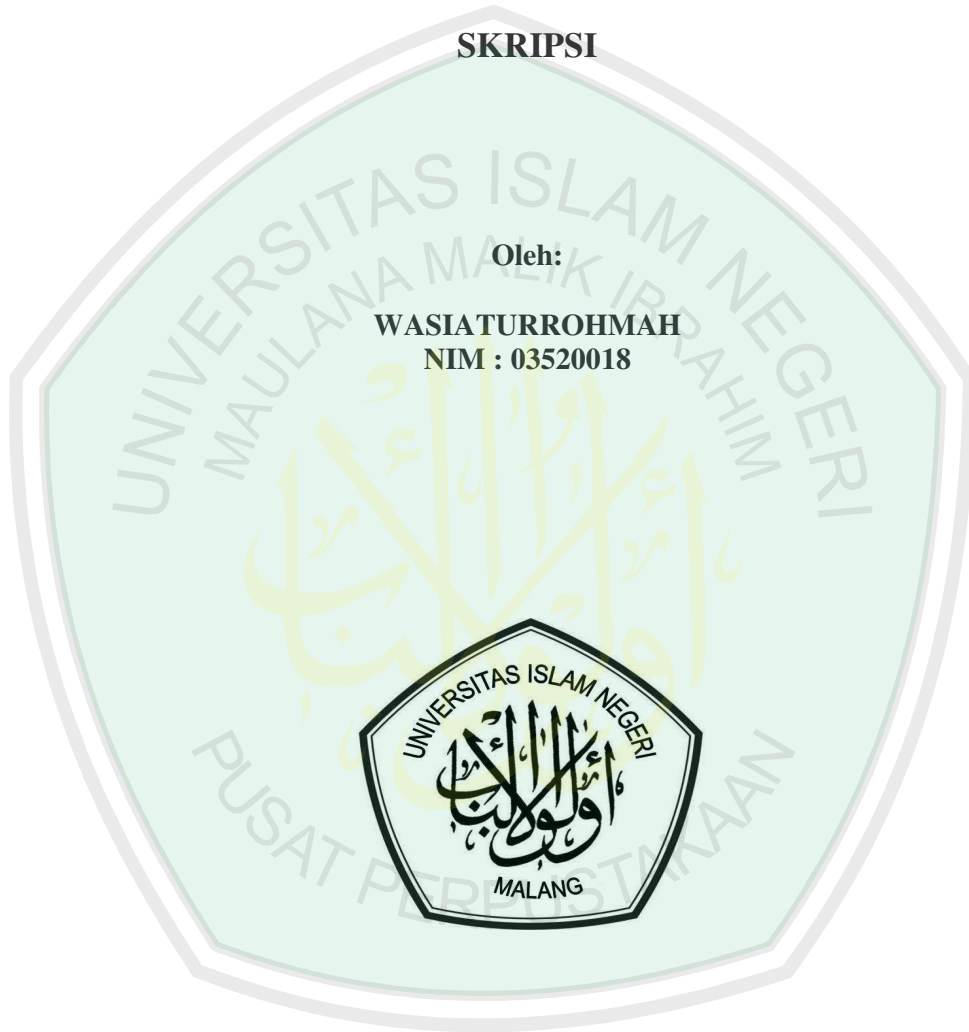
**RESPON PLASMA NUTFAH KEDELAI
(*Glycine max* (L.) Merrill) TERHADAP
KERACUNAN Fe**

SKRIPSI

Oleh:

WASIATURROHMAH

NIM : 03520018



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

**RESPON PLASMA NUTFAH KEDELAI
(*Glycine max* (L.) Merrill) TERHADAP
KERACUNAN Fe**

SKRIPSI

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

Oleh:

**WASIATURROHMAH
NIM : 03520018**

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

**RESPON PLASMA NUTFAH KEDELAI
(*Glycine max* (L.) Merrill) TERHADAP
KERACUNAN Fe**

SKRIPSI

Oleh:

**WASIATURROHMAH
NIM : 03520018**

Dosen Pembimbing I

Telah disetujui oleh:
Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing
Agama

Suyono, M.P
NIP.150 327 254

Dr. Heru Kuswanto
NIP. 080 127 169

Munirul Abidin, M.Ag.
NIP. 150 321 634

Tanggal 24 Maret 2008
Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

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

**RESPON PLASMA NUTFAH KEDELAI
(*Glycine max* (L.) Merrill) TERHADAP
KERACUNAN Fe**

SKRIPSI

Oleh:

**WASIATURROHMAH
NIM : 03520018**

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

Tanggal 3 April 2008

Susunan Dewan Penguji:

Tanda Tangan

- | | | |
|------------------|---|-----|
| 1. Penguji utama | : <u>Dr. Heru Kuswanto</u>
NIP. 080 127 169 | () |
| 2. Ketua | : <u>Evika Sandi Savitri, M.P</u>
NIP. 150 327 253 | () |
| 3. Sekretaris | : <u>Suyono, M.P</u>
NIP. 150 327 254 | () |
| 4. Anggota | : <u>Munirul Abidin, M.Ag</u>
NIP. 150 321 634 | () |

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Biologi**

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

MOTO

يُسْرًا أَلْعَسْرِ مَعِ إِنَّ

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
(Al Insyiroh: 6)



*Kupersembahkan karya sederhana ini untuk
orang-orang yang aku sayangi dan cintai
My parents (Ahmad Wahib dan Nur Hayati)
My sister (Siela) serta orang-orang yang
selama ini telah mewarnai dalam kehidupanku*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul "Respon Plasma Nutfah Kedelai (*Glycine max* (L.) Merill) Terhadap Keracunan Fe". Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta sahabat-sahabatnya.

Skripsi yang penulis susun merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Untuk itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman B. 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. Suyono, M.P. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

5. Dr. Heru Kuswanto selaku Dosen Pembimbing Lapangan yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan dan kesabaran sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Munirul Abidin, M.Ag. selaku Dosen Pembimbing Agama. Terima kasih atas bimbingan, bantuan dan kesabarannya, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Ayah dan Ibunda tercinta yang dengan sepenuh hati memberikan dukungan moril maupun spiritual serta ketulusan do'anya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Seluruh pegawai dan karyawan Balitkabi.
9. Teman-teman Biologi, khususnya angkatan 2003 beserta semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah memberikan balasan atas bantuan dan pemikirannya. Sebagai akhir kata, penulis berharap skripsi ini bermanfaat dan dapat menjadi inspirasi bagi peneliti lain serta menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 1 Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Hipotesis.....	6
1.6. Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Botani Tanaman Kedelai.....	7
2.1.1. Klasifikasi Tanaman Kedelai.....	7
2.1.2. Morfologi Kedelai.....	7
2.1.3. Syarat Tumbuh Kedelai.....	10
2.2. Fungsi Fe.....	11
2.3. Tanah Masam dan Toksisitas Fe.....	12
2.4. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Keracunan Fe.....	17
2.5. Mekanisme Toleransi Tanaman Kedelai Terhadap Keracunan Fe.....	18
2.6. Skrining Plasma Nutfah Terhadap Keracunan	20
2.7. Kajian KeIslaman.....	22
2.7.1. Plasma Nutfah dalam Al-Qur'an.....	22
2.7.2. Biji-bijian dalam Al-Qur'an dan Sunnah	23
2.7.3. Jenis-Jenis Tanah dalam Al-Qur'an.....	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	28
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	28
3.3. Rancangan Penelitian	28
3.4. Prosedur Kerja.....	30
3.4.1. Skrining Plasma Nutfah Kedelai.....	30
3.4.2. Respon Genotipe Pada Periode Recovery.....	32
3.5. Analisa Data.....	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Skrining Plasma Nutfah Kedelai Terhadap Keracunan Fe	35
4.1.1. Jumlah Tanaman Hidup	35
4.1.2. Panjang Akar	37
4.1.3. Berat Kering Akar	39
4.1.4. Panjang Hipokotil	40
4.1.5. Panjang Epikotil	42
4.1.6. Berat Kering Bagian Atas Tanaman	44
4.2. Respon Genotipe Kedelai Pada Periode Recovery	48
4.2.1. Pengamatan pH	48
4.2.2. Jumlah Tanaman Hidup	49
4.2.3. Panjang Akar.....	51
4.2.4. Berat Kering Akar.....	52
4.2.5. Panjang Hipokotil	52
4.2.6. Tinggi Tanaman	53
4.2.7. Berat Kering Bagian Atas Tanaman	55
4.2.8. Laju Pertumbuhan	56
4.3. Kajian KeIslaman Terkait dengan Hasil Penelitian	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA	67
----------------------	----

LAMPIRAN.....	72
---------------	----

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Larutan Hara.....	30
2.	Pengaruh Fe dan Genotipe Terhadap Beberapa Karakter Perkecambahan ...	35
3.	Distribusi Frekuensi Jumlah Tanaman Hidup Pada Kondisi Keracunan Fe .	36
4.	Distribusi Frekuensi Panjang Akar Pada Kondisi Keracunan Fe.....	38
5.	Distribusi Frekuensi Berat Kering Akar Pada Kondisi Keracunan Fe.....	40
6.	Distribusi Frekuensi Panjang Hipokotil Pada Kondisi Keracunan Fe	42
7.	Distribusi Frekuensi Panjang Epikotil Pada Kondisi Keracunan Fe.....	43
8.	Distribusi Frekuensi Berat Kering Tanaman Pada Kondisi Keracunan Fe...	44
9.	Genotipe Kedelai yang Toleran Keracunan Fe Berdasarkan Indeks Adaptasi Jumlah Tanaman Hidup, Berat Kering Bagian Atas Tanaman dan Didukung Oleh Karakter Lainnya	46
10.	Sepuluh Indeks Adaptasi Tertinggi Beberapa Karakter	47
11.	Sepuluh Indeks Adaptasi Terendah Beberapa Karakter.....	47
12.	Rerata pH Media Perkecambahan (perlakuan keracunan Fe) Beberapa Genotipe Pada Berbagai Umur.....	48
13.	Rerata Beberapa Karakter Perkecambahan Pada Perlakuan Fe	50
14.	Rerata Panjang Hipokotil Pada Beberapa Genotipe Kedelai	53
15.	Rerata Tinggi Tanaman Pada Umur 14 hst	54
16.	Rerata Tinggi Tanaman Pada Umur 21 hst	55
17.	Rerata Berat Kering Tanaman Umur 14 hst Pada Beberapa Genotipe	56
18.	Rerata Berat Kering Tanaman Pada Umur 21 hst	56
19.	Rerata Laju Pertumbuhan Panjang Hipokotil dan Berat Kering Akar Pada Perlakuan Fe	57

20. Rerata Laju Pertumbuhan Berat Kering Akar Pada Beberapa Genotipe.....	58
21. Rerata Laju Pertumbuhan Tinggi Tanaman	58
22. Rerata Laju Pertumbuhan Berat Kering Bagian Atas Tanaman.....	58



DAFTAR GAMBAR

No	Gambar	Halaman
1.	Kenaikan pH Media Perkecambahan Pada Enam Genotipe Kedelai.....	49
2.	Rerata Jumlah Tanaman Hidup Pada Perlakuan Keracunan Fe.....	50



LAMPIRAN

Judul	Halaman
Lampiran 1. Nama Genotipe Plasma Nutfah Kedelai.....	72
Lampiran 2. Deskripsi Varietas Kedelai.....	74
Lampiran 3. Analisis Ragam Skrining Plasma Nutfah Kedelai.....	76
Lampiran 4. Indeks Adaptasi Jumlah Tanaman Hidup.....	78
Lampiran 5. Indeks Adaptasi Panjang Akar.....	80
Lampiran 6. Indeks Adaptasi Berat Kering Akar.....	82
Lampiran 7. Indeks Adaptasi Panjang Hipokotil.....	84
Lampiran 8. Indeks Adaptasi Panjang Epikotil.....	86
Lampiran 9. Indeks Adaptasi Berat Kering Tanaman.....	88
Lampiran 10. Analisis Ragam pH.....	90
Lampiran 11. Analisis Ragam Perlakuan Fe dan Genotipe.....	91
Lampiran 12. Analisis Ragam Laju Pertumbuhan Umur 14-21 hst.....	94
Lampiran 13. Gambar Alat dan Bahan Yang Dipakai Dalam Penelitian.....	95
Lampiran 14. Gambar Kondisi Tanaman Tanpa Perlakuan Cekaman.....	95
Lampiran 15. Gambar Kondisi Tanaman Pada Perlakuan Keracunan.....	95
Lampiran 16. Gambar Genotipe MLGG 0862 Pada Kondisi Keracunan dan Kontrol (14 hst).....	96
Lampiran 17. Gambar Genotipe MLGG 0492 Pada Kondisi Keracunan dan Kontrol (14 hst).....	96
Lampiran 18. Gambar Genotipe MLGG 0710 Pada Kondisi Keracunan dan Kontrol (14 hst).....	96
Lampiran 19. Gambar Genotipe MLGG 0758 Pada Kondisi Keracunan dan Kontrol (14 hst).....	97

Lampiran 20. Gambar Akar Pada Kondisi Kontrol 97

Lampiran 21. Gambar Akar Pada Kondisi Keracunan..... 97



ABSTRAK

Wasiaturrohmah. 2008. **Respon Plasma Nutfah Kedelai (*Glycine max.*(L) Merill) Terhadap Keracunan Fe.** Pembimbing: Suyono, M.P, Dr. Heru Kuswantoro dan Munirul Abidin, M.Ag.

Kata kunci: Plasma Nutfah Kedelai, Keracunan Fe

Kedelai merupakan tanaman polong-polongan yang menjadi bahan baku banyak makanan. Kedelai banyak mengandung protein nabati, lemak, vitamin dan mineral. Di samping itu juga kedelai dapat menjadi obat dari berbagai macam penyakit. Kebutuhan kedelai yang semakin meningkat dan produksi dalam negeri tidak mencukupi, menyebabkan pemerintah harus mengimpor kedelai. Untuk menekan laju impor kedelai, dapat dilakukan dengan perluasan areal tanam di lahan-lahan suboptimal yang salah satu sifatnya adalah kandungan Fe yang sangat tinggi. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian dilakukan dengan tujuan untuk (1) mengetahui genotipe kedelai yang memiliki sifat toleran terhadap keracunan Fe, dan (2) mengetahui genotipe kedelai yang mampu *me-recovery* diri pada kondisi cekaman Fe tinggi.

Penelitian terdiri dari dua kegiatan yaitu skrining plasma nutfah kedelai yang dilaksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2007 dan menguji kemampuan *recovery* diri pada genotipe-genotipe kedelai yang tercekam Fe tinggi, dilaksanakan bulan Agustus sampai September 2007 di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Penelitian pertama menggunakan rancangan petak terbagi yang terdiri dari dua faktor yang disebut petak utama dan anak petak, petak utama terdiri dari dua perlakuan yaitu kontrol (Fe 0 ppm) dan keracunan (Fe 375 ppm), anak petak terdiri dari 190 genotipe. Penelitian kedua menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktor, faktor pertama terdiri dari kontrol (Fe 0 ppm) dan keracunan (Fe 375 ppm) sedangkan faktor kedua terdiri dari enam genotipe (MLGG 0799, MLGG 0492, Lawit, MLGG 0915, MLGG 0768 dan MLGG 0169).

Data yang diperoleh dari penelitian skrining plasma nutfah dianalisis dengan analisis ragam dan untuk mengetahui toleransi kedelai terhadap cekaman, data dianalisis dengan indeks adaptasi. Sedangkan data yang diperoleh dari penelitian respon genotipe pada periode *recovery* dianalisis dengan analisis ragam dan bila terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji BNT 5% untuk faktor tunggal Fe dan uji duncan (DMRT) 5 % untuk genotipe dan interaksi antara Fe dengan genotipe. Hasil penelitian skrining plasma nutfah menunjukkan bahwa genotipe yang toleran berdasarkan jumlah tanaman hidup, berat kering tanaman dan didukung oleh karakter lain yaitu genotipe MLGG 0201, MLGG 0492, MLGG 0712, MLGG 0756, MLGG 0738, MLGG 0737 dan MLGG 0799. Hasil penelitian respon genotipe pada periode *recovery* menunjukkan bahwa genotipe MLGG 0492 memiliki kemampuan *me-recovery* diri lebih baik dibanding genotipe lain.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ada beberapa faktor yang menentukan tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah kesuburan tanah. Tanaman akan tumbuh subur dan berproduksi tinggi bila berada pada tanah yang subur. Sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al A'raf ayat 58

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا كَذَلِكَ
نُصِرْفُ الْأَيْتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya:

Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur.

Tanaman akan tumbuh subur pada tanah yang subur dengan seizin Allah SWT. Kalau Allah tidak mengizinkan berbagai halangan bisa muncul yang menyebabkan tanaman itu tidak tumbuh subur, walaupun ditanam pada tanah yang subur. Demikian pula sebaliknya tanaman akan tumbuh merana pada tanah yang tidak subur, kalau Allah tidak menghendaki lain. Dari segi ilmu tanah, wahyu Illahi ini mengidentifikasi tingkat kesuburan yang berbeda-beda mulai dari yang subur sampai yang tidak subur (Darwis, 2004). Dari firman Allah ini, dapat menjadi pemikiran, perhatian dan tanda-tanda bagi orang yang berfikir.

Allah SWT menciptakan berbagai macam tanaman yang bermanfaat bagi manusia. Dalam Al Qur'an disebutkan tentang keanekaragaman tumbuhan yaitu pada surat Thaa-Haa ayat 53, yang berbunyi :

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya

Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam

Dari ayat diatas diterangkan bahwa tumbuh-tumbuhan itu adalah berjenis-jenis dan bermacam-macam, menunjukkan bahwa ada perbedaan "jenis" dan ada perbedaan "macam". Artinya dunia tumbuhan itu terdiri dari berbagai jenis dan setiap jenis itu terdiri pula dari berbagai macam perbedaan sifat (Darwis, 2004). Allah telah menciptakan segenap makhluk-Nya di alam semesta dengan beraneka ragam. Salah satunya adalah beraneka ragamnya tanaman kedelai.

Kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan seperti kecap, tahu, dan tempe. Di Indonesia kedelai menjadi sumber gizi protein nabati utama, di samping itu kedelai merupakan sumber lemak, vitamin, mineral yang baik. Dalam lemak kedelai terkandung beberapa *fosfolipida* penting, yaitu *lesitin*. Kedelai sudah diyakini banyak orang untuk penyembuhan berbagai penyakit, seperti diabetes, ginjal, anemia, rematik, diare, hepatitis, hipertensi dan lain-lain (Cahyadi, 2004). Kedelai juga memiliki kandungan isoflavon lebih tinggi dibanding tanaman bahan pangan lainnya yang

berfungsi sebagai antiestrogen, antioksidan dan antikarsinogenik (Adie dan Krisnawati, 2005).

Produksi kedelai saat ini belum dapat mencukupi permintaan konsumsi di Indonesia sehingga perlu ditingkatkan produksinya karena memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan pangan dan pakan ternak yang mengandung protein nabati tinggi. Kebutuhan kedelai dalam negeri rata-rata 2 juta ton per tahun, sementara produksi baru mencapai 0,8 juta ton per tahun, sehingga untuk memenuhi itu harus mengimpor 1,2 juta ton per tahun (Mukhlizar, 2005). Untuk menekan laju impor kedelai, dapat dilakukan dengan meningkatkan produk dalam negeri, salah satunya adalah dengan perluasan areal tanam. Akan tetapi lahan subur pertanian di Jawa banyak beralih fungsi menjadi lahan non pertanian, sehingga perluasan areal tanam dilakukan di luar Jawa yang umumnya merupakan lahan-lahan marginal yang memiliki sifat masam.

Tanah masam banyak dijumpai di wilayah beriklim tropika basah termasuk Indonesia. Luas areal tanam bereaksi asam seperti Podsolik, Ultisol, Oxisol, dan Spodosol, masing-masing sekitar 47,5; 18,4; 5,0 dan 56,4 juta ha atau seluruhnya sekitar 67% dari luas total tanah di Indonesia (Nursyamsi dkk, 1996 dalam Mujib dkk, 2007).

Pertumbuhan tanaman di lahan masam memiliki kendala-kendala, diantaranya keracunan Fe. Keracunan Fe terlihat bila kadar besi dalam tanah mencapai 300 ppm (Yoshida, 1981 dalam Suhartini, 2004), sedangkan menurut Hardjowigeno (2005), keracunan Fe baru muncul bila kadar Fe dalam tanah 350-500 mg/l. Bila kadar hara lain sangat rendah atau dalam keadaan tidak seimbang

atau ditemukan penghambat respirasi seperti H₂S, keracunan Fe sudah dapat terjadi bila kadar Fe dalam tanah 30 mg/l.

Jumlah Fe yang tinggi menyebabkan tanaman keracunan, sebab Fe yang bebas bereaksi dengan peroksida untuk menghasilkan radikal bebas, yang sangat reaktif dan dapat merusak DNA, protein, lipids, dan komponen selular lain (Aung, 2006). Sahrawat (2004) menambahkan bahwa kelebihan Fe menyebabkan kekurangan unsur hara lain seperti fosfor, kalsium, magnesium dan kalium.

Penggunaan spesies atau kultivar tanaman yang toleran terhadap keracunan Fe merupakan usaha yang paling baik dalam mengatasi masalah tanah masam. Menurut Wawan (2002) bahwa penggunaan spesies yang toleran terhadap kemasaman akan menekan biaya produksi dan tidak mengganggu keseimbangan unsur hara yang ada di dalam tanah.

Hasil penelitian Zainuddin (2004) yang menumbuhkan kalus kedelai pada medium Fe menunjukkan bahwa kalus yang ditanam pada medium 200 ppm Fe merupakan sel toleran yang ditunjukkan dengan pertumbuhan yang normal seperti pada kontrol, sementara sebagian besar sel yang ditanam pada medium 250-400 ppm Fe mengalami kematian. Brown dan Jones (1977) dalam Anonymous (2003) menyatakan bahwa keracunan Fe akan membatasi pertumbuhan kedelai pada lahan masam. Menurut penelitian Suhartini (2004), hasil padi menurun hingga 90% pada lahan sawah berkadar Fe tinggi jenis podsolik merah kuning, sedangkan menurut penelitian Virmani (1977) dalam Suhartini (2004), penurunan hasil padi pada lahan keracunan Fe mencapai 70% untuk varietas peka dan 30% untuk varietas toleran.

Perakitan varietas toleran keracunan Fe memerlukan sumber-sumber gen yang toleran terhadap keracunan Fe. Dalam usaha untuk memperoleh sumber-sumber gen toleran, perlu dilakukan penyaringan plasma nutfah dengan menumbuhkan di tempat yang keracunan dan di tempat yang tidak keracunan. Dengan adanya penyaringan, dapat diketahui respon plasma nutfah pada kondisi keracunan sehingga dapat diketahui keragaman genetiknya yang akan digunakan untuk merakit suatu varietas kedelai toleran terhadap keracunan Fe. Berdasarkan latar belakang diatas peneliti menetapkan judul "Respon Plasma Nutfah Kedelai (*Glycine max* (L.) Merill) Terhadap Keracunan Fe".

1.2 Rumusan Masalah

1. Genotipe kedelai manakah yang memiliki sifat toleran terhadap keracunan Fe?
2. Genotipe kedelai manakah yang mampu merecovery diri (pemulihan) terhadap keracunan Fe?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui genotipe kedelai yang memiliki sifat toleran terhadap keracunan Fe
2. Mengetahui genotipe kedelai yang mampu merecovery diri (pemulihan) terhadap keracunan Fe

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan tersedianya informasi genetik mengenai toleransi plasma nutfah kedelai terhadap keracunan Fe, diharapkan dapat memberi manfaat bagi tersedianya sumber gen bagi perakitan varietas unggul

1.5 Hipotesis

1. Terdapat genotipe kedelai yang toleran terhadap keracunan Fe
2. Ada genotipe kedelai yang mampu merecovery diri

1.6 Batasan Masalah

1. Benih kedelai yang dipakai dalam penelitian diperoleh dari Balitkabi (Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian) Malang
2. Jumlah genotipe tanaman kedelai yang diteliti sebanyak 190 genotipe
3. Konsentrasi keracunan Fe yang dipakai adalah 375 ppm
4. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fe dan genotipe
5. Variabel terikat merupakan variabel yang dapat diamati dan diukur yaitu jumlah tanaman hidup, panjang akar sekunder, panjang hipokotil, panjang epikotil, tinggi tanaman, berat kering akar dan berat kering bagian atas tanaman.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Kedelai

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (1996), kedudukan tanaman kedelai dalam sistematik tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi:	:Spermatophyta
Sub-divisi	:Angiospermae
Kelas	:Dicotyledonae
Ordo	:Polypetales
Famili	:Leguminosae (papilionaceae)
Sub-famili	:Papilionoedae
Genus	:Glycine
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

2.1.2 Morfologi Kedelai

1. Akar

Akar tanaman kedelai berupa akar tunggang yang membentuk cabang-cabang akar. Akar tumbuh ke arah bawah, sedangkan cabang akar berkembang menyamping (horizontal) tidak jauh dari permukaan tanah. Jika kelembaban tanah turun, akar akan berkembang lebih ke dalam agar dapat menyerap air dan unsur hara. Pertumbuhan ke samping dapat mencapai jarak 40 cm, dengan kedalaman

hingga 120 cm. Selain berfungsi sebagai tempat bertumbuhnya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara, akar tanaman kedelai juga merupakan tempat terbentuknya bintil akar (Pitojo, 2003).

2. Batang

Tanaman kedelai termasuk berbatang semak yang dapat mencapai ketinggian antara 30-100 cm. Batang ini beruas-ruas dan memiliki percabangan antara 3-6 cabang. Tipe pertumbuhan tanaman kedelai dibedakan atas 3 macam, yaitu tipe *determinate*, *indeterminate* dan *semi-determinate*. Tipe *determinate* memiliki ciri-ciri antara lain ujung batang tanaman hampir sama besarnya dengan batang bagian tengah, pembungaannya berlangsung serempak, pertumbuhan vegetatif akan berhenti setelah berbunga, tinggi tanaman termasuk kategori pendek sampai sedang dan daun paling atas ukurannya sama besar dengan daun pada bagian batang tengah. Tipe *indeterminate* mempunyai ciri-ciri antara lain ujung tanaman lebih kecil dibandingkan dengan batang tengah, ruas-ruas batangnya panjang dan agak melilit, pembungaannya berangsur-angsur dari bagian pangkal ke bagian batang atas, pertumbuhan vegetatif terus menerus setelah berbunga, tinggi batang termasuk kategori sedang sampai tinggi dan ukuran daun paling atas lebih kecil dibandingkan dengan daun pada batang tengah. Sedangkan tipe *semi-determinate* mempunyai ciri-ciri di antara tipe *determinate* dan *indeterminate* (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

3. Daun

Menurut Henderson dan Miller (1973) dalam Rida (2003) terdapat empat tipe daun yang berbeda

- a. Kotiledon atau daun biji, daun yang tumbuh pertama kali setelah perkecambahan
- b. Daun primer sederhana, berbentuk oval berupa daun tunggal dan bertangkai panjang antara 1-2 cm
- c. Daun bertiga, terbentuk pada batang utama dan cabang terdiri dari tiga helai daun dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan
- d. Daun profilia, terbentuk pada batang utama dan cabang. Daun profilia terletak pada tiap pangkal cabang tidak bertangkai.

4. Bunga

Tanaman kedelai mulai berbunga pada umur antara 30-50 hari setelah tanam. Varietas kedelai *determinate* mulai berbunga jika hampir semua node batang utama sudah berkembang sempurna, dimulai dari node atas berlanjut ke bagian bawah. Sedangkan varietas *indeterminate* sudah mulai berbunga meskipun kurang dari setengah node di batang utama sudah berkembang sempurna. Pembentukan bunga dimulai dari node bawah ke arah atas sehingga ketika bunga tersebut membentuk polong, node-node di atasnya masih terus memunculkan bunga. Bunga kedelai tumbuh berkelompok pada ruas-ruas batang, berwarna putih atau ungu, dan memiliki kelamin jantan dan betina (Pitojo, 2003).

5. Buah

Buah kedelai disebut polong, yang tersusun dalam rangkaian buah. Polongnya agak bengkok dan biasanya pipih, (3-15) cm x 1 cm, mudah pecah, lazimnya berisi 2-3 tetapi ada yang 1-5 butir biji (Somaatmadja, 1993). Warna polong kuning kelabu, coklat atau hitam. Polong kedelai mempunyai bulu yang berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu (Lamina, 1989).

6. Biji

Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 2-3 biji. Setiap biji mempunyai ukuran dan bentuk bervariasi tergantung pada varietas tanaman. Namun sebagian besar biji berbentuk bulat telur (Adisarwanto, 2005).

2.1.3 Syarat Tumbuh Kedelai

Kedelai dapat dibudidayakan dari mulai khatulistiwa sampai letak lintang 55° U atau 55° S dan pada ketinggian di atas permukaan laut sampai hampir 2000 m di atas permukaan laut. Suhu di bawah 21° C dan di atas 32° C dapat mengurangi munculnya bunga dan terbentuknya polong. Suhu ekstrim di atas 40° C akan merusak produksi biji. Penyerapan air oleh kedelai mencapai 7,6 mm/hari dan untuk panen yang baik diperlukan curah hujan 500 mm/tahun (Somaatmadja 1993).

Tanaman kedelai pada umumnya dapat beradaptasi terhadap berbagai jenis tanah dan menyukai tanah yang bertekstur ringan hingga sedang dan berdrainase baik. Tanaman kedelai peka terhadap kondisi salin. Kedelai tumbuh baik pada tanah bertekstur gembur, lembab, tidak tergenang air, memiliki pH 6-6,8. Pada pH

5,5 masih bisa berproduksi meskipun tidak sebaik pH 6-6,8. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhan sangat terhambat karena keracunan (Rubetzky dan Yamaghuci 1998 dalam Sofia 2007).

2.2 Fungsi Fe

Fe merupakan unsur mikro esensial bagi tanaman yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit. Fe diserap oleh tanaman dalam bentuk ion fero (Fe^{2+}). Fe dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam kloroplas atau sitoplasma. Penyerapan Fe lewat daun dianggap lebih cepat dibandingkan dengan penyerapan lewat akar, terutama pada tanaman yang mengalami defisiensi Fe. Fungsi Fe antara lain sebagai penyusun klorofil, protein, karbohidrat, lemak, enzim, perkembangan kloroplas, mendukung transportasi elektron dalam proses fotosintesis. Fe juga sebagai akseptor elektron penting dalam reaksi redoks dan aktivator untuk beberapa enzim, Fe didapatkan pada sejumlah enzim oksidasi yang penting yaitu katalase dan peroksidase (Sasmitamiharja dan Siregar, 1990; Nasih, 2005).

Kekurangan Fe menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil, penyusunan protein menjadi tidak sempurna dan penurunan jumlah ribosom. Kekurangan Fe juga menyebabkan penurunan kadar pigmen, dan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim (Nasih, 2005). Terhambatnya pembentukan klorofil karena dua atau tiga macam enzim yang mengkatalisis reaksi tertentu dalam sintesis klorofil tampaknya memerlukan Fe^{2+} (Salisbury dan Ross, 1995).

2.3 Tanah Masam dan Toksisitas Fe

Tanaman sangat sensitif terhadap pH tanah karena pH tanah mempengaruhi perbedaan konsentrasi ion dalam larutan tanah dan berkaitan dengan pertumbuhan tanaman. Tanah yang mempunyai pH rendah dapat disebut sebagai tanah masam (Russel, 1975).

Reaksi larutan tanah banyak ditentukan oleh kadar H^+ dan OH^- . Jika kadar H^+ lebih besar dari OH^- maka tanah itu akan bereaksi asam. Pada pH rendah (kurang dari 6) mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur fosfor, kalium, belerang, kalsium dan magnesium menurun dengan cepat, sedangkan pH tanah lebih besar dari 8,0 akan menyebabkan unsur-unsur nitrogen, besi, mangan, borium, tembaga dan seng ketersediaannya relatif jadi sedikit. Pada pH di bawah 5,5 aluminium, besi dan mangan sering kali dapat larut dalam jumlah yang cukup besar, sehingga merupakan racun bagi pertumbuhan beberapa tanaman (Sarief, 1986). Pada pH sangat rendah ($< 4,0$), aktivitas fisiologi tumbuhan berkurang secara drastis dan ini akan memperlemah fungsi akar (Aung, 2006).

Keracunan Fe terlihat bila kadar Fe dalam tanah 20-40 mg/l (Van Breemen dan Morman, 1978 *dalam* Hardjowigeno 2005). Menurut Tanaka dan Yoshida, 1972; Yamauchi dan Peng, 1995 *dalam* Aung (2006), keracunan Fe terjadi bila kadar Fe dalam tanah melebihi 300 ppm. Tetapi menurut IRRI (1964), keracunan Fe baru terlihat bila kadar besi dalam tanah mencapai 400 mg/l. Hardjowigeno (2005) menyatakan bahwa gejala keracunan Fe baru muncul bila kadar Fe dalam tanah 350-500 mg/l. Bila kadar hara lain sangat rendah atau dalam keadaan tidak

seimbang atau ditemukan penghambat respirasi seperti H_2S , keracunan besi sudah dapat terjadi bila kadar besi dalam tanah 30 mg/l.

Fe yang berlebihan dapat membentuk lapisan oksida ferri pada permukaan akar, sehingga menghambat penyerapan hara, menurunkan daya oksidasi akar, dan daya pencegahan Fe oleh akar. Keracunan Fe merupakan gejala fisiologis yang kompleks yang disebabkan oleh kondisi tanaman meliputi fisik, hara, fisiologis, dan kondisi tanah yang mengandung Fe berlebihan (Suhartini, 2004).

Secara umum Fitter dan Hay (1998) menyatakan bahwa pengaruh toksin pada tanaman diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pengaruh kemampuan memperoleh sumber daya, yaitu

- a. Memperoleh air

Potensial air yang rendah mengakibatkan kerusakan yang inheren sampai nilai ekstrem yang rendah (lebih rendah dari -20 bar) tercapai. Selama potensial air xylem lebih rendah daripada air tanah, pengambilan akan berlangsung. Jika pengaturan osmotik seperti itu tidak terjadi, stress air akan terjadi. Tanaman yang tercekam air akan menghambat pembelahan sel yang biasanya diikuti dengan nyata oleh penurunan sintesis dinding sel dan protein.

- b. Memperoleh hara

Apabila terjadi ketidakseimbangan yang berat antara ion-ion baik esensial maupun non esensial, tanaman mungkin tidak mampu mengambil hara secara efisien, baik karena pengaruh langsung ion-ion toksik pada metabolisme atau fungsi akar, atau semata mata oleh kompetisi atau interaksi dengan ion-ion hara.

Ion-ion toksik akan menyebabkan kerusakan dasar pada membran dan menghambat pembelahan sel.

Suplai hara di dalam tanah dapat sangat tergantung pada simbiosis mikrobial, yaitu bakteri pengikat nitrogen dan mikoriza penunjang fosfor. Beberapa pengaruh yang bertentangan pada simbiosis ini akan sangat menurunkan suplai hara. Jadi kebanyakan jenis *Rhizobium* tidak aktif pada pH 5.

2. Pengaruh terhadap kemampuan penggunaan sumber daya

Ion-ion dapat terlibat fungsi enzim sebagai komponen struktural dari molekul enzim. Ketidakseimbangan ionik dapat merusak kerja enzim. Suatu gejala karakteristik dari toksisitas logam adalah pertumbuhan akar yang terhambat dan diikuti dengan warna kecoklatan dan kematian meristem.

Sejumlah Fe yang besar dalam tanaman, dapat menimbulkan pembentukan oksigen radikal yang dapat menyerang sel yaitu merusak membran sel, protein, asam nukleat, enzim, protein, lipid dan lain-lain (Yamauchi, 1995). Membran sel berperan sangat vital yaitu pembungkus sel yang memisahkan isi sel dari lingkungannya, mempertahankan perbedaan pokok antara isi sel dengan lingkungan luarnya, mengatur materi yang keluar masuk sel, menerima stimulus dari luar sehingga sel dapat memberi respon (Istanti, dkk, 1999). Kerusakan membran sel dapat menyebabkan semipermeabilitas menurun, sehingga zat-zat dari luar akan masuk dengan bebas ke dalam sel. Selain itu kerusakan pada membran ini juga memungkinkan zat-zat dalam sel seperti ion-ion anorganik, enzim dan asam amino dapat keluar dari sel (Volk dan Wheeler, 1988). Keluarnya enzim dari sel

bersama zat lainnya, maka metabolisme sel akan terhambat sehingga ATP dihasilkan menurun (Ferdiaz, 1992).

Kehidupan suatu sel tergantung pada terpeliharanya molekul-molekul protein dan asam nuklet dalam keadaan alamiahnya. Konsentrasi tinggi beberapa zat kimia misalnya logam-logam berat dapat mengakibatkan koagulasi dan denaturasi komponen-komponen seluler yang vital. DNA, RNA dan protein memegang peranan amat penting dalam sel, hal ini berarti bahwa gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau fungsi zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan total pada sel sehingga proses kehidupan sel terganggu (Soetikno, 199 *dalam* Parnidi, 2005).

Sahrawat (2004) menyatakan bahwa toksisitas Fe menyebabkan defisiensi unsur hara lain karena unsur hara diikat kuat oleh Fe. Defisiensi unsur hara terutama pada:

1. Fosfor (P)

Fosfor digunakan sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein inti dan berbagai bahan organik. Pada tubuh tanaman, proses fisiologis, pertumbuhan akar, membantu kemasakan buah, menekan pertumbuhan gulma, pembelahan sel, pembentukan buah dan biji, memperkuat batang, metabolisme karbohidrat, pembentukan nukleoprotein (penyusun gen), transfer energi dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit (Rinsema 1986; Hardjowigeno 1995).

Kekurangan fosfor pada tanaman akan mengakibatkan berbagai hambatan metabolisme, diantaranya dalam proses sintesis protein, yang menyebabkan

terjadinya akumulasi karbohidrat dan ikatan-ikatan nitrogen (Soepardi, 1983). Kekurangan fosfor ditandai dengan pertumbuhan tanaman yang kerdil, daun menjadi coklat atau ungu. Fosfor mudah diserap oleh tanaman pada pH sekitar 6-7. Pada tanah masam, banyak unsur fosfor terikat oleh unsur- unsur Al dan Fe sehingga tidak digunakan tanaman (Hardjowigeno, 1995).

2. Kalium (K)

Fungsi kalium menurut Rinsema (1986) dan Hardjowigeno (1995) adalah membantu proses produksi dan translokasi karbohidrat, mengaktifkan enzim, proses fisiologis dan metabolisme dalam sel, pembentukan stomata, membantu penyerapan air dan unsur hara oleh akar, mengurangi kerusakan akibat serangan penyakit dan menguatkan jaringan tanaman.

3. Kalsium (Ca)

Fungsi kalsium adalah untuk penyusunan dinding-dinding sel tanaman, pembelahan sel dan tumbuh (Hardjowigeno, 1995). Kalsium didalam tanaman atau di tanah sangat penting untuk menetralkan senyawa asam. Apabila konsentrasi senyawa asam terlalu tinggi akan berpengaruh negatif terhadap protoplasma. Hal ini terutama karena kalsium berada dalam tanaman sebagai bagian dari dinding sel dalam berbagai bentuk persenyawaan (Rinsema, 1986).

3. Magnesium (Mg).

Magnesium (Mg) diperlukan oleh semua bagian hijau dari tanaman sebab merupakan bagian penyusun klorofil. Mg juga memegang peranan pada transportasi fosfat dalam tanaman (Syarif, 1986). Rinsema (1986) menyebutkan bahwa kekurangan magnesium tidak selalu disebabkan oleh kekurangan

magnesium yang mutlak. Mungkin tanah mengandung cukup magnesium namun penyerapannya terganggu oleh salah satu sebab. Kekurangan magnesium terutama terjadi pada tanah yang mempunyai pH rendah. Hal ini karena pada pH rendah ion-ion H^+ menghambat diserapnya ion-ion magnesium karena daya reaksinya yang berlawanan dengan kalsium.

2.4 Respon Tanaman Kedelai Terhadap Keracunan Fe

Respon tanaman akibat faktor lingkungan terlihat pada penampilan tanaman. Respon ini dapat terlihat berupa perubahan morfologis atau proses fisiologis. Walaupun genotipnya sama dalam lingkungan yang berbeda, penampilan tanaman akan berbeda pula (Jumin, 1992).

Dari beberapa hasil penelitian, terlihat adanya peran akar yang cukup penting dalam pertumbuhan tanaman. Pada pH kurang dari 6, kelarutan Al dan Fe meningkat sehingga dapat bersifat racun yang akan menghambat pertumbuhan akar. Akar tanaman akan berhenti pertumbuhannya, ujung akar akan menumpul dan jika keracunan terjadi pada tingkat tinggi akar tanaman akan mati (Islami dan Utomo, 1995). Keracunan Fe menyebabkan meningkatnya aktifitas oksidase polyphenol, sehingga memicu terjadinya produksi poliphenol yang teroksidasi yang dapat menyebabkan daun menjadi bronzing (berwarna jingga sampai merah tembaga pada daun (Dobermann, 2000).

Keracunan Fe menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, menurunkan produktivitas tanaman dan kematian (Suhartini, 2004). Tanaman yang keracunan Fe akan menunjukkan gejala-gejala seperti: daun warna coklat kemerah-merahan, menguning atau orange. Gejala khasnya adalah bintik-bintik

coklat kecil mulai ujung dan menyebar ke arah bawah daun-daun yang lebih rendah, daun-daun menggulung dan akhirnya mati. Jika keracunan Fe sangat tinggi, keseluruhan daun berwarna coklat keungu-unguan, yang diikuti dengan mengeringnya daun (Sahrawat, 2003). Pertumbuhan kerdil, tangkai tumbuh terbatas, pertumbuhan akar jarang, kasar, akar lemah atau mudah patah. Akar berwarna coklat gelap sampai hitam dan banyak akar yang mati (Dobermann, 2000). Suhartini (2004) menambahkan bahwa tanda-tanda tanaman keracunan Fe adalah pembungaan terhambat, proses sintesis terhenti dan pada kondisi yang parah batang dan daun menjadi busuk dan tanaman akhirnya mati.

Hasil penelitian Hartatik dkk (1998) menunjukkan bahwa pemberian Fe berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan, bobot kering dan bobot basah tanaman padi. Semakin tinggi pemberian Fe, semakin menurunkan tinggi tanaman dan jumlah anakan. Tinggi tanaman dan jumlah anakan tertinggi dicapai oleh perlakuan tanpa pemberian Fe. Pemberian Fe sampai 400 ppm sangat nyata menurunkan bobot basah dan bobot kering tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian Fe memberikan pengaruh terhadap keseimbangan hara dalam larutan tanah.

2.5 Mekanisme Toleransi Tanaman Kedelai Terhadap Keracunan Fe

Terdapat tiga mekanisme ketahanan tanaman terhadap cekaman yaitu:

1. Ketahanan yang dapat disebut *avoidance* (menghindar = mengelak) apabila stress yang eksternal ini mampu dicegah atau diturunkan penetrasinya ke dalam jaringan atau dikucilkan dalam jaringan, sehingga tidak dapat menimbulkan strain (ketegangan)

2. *Tolerance* (menenggang) bila stress dapat masuk ke dalam jaringan, tetapi tanaman mampu mencegah atau mengurangi terjadinya strain (ketegangan) atau dapat memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh strain
3. *Escape* (lolos), sebenarnya tanaman tidak tahan tetapi karena tidak ada stress selama daur hidup tanaman karena umur pendek atau karena adanya plastisitas perkembangan sehingga stress tidak terjadi bersamaan dengan fase pertumbuhan yang rentan (Soemartono, 1995).

Menurut Fitter dan Hay (1998), beberapa jenis tanaman dapat tumbuh pada tanah-tanah yang mengandung tingkat ion toksik yang dapat mematikan untuk spesies lain. Ada empat mekanisme umum hingga hal tersebut terjadi:

1. Penghindaran fenologis, apabila stress yang terjadi pada tanaman bersifat musiman, tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya, sehingga tumbuh dalam musim yang cocok saja
2. Eksklusi, tanaman dapat mengenal ion yang toksik dan mencegah agar tidak terambil sehingga tidak mengalami toksisitas
3. Penanggulangan (ameliorasi), tanaman barangkali mengabsorpsi ion tersebut, tetapi bertindak demikian rupa untuk meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan kelat, pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekskresi
4. Toleransi, tanaman dapat mengembangkan sistem metabolis yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial, mungkin dengan molekul enzim.

Menurut Dobermann (2000) mekanisme ketahanan tanaman untuk mengatasi keracunan Fe adalah sebagai berikut:

1. Penghindaran, penghindaran stres Fe yang dipicu oleh oksidasi Fe^{2+} dalam rhizosfer. Daya oksidasi akar melibatkan ekskresi O_2 untuk mengoksidasi Fe^{2+} di dalam rhizosfer dan melindungi dari toksisitas Fe. Suplai nutrisi yang kurang memadai (K, Si, P, Ca dan Mg) dan kandungan H_2S yang terlalu besar dapat menurunkan daya oksidasi akar.

2. Toleransi, dapat dilakukan dengan jalan penghindaran atau toleransi akumulasi toksik, mekanisme lainnya adalah dengan jalan melibatkan penyimpanan Fe dalam jaringan akar.

Marschner (1993) dalam Aung (2006) menyebutkan bahwa tanaman merespon kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan melalui dua cara, yaitu dengan mengeluarkan atau meniadakan Fe melalui oksidasi rhizosphere dan mekanisme pengeluaran sejumlah Fe yang tinggi dengan bantuan enzim atau menonaktifkan Fe pada jaringan tumbuhan.

2.6 Skrining Plasma Nutfah Terhadap Keracunan

Plasma nutfah dapat diartikan sebagai sumber genetik dalam satu jenis tanaman yang memiliki keragaman genetik yang luas (Hartati, 1996). Dalam suatu plasma nutfah tanaman terbudidaya terhimpun genotipe-genotipe, kultivar, ras-ras yang berasal dari spesies tanaman tersebut. Antara anggota himpunan plasma nutfah dapat terjadi perkawinan dan menghasilkan turunan yang fertil. Secara garis besar koleksi plasma nutfah dapat terdiri dari kultivar unggul modern yang baru dilepas, kultivar unggul yang telah lama dilepas dan bertahan di masyarakat, varietas lokal dan ras-ras yang beradaptasi di lingkungan spesifik, galur-galur harapan hasil proses seleksi pemuliaan yang tidak terpilih dalam pelepasan

varietas, galur-galur murni untuk tetua hibrid pada tanaman menyerbuk silang, populasi-populasi tanaman menyerbuk silang, genotipe-genotipe dari kerabat liar (Jusuf, 2005).

Sebagai sumber genetik, plasma nutfah merupakan sumber sifat yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan untuk perbaikan genetik tanaman dalam rangka menciptakan jenis unggul atau kultivar baru yang memenuhi kebutuhan umat manusia. Tanpa adanya sumber-sumber gen, maka upaya memperoleh kultivar-kultivar yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan manusia tidak akan berhasil. Semakin beragam sumber genetik, semakin besar peluang untuk merakit varietas unggul baru yang diinginkan (Sumarno, 1994).

Terdapat berbagai pendekatan untuk skrining terhadap keracunan dan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu: 1. seleksi langsung (empiris) yang mengimplikasikan seleksi untuk penampilan mutlak (laju pertumbuhan dan hasil) dibawa kondisi cekaman aktual, seleksi pada tanaman yang hanya mengalami sedikit penurunan pertumbuhan atau hasil pada kondisi cekaman lingkungan dan 2. seleksi tidak langsung (fisiologis) mengimplikasikan evaluasi untuk karakteristik morfologis atau fisiologis yang akan berkorelasi dengan ketahanan terhadap cekaman tertentu (Levitt, 1980 *dalam* Ningsih, 2004).

Untuk memperbaiki produktivitas tanaman dilakukan dengan dua cara yaitu 1. mengubah lingkungan untuk menghilangkan cekaman, dengan perbaikan bercocok tanaman atau 2. memperbaiki genotipe tanaman agar tahan terhadap lingkungan tumbuh yang ada (Lewis, 1982 *dalam* Ningsih, 2004).

2.7 Kajian KeIslaman

2.7.1 Plasma Nutfah dalam Al-Qur'an

Allah SWT menumbuhkan beraneka ragam tanaman sebagaimana disebutkan dalam Al Qur'an surat Thaa-Haa ayat 53, yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya

Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.

Ayat di atas mengaitkan antara air dan pertumbuhan tanaman. Air adalah syarat utama bagi terwujudnya proses pertumbuhan. Pertumbuhan tanaman dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma, kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih, kemudian terjadi penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh dan akhirnya terjadi pembelahan, pembesaran dan pembagian sel-sel pada titik tumbuh (Sutopo, 2004). Dengan adanya air maka tumbuhlah berbagai macam tumbuh-tumbuhan.

Ayat di atas menerangkan bahwa tumbuh-tumbuhan itu adalah berjenis-jenis dan bermacam-macam, menunjukkan bahwa ada perbedaan "jenis" dan ada perbedaan "macam". Artinya dunia tumbuhan itu terdiri dari berbagai jenis dan setiap jenis itu terdiri pula dari berbagai macam perbedaan sifat (Darwis, 2004).

Perintah Allah untuk mempelajari keaneka ragaman tumbuhan disebutkan dalam surat Asy-Syu'araa ayat 7

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمَا أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya:

Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?

Dari Firman Allah surat Asy Syu'araa ayat 7 yang menegaskan bahwa tumbuh-tumbuhan yang berjenis-jenis dan bermacam-macam yang diciptakan Allah adalah baik, maka perlu kita " *baca* " lebih lanjut dalam pengertian "IQRA", sehingga pengetahuan kita dalam bidang ini melahirkan berbagai cabang ilmu. Apa saja manfaat dari setiap jenis tumbuhan, bagaimana memanfaatkannya, bagaimana memperbanyak tumbuhan, bagaimana meningkatkan hasil dan sebagainya, sehingga dapat bermanfaat bagi umat manusia (Darwis, 2004).

2.7.2 Biji-bijian dalam Al-Qur'an dan Sunnah

Salah satu ciptaan dan nikmat Allah SWT untuk makhlukNya adalah tanaman biji-bijian sebagaimana Firman Allah dalam Al-Qur'an surat Ar-Rahman ayat 10-12

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنَامِ ﴿١٠﴾ فِيهَا فَنَكِهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الْأَكْمَامِ ﴿١١﴾ وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ وَالرَّيْحَانُ ﴿١٢﴾

Artinya:

Dan Allah telah meratakan bumi untuk makhluk(Nya). Di bumi itu ada buah-buahan dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang. Dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum baunya.

Ayat di atas yang artinya "biji-bijian yang berjerami dan berdaun" mempunyai dua kemungkinan tafsir yaitu bahwa yang dimaksud dengan biji-bijian yang berjerami dan berdaun adalah kelompok tanaman biji-bijian atau serelia, seperti padi, jagung, kedelai, gandum, dll, atau yang dimaksud dapat juga berupa informasi bahwa setiap biji tanaman itu terdiri dari berbagai komponen atau organ tertentu atau ada differensiasi yang disini disebut sebagai jerami dan daun (Darwis, 2004).

Dalam hadis diterangkan bahwa yang menciptakan biji-bijian adalah Allah sebagaimana Hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim yang berbunyi: "*Abu Hurairah r.a berkata: Aku pernah mendengar Rasulullah s.a.w bersabda: Allah SWT berfirman: Siapa lagi orang yang lebih zalim daripada orang yang coba membuat ciptaan sama seperti makhluk-Ku? Maka lebih baik mereka coba menciptakan zarah, menciptakan biji-bijian, atau mencipta biji gandum*". Arti dari hadis tersebut adalah coba mereka menciptakan biji dzarrah yang bernyawa dan beraktivitas sendiri sebagaimana yang diciptakan oleh Allah. Demikian juga, coba mereka menciptakan biji gandum dan sejenisnya yang memiliki rasa, dapat dimakan, ditanam dan tumbuh, serta memiliki segala kriteria yang terdapat dalam biji gandum dan berbagai jenis biji-bijian lain yang diciptakan oleh Allah (Al Munajid, 1997). Hadis tersebut menunjukkan bahwa manusia tidak dapat menciptakan biji-bijian, karena yang mampu menciptakan biji-bijian yang hidup dari yang sebelumnya tidak ada hanyalah Allah SWT.

Tanaman biji-bijian seperti kedelai merupakan tanaman yang diciptakan oleh Allah untuk keperluan manusia dan binatang. Tanaman kedelai dapat

dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan dan lain-lain. Sebagaimana firman Allah dalam surat Yaasin ayat 33 yang berbunyi:

وَأَيُّهُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya

Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka daripadanya mereka makan.

2.7.3 Jenis-Jenis Tanah dalam Al-Qur'an

Dalam ayat-ayat suci Al Qur'an terdapat informasi tentang tanah yang terdiri dari bermacam jenis, sifat tanah, lahan kritis, tanah terlantar, air tanah, manfaat air dan sebagainya. Pada beberapa ayat selalu diakhiri oleh Allah dengan FirmanNya: "*..... pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda bagi kamu yang berakal*". Tanda-tanda tersebut perlunya digali, dianalisa dan dimengerti dengan baik oleh kita dengan menggunakan akal dan pikiran yang kita punyai. Firman Allah dalam surat Ar Raad ayat 4

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَنِّبَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ وَسَبَّاحٌ مُّغْتَمِرٌ
سَبَّاحٌ يُّسْقَىٰ بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفْضِلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ
لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Artinya:

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 sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.

Menurut buku tafsir Ibnu Katsir dalam Darwis (2004), bagian pertama dari ayat ini ditafsirkan sebagai berikut, Firman Allah : "*dan di bumi ini terdapat*

bagian-bagian yang berdampingan". Ada bagian tanah yang subur, tandus, gembur, merah, putih kuning, hitam, berbatu, lembut, mudah diolah dan sulit diolah. Semua jenis tanah itu berdampingan. Jadi ayat ini menegaskan bahwa tanah di bumi ini tidaklah sama, namun ada bermacam-macam, berjenis-jenis yang terletak berdampingan satu sama lain.

Ada beberapa faktor yang menentukan tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah kesuburan tanah. Tanah merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman seperti tanaman kedelai. Oleh sebab itu kalau akan menanam suatu jenis tanaman seperti tanaman kedelai harus mempelajari dulu tingkat kesuburan tanah dimana tanaman itu akan ditanam. Dengan mengetahui tingkat kesuburan tanah dan perlakuan apa yang perlu diaplikasikan, diharapkan tanaman yang akan diusahakan berhasil dengan baik.

Ada beberapa jenis tanah yang dikelompokkan menjadi tanah subur dan tanah tidak subur, sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al A'raf ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ كَذَٰلِكَ

نُصِرَفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya:

Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa tanah yang subur akan tumbuh tanaman yang subur pula dan tanah yang tidak subur akan tumbuh tanaman yang tidak subur. Tanah subur dicirikan dengan adanya kandungan air, unsur hara, bahan

organik dan bahan anorganik yang tersedia bagi tanaman di dalam tanah, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tanah yang tidak subur dicirikan dengan rendahnya kandungan unsur hara, bahan organik dan anorganik yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga tanaman akan kering dan bahkan mati (Sutanto, 2005).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian terdiri dari dua kegiatan yaitu skrining plasma nutfah kedelai yang dilaksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2007 di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) dan respon kedelai pada periode *recovery* yang dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2007 di rumah kaca Balitkabi.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah bak/tempat untuk pembibitan, timba, pinset, aerator, pipet, penggaris, pH meter, oven, timbangan analitik. Bahan yang digunakan adalah 190 aksesi kedelai, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, HCl (asam clorida), aquades, pasir, pupuk (nutrisi), styrofoam, spons.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian skrining kedelai terhadap keracunan Fe menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*) dan memiliki dua faktor yang disebut petak utama dan anak petak. Setiap unit perlakuan diulang 2 kali. Jumlah ulangan diperoleh dari rumus $(r-1)(t-1) \geq 15$. Petak utama terdiri dari 2 perlakuan: KO: Kontrol (0 ppm), K1: Keracunan Fe (375 ppm). Anak petak terdiri dari 190 genotipe plasma nutfah kedelai (Lampiran 1)

Untuk mendapatkan plasma nutfah kedelai toleran keracunan Fe digunakan Fe sebanyak 375 ppm karena menurut Hardjowigeno (2005), keracunan Fe terlihat bila kadar Fe dalam tanah adalah 350-500 mg/l.

Penelitian respon plasma nutfah pada periode *recovery* menggunakan rancangan acak lengkap faktorial yang disusun dengan dua faktor dan diulang tiga kali. Faktor pertama adalah konsentrasi terdiri dari:

KO : Kontrol (Fe 0 ppm)

K1 : Keracunan Fe (Fe 375 ppm)

Faktor kedua adalah genotipe terdiri dari :

G1 = MLGG 0799

G2 = MLGG 0492

G3 = Lawit

G4 = MLGG 0915

G5 = MLGG 0768

G6 = MLGG 0169

Ket: G1, G2 merupakan genotipe yang tergolong toleran pada percobaan pertama

G3 merupakan genotipe yang toleran pada lahan pasang surut

G4, G5 dan G6 merupakan genotipe yang peka pada percobaan pertama

Pengamatan pH terdiri dari dua faktor, faktor pertama adalah umur yang terdiri dari 15 hst, 16 hst, 17 hst, 18 hst, 19 hst, 20 hst dan 21 hst sedangkan faktor kedua adalah genotipe yang terdiri dari MLGG 0799, MLGG 049, Lawit, MLGG 0915, MLGG 0768, MLGG 0169.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Skrining Plasma Nutfah Kedelai

a. Persiapan

Tahap persiapan meliputi persiapan media dan pembuatan larutan hara. Pelaksanaan perkecambahan menggunakan pasir. Pembuatan larutan hara adalah dengan cara mencampur nutrisi (Tabel 1) kemudian dilarutkan dalam 1 liter aquades. Pemberiaan nutrisi ini bersamaan saat tanam. Dalam satu bak yang berukuran 5 m x 75 cm diisi air sebanyak 200 liter dan larutan hara sebanyak 1 liter untuk perlakuan kontrol, sedangkan untuk perlakuan keracunan, Fe sebanyak 375 ppm ditambah dengan 1 ppm fosfor; 37,5 ppm natrium dan 37,5 ppm kalium dilarutkan dalam 200 liter air.

Tabel 1. Larutan hara

Garam	Berat (gram)
NH_4NO_3	3,7
KCl	2,335
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3,835
KH_2PO_4	0,545

(Wijanarko, 2004)

b. Penanaman

Sebanyak 190 genotipe dengan masing-masing 40 benih dikecambahkan di pasir. Setelah 5 hst, kecambah segera di pindahkan pada styrofoam dan ditumbuhkan dengan meletakkan styrofoam tersebut pada permukaan larutan hara. Setelah 2 hari pada permukaan larutan hara, kecambah ditransplanting ke perlakuan yaitu pada larutan yang keracunan Fe dan larutan yang tidak keracunan Fe (kontrol). Setiap perlakuan terdiri dari 4 tanaman.

c. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi mengontrol pH agar pH dalam larutan stabil yaitu 3,5 dan menambahkan HCl bila pH naik.

d. Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada tanaman meliputi pengamatan destruktif.

Parameter pengamatan meliputi :

1. Jumlah tanaman hidup

2. Panjang akar sekunder(cm)

Pada umur 14 hst, kecambah dicabut dari media hara dan diukur panjang akar sekunder menggunakan penggaris yang dimulai dari ujung bawah sampai pangkal akar sekunder.

3. Panjang hipokotil (cm)

Panjang hipokotil diukur mulai dari batas hipokotil dengan akar sampai batas epikotil.

4. Panjang epikotil (cm)

Panjang epikotil diukur mulai dari batas hipokotil dengan epikotil sampai pucuk.

5. Berat kering akar dan berat kering bagian atas tanaman (g)

Akar dan tanaman (hipokotil dan epikotil) dimasukkan kedalam amplop dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 80°C selama 48 jam kemudian ditimbang berat keringnya.

3.4.2 Respon Genotipe Pada Periode *Recovery*

a. Penanaman

Enam genotipe dengan masing-masing 200 benih dikecambahkan di pasir. Setelah 5 hari setelah tanam (hst), kecambah dipindahkan pada styrofoam dan ditumbuhkan dengan meletakkan styrofoam tersebut pada permukaan larutan hara. Setelah 2 hari pada permukaan larutan hara, kecambah ditransplanting ke perlakuan yaitu pada larutan yang keracunan Fe dan larutan yang tidak keracunan Fe (kontrol). Setiap perlakuan terdiri dari 10 tanaman

b. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi mengontrol pH agar pH dalam larutan stabil yaitu 3,5 dan menambahkan HCl bila pH naik. Pemeliharaan dilakukan sampai umur 14 hst.

d. Pengamatan

Pengamatan dilakukan saat kecambah umur 14 hst dan 21 hst. Pengamatan meliputi jumlah tanaman hidup, panjang akar, panjang hipokotil, tinggi tanaman, berat kering akar, berat kering tanaman dan laju pertumbuhan. Pengamatan pH dilakukan pada umur 15 hst sampai 21 hst yang dilakukan setiap hari. Pengamatan laju pertumbuhan (14-21 hst) menggunakan rumus laju pertumbuhan relatif. Menurut Sitompul dan Guritno (1995), laju pertumbuhan diukur dengan persamaan sebagai berikut:

$$LPR = \frac{\ln V_2 - \ln V_1}{T_2 - T_1}$$

Ket: LPR= laju pertumbuhan relatif (g.g⁻¹.hari⁻¹)

V1 = variabel yang diamati umur 14 hst

V2 = variabel yang diamati umur 21 hst

T1 = waktu awal (14 hst)

T2 = waktu akhir (21 hst)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari percobaan skrining plasma nutfah kedelai terhadap keracunan Fe dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dua jalur pada taraf nyata 5%. Untuk mengetahui varietas toleran atau tidak toleran dapat digunakan indeks adaptasi. Nilai indeks adaptasi dapat memisahkan genotipe yang berdaya hasil tinggi pada lingkungan cekaman dan lingkungan optimal. Menurut Howeler (1991) dalam Kuswantoro (2002) indeks adaptasi diukur dengan persamaan sebagai berikut:

$$IA = \frac{H_c \bar{H}_p}{\bar{H}_c H_p}$$

Ket: IA = indeks adaptasi

H_c = hasil pada kondisi cekaman

H_p = hasil pada kondisi potensial

\bar{H}_c = rata-rata hasil pada kondisi cekaman

\bar{H}_p = rata-rata hasil pada kondisi potensial

Dikatakan :

toleran bila IA genotipe \geq IA varietas Menyapa

peka bila IA genotipe $<$ IA Menyapa

Varietas Menyapa adalah varietas yang tahan terhadap kondisi lahan pasang surut.

Data yang diperoleh dari pengamatan respon genotipe pada periode *recovery* dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dua jalur dan jika terjadi perbedaan nyata diantara perlakuan, maka akan dilakukan uji BNT pada taraf nyata 5% untuk faktor tunggal Fe serta UJD (DMRT) pada taraf 5% untuk faktor genotipe dan interaksi antara Fe dengan genotipe.



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Skrining Plasma Nutfah Kedelai Terhadap Keracunan Fe

Hasil analisis ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan Fe dan genotipe berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah tanaman hidup, panjang akar, panjang hipokotil, panjang epikotil, berat kering akar dan berat kering tanaman. Interaksi antara Fe dengan genotipe berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah tanaman hidup dan berpengaruh nyata terhadap panjang hipokotil.

Tabel 2. Pengaruh Fe dan genotipe terhadap beberapa karakter perkecambahan

SK	db	KT					
		hidup	P. akar	P.hipo	P. epikotil	B.krg akar	B.krg tan
Fe (K)	1	1177,521**	149,192**	202,011**	1816,636**	0.07118**	0.32124**
Galat a	1	14,784	8,258	15,138	18,681	0.00048	0.00245
Gntp	189	0,989**	1,084**	1,703**	4,078**	0.00008**	0.00121**
Fe*G	189	0,989**	0,622 tn	0,698*	1,005 tn	0.00005 tn	0.00029 tn
Galat b	378	0,538	0,684	0,534	1,113	0.00004	0.00027

Ket: * = nyata 5%, ** = sangat nyata 1%, tn : tidak nyata

4.1.1 Jumlah Tanaman Hidup

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 2) ditunjukkan bahwa perlakuan Fe, genotipe dan interaksi antara Fe dengan genotipe memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap jumlah tanaman hidup. Berdasarkan distribusi frekuensi (Tabel 3 dan Lampiran 4) terdapat empat genotipe yang mempunyai rata-rata hidup tertinggi (3,6-4 tanaman) pada kondisi keracunan yaitu MLGG 0492, MLGG 0710, MLGG 0736, MLGG 0737. Sebagian besar genotipe yang mampu hidup pada kondisi keracunan adalah 0-2 tanaman dan mendominasi

hingga 80%. Hal ini berarti mayoritas genotipe tidak mampu hidup pada kondisi keracunan Fe.

Tabel 3. Distribusi frekuensi berdasarkan jumlah tanaman hidup dari 190 genotipe pada kondisi keracunan Fe

Tanaman yang hidup	Frekuensi	Persentase (%)
0,0-0,5	53	27,9
0,6-1,0	30	15,8
1,1-1,5	29	15,3
1,6-2,0	40	21,0
2,1-2,5	11	5,8
2,6-3,0	17	8,9
3,1-3,5	6	3,2
3,6-4,0	4	2,1

Adanya Fe yang tinggi dalam media tanam menyebabkan tanaman mengalami keracunan sehingga menghambat pertumbuhan tanaman kedelai diantaranya jumlah tanaman hidup. Pada kondisi tidak keracunan, tanaman dapat hidup semua karena pada kondisi ini tidak terjadi hambatan dalam menyerap unsur hara, sedangkan pada kondisi keracunan, terjadi hambatan dalam menyerap unsur hara karena unsur hara Fe yang tinggi menyebabkan unsur hara lain diikat oleh Fe. Unsur hara yang diikat oleh Fe adalah unsur hara P, Ca, Mg dan K (Doberman, 2000).

Genotipe yang toleran mempunyai nilai indeks adaptasi lebih atau sama dengan varietas diferensial (Menyapa) yaitu 2,32. Dari hasil penelitian diperoleh sembilan genotipe yang memiliki kategori toleran yaitu MLGG 0492, MLGG 0710, MLGG 0736, MLGG 0737 masing-masing dengan nilai 2,65 dan MLGG 0201, MLGG 0712, MLGG 0738, MLGG 0756, MLGG 0799 masing-masing dengan nilai 2,32. Genotipe yang memiliki indeks adaptasi 2,65 juga memiliki

rata-rata hidup tertinggi pada kondisi keracunan. Indeks adaptasi jumlah tanaman hidup dapat dilihat pada Lampiran 4.

Genotipe yang mampu hidup atau toleran pada kondisi keracunan ini adalah genotipe yang mampu menghindari atau mempertahankan diri pada kondisi keracunan Fe. Marschner (1993) dalam Aung (2006) menyebutkan bahwa tanaman merespon kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan melalui dua cara, yaitu dengan mengeluarkan atau meniadakan Fe melalui oksidasi rhizosphere dan mekanisme pengeluaran sejumlah Fe yang tinggi dengan bantuan enzim atau menonaktifkan Fe pada jaringan tumbuhan. Mekanisme ketahanan tanaman terhadap kondisi cekaman lingkungan tergantung pada kemampuan tanaman sendiri dalam menghindari atau mempertahankan diri terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan tersebut. Apabila tanaman masih mampu untuk menyesuaikan diri maka tanaman tersebut akan mampu hidup, tumbuh dan berkembang di wilayah tersebut.

4.1.2 Panjang Akar

Analisis ragam Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan Fe dan genotipe kedelai memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap panjang akar. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan Fe dengan genotipe kedelai terhadap panjang akar. Berdasarkan distribusi frekuensi (Tabel 4 dan Lampiran 5) terdapat empat genotipe yang memiliki panjang akar tertinggi (4,51-5,00 cm) pada kondisi keracunan yaitu genotipe MLGG 0522, MLGG 0553, MLGG 0096, dan MLGG 0494. Sebagian besar genotipe memiliki panjang akar (2,51-4,00 cm) dengan frekuensi 143 (75,3%).

Tabel 4. Distribusi frekuensi berdasarkan panjang akar dari 190 genotipe pada kondisi keracunan Fe

Panjang akar (cm)	Frekuensi	Persentase (%)
1,00-1,50	1	0,5
1,51-2,00	6	3,2
2,01-2,50	19	10,0
2,51-3,00	27	14,2
3,01-3,50	60	31,6
3,51-4,00	56	29,5
4,01-4,50	17	8,9
4,51-5,00	4	2,1

Panjang akar berbeda sangat nyata antar genotipe, hal ini mencerminkan adanya keragaman sifat-sifat pada genotipe yang diamati. Fe juga memberikan pengaruh sangat nyata terhadap panjang akar. Sanchez (1992) menyebutkan bahwa tingginya kandungan unsur-unsur Fe, Mn akan menghambat pertumbuhan akar dan translokasi P dan Ca ke bagian akar tanaman.

Genotipe dikatakan toleran apabila memiliki nilai indeks adaptasi lebih atau sama dengan varietas diferensial yaitu Menyapa = 1,38. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka diperoleh 18 genotipe yang toleran keracunan Fe. Dari 18 genotipe yang toleran, tiga genotipe yang mempunyai indeks adaptasi tertinggi ditunjukkan oleh MLGG 0315 diikuti oleh MLGG 0242 dan MLGG 0835 masing-masing dengan nilai sebesar 2,20; 1,80 dan 1,71. Indeks adaptasi panjang akar, dapat dilihat pada Lampiran 5. Adanya perbedaan tingkat toleransi terhadap keracunan Fe, diduga karena adanya perbedaan kemampuan masing-masing varietas untuk merespon Fe. Woolhouse (1983) dalam Salisbury dan Ross (1992) mengatakan bahwa spesies tumbuhan secara genetik sangat beragam dalam kemampuan untuk toleran atau peka terhadap unsur hara dalam jumlah yang meracuni.

4.1.3 Berat Kering Akar

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan Fe dan genotipe kedelai memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap berat kering akar. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara Fe dengan genotipe kedelai terhadap berat kering akar. Berat kering merupakan parameter pertumbuhan yang dapat menunjukkan hasil aktivitas metabolisme secara menyeluruh (Iftitah dkk, 2005). Semakin banyak akar yang terbentuk baik akar primer maupun sekunder, mengindikasikan bahwa genotipe tersebut lebih tahan terhadap cekaman lingkungan. Yamauchi (1995) menyatakan bahwa keracunan Fe menurunkan berat kering akar karena konsentrasi Fe yang tinggi akan memperlemah fungsi akar untuk menyerap unsur hara sehingga pertumbuhan terhambat.

Berdasarkan distribusi frekuensi (Tabel 5 dan Lampiran 6) terdapat dua genotipe kedelai yang memiliki berat kering akar tertinggi (0,029-0,032 g) pada kondisi keracunan Fe yaitu genotipe MLGG 0756 dan MLGG 0656. Sebagian besar genotipe kedelai memiliki berat kering akar 0,009-0,016 g dengan frekuensi 140 (73,7%). Genotipe yang memiliki berat kering akar tertinggi diduga akar memiliki kemampuan mengoksidasi Fe secara efektif dan mengurangi pengangkutannya ke bagian atas tanaman sehingga Fe yang ada pada daun lebih sedikit (Aung, 2006).

Tabel 5. Distribusi frekuensi berdasarkan berat kering akar dari 190 genotipe pada kondisi keracunan Fe

Berat kering akar (g)	Frekuensi	Persentase (%)
0,005-0,008	19	10
0,009-0,012	80	42,1
0,013-0,016	60	31,6
0,017-0,020	23	12,1
0,021-0,024	4	2,1
0,025-0,028	2	1,0
0,029-0,032	2	1,0

Genotipe dikatakan toleran apabila memiliki nilai indeks adaptasi lebih atau sama dengan varietas diferensial yaitu Menyapa = 1,71 dan diperoleh 17 genotipe. Nilai indeks adaptasi berat kering akar terbesar pada genotipe MLGG 0712 diikuti MLGG 0756 dan MLGG 0688 masing-masing dengan nilai sebesar 3,41; 2,82 dan 2,46 (Lampiran 6).

Hasil penelitian yang dilakukan Aung (2006) menunjukkan bahwa genotipe yang toleran mempunyai kemampuan permeabilitas selektif membran lebih tinggi dan kemampuan akar untuk menyimpan Fe. Sedangkan genotipe yang peka mempunyai kemampuan permeabilitas selektif membran lebih rendah. Genotipe yang toleran memiliki konsentrasi Fe yang tinggi pada jaringan akar dibanding dengan genotipe yang peka. Berbeda dengan konsentrasi Fe yang ada pada jaringan akar, batang dan daun genotipe yang toleran memiliki konsentrasi Fe yang rendah. Ini menunjukkan bahwa jumlah Fe yang ditahan di akar lebih besar dan Fe yang diangkut ke jaringan batang dan daun lebih sedikit.

4.1.4 Panjang Hipokotil

Perlakuan Fe dan genotipe memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap panjang hipokotil, dan interaksi antara Fe dengan genotipe berpengaruh

nyata terhadap panjang hipokotil (Tabel 2). Panjang hipokotil dapat dipengaruhi oleh faktor luar dan dalam tanaman yang menyebabkan tiap genotipe mempunyai panjang atau tinggi yang berbeda. Sasmitamiharja dan Siregar (1990) menjelaskan bahwa pertambahan tinggi tanaman merupakan suatu proses pertumbuhan dan perkembangan yang dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor lingkungan. Faktor internal dalam hal ini adalah genotipe sedangkan faktor lingkungan antara lain panjang hari, suhu dan nutrisi. Pada konsentrasi Fe yang tinggi, penyerapan unsur hara oleh akar terhambat sehingga menyebabkan panjang hipokotil tidak dapat tumbuh maksimal.

Suatu konsentrasi Fe yang tinggi pada tumbuhan tidak secara otomatis tumbuhan menderita keracunan Fe. Penyebab tanaman menderita keracunan Fe adalah Fe masuk dalam sel. Di dalam jaringan, oksidasi menimbulkan radikal bebas yang akan menyerang sel yaitu merusak sel, membran sel, memisahkan integritas selular, DNA, enzim, menonaktifkan protein dan lain-lain (Bienfait, 1989 *dalam* Yamauchi, 1995), sehingga pertumbuhan tanaman terhambat.

Berdasarkan distribusi frekuensi (Tabel 6 dan Lampiran 7) terdapat satu genotipe yang memiliki panjang hipokotil tertinggi (8,01-9,00 cm) pada kondisi keracunan yaitu MLGG 0552. Sebagian besar genotipe kedelai pada kondisi keracunan Fe memiliki panjang hipokotil antara 5,01-6,00 cm dengan frekuensi 102 (53,7%). Secara genetik varietas kedelai mempunyai kemampuan yang berbeda untuk bertahan pada lingkungan yang tercekam Fe. Pemilihan genotipe atau varietas yang sesuai pada lingkungan tercekam sangat diperlukan untuk menjamin produksi yang tinggi.

Tabel 6. Distribusi frekuensi berdasarkan panjang hipokotil dari 190 genotipe pada kondisi keracunan Fe

Panjang hipokotil (cm)	Frekuensi	Persentase (%)
2,00-3,00	1	0,5
3,01-4,00	11	5,8
4,01-5,00	39	20,5
5,01-6,00	102	53,7
6,01-7,00	32	16,9
7,01-8,00	4	2,1
8,01-9,00	1	0,5

Genotipe yang toleran mempunyai nilai indeks adaptasi lebih atau sama dengan varietas diferensial (Menyapa) yaitu 1,30. Dari hasil penelitian diperoleh 22 genotipe yang memiliki kategori toleran (Lampiran 7). Dari 22 genotipe yang toleran, tiga genotipe yang mempunyai indeks adaptasi panjang hipokotil tertinggi ditunjukkan oleh genotipe MLGG 0552 diikuti oleh MLGG 0767 dan MLGG 0738 masing-masing dengan nilai sebesar 2,45; 1,94 dan 1,69. Genotipe MLGG 0552 memiliki panjang hipokotil tertinggi dan juga memiliki indeks adaptasi tertinggi. Genotipe ini mampu tumbuh maksimal meskipun kandungan Fe dalam media sangat tinggi. Genotipe yang tergolong toleran ini mampu menetralkan keracunan Fe dengan mencegah pengambilan Fe oleh akar dan toleransi jaringan (Bienfait, 1989 dalam Yamauchi, 1995).

4.1.5 Panjang Epikotil

Analisis ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan Fe dan genotipe kedelai memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap panjang epikotil, dan tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan Fe dengan genotipe kedelai terhadap panjang epikotil. Terhambatnya pertumbuhan dengan meningkatnya persediaan Fe sehingga terjadi keracunan Fe pada tanaman, dan konsentrasi Fe

yang tinggi menghalangi pengambilan unsur hara oleh tanaman, sehingga tanaman kekurangan unsur hara yang diperlukan seperti unsur P (Batty dan Younger, 2003). Fosfor digunakan sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein inti dan berbagai bahan organik. Pada tubuh tanaman, fosfor digunakan sebagai proses fisiologis, pertumbuhan akar, membantu kemasakan buah, menekan pertumbuhan gulma, pembelahan sel, pembentukan buah dan biji, memperkuat batang, metabolisme karbohidrat, pembentukan nukleoprotein (penyusun gen), transfer energi dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit (Rinsema 1986; Hardjowigeno 1995) sehingga kekurangan unsur ini menyebabkan pertumbuhan kerdil

Berdasarkan distribusi frekuensi (Tabel 7 dan Lampiran 8) terdapat satu genotipe kedelai yang memiliki panjang epikotil tertinggi (6,01-7,00 cm) pada kondisi keracunan Fe yaitu genotipe MLGG 0492. Sebagian besar genotipe memiliki panjang epikotil 2,01-5 cm dengan frekuensi 168 (88,5%).

Tabel 7. Distribusi frekuensi berdasarkan panjang epikotil dari 190 genotipe pada kondisi keracunan Fe

Panjang epikotil (cm)	Frekuensi	Persentase (%)
0,00-1,00	2	1,0
1,01-2,00	6	3,2
2,01-3,00	37	19,5
3,01-4,00	82	43,2
4,01-5,00	49	25,8
5,01-6,00	13	6,8
6,01-7,00	1	0,5

Genotipe yang toleran mempunyai nilai indeks adaptasi lebih atau sama dengan varietas diferensial (Menyapa) yaitu 1,10. Dari hasil penelitian diperoleh 71 genotipe yang memiliki kategori toleran (Lampiran 8). Dari 71 genotipe yang

toleran, tiga genotipe yang mempunyai indeks adaptasi tertinggi ditunjukkan oleh genotipe MLGG 0047 diikuti oleh MLGG 0004 dan MLG G 0492 masing-masing dengan nilai sebesar 2,47; 2,36 dan 2,22.

4.1.6 Berat Kering Bagian Atas Tanaman

Perlakuan Fe dan genotipe kedelai memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap berat kering tanaman. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara Fe dengan genotipe kedelai terhadap berat kering tanaman (Tabel 2). Genotipe yang memiliki berat kering tanaman tertinggi (0,121-0,135 g) pada kondisi keracunan Fe hanya ada satu genotipe yaitu MLGG 0470. Sebagian besar genotipe kedelai memiliki berat kering tanaman antara 0,046-0,090 g dengan frekuensi 159 (83,8%) (Tabel 8 dan Lampiran 9).

Tabel 8. Distribusi frekuensi berdasarkan berat kering tanaman dari 190 genotipe pada kondisi keracunan Fe

Berat kering tanaman (g)	Frekuensi	Persentase (%)
0,030-0,045	16	8,4
0,046-0,060	59	31,1
0,061-0,075	67	35,3
0,076-0,090	33	17,4
0,091-0,105	9	4,7
0,106-0,120	5	2,6
0,121-0,135	1	0,5

Keracunan Fe tersebut menyebabkan proses metabolisme tanaman kedelai menjadi terhambat sehingga pertumbuhan kedelai pada kondisi keracunan memiliki berat kering yang rendah. Keracunan Fe menyebabkan kekurangan unsur hara lain seperti P, K, Ca dan Zn (Batty dan Younger, 2003). Suhartini (2004) menyatakan bahwa tanaman yang kekurangan hara makro akan

menunjukkan perubahan drastis dalam metabolismenya. Kekurangan K atau Ca menambah permeabilitas dan kerusakan metabolit. Pada tanaman yang kekurangan K dan molekul penyusun metabolit tanaman rendah akan mengalami hambatan dalam menyusun bentuk molekul tinggi karena beberapa proses sintesis terhenti. Dengan demikian tanaman yang kecukupan hara mampu melindungi lapisan akar, permeabilitas akar terkontrol dan akar tanaman memiliki kapasitas oksidasi yang kuat dan reduksi besi rendah.

Genotipe yang toleran mempunyai nilai indeks adaptasi lebih atau sama dengan varietas diferensial (Menyapa) yaitu 1,17 dan diperoleh 61 genotipe kedelai (Lampiran 9). Indeks adaptasi berat kering tanaman tertinggi ditunjukkan oleh genotipe MLGG 0470 diikuti oleh MLGG 0712 dan MLG G 0795 masing-masing dengan nilai sebesar 2,50; 2,34 dan 2,33. Genotipe MLGG 0470 memiliki berat kering tanaman tertinggi dan indeks adaptasi tertinggi.

Respon tanaman terhadap keracunan Fe menunjukkan adanya perbedaan tingkat homeostatis (keseimbangan yang dinamis) tiap genotipe dalam merespon besarnya perubahan lingkungan berupa keracunan Fe. Perbedaan homeostatis ini dikendalikan secara genetik dan menentukan adaptasi tanaman terhadap stres lingkungan. Menurut Salisbury dan Ross (1995), ini disebabkan karena adanya keragaman genetik dalam spesies, sehingga saat cekaman diberikan, respon dari tiap genotipe juga berbeda. Kimball (2000) menyatakan bahwa gen yang diwarisi oleh suatu individu menentukan potensi yang dapat dicapainya sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangannya, sedangkan lingkungan menentukan sampai dimana derajat potensi ini akan tercapai.

Jumlah tanaman hidup dan berat kering bagian atas tanaman dapat dijadikan sebagai indikator toleran terhadap keracunan Fe. Berat kering tanaman berhubungan erat dengan berat kering biji, berat kering biji meningkat bila produksi berat kering tanaman meningkat (Koesrini, 2001). Berdasarkan indeks adaptasi jumlah tanaman hidup, berat kering tanaman dan didukung oleh karakter lainnya, genotipe yang tergolong toleran keracunan Fe ditunjukkan pada Tabel 9

Tabel 9. Genotipe kedelai toleran keracunan Fe berdasarkan indeks adaptasi jumlah tanaman hidup, berat kering bagian atas tanaman dan didukung oleh karakter lainnya

GENOTIPE	HDP	P.AKR	B.AKR	P.HIP	P.EPI	B.TAN	RERATA
MLGG 0201	2,32*	0,58	2,127*	1,12	1,70*	1,786*	1,606
MLGG 0492	2,65*	1,08	1,820*	0,91	2,22*	1,445*	1,688
MLGG 0712	2,32*	1,33	3,407*	0,91	1,91*	2,335*	2,035
MLGG 0737	2,65*	1,21	1,752*	1,43*	1,52*	1,326*	1,648
MLGG 0738	2,32*	1,13	1,168	1,69*	1,69*	1,714*	1,619
MLGG 0756	2,32*	0,87	2,823*	1,06	1,29*	2,016*	1,730
MLGG 0799	2,32*	1,47*	1,825*	1,35*	1,34*	2,173*	1,746
Menyapa**	2,32	1,38	1,711	1,30	1,10	1,170	1,497

Ket: HDP = hidup, P.AKR = panjang akar, B.AKR = berat kering akar, P.HIP = panjang hipokotil, P.EPI = panjang epikotil, B.TAN = berat kering bagian atas tanaman, * = toleran, ** = varietas diferensial atau pembanding

Tabel 10 Sepuluh indeks adaptasi tertinggi beberapa karakter perkecambahan kedelai

Tanaman hidup		Panjang akar		Panjang hipokotil		Panjang epikotil		Berat kering akar		Berat kering tanaman	
Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA
MLGG 0492	2,648	MLGG 0315	2,201	MLGG 0552	2,447	MLGG 0047	2,473	MLGG 0712	3,407	MLGG 0470	2,495
MLGG 0710	2,648	MLGG 0242	1,795	MLGG 0767	1,937	MLGG 0004	2,363	MLGG 0756	2,823	MLGG 0712	2,335
MLGG 0736	2,648	MLGG 0835	1,712	MLGG 0738	1,693	MLGG 0492	2,220	MLGG 0688	2,463	MLGG 0795	2,324
MLGG 0737	2,648	MLGG 0096	1,662	MLGG 0033	1,691	MLGG 0033	2,125	MLGG 0656	2,409	MLGG 0931	2,263
MLGG 0201	2,317	MLGG 0144	1,660	MLGG 0946	1,673	MLGG 0027	2,048	MLGG 0553	2,356	MLGG 0688	2,177
MLGG 0712	2,317	MLGG 0494	1,623	MLGG 0796	1,631	MLGG 0972	1,919	MLGG 0242	2,239	MLGG 0799	2,173
MLGG 0738	2,317	MLGG 0796	1,619	MLGG 0771	1,628	MLGG 0493	1,915	MLGG 0201	2,127	MLGG 0242	2,130
MLGG 0756	2,317	MLGG 0532	1,576	MLGG 0870	1,585	MLGG 0712	1,912	MLGG 0760	1,896	MLGG 0553	2,072
MLGG 0799	2,317	MLGG 0236	1,523	MLGG 0587	1,564	MLGG 0025	1,828	MLGG 0795	1,840	MLGG 0756	2,016
Menyapa	2,317	MLGG 0490	1,516	MLGG 0553	1,504	MLGG 0083	1,772	MLGG 0799	1,825	MLGG 0375	1,840

Lampiran 11 Sepuluh indeks adaptasi terendah beberapa karakter perkecambahan kedelai

Tanaman hidup		Panjang akar		Panjang hipokotil		Panjang epikotil		Berat kering akar		Berat kering tanaman	
Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA	Genotipe	IA
MLGG 0086	0	MLGG 0603	0,560	MLGG 0921	0,607	MLGG 0602	0,497	MLGG 0112	0,487	MLGG 0464	0,486
MLGG 0121	0	MLGG 0822	0,560	MLGG 0768	0,600	MLGG 0768	0,475	MLGG 0708	0,487	MLGG 0064	0,485
MLGG 0135	0	MLGG 0879	0,511	MLGG 0470	0,588	MLGG 0112	0,468	MLGG 0915	0,443	MLGG 0565	0,484
MLGG 0185	0	MLGG 0112	0,510	MLGG 0656	0,581	MLGG 0921	0,462	MLGG 0873	0,428	MLGG 0166	0,481
MLGG 0304	0	MLGG 0077	0,498	MLGG 0312	0,580	MLGG 0873	0,423	MLGG 0166	0,392	MLGG 0019	0,474
MLGG 0330	0	MLGG 0709	0,498	MLGG 0313	0,558	MLGG 0565	0,323	MLGG 0906	0,375	MLGG 0076	0,456
MLGG 0492	0	MLGG 0708	0,445	MLGG 0565	0,548	MLGG 0564	0,320	MLGG 0822	0,350	MLGG 0883	0,445
MLGG 0502	0	MLGG 0470	0,383	MLGG 0258	0,506	MLGG 0215	0,320	MLGG 0830	0,329	MLGG 0315	0,419
MLGG 0507	0	MLGG 0859	0,342	MLGG 0215	0,412	MLGG 0859	0,200	MLGG 0233	0,280	MLGG 0233	0,363
MLGG 0534	0	MLGG 0768	0,231	MLGG 0636	0,363	MLGG 0470	0,091	MLGG 0859	0,243	MLGG0309	0,351

4.2 Respon Genotipe Kedelai Pada Periode *Recovery*

4.2.1 Pengamatan pH

Hasil analisis ragam (Lampiran 10) menunjukkan bahwa perlakuan umur dan genotipe berpengaruh sangat nyata terhadap pH. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara umur dan genotipe terhadap pH. Umur 21 hst menunjukkan nilai pH tertinggi dibandingkan dengan umur yang lain. Genotipe yang memiliki nilai pH tertinggi ditunjukkan oleh genotipe MLGG 0768 dan MLGG 0799 (Tabel 12).

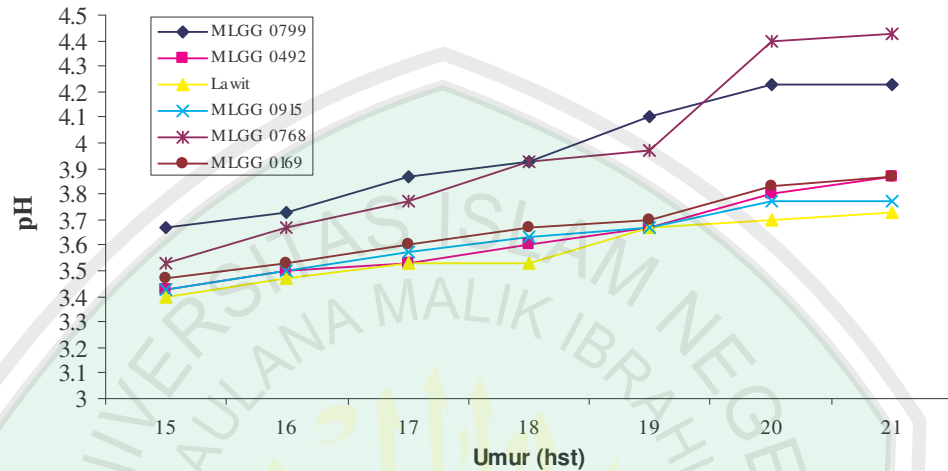
Tabel 12. Rerata pH media perkecambahan (perlakuan keracunan Fe) beberapa genotipe pada berbagai umur tanaman

Perlakuan	pH media
Umur (hst)	
15	3,49 a
16	3,57 ab
17	3,64 abc
18	3,71 bc
19	3,79 cd
20	3,96 d
21	3,98 e
Genotipe	
MLGG 0799	3,97 b
MLGG 0492	3,63 a
Lawit	3,58 a
MLGG 0915	3,62 a
MLGG 0768	3,95 b
MLGG 0169	3,67 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%

Gambar 1 menggambarkan kenaikan pH pada media perkecambahan selama 7 hari yang diukur mulai 15 hst. Pada umumnya pH media mulai umur 15 sampai 21 hst mengalami kenaikan. pH media yang digunakan pada genotipe MLGG 0799 dan MLGG 0768 cenderung memiliki nilai pH lebih tinggi

dibanding yang lain. Pada pengamatan 21 hst, genotipe MLGG 0768 memiliki pH tertinggi dibanding yang lain.



Gambar 1. Kenaikan pH media perkecambahannya pada enam genotipe kedelai

Genotipe MLGG 0768 memiliki pH yang paling tinggi diduga karena akar genotipe MLGG 0768 lebih banyak mengeluarkan ion OH^- dan menaikkan pH, sedangkan genotipe yang media perkecambahannya rendah diduga karena akar genotipe mengeluarkan sedikit ion OH^- sehingga pH tetap rendah. Ini sebagaimana yang disampaikan oleh Suhartini (2004) bahwa terdapat perbedaan antar varietas dalam ekskresi ion OH^- . Varietas yang akarnya lebih banyak mengeluarkan ion OH^- dan menaikkan pH yang akan menyerap sedikit ion Fe. Sebaliknya varietas yang mengeluarkan ion OH^- sedikit cenderung menurunkan pH tanah sehingga menyerap Fe lebih banyak.

4.2.2 Jumlah Tanaman Hidup

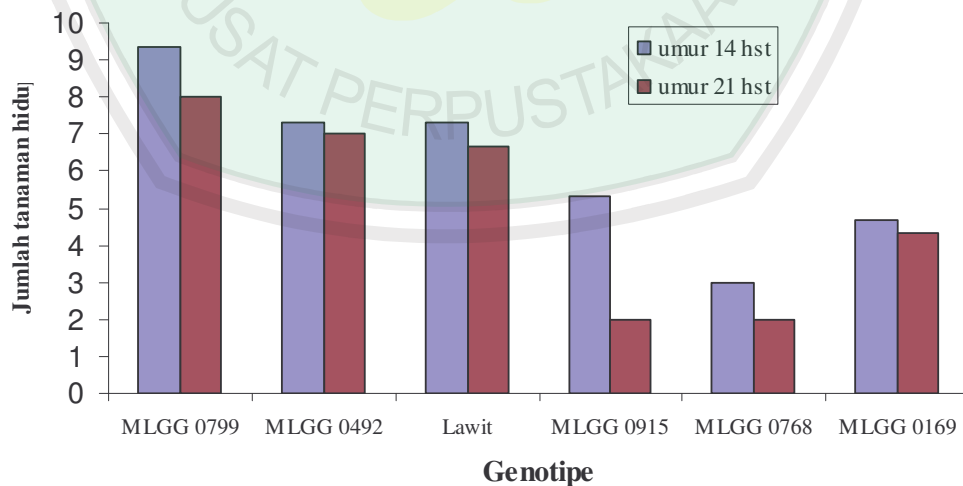
Berdasarkan hasil analisis ragam yang tercantum pada Lampiran 11 dapat diketahui bahwa pada umur 14 dan 21 hst, perlakuan Fe berpengaruh sangat nyata

terhadap jumlah tanaman hidup, sedangkan genotipe dan interaksi antara Fe dengan genotipe tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tanaman hidup. Keracunan Fe menyebabkan beberapa genotipe mati diduga karena Fe didalam sel membentuk hidroksil radikal yang merusak komponen sel sehingga sel tidak dapat melakukan metabolisme (Wu, 1998).

Tabel 13. Rerata beberapa karakter perkecambahan pada perlakuan Fe (14 hst dan 21 hst)

Karakter perkecambahan	14 hst	
	Fe 0 ppm	Fe 375 ppm
Jumlah tanaman hidup	10,00 b	6,17 a
Panjang akar	8,60 b	2,63 a
Panjang hipokotil	5,94 tn	5,61 tn
Berat kering akar	0,039 b	0,011 a
Berat kering tanaman	0,137 b	0,095 a
Karakter perkecambahan	21 hst	
Jumlah tanaman hidup	10,00 b	5,00 a
Panjang akar	11,18 b	3,00 a
Panjang hipokotil	6,22 b	5,67 a
Berat kering akar	0,061 b	0,015 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5%



Gambar 2. Rerata jumlah tanaman hidup pada perlakuan keracunan Fe

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa pemberian Fe 375 ppm menyebabkan kematian pada sebagian tanaman kedelai yang diamati. Jumlah kematian tertinggi terjadi pada genotipe MLGG 0915 dan MLGG 0768. Pada umur 14 hst (satu minggu setelah tercekam) dan 21 hst (kondisi pH yang cenderung naik), genotipe MLGG 0799 menunjukkan rata-rata jumlah tanaman hidup terbanyak dibandingkan dengan genotipe lain. Ini menunjukkan bahwa genotipe MLGG 0799 mampu bertahan pada kondisi keracunan terbukti dengan nilai jumlah tanaman hidup yang cukup tinggi yang berarti genotipe tersebut mampu hidup normal pada kondisi media yang tercekam.

4.2.3 Panjang Akar

Pada umur 14 hst dan 21 hst perlakuan Fe memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap panjang akar, sedangkan perlakuan genotipe dan interaksi antara Fe dengan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar (Lampiran 11). Rata-rata panjang akar pada kondisi keracunan lebih rendah daripada kondisi tidak keracunan (Tabel 13), diduga pada kondisi keracunan unsur-unsur seperti posfor, kalsium, kalium diikat oleh Fe sehingga akar tidak bisa menyerap unsur hara tersebut. Ismon (2006) menyatakan bahwa penyerapan hara sangat berkaitan dengan perkembangan akar tanaman. Kandungan Fe yang tinggi mengakibatkan pertumbuhan akar akan terhambat disebabkan sebagian besar akar diselubungi oleh oksida-oksida besi dan menyebabkan akar tanaman menjadi busuk dan tanaman mati sebelum fase generatif. Berkurangnya perkembangan akar menyebabkan tanaman tidak mampu menyerap hara dalam jumlah yang cukup, sekalipun diberi pupuk yang cukup.

4.2.4 Berat Kering Akar

Hasil perhitungan dengan menggunakan analisis ragam (Lampiran 11) menunjukkan bahwa pada umur 14 hst dan 21 hst perlakuan Fe memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap berat kering akar, sedangkan perlakuan genotipe dan interaksi antara Fe dengan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering akar. Keracunan Fe menurunkan berat kering akar (Tabel 13) diduga akibat kehadiran Fe yang tinggi menghalangi translokasi hara esensial dari media ke akar. Yamauchi (1995) mengatakan bahwa konsentrasi Fe yang tinggi pada akar akan memperlemah fungsi akar dan memperlambat pertumbuhan.

4.2.5 Panjang Hipokotil

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada umur 14 panjang hipokotil berbeda sangat nyata antar genotipe, sedangkan perlakuan Fe dan interaksi antara Fe dengan genotipe tidak memberikan pengaruh nyata terhadap panjang hipokotil (Lampiran 11). Pada umur 21 hst, perlakuan Fe dan genotipe berpengaruh sangat nyata terhadap panjang hipokotil dan tidak terdapat pengaruh interaksi antara Fe dengan genotipe. Menurut Ismon (2006) keracunan Fe pada tanaman sangat berkaitan dengan kemampuan tanaman menyerap hara makro terutama P, K, Ca dan Mg. Jika tanaman dapat menyerap unsur hara makro diawal pertumbuhan dalam jumlah yang cukup, maka konsentrasi Fe sebesar 600 ppm tidak akan menimbulkan keracunan. Namun sebaliknya jika tanaman tidak dapat menyerap hara makro dalam jumlah yang cukup pada awal pertumbuhannya, maka konsentrasi yang rendah sekalipun (100 ppm) dapat menyebabkan tanaman mengalami keracunan Fe. Hasil uji lanjut dengan DMRT terlihat pada Tabel 14.

Pada umur 14 hst, genotipe MLGG 0799 dan MLGG 0768 sama-sama memiliki panjang hipokotil tertinggi sedangkan pada umur 21 hst, genotipe MLGG 0799 memiliki panjang hipokotil tertinggi (Tabel 14).

Tabel 14. Rerata panjang hipokotil pada beberapa genotipe kedelai

Genotipe	14 hst	21 hst
MLGG 0799	6,69 c	6,89 c
MLGG 0492	5,19 a	5,55 a
Lawit	5,58 ab	5,48 a
MLGG 0915	5,73 ab	6,19 b
MLGG 0768	6,13 bc	6,15 b
MLGG 0169	5,32 a	5,52 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

4.2.6 Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 11) pada umur 14 hst dan 21 hst, perlakuan Fe dan genotipe memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman. Terdapat pengaruh interaksi antara Fe dengan genotipe. Rata-rata tinggi tanaman pada kondisi keracunan lebih rendah daripada kondisi tidak keracunan (Tabel 13). Ini diduga karena tanaman pada kondisi keracunan Fe sudah kekurangan unsur hara makro seperti K sehingga kemampuan akar mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} akan terganggu (Sumadi, 2004) dan akhirnya ketersediaan Fe^{2+} sangat meracuni tanaman dan menghambat pertumbuhan. Dijelaskan juga oleh Makarim dkk (1989) dalam Suhartini (2004) bahwa tanaman yang cukup hara mempunyai kekuatan mengoksidasi ferro (Fe^{2+}) menjadi Fe^{3+} lebih besar daripada tanaman yang kekurangan hara. Kekurangan kalium berpengaruh besar terhadap kekuatan oksidasi akar. Hal ini sejalan dengan sering terjadi respon tanaman terhadap pemupukan K pada lahan berkadar Fe tinggi. Defisiensi K dan P

menurunkan kapasitas oksidasi akar dan mempercepat proses keracunan Fe, namun defisiensi N tidak meningkatkan penyerapan Fe tetapi jumlah N yang tinggi memacu penyerapan Fe. Heliyanto dkk (1997) menjelaskan bahwa penghambatan pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan oleh kegagalan pembelahan mitosis sel-sel tanaman karena unsur P yang telah diikat sehingga mengganggu proses pembelahan mitosis sel-sel tanaman tersebut.

Pada umur 14 hst, genotipe MLGG 0799, MLGG 0492 dan MLGG 0768 pada perlakuan kontrol sama-sama memiliki tinggi tanaman tertinggi (Tabel 15), sedangkan pada umur 21 hst, genotipe MLGG 0799 dan MLGG 0768 pada perlakuan kontrol sama-sama memiliki tinggi tanaman tertinggi (Tabel 16). Rata-rata tinggi tanaman pada kondisi keracunan lebih rendah daripada kondisi kontrol dan tinggi tanaman tidak berbeda nyata antar genotipe. Diduga pada saat kondisi keracunan, Fe masuk pada jaringan tanaman yang mengakibatkan proses pembelahan sel terhambat, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman terhambat. Selain itu juga karena kekurangan unsur-unsur hara sehingga tinggi tanaman tidak dapat tumbuh maksimal.

Tabel 15. Rerata tinggi tanaman pada umur 14 hst

Genotipe	Tinggi Tanaman (cm)	
	0 ppm	375 ppm
MLGG 0799	20,70 cde	13,10 a
MLGG 0492	21,34 de	11,46 a
Lawit	19,18 bcd	12,25 a
MLGG 0915	17,37 b	11,54 a
MLGG 0768	22,88 e	12,18 a
MLGG 0169	18,23 bc	12,54 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

Tabel 16. Rerata tinggi tanaman pada umur 21 hst

Genotipe	Tinggi Tanaman (cm)	
	0 ppm	375 ppm
MLGG 0799	24,55 d	13,49 a
MLGG 0492	21,63 c	14,75 a
Lawit	20,33 bc	13,32 a
MLGG 0915	18,48 b	12,59 a
MLGG 0768	24,50 d	14,50 a
MLGG 0169	18,82 b	12,79 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

4.2.7 Berat Kering Bagian Atas Tanaman

Berdasarkan analisis ragam (Lampiran 11) ditunjukkan bahwa pada umur 14 hst dan 21 hst perlakuan Fe dan genotipe memberikan pengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman. Interaksi antara Fe dengan genotipe berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman pada umur 21 hst. Ini karena kondisi media yang tercekam menyebabkan akumulasi nutrisi berada pada akar sehingga kemampuan tanaman dalam membatasi pengaruh lingkungan tergantung genotipe tanaman (Ningsih, 2004). Rata-rata berat kering tanaman pada kondisi keracunan lebih rendah daripada kondisi tidak keracunan (Tabel 13). Pada umur 14 hst, genotipe MLGG 0799 memiliki berat kering tanaman tertinggi dibandingkan dengan genotipe lainnya (Tabel 17). Pada umur 21 hst, berat kering tanaman tertinggi adalah genotipe MLGG 0768 pada kondisi kontrol dibandingkan dengan perlakuan kontrol genotipe lain (Tabel 18), sedangkan pada kondisi keracunan genotipe MLGG 0799 menunjukkan berat kering tanaman lebih tinggi dibanding genotipe lain. Adanya perbedaan berat kering tanaman diantara genotipe-genotipe disebabkan oleh perbedaan toleransi genotipe-genotipe tersebut sehingga sebagian genotipe tumbuh lebih cepat

Tabel 17. Rerata berat kering tanaman umur 14 hst pada beberapa genotipe kedelai

Genotipe	Berat kering tanaman (g)
MLGG 0799	0,152 c
MLGG 0492	0,104 ab
Lawit	0,108 ab
MLGG 0915	0,098 a
MLGG 0768	0,127 b
MLGG 0169	0,108 ab

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%

Tabel 18. Rerata berat kering tanaman pada umur 21 hst

Genotipe	Berat kering tanaman (g)	
	0 ppm	375 ppm
MLGG 0799	0,213 d	0,139 abc
MLGG 0492	0,217 d	0,106 a
Lawit	0,161 bc	0,122 ab
MLGG 0915	0,182 cd	0,094 a
MLGG 0768	0,289 e	0,118 ab
MLGG 0169	0,181 cd	0,103 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

4.2.8 Laju Pertumbuhan Umur 14-21 hst

Analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa perlakuan Fe berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan panjang hipokotil dan berat kering akar. Laju pertumbuhan berat kering akar dan berat kering bagian atas tanaman berbeda nyata antar genotipe. Interaksi antara Fe dengan genotipe berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tinggi tanaman dan berat kering tanaman. Hasil uji lanjut dengan BNT menunjukkan bahwa laju pertumbuhan panjang hipokotil pada pH yang cenderung naik lebih tinggi dibanding laju pertumbuhan panjang hipokotil pada kondisi kontrol, diduga pada kondisi kontrol tanaman kekurangan Fe sehingga menghambat pembentukan klorofil. Penghambatan pembentukan klorofil menyebabkan laju fotosintesis menurun yang berakibat pada menurunnya

pertumbuhan bagian atas tanaman, sedangkan laju pertumbuhan berat kering akar pada kondisi kontrol lebih tinggi dibanding pada kondisi pH yang cenderung naik (Tabel 19). Pada kondisi keracunan Fe, tanaman kekurangan unsur-unsur hara seperti P, K, Ca, Mg. Kekurangan P menyebabkan pertumbuhan akar terhambat dan kekurangan Ca menyebabkan percabangan akar yang terbentuk pendek-pendek, patah dan seringkali ujung-ujung akarnya mati (Islami dan Utomo, 1995).

Tabel 19. Rerata laju pertumbuhan panjang hipokotil dan berat kering akar pada perlakuan Fe (umur 14-21 hst)

	Laju pertumbuhan ($\text{g.g}^{-1}.\text{hari}^{-1}$)	
	0 ppm	375 ppm
Panjang hipokotil	0,009 a	0,019 b
Berat kering akar	0,084 b	0,053 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5%

Tabel 20 menunjukkan bahwa genotipe MLGG 0492 memiliki laju pertumbuhan berat kering akar lebih tinggi dibandingkan dengan genotipe lain. Genotipe MLGG 0799 dan Lawit pada kondisi kontrol memiliki laju pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi, sedangkan pada pH yang cenderung naik genotipe MLGG 0492 memiliki laju pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan genotipe MLGG 0768 dan Lawit (Tabel 21). Varietas Lawit baik pada kondisi kontrol maupun pH yang cenderung naik memiliki laju pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi. Tabel 22 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan berat kering tanaman tertinggi adalah genotipe MLGG 0492 pada pH yang cenderung naik.

Tabel 20. Rerata laju pertumbuhan berat kering akar pada beberapa genotipe (umur 14-21 hst)

Genotipe	Laju pertumbuhan berat kering akar (g.g ⁻¹ .hari ⁻¹)
MLGG 0799	0,062 a
MLGG 0492	0,113 b
Lawit	0,054 a
MLGG 0915	0,061 a
MLGG 0768	0,050 a
MLGG 0169	0,070 a

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

Tabel 21. Rerata laju pertumbuhan tinggi tanaman (umur 14-21 hst)

Genotipe	Laju pertumbuhan tinggi tanaman (cm.cm ⁻¹ .hari ⁻¹)	
	0 ppm	375 ppm
MLGG 0799	0,044 d	0,012 abc
MLGG 0492	0,006 ab	0,039 cd
Lawit	0,019 abcd	0,034 bcd
MLGG 0915	0,009 ab	0,012 abc
MLGG 0768	0,010 ab	0,026 abcd
MLGG 0169	0,004 a	0,010 ab
Rerata	0,015	0,022

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

Tabel 22. Rerata laju pertumbuhan berat kering bagian atas tanaman (umur 14-21 hst)

Genotipe	Berat kering tanaman (g.g ⁻¹ .hari ⁻¹)	
	0 ppm	375 ppm
MLGG 0799	0,062 a	0,020 a
MLGG 0492	0,115 a	0,240 b
Lawit	0,044 a	0,056 a
MLGG 0915	0,066 a	0,019 a
MLGG 0768	0,110 a	0,029 a
MLGG 0169	0,055 a	0,027 a
Rerata	0,075	0,065

Ket: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

Genotipe MLGG 0492 memiliki kemampuan merecovery diri lebih baik dibanding genotipe lain, hal ini terlihat dari laju pertumbuhan berat kering akar,

tinggi tanaman dan berat kering bagian atas tanaman lebih cepat dibanding genotipe lain. Genotipe MLGG 0492 memiliki laju pertumbuhan tertinggi dibanding genotipe lain meskipun tingkat kemasaman media perkecambahan genotipe ini lebih tinggi dibanding genotipe MLGG 0799 dan MLGG 0768. Genotipe MLGG 0492 tidak mampu menaikkan pH diduga karena akar genotipe mengeluarkan sedikit ion OH^- sehingga pH tetap rendah. Ini sebagaimana yang disampaikan oleh Suhartini (2004) bahwa terdapat perbedaan antar varietas dalam ekskresi ion OH^- . Varietas yang akarnya lebih banyak mengeluarkan ion OH^- dan menaikkan pH yang akan menyerap sedikit ion Fe. Sebaliknya varietas yang mengeluarkan ion OH^- sedikit cenderung menurunkan pH tanah sehingga menyerap Fe lebih banyak. Diduga mekanisme adaptasi genotipe MLGG 0492 dalam kondisi keracunan adalah tidak dengan mengeluarkan ion OH^- atau memperbaiki pH lingkungan tetapi dengan proses enzimatik di dalam tubuh tanaman, sebagaimana disebutkan oleh Marschner (1993) dalam Aung (2006) bahwa tanaman merespon kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan melalui dua cara, yaitu dengan mengeluarkan atau meniadakan Fe melalui oksidasi rhizosphere dan mekanisme pengeluaran sejumlah Fe yang tinggi dengan bantuan enzim atau menonaktifkan Fe pada jaringan tumbuhan.

4.3 Kajian KeIslaman Terkait dengan Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian respon plasma nutfah kedelai terhadap keracunan Fe menunjukkan bahwa terdapat tanaman kedelai yang toleran keracunan Fe.

Tanaman kedelai yang tergolong toleran terhadap keracunan Fe adalah genotipe MLGG 0201, MLGG 0492, MLGG 0712, MLGG 0756, MLGG 0738, MLGG 0737 dan MLGG 0799.

Sebagai seorang yang beriman, selayaknya jika segala sesuatu yang kita lakukan harus mempunyai nilai keimanan. Penelitian tentang respon plasma nutfah kedelai terhadap keracunan Fe, menunjukkan tentang kebesaran Allah dan menyadarkan manusia bahwa segala ciptaan Allah baik berupa makhluk hidup atau benda mati, tumbuhan atau hewan pasti mempunyai manfaat bagi kehidupan, jika kita memang sudah mengetahui ilmu untuk memanfaatkannya. Begitu juga Allah menciptakan berbagai macam tanah, ada yang subur dan yang tidak subur seperti tanah keracunan Fe, sebagaimana firman Allah surat Ar A'raf ayat 58 tentang jenis-jenis tanah yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۗ
كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya:

Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur.

Menurut tafsir Jalalain, makna lafaz وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ (dan tanah yang baik)

adalah yang subur tanahnya - يَخْرُجُ نَبَاتُهُ (tanaman-tanamannya tumbuh subur)

yaitu tumbuh dengan baik - بِإِذْنِ رَبِّهِ (dengan seizin Tuhannya) hal ini merupakan perumpamaan bagi orang mukmin yang mau mendengar nasihat kemudian ia mengambil manfaat dari nasihat itu - وَالَّذِي حُبَّتْ - (dan tanah yang tidak subur) artinya yang jelek tanahnya - لَا يَخْرُجُ - (tidaklah mengeluarkan) tanamannya.

- إِلَّا نَكِدًا (kecuali tumbuh merana) yaitu sulit dan susah tumbuhnya. Hal ini merupakan perumpamaan bagi orang yang kafir (Al Mahalli dan As Suyuthi, 1997).

Tanah yang baik atau subur adalah tanah-tanah yang mengandung unsur-unsur hara yang cukup, zat-zat organik yang berasal dari tubuh hewan dan tumbuhan (Sasmitamihardja dan Siregar, 1990). Tanah yang tidak subur adalah tanah yang mengalami kendala fisik dan kimia. Tanah yang tidak subur dikarenakan tanaman kekurangan unsur hara atau kelebihan (keracunan) unsur hara, pH rendah dan sebagainya. Unsur hara merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman. Begitu juga dengan pH, Sasmitamiharja dan Siregar (1990) menyatakan bahwa tanaman tidak dapat tumbuh pada pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Tanah yang keracunan Fe merupakan tanah tidak subur. Tanah keracunan Fe disebabkan karena kandungan Fe yang tinggi, pH rendah, kekurangan unsur-unsur hara seperti P, Ca, K dan Mg (Sahrawat, 2004).

Manusia sebagai makhluk yang paling tinggi derajatnya dibandingkan makhluk lain diharapkan mampu menggunakan akalinya untuk kemaslahatan umat manusia dalam bidang pertanian dengan menemukan alternatif untuk dapat memanfaatkan lahan pertanian yang kurang subur seperti lahan keracunan Fe. Untuk dapat memanfaatkan lahan keracunan Fe dapat dilakukan dengan mencari

genotipe atau varietas yang toleran keracunan Fe sehingga tidak mengganggu keseimbangan ekologis. Dalam Al-Quran sudah disebutkan bahwa Allah menciptakan berbagai jenis tanaman yang bermacam macam yang memiliki sifat dan ciri-ciri yang berbeda, begitu juga Allah menciptakan berbagai macam tanaman kedelai yang memiliki sifat dan ciri-ciri yang berbeda-beda. Surat Thaa-Haa ayat 53 menjelaskan tentang berbagai macam tanaman yang memiliki sifat dan ciri-ciri yang berbeda-beda yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya

Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuhan-tumbuhan yang bermacam-macam.

Menurut tafsir Jalalain, lafaz **الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ** (yang telah menjadikan bagi kalian) maksudnya diantara sekian banyak MakhlukNya - **الْأَرْضَ مَهْدًا** (bumi sebagai hamparan) yaitu tempat berpijak - **وَسَلَكَ** (dan Dia memudahkan) yaitu mempermudah - **لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا** (bagi kalian di bumi itu jalan-jalan) yaitu tempat-tempat untuk berjalan - **وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً** (dan Dia menurunkan dari langit air hujan) yakni merupakan hujan. Allah berfirman menggambarkan apa yang telah disebutkanNya itu sebagai nikmat dari Nya, kepada Nabi Musa, dan dianggap sebagai khitaab untuk penduduk Makkah. **فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا** (Maka kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis) yaitu bermacam-macam- **مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى** (tumbuh

tumbuhan yang beraneka ragam) lafaz *Syatta* ini menjadi kata sifat daripada lafaz *Azwajan*, maksudnya yang berbeda-beda warna dan rasa serta lain-lainya. Lafaz *Syatta* ini adalah bentuk jamak dari lafaz *Stattun*, wazannya sama dengan lafaz *Mardha* sebagai jamak dari lafaz *Maridhun*. Ia berasal dari kata kerja *Syatta* artinya *Tafarraqa* atau berbeda-beda (Al Mahalli dan As Suyuthi, 1997).

Ayat di atas mengaitkan antara air dan pertumbuhan tanaman. Air adalah syarat utama bagi terwujudnya proses pertumbuhan. Pertumbuhan tanaman dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma, kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih, kemudian terjadi penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh dan akhirnya terjadi pembelahan, pembesaran dan pembagian sel-sel pada titik tumbuh (Sutopo, 2004). Dengan adanya air, akan tumbuh bermacam-macam tumbuhan, karena air merupakan faktor utama pertumbuhan tanaman.

Varietas kedelai memiliki respon yang berbeda-beda terhadap keracunan Fe, ada yang bisa hidup dan ada juga yang mati pada tanah keracunan Fe. Dari hasil penelitian ini, didapatkan genotipe toleran yang dapat dimanfaatkan. Begitu juga dengan tanah-tanah keracunan Fe, yang awalnya tidak dapat dimanfaatkan dan sekarang bisa dimanfaatkan. Oleh sebab itu, penelitian tentang varietas atau genotipe kedelai perlu dilakukan lebih lanjut untuk mendapatkan varietas atau genotipe lain yang bisa hidup pada lahan keracunan Fe.

Hasil dari penelitian ini juga memberikan hikmah kepada manusia bahwa kita diperintahkan untuk selalu mengingat akan kebesaran dan kekuasaanNya serta mensyukuri nikmat dan berterima kasih kepada Allah SWT karena Allah membenci orang-orang yang tidak tahu berterima kasih. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Ibrahim ayat 7 yang berbunyi

وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ ۖ وَلَئِن كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ ﴿٧﴾

artinya:

Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), Maka Sesungguhnya azab-Ku sangat pedih".

Salah satu cara untuk mewujudkan rasa syukur kita kepada Allah SWT, atas nikmat yang diberikanya berupa tumbuh-tumbuhan adalah memelihara anugerahNya yang amat berharga itu. Dengan berusaha memelihara kekayaan tumbuh-tumbuhan tersebut dan mempelajarinya, maka akan ada manfaatnya yang lebih besar untuk kita, karena kita telah menunjukkan rasa syukur kita kepada Allah dengan cara yang benar (Darwis, 2004). Dengan adanya tanaman yang bisa hidup pada tanah yang keracunan Fe, menunjukkan begitu besar kekuasaan dan kekuatan qudrat dan iradatNya sehingga mepetebal keyakinan kita akan kekuasaan Allah yang telah menciptakan itu semua. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Ali Imron ayat 190-191

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya:

190. *Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal,*

191. *(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka*

Ayat tersebut menjelaskan tentang pribadi seorang ulul albab. Ulul albab adalah seorang pemikir, intelektual yang memiliki ketajaman analisis terhadap gejala dan proses alamiah serta intelektual yang membangun kepribadianya dengan dzikir dalam keadaan dan situasi apapun, sehingga mampu memanfaatkan gejala, proses dan sarana alamiah ini untuk kemaslahatan dan kebahagiaan seluruh umat manusia (Muhaimin, 2003). Jadi seorang yang berzikir dan berfikir atau merenungkan tentang fenomena alam, maka akan dapat sampai kepada bukti yang sangat nyata tentang Keesaan dan Kekuasaan Allah SWT.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Genotipe yang tergolong toleran berdasarkan indeks adaptasi jumlah tanaman hidup, berat kering bagian atas tanaman dan didukung oleh karakter lainnya adalah MLGG 0201, MLGG 0492, MLGG 0712 dan MLGG 0756 (jumlah tanaman hidup, berat kering tanaman, berat kering akar dan panjang epikotil). Genotipe MLGG 0738 toleran berdasarkan empat karakter (jumlah tanaman hidup, berat kering tanaman, panjang hipokotil dan panjang epikotil), sedangkan genotipe MLGG 0737 teridentifikasi toleran berdasarkan lima karakter (jumlah tanaman hidup, berat kering tanaman, berat kering akar, panjang epikotil dan panjang hipokotil). Genotipe MLGG 0799 merupakan satu-satunya genotipe yang paling toleran karena memiliki keunggulan pada semua karakter.
2. Genotipe MLGG 0492 memiliki kemampuan *me-recovery* diri lebih baik dibanding genotipe lain, hal ini terlihat dari laju pertumbuhan berat kering akar, tinggi tanaman dan berat kering tanaman yang lebih tinggi.

5.2. Saran

Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk pengujian lapang, hingga diperoleh genotipe yang dapat digunakan sebagai sumber gen toleran keracunan Fe.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M.M dan Krisnawati, A. 2005. Peluang Perbaikan Kualitas Biji Kedelai. http://www.puslittan.bogor.net/webbaru/index.php?page=download_detail&&no=8 Diakses 10 mei 2007.
- Adisarwanto. 2005. *Kedelai Budidaya dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Al Mahalli, I.J. dan As Suyuthi, I.J. 1997. *Tafsir Jalalain*. Bandung: Sinar Baru Alqensindo.
- Al Munajid, S.M. 2008. Islam Tanya dan Jawab. http://Islam_qa.com/index.php?pg:print&ref=7222ln=ind index. Diakses Tanggal 15 Februari 2008.
- Anonymous. 2003. Ecological Soil Screening Level for Iron Interim Final. United. States. Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response 1200 Pennsylvania Avenue, N.W. Washington, DC 20460. <http://www.clemson.edu/hort/sctop/bsec/bsec-03.php>. Diakses tanggal 12 Desember 2007.
- Aung, T. 2006. Physiological Mechanisms Of Iron Toxicity Tolerance In Lowland Rice. www.pitros.uni-bonn.de/downloads/aung-thesis.pdf. Diakses tanggal 12 Desember 2007.
- Batty, L.C. dan Younger, P.L. 2003. Effects of External Iron Concentration upon Seedling Growth and Uptake of Fe and Phosphate by the Common Reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex. Steudel. Journal Annals of Botany 92: 801-806. <http://aob.oxfordjournals.org/cgi/content/full/92/6/801>. Diakses tanggal 12 Desember 2007.
- Cahyadi, W. 2004. Kedelai Alternatif Pemasok Protein. <http://www.pikiranrakyat.com/cetak/0504/06/cakrawala/penelitian01.htm>. Diakses tanggal 10 mei 2007.
- Darwis. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Pertanian Dalam Al-Qur'an*. Bandung: IPB Press
- Dobermann. 2000. Iron Toxicity. http://www.knowledgebank.irri.org/rice_doctor/MX/fact_sheets/deficiencies_toxicities/iron_toxicity.htm. Diakses tanggal 2 mei 2007.
- Ferdiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 2*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Fitter, A.H. dan Hay, R.K.M. 1998. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: University Press.
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Presindo.
- Hardjowigeno, S. dan Rayes, M.L. 2005. *Tanah Sawah (Karakteristik, Kondisi dan Permasalahan Tanah Sawah Di Indonesia)*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Hartati, M. dan SetyoBudi, U. 1996. *Plasma Nutfah Kenaf*. Hlm: 12-18. Dalam A. Rachman, A. Sastrosupadi, Suwarso, Subiyakto, G. Dalmadiyo, B. Saroso, Mukani dan Nurheru. Monograf Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat.
- Hartatik, W dkk. 1998. *Serapan Fosfat, Kelarutan Hara Makro dan Mikro Serta Pengaruh Besi Terhadap Padi sawah*. Hlm: 40-50. Dalam Sudaryono, M. Soedarjo, Y. Widodo, Suyanto, A.A. Rahmianna dan A. Taufiq. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah Indonesia.
- Heliyanto, B dkk. 1997. *Evaluasi Ketahanan Kenaf dan Yute Di Lahan Bermasalah*. Hlm: 131-142. Dalam G. Dalmadiyo, E. Sulistyowati, R.D. Purwati, Soenardi, D. Hartinah, M. Saleh, S. Riyadi dan Sutiyah. Laporan Hasil Penelitian RPTP Balittas Malang.
- Ifitah, H dkk. 2005. *Pengaruh Komposisi Makrofauna Tanah Terhadap Dekomposisi Bahan Organik Tanaman dan Pertumbuhan Jagung*. BioSmart 7 (2): 110-114.
- Islami, T. dan Utomo, W. H. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Ismon. 2006. Keracunan Besi. http://72.14.235.104/search?q=cache:BrPRoTg02XgJ:sumbar.litbang.deptan.go.id/sing210206_mon.pdf+keracunan+Fe+ppada+tanaman&hl=id&ct=clnk&cd=1&gl=id. Diakses tanggal 20 November 2007.
- Istanti, A dkk. 1999. *Biologi Sel*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Jumin, H. B. 1992. *Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologis*. Jakarta: CV Rajawali.
- Jusuf, M. 2005. Metode Eksplorasi, Inventarisasi, Evaluasi dan Konservasi Plasma Nutfah. http://indoplasma.or.id/artikel/artikel_2005_metode_eksplorasi.Htm. Diakses tanggal 14 April 2007.

- Kimball, J.W. 2000. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Koesrini. 2001. Studi Metode Skrining Ketahanan Terhadap Aluminium Pada Kedelai. *Tesis Tidak Diterbitkan*. Yogyakarta: UGM.
- Kuswanto, H dan Arsyad, D.M. 2002. *Identifikasi Kedelai Toleran Kekeringan*. Hlm: 221-231. Dalam D.M. Arsyad, J. Soejitno, A. Kasno, Sudaryono, A.A. Rahmianna, Suharsono, dan J.K. Utomo. Kinerja Teknologi Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Lamina. 1989. *Kedelai dan Pengembangannya*. Jakarta: CV. Simplex.
- Muhaimin. 2003. Penyiapan Ulul Albab Alternatif Pendidikan Islam Masa Depan. *Jurnal Pendidikan Fakultas Tarbiyah*. Vol 1 No1
- Mujib, M. 2007. Efektivitas Bakteri Pelarut fosfat dan Pupuk P terhadap pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Tanah Masam. <http://www.unej.ac.id/fakultas/mipa/skripsi/biologi/mujib.pdf>. Diakses tanggal 7 april 2007.
- Mulkan, M. 2006. Indonesia Masih Impor Kedelai 1,2 Juta Ton. <http://www.kompas.com/ver1/ekonomi/0608/06/015728.htm>. Diakses tanggal 7 april 2007.
- Ningsih, E.W. 2004. Evaluasi Ketahanan Akresi-Akresi Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Untuk Sifat Toleransi Terhadap Cekaman Aluminium. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Parnidi. 2005. Daya Antifungal Ekstrak Sambaloto Terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum musae* (Berk. et Curt) Ary. Dan *Fusarium Oxysporum* Schlecht.f.sp. cubense (E.F.Smith) Synd et Hans. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rida, Z. 2003. Pengaruh Kultivar dan Jenis Rhizobium Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycin max.L.*). *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Fakultas MIPA UIN Malang.
- Rinsema, W.T. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta: Bhatara Aksara.
- Rukmana, R dan Yuniarsih, Y. 1996. *Kedelai Budidaya dan Pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius.

- Russel, E.W. 1975. *Soil Condition and Plant Growth*. London: Longman.
- Sahrawat, K.L. 2003. Iron Toxicity In Wetland Rice: Occurrence and Management Through Integration Of Genetic Tolerance With Plant Nutrition. *Journal Of the Society Of Soil Science*, 51(4): 409-417.
- Sahrawat, K. L. 2004. Managing Iron Toxicity In Low Land Rice. <http://www.cobabstractsplus/abstract.asp?AcNo=20853159939>. Diakses tanggal 2 mei 2007.
- Salisbury, F.B dan Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*, Jilid 1. Terjemahan Johara Jayadinata. Bandung: ITB.
- Sarief, S. 1986. *Ilmu Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana.
- Sarief, S. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana
- Sasmitamiharja, D dan Siregar. 1990. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- Sitompul, S.M dan Guritno, B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soemartono. 1995. *Cekaman Lingkungan, Tantangan Pemuliaan Tanaman Masa Depan*. Hlm: 1-12. Dalam D. Suhendi, I. Hartana, H. Winarno, R. Hulupi, B. Purwadi dan S. Mawardi. Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman III, Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Tanaman Indonesia. Komisariat Daerah Jawa Timur.
- Sofia, D. 2007. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Pada Tanah Masam. [http:// library.usu.ac.id/modules.php?op=modload& name=Down loads &file=index&req=getit&lid=2373](http://library.usu.ac.id/modules.php?op=modload&name=Downloads&file=index&req=getit&lid=2373). Diakses tanggal 5 Juni 2007.
- Somaatmadja, S. 1993. *Prosea Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 1 Kacang-kacangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suhartina. 2005. *Deskripsi Varietas Unggul Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian.
- Suhartini, T. 2004. Perbaikan Varietas Padi Untuk Lahan Keracunan Fe. Buletin Plasma Nutfah Vol 10 No 1: [http:// indoplasma .Or.id/publikasi /bulletin _ pn/abstrak/bulletin pn 10 1 2004 tintin. htm](http://indoplasma.Or.id/publikasi/bulletin_pn/abstrak/bulletin_pn_10_1_2004_tintin.htm). Diakses tanggal 7 april 2007.

- Sumadi. 2004. Nutrien Mineral. http://www.Learning.unej.ac.id/courses/Mab1504/document/Materi_Kuliah_Sumadi/Physiologi_1.doc%3FcidReq%3DMAB1504+ekskresi+Asam+Organik+Akar&hl=id&ct=clnk&cd=20&gl=id. Diakses tanggal 12 Desember 2007.
- Sumarno. 1994. *Strategi Pengelolaan Plasma Nutfah Nasional*. Hlm: 12-18. Makalah Pelatihan Plasma Nutfah Pertanian. Malang: Balittas-BLPP.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih*. Jakarta: Raja Grafindo.
- Volk dan Wheeler. 1998. *Mikrobiologi Dasar 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wawan. 2002. Pengelolaan Subsoil Masam Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan. http://tumoutou_net/3_sem_1_012/wawan.htm. Diakses tanggal 1 april 2007.
- Wijanarko, A. 2004. Penggunaan Asam Sitrat, Kapur dan Fosfat Dikaitkan dengan Keracunan Al, Serapan Hara dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai. *Tesis Tidak Diterbitkan*. Bogor: IPB
- Wu, P dkk. 1998. Characterization of Tissue Tolerance to Iron by Molecular Markers in Different Lines Rice. *Journal Plant and Soil*, 203:217-226.
- Yamauchi, M. 1995. Iron Toxicity and Stress Induced Ethylene Production In Rice Leaves. *Journal Plant and Soil*, 173: 21-28.
- Zainuddin, I.M. 2004. Kandungan Asam Sitrat Dalam Kalus Kedelai varietas Bromo Tercekam Fe²⁺ Tinggi. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB. http://digilib.bi.itb.ac.id/go.php?id/go.php?id=jbptitbbi_gdl_51_2004. Diakses tanggal 14 april 2007.

Lampiran 1. Nama genotipe plasma nutfah kedelai

Kode Genotipe	Nama Genotipe	Kode Genotipe	Nama Genotipe	Kode Genotipe	Nama Genotipe
G1	MLGG 0004	G33	MLGG 0135	G65	MLGG 0375
G2	MLGG 0019	G34	MLGG 0144	G66	MLGG 0377
G3	MLGG 0025	G35	MLGG 0147	G67	MLGG 0388
G4	MLGG 0027	G36	MLGG 0166	G68	MLGG 0392
G5	MLGG 0030	G37	MLGG 0169	G69	MLGG 0393
G6	MLGG 0033	G38	MLGG 0185	G70	MLGG 0417
G7	MLGG 0035	G39	MLGG 0187	G71	MLGG 0421
G8	MLGG 0047	G40	MLGG 0201	G72	MLGG 0464
G9	MLGG 0056	G41	MLGG 0215	G73	MLGG 0465
G10	MLGG 0064	G42	MLGG 0231	G74	MLGG 0469
G11	MLGG 0066	G43	MLGG 0233	G75	MLGG 0470
G12	MLGG 0071	G44	MLGG 0236	G76	MLGG 0471
G13	MLGG 0076	G45	MLGG 0237	G77	Menyapa
G14	MLGG 0077	G46	MLGG 0242	G78	MLGG 0478
G15	MLGG 0078	G47	MLGG 0250	G79	MLGG 0479
G16	MLGG 0081	G48	MLGG 0254	G80	MLGG 0482
G17	MLGG 0083	G49	MLGG 0258	G81	MLGG 0487
G18	MLGG 0084	G50	MLGG 0261	G82	MLGG 0489
G19	MLGG 0086	G51	MLGG 0268	G83	MLGG 0490
G20	MLGG 0091	G52	MLGG 0276	G84	MLGG 0491
G21	MLGG 0096	G53	MLGG 0285	G85	MLGG 0492
G22	MLGG 0103	G54	MLGG 0304	G86	MLGG 0493
G23	MLGG 0104	G55	MLGG 0306	G87	MLGG 0494
G24	MLGG 0105	G56	MLGG 0309	G88	MLGG 0496
G25	MLGG 0112	G57	MLGG 0312	G89	MLGG 0500
G26	MLGG 0113	G58	MLGG 0313	G90	MLGG 0502
G27	MLGG 0118	G59	MLGG 0315	G91	MLGG 0507
G28	MLGG 0120	G60	MLGG 0325	G92	MLGG 0522
G29	MLGG 0121	G61	MLGG 0328	G93	MLGG 0524
G30	MLGG 0122	G62	Lawit	G94	MLGG 0525
G31	MLGG 0123	G63	MLGG 0330	G95	MLGG 0527
G32	MLGG 0133	G64	MLGG 0343	G96	MLGG 0529

Lanjutan nama genotipe plasma nutfah kedelai

Kode Genotipe	Nama Genotipe	Kode Genotipe	Nama Genotipe	Kode Genotipe	Nama Genotipe
G97	MLGG 0532	G129	MLGG 0710	G161	MLGG 0830
G98	MLGG 0533	G130	MLGG 0712	G162	MLGG 0835
G99	MLGG 0534	G131	MLGG 0736	G163	MLGG 0838
G100	MLGG 0536	G132	MLGG 0737	G164	MLGG 0845
G101	MLGG 0537	G133	MLGG 0738	G165	MLGG 0848
G102	MLGG 0552	G134	MLGG 0739	G166	MLGG 0850
G103	MLGG 0553	G135	MLGG 0743	G167	MLGG 0859
G104	MLGG 0554	G136	MLGG 0744	G168	MLGG 0862
G105	MLGG 0559	G137	MLGG 0749	G169	MLGG 0870
G106	MLGG 0564	G138	MLGG 0753	G170	MLGG 0871
G107	MLGG 0565	G139	MLGG 0756	G171	MLGG 0873
G108	MLGG 0570	G140	MLGG 0757	G172	MLGG 0879
G109	MLGG 0576	G141	MLGG 0758	G173	MLGG 0883
G110	MLGG 0583	G142	MLGG 0759	G174	MLGG 0887
G111	MLGG 0587	G143	MLGG 0760	G175	MLGG 0905
G112	MLGG 0591	G144	MLGG 0762	G176	MLGG 0906
G113	MLGG 0593	G145	MLGG 0767	G177	MLGG 0908
G114	MLGG 0598	G146	MLGG 0768	G178	MLGG 0915
G115	MLGG 0602	G147	MLGG 0771	G179	MLGG 0919
G116	MLGG 0603	G148	MLGG 0772	G180	MLGG 0921
G117	MLGG 0613	G149	MLGG 0779	G181	MLGG 0925
G118	MLGG 0636	G150	MLGG 0781	G182	MLGG 0927
G119	MLGG 0637	G151	MLGG 0782	G183	MLGG 0929
G120	MLGG 0645	G152	MLGG 0795	G184	MLGG 0931
G121	MLGG 0650	G153	MLGG 0796	G185	MLGG 0936
G122	MLGG 0656	G154	MLGG 0799	G186	MLGG 0937
G123	MLGG 0673	G155	MLGG 0800	G187	MLGG 0938
G124	MLGG 0679	G156	MLGG 0817	G188	MLGG 0946
G125	MLGG 0688	G157	MLGG 0818	G189	MLGG 0954
G126	MLGG 0706	G158	MLGG 0821	G190	MLGG 0972
G127	MLGG 0708	G159	MLGG 0822		
G128	MLGG 0709	G160	MLGG 0824		

Lampiran 2. Deskripsi Varietas Kedelai

1. Varietas Menyapa

Dilepas tanggal	: 13 Desember 2001
Sk Mentan	: 641/kpts/Tp.240/12/2001
Nomor galur	: 3034/ Lamp-3-II-2
Asal	: Persilangan galur B 3034 dengan lokal lampung
Rat-rata hasil	: Lahan pasang surut 2.03 t/ha Lahan sawah 1.98 t/ha
Warna hipokotil	: Hijau
Warna Epikotil	: Hijau
Warna daun	: Hijau
Warna bulu	: Coklat
Warna bunga	: Putih
Warna kulit biji	: Kuning kehijauan
Warna polong masak	: Coklat
Warna hilum	: Coklat muda
Bentuk biji	: Lonjong
Tipe tumbuh	: Semi determinit
Umur berbunga	: 41 hari
Umur polong masak	: 85 hari
Tinggi tanaman	: 64 cm
Bobot 100 biji	: 9.1 g
Wilayah adaptasi	: Lahan pasang surut tipe B (terluapi oleh pasang besar), tipe C (tidak terluapi walaupun terjadi pasang besar) dan lahan sawah
Pemulia	: M. Sabran, M Muchlish Adie, E. William, Koesrini dan M. Saleh

2. Varietas Lawit

Dilepas tanggal	: 13 Desember 2001
Sk Mentan	: 642/kpts/Tp.204/12/2001
Nomor galur	: 3034/Lamp-3-II-1
Asal	: Asal persilangan galur B 3034 dengan lokal lampung
Rat-rata hasil	: Lahan pasang surut 1.93 t/ha Lahan sawah 2.07 t/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna Epikotil	: Hijau
Warna daun	: Hijau
Warna bulu	: Coklat
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Warna polong masak	: Coklat
Warna hilum	: Coklat muda
Bentuk biji	: Lonjong
Tipe tumbuh	: Semi determinit
Umur berbunga	: 40 hari
Umur polong masak	: 84 hari
Tinggi tanaman	: 58 cm
Bobot 100 biji	: 10.5 gr
Wilayah adaptasi	: Lahan pasang surut tipe B (terluapi oleh pasang besar), tipe C (tidak terluapi walaupun terjadi pasang besar), dan lahan sawah
Pemulia	: M. Sabran, M. Muchlish Adie, E. William, Koesrini dan M. Saleh

Lampiran 3. Analisis ragam skrining plasma nutfah kedelai

Lampiran 3a. Analisis ragam jumlah tanaman hidup pada percobaan skrining plasma nutfah kedelai

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F 5%	F 1%
UI	1	14,784	14,784	1	1,61	4,062
PU (Fe)	1	1177,521	1177,521	79,648**	1,61	4,062
Galat (a)	1	14,784	14,784			
AP (G)	189	186,979	0,989	1,838**	1,22	1,32
Fe*G	189	186,979	0,989	1,838**	1,22	1,32
Galat (b)	378	203,432	0,538			
Total	759	1784,479				

Ket: * = nyata pada F 5%

** = sangat nyata pada F 1%

tn = tidak nyata

Lampiran 3b. Analisis ragam panjang akar pada percobaan skrining plasma nutfah kedelai

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F 5%	F 1%
UI	1	6,290	6,290	0,762	1,61	4,062
PU (Fe)	1	149,192	149,192	18,066**	1,61	4,062
Galat (a)	1	8,258	8,258			
AP (G)	189	204,944	1,084	1,584**	1,22	1,32
Fe*G	189	117,553	0,622	0,909 tn	1,22	1,32
Galat (b)	378	258,708	0,684			
Total	759	744,945				

Lampiran 3c. Analisis ragam berat kering akar pada percobaan skrining plasma nutfah kedelai

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F 5%	F 1%
UI	1	0,001308	0,001308	2,698	1,61	4,062
PU (Fe)	1	0,07118	0,07118	146,823**	1,61	4,062
Galat (a)	1	0,0004848	0,0004848			
AP (G)	189	0,01559	0,00008247	1,972**	1,22	1,32
KG	189	0,009297	0,00004919	1,176 tn	1,22	1,32
Galat (b)	378	0,01580	0,00004181			
Total	759	0,114				

Lampiran 3d. Analisis ragam panjang hipokotil pada percobaan skringing plasma nutfah kedelai

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F 5%	F1%
UI	1	6,339	6,339	0,419	1,61	4,062
PU (Fe)	1	202,011	202,011	13,345**	1,61	4,062
Galat (a)	1	15,138	15,138			
AP (G)	189	321,859	1,703	3,189**	1,22	1,32
Fe*G	189	131,900	0,698	1,307*	1,22	1,32
Galat (b)	378	201,851	0,534			
Total	759	879,099				

Lampiran 3e. Analisis ragam panjang epikotil pada percobaan skringing plasma nutfah kedelai

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F 5%	F1%
UI	1	152,783	152,783	8,179	1,61	4,062
PU (Fe)	1	1816,636	1816,636	97,245**	1,61	4,062
Galat (a)	1	18,681	18,681			
AP (G)	189	770,665	4,078	3,665**	1,22	1,32
KG	189	189,872	1,005	0,903 tn	1,22	1,32
Galat (b)	378	419,481	1,113			
Total	759	3368,780				

Lampiran 3f. Analisis ragam berat kering tanaman pada percobaan skringing plasma nutfah kedelai

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F 5%	F 1%
UI	1	0,01256	0,01256	5,122	1,61	4,062
PU (Fe)	1	0,321	0,32124	131,011**	1,61	4,062
Galat (a)	1	0,002452	0,002452			
AP (G)	189	0,229	0,001213	4,526**	1,22	1,32
KG	189	0,05539	0,0002931	1,094 tn	1,22	1,32
Galat (b)	378	0,101	0,0002679			
Total	759	0,722				

Lampiran 4. Indeks adaptasi jumlah tanaman hidup

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G1	3	4	1,99		G46	3	4	1,99	
G2	1,5	4	0,99		G47	1	4	0,66	
G3	0,5	4	0,33		G48	1,5	4	0,99	
G4	2,5	4	1,66		G49	0,5	4	0,33	
G5	2	4	1,32		G50	1	4	0,66	
G6	1	4	0,66		G51	3	4	1,99	
G7	1,5	4	0,99		G52	2,5	4	1,66	
G8	2,5	4	1,66		G53	1	4	0,66	
G9	1,5	4	0,99		G54	0	4	0,00	
G10	0,5	4	0,33		G55	1,5	4	0,99	
G11	1	4	0,66		G56	1	4	0,66	
G12	2,5	4	1,66		G57	3	4	1,99	
G13	1	4	0,66		G58	0,5	4	0,33	
G14	1	4	0,66		G59	2	4	1,32	
G15	0,5	4	0,33		G60	2	4	1,32	
G16	2	4	1,32		G61	0,5	4	0,33	
G17	1,5	4	0,99		G62	0,5	4	0,33	
G18	1,5	4	0,99		G63	0	4	0,00	
G19	0	4	0,00		G64	1	4	0,66	
G20	2	4	1,32		G65	3	4	1,99	
G21	0,5	4	0,33		G66	1,5	4	0,99	
G22	2,5	4	1,66		G67	1	4	0,66	
G23	2	4	1,32		G68	2	4	1,32	
G24	2	4	1,32		G69	1	4	0,66	
G25	0,5	4	0,33		G70	0,5	4	0,33	
G26	0,5	4	0,33		G71	0,5	4	0,33	
G27	2	4	1,32		G72	1	4	0,66	
G28	1,5	4	0,99		G73	1,5	4	0,99	
G29	0	4	0,00		G74	0,5	4	0,33	
G30	1,5	4	0,99		G75	2	4	1,32	
G31	2	4	1,32		G76	1,5	4	0,99	
G32	2	4	1,32		G77	3,5	4	2,32	*
G33	0	4	0,00		G78	0,5	4	0,33	
G34	0,5	4	0,33		G79	1	4	0,66	
G35	0,5	4	0,33		G80	1	4	0,66	
G36	0,5	4	0,33		G81	2,5	4	1,66	
G37	2	4	1,32		G82	1,5	4	0,99	
G38	0	4	0,00		G83	1	4	0,66	
G39	0,5	4	0,33		G84	3	4	1,99	
G40	3,5	4	2,32	T	G85	4	4	2,65	T
G41	3	4	1,99		G86	2,5	4	1,66	
G42	3	4	1,99		G87	0	4	0,00	
G43	1,5	4	0,99		G88	2	4	1,32	
G44	1,5	4	0,99		G89	1,5	4	0,99	
G45	2	4	1,32		G90	0	4	0,00	

Ket: Hc = Hasil pada kondisi keracunan
 Hp = Hasil pada kondisi potensial (kontrol)
 IA = Indeks adaptasi

T = Toleran
 * = Pembeding

Lanjutan indeks adaptasi jumlah tanaman hidup

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G91	0	4	0,00		G141	0,5	4	0,33	
G92	1	4	0,66		G142	1	4	0,66	
G93	1	4	0,66		G143	2	4	1,32	
G94	1	4	0,66		G144	1,5	4	0,99	
G95	2	4	1,32		G145	1,5	4	0,99	
G96	0,5	4	0,33		G146	2	4	1,32	
G97	0,5	4	0,33		G147	3	4	1,99	
G98	1	4	0,66		G148	1	4	0,66	
G99	0	4	0,00		G149	2	4	1,32	
G100	2	4	1,32		G150	2	4	1,32	
G101	1,5	4	0,99		G151	0,5	4	0,33	
G102	2	4	1,32		G152	1,5	4	0,99	
G103	3	4	1,99		G153	1	4	0,66	
G104	2,5	4	1,66		G154	3,5	4	1,99	T
G105	3	4	1,99		G155	3	4	2,32	
G106	2	4	1,32		G156	0,5	4	0,33	
G107	2	4	1,32		G157	1	4	0,66	
G108	3	4	1,99		G158	0,5	4	0,33	
G109	1,5	4	0,99		G159	2,5	4	1,66	
G110	0,5	4	0,33		G160	2,5	4	1,66	
G111	1,5	4	0,99		G161	0	4	0,00	
G112	0,5	4	0,33		G162	2	4	1,32	
G113	0,5	4	0,33		G163	2	4	1,32	
G114	1,5	4	0,99		G164	0,5	4	0,33	
G115	2	4	1,32		G165	1	4	0,66	
G116	2	4	1,32		G166	0	4	0,00	
G117	2	4	1,32		G167	1	4	0,66	
G118	0	4	0,00		G168	0	4	0,00	
G119	2	4	1,32		G169	2	4	1,32	
G120	3	4	1,99		G170	0	4	0,00	
G121	1,5	4	0,99		G171	1,5	4	0,99	
G122	3	4	1,99		G172	3	4	1,99	
G123	1,5	4	0,99		G173	0,5	4	0,33	
G124	2	4	1,32		G174	1,5	4	0,99	
G125	1	4	0,66		G175	0,5	4	0,33	
G126	0,5	4	0,33		G176	2,5	4	1,66	
G127	1	4	0,66		G177	2	4	1,32	
G128	2	4	1,32		G178	2	4	1,32	
G129	4	4	2,65	T	G179	0,5	4	0,33	
G130	3,5	4	2,32	T	G180	0	4	0,00	
G131	4	4	2,65	T	G181	2	4	1,32	
G132	4	4	2,65	T	G182	0,5	4	0,33	
G133	3,5	4	2,32	T	G183	1	4	0,66	
G134	3	4	1,99		G184	2	4	1,32	
G135	1	4	0,66		G185	0,5	4	0,33	
G136	0,5	4	0,33		G186	2	4	1,32	
G137	2	4	1,32		G187	0,5	4	0,33	
G138	0,5	4	0,33		G188	1,5	4	0,99	
G139	3,5	4	2,32	T	G189	1,5	4	0,99	
G140	1	4	0,66		G190	2	4	1,32	

Lampiran 5. Indeks adaptasi panjang akar

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G1	3	5,12	1,09		G46	3,81	6,62	1,80	T
G2	3,5	4,37	1,09		G47	3,42	5,23	1,27	
G3	3,13	4,44	0,99		G48	3,25	5,44	1,26	
G4	3,38	4,81	1,16		G49	2,94	4	0,84	
G5	2,94	4,69	0,98		G50	2,25	4,12	0,66	
G6	4	4,17	1,19		G51	3	4,37	0,93	
G7	4	4,69	1,33		G52	2,90	2,87	0,59	
G8	3,19	5,44	1,23		G53	2,25	3,92	0,63	
G9	3,25	4,5	1,04		G54	3,75	4,25	1,13	
G10	3,44	4	0,98		G55	3,13	4	0,89	
G11	3,25	4,56	1,05		G56	3,98	4,44	1,26	
G12	3,63	4,56	1,18		G57	2,17	4,21	0,65	
G13	3,63	3,87	1,00		G58	3,06	3,33	0,73	
G14	2	3,5	0,50		G59	3,75	8,25	2,20	T
G15	2,5	4	0,71		G60	3,92	4,92	1,37	
G16	3,19	4,94	1,12		G61	3,63	3,69	0,95	
G17	3,44	3,81	0,93		G62	3,88	3,81	1,05	
G18	3,13	3,94	0,88		G63	3,81	3,69	1,00	
G19	3,75	5,19	1,38	T	G64	4,06	3,75	1,08	
G20	3,88	5,25	1,45	T	G65	2,58	4,17	0,77	
G21	4,56	5,12	1,66	T	G66	4,19	3,75	1,12	
G22	2,71	4,75	0,92		G67	3,56	2,94	0,74	
G23	3,13	3,33	0,74		G68	2,63	4,42	0,82	
G24	4,38	4,60	1,43	T	G69	3,31	5,06	1,19	
G25	1,98	3,62	0,51		G70	2,88	3,83	0,78	
G26	3,38	4,19	1,01		G71	3,44	3,75	0,92	
G27	3,67	4,56	1,19		G72	3,63	4,44	1,14	
G28	3,44	4,19	1,02		G73	4,25	4,5	1,36	
G29	3,5	5,06	1,26		G74	3,25	3,5	0,81	
G30	3,75	3,94	1,05		G75	2,08	2,58	0,38	
G31	4,06	4,13	1,19		G76	3,69	3,94	1,03	
G32	3,88	4,83	1,33		G77	4,19	4,62	1,38	*
G33	3,69	4,88	1,28		G78	3,31	4,25	1,00	
G34	3,81	6,12	1,66	T	G79	3,56	3,94	1,00	
G35	3,06	3,81	0,83		G80	3,06	4	0,87	
G36	3,44	3,94	0,96		G81	3,40	4	0,97	
G37	3,81	3,37	0,91		G82	3,44	4	0,98	
G38	3,21	4,04	0,92		G83	4,38	4,87	1,52	T
G39	3,06	3,19	0,69		G84	4,19	3,75	1,12	
G40	2	4,08	0,58		G85	3,94	3,87	1,08	
G41	2,38	5,25	0,89		G86	4,19	4,67	1,39	T
G42	3,96	4,58	1,29		G87	4,56	5	1,62	T
G43	3,88	3,69	1,02		G88	3,94	4,06	1,14	
G44	3,75	5,71	1,52	T	G89	3,75	4,92	1,31	
G45	3,13	5	1,11		G90	3,38	3,75	0,90	

Ket: T = Toleran

* = Pembanding (Menyapa)

Lanjutan indeks adaptasi panjang akar

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G91	4,5	4,56	1,46	T	G141	3,69	4,06	1,07	
G92	4,75	4	1,35		G142	2,94	5,08	1,06	
G93	3,88	4,69	1,29		G143	3,75	4,79	1,28	
G94	4,5	3,75	1,20		G144	2,77	3,83	0,76	
G95	3,94	3,63	1,02		G145	3,69	5,25	1,38	T
G96	3,56	3,81	0,97		G146	1	3,25	0,23	
G97	4,12	5,38	1,58	T	G147	3,06	4,37	0,95	
G98	3,5	4,19	1,04		G148	3,42	4,42	1,07	
G99	3,69	4,31	1,13		G149	2,38	5	0,84	
G100	3,19	4,5	1,02		G150	2,25	4,5	0,72	
G101	3,75	3,56	0,95		G151	3,33	4,17	0,99	
G102	3,19	4,92	1,11		G152	3,38	4	0,96	
G103	4,69	3,62	1,21		G153	4,19	5,44	1,62	T
G104	3,06	4	0,87		G154	3,58	5,75	1,47	T
G105	3,13	3,69	0,82		G155	3,67	4,33	1,13	
G106	3,44	3,56	0,87		G156	3,44	3,87	0,95	
G107	3,31	3,56	0,84		G157	3,25	5,06	1,17	
G108	2,5	4	0,71		G158	2,94	3,87	0,81	
G109	3,94	3,87	1,08		G159	2,63	3	0,56	
G110	3,5	3,94	0,98		G160	2,71	3,62	0,70	
G111	3,75	3,75	1,00		G161	3,34	3,84	0,91	
G112	3,69	4,75	1,25		G162	4,38	5,5	1,71	T
G113	2,94	4,75	0,99		G163	3,5	3,25	0,81	
G114	2,5	3,37	0,60		G164	2,44	4,12	0,71	
G115	2,33	3,58	0,59		G165	3,10	3,33	0,74	
G116	2,25	3,5	0,56		G166	4,38	3,37	1,05	
G117	3	3,5	0,75		G167	1,75	2,75	0,34	
G118	2,08	4	0,59		G168	3,44	4,75	1,16	
G119	3,79	4,44	1,20		G169	3,40	3,56	0,86	
G120	3,88	3,75	1,03		G170	3,25	5,37	1,24	
G121	3,56	4,06	1,03		G171	3,79	2,77	0,75	
G122	2,5	4,37	0,78		G172	1,92	3,75	0,51	
G123	4,25	4,63	1,40	T	G173	3,19	4,19	0,95	
G124	3	4,37	0,93		G174	3,06	4,25	0,93	
G125	2,88	3,9	0,80		G175	2,38	5,06	0,86	
G126	2,13	4,75	0,72		G176	2,58	3,83	0,70	
G127	2,5	2,5	0,44		G177	2,94	4,19	0,87	
G128	2	3,5	0,50		G178	2,75	3,12	0,61	
G129	2,71	4,21	0,81		G179	2,88	3,60	0,74	
G130	3,56	5,25	1,33		G180	2,38	3,88	0,65	
G131	3,56	4,44	1,12		G181	3	5,17	1,10	
G132	3,69	4,62	1,21		G182	3,13	4,06	0,90	
G133	4,13	3,85	1,13		G183	3,25	3,94	0,91	
G134	2,67	4,21	0,80		G184	3,75	4,87	1,30	
G135	3,13	4,62	1,03		G185	3,69	3,44	0,90	
G136	3,56	4,44	1,12		G186	3,81	4,38	1,19	
G137	3,31	3,44	0,81		G187	2,88	4,37	0,89	
G138	3,19	3,62	0,82		G188	2,94	3,81	0,80	
G139	3,31	3,69	0,87		G189	3,38	3,69	0,89	
G140	4	4,19	1,19		G190	3,56	4,75	1,20	

Lampiran 6. Indeks adaptasi berat kering akar

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G1	0,012	0,039	1,139		G46	0,020	0,046	2,239	T
G2	0,009	0,028	0,613		G47	0,014	0,045	1,533	
G3	0,011	0,034	0,910		G48	0,011	0,031	0,830	
G4	0,008	0,037	0,720		G49	0,013	0,038	1,202	
G5	0,013	0,039	1,234		G50	0,015	0,025	0,913	
G6	0,014	0,035	1,192		G51	0,009	0,032	0,701	
G7	0,014	0,043	1,465		G52	0,013	0,031	0,981	
G8	0,007	0,035	0,596		G53	0,014	0,018	0,613	
G9	0,014	0,037	1,261		G54	0,014	0,039	1,329	
G10	0,012	0,034	0,993		G55	0,010	0,034	0,827	
G11	0,008	0,035	0,681		G56	0,010	0,031	0,754	
G12	0,008	0,029	0,565		G57	0,012	0,032	0,934	
G13	0,009	0,032	0,701		G58	0,013	0,035	1,107	
G14	0,007	0,029	0,494		G59	0,008	0,028	0,545	
G15	0,009	0,036	0,788		G60	0,010	0,028	0,681	
G16	0,010	0,034	0,827		G61	0,009	0,029	0,635	
G17	0,013	0,043	1,360		G62	0,013	0,033	1,044	
G18	0,014	0,028	0,954		G63	0,009	0,037	0,810	
G19	0,009	0,032	0,701		G64	0,011	0,039	1,044	
G20	0,014	0,047	1,601		G65	0,014	0,035	1,192	
G21	0,013	0,038	1,202		G66	0,010	0,025	0,608	
G22	0,013	0,029	0,917		G67	0,010	0,027	0,657	
G23	0,012	0,034	0,993		G68	0,012	0,027	0,788	
G24	0,014	0,035	1,192		G69	0,017	0,033	1,365	
G25	0,010	0,020	0,487		G70	0,010	0,039	0,949	
G26	0,013	0,037	1,170		G71	0,012	0,036	1,051	
G27	0,014	0,033	1,124		G72	0,014	0,029	0,988	
G28	0,009	0,023	0,504		G73	0,016	0,029	1,129	
G29	0,010	0,027	0,657		G74	0,009	0,029	0,635	
G30	0,009	0,031	0,679		G75	0,024	0,026	1,518	
G31	0,009	0,032	0,701		G76	0,007	0,033	0,562	
G32	0,012	0,024	0,701		G77	0,019	0,037	1,711	*
G33	0,009	0,035	0,767		G78	0,012	0,033	0,964	
G34	0,013	0,030	0,949		G79	0,013	0,028	0,886	
G35	0,008	0,028	0,545		G80	0,009	0,027	0,591	
G36	0,007	0,023	0,392		G81	0,010	0,027	0,657	
G37	0,010	0,034	0,827		G82	0,012	0,038	1,110	
G38	0,013	0,030	0,949		G83	0,014	0,045	1,533	
G39	0,011	0,020	0,535		G84	0,011	0,028	0,749	
G40	0,019	0,046	2,127	T	G85	0,017	0,044	1,820	T
G41	0,018	0,033	1,445		G86	0,017	0,043	1,779	T
G42	0,008	0,033	0,642		G87	0,017	0,038	1,572	
G43	0,005	0,023	0,280		G88	0,017	0,033	1,365	
G44	0,013	0,041	1,297		G89	0,015	0,045	1,643	
G45	0,016	0,029	1,129		G90	0,017	0,042	1,737	T

Ket: T = Toleran

* = Pemanding (Menyapa)

Lanjutan indeks adaptasi berat kering akar

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G91	0,013	0,039	1,234		G141	0,017	0,042	1,737	T
G92	0,015	0,020	0,730		G142	0,014	0,020	0,681	
G93	0,011	0,041	1,097		G143	0,019	0,041	1,896	T
G94	0,011	0,042	1,124		G144	0,012	0,031	0,905	
G95	0,012	0,032	0,934		G145	0,013	0,034	1,076	
G96	0,012	0,034	0,993		G146	0,020	0,015	0,730	
G97	0,009	0,026	0,569		G147	0,011	0,032	0,857	
G98	0,018	0,040	1,752	T	G148	0,008	0,032	0,623	
G99	0,013	0,039	1,234		G149	0,016	0,037	1,441	
G100	0,019	0,025	1,156		G150	0,010	0,035	0,852	
G101	0,016	0,028	1,090		G151	0,012	0,030	0,876	
G102	0,012	0,023	0,672		G152	0,018	0,042	1,840	T
G103	0,022	0,044	2,356	T	G153	0,014	0,031	1,056	
G104	0,013	0,026	0,822		G154	0,025	0,030	1,825	T
G105	0,011	0,027	0,723		G155	0,010	0,029	0,706	
G106	0,012	0,029	0,847		G156	0,011	0,034	0,910	
G107	0,017	0,025	1,034		G157	0,013	0,038	1,202	
G108	0,020	0,015	0,730		G158	0,009	0,027	0,591	
G109	0,012	0,024	0,701		G159	0,008	0,018	0,350	
G110	0,014	0,034	1,158		G160	0,009	0,035	0,767	
G111	0,010	0,034	0,827		G161	0,005	0,027	0,329	
G112	0,013	0,031	0,981		G162	0,013	0,040	1,265	
G113	0,018	0,031	1,358		G163	0,015	0,030	1,095	
G114	0,015	0,027	0,986		G164	0,011	0,027	0,723	
G115	0,017	0,039	1,613		G165	0,013	0,025	0,791	
G116	0,020	0,035	1,703		G166	0,010	0,026	0,633	
G117	0,012	0,034	0,993		G167	0,010	0,010	0,243	
G118	0,012	0,029	0,847		G168	0,012	0,022	0,642	
G119	0,014	0,032	1,090		G169	0,008	0,025	0,487	
G120	0,017	0,033	1,365		G170	0,011	0,030	0,803	
G121	0,012	0,021	0,613		G171	0,008	0,022	0,428	
G122	0,030	0,033	2,409	T	G172	0,009	0,035	0,767	
G123	0,013	0,030	0,949		G173	0,009	0,033	0,723	
G124	0,013	0,028	0,886		G174	0,009	0,027	0,591	
G125	0,022	0,046	2,463	T	G175	0,009	0,035	0,767	
G126	0,013	0,045	1,424		G176	0,007	0,022	0,375	
G127	0,010	0,020	0,487		G177	0,009	0,028	0,613	
G128	0,015	0,020	0,730		G178	0,007	0,026	0,443	
G129	0,015	0,032	1,168		G179	0,008	0,026	0,506	
G130	0,028	0,050	3,407	T	G180	0,009	0,023	0,504	
G131	0,012	0,032	0,934		G181	0,017	0,042	1,737	T
G132	0,024	0,030	1,752	T	G182	0,012	0,034	0,993	
G133	0,015	0,032	1,168		G183	0,013	0,036	1,139	
G134	0,010	0,038	0,925		G184	0,010	0,037	0,900	
G135	0,011	0,035	0,937		G185	0,009	0,039	0,854	
G136	0,012	0,028	0,818		G186	0,013	0,035	1,107	
G137	0,016	0,028	1,090		G187	0,013	0,030	0,949	
G138	0,016	0,027	1,051		G188	0,012	0,039	1,139	
G139	0,029	0,040	2,823	T	G189	0,010	0,032	0,779	
G140	0,014	0,047	1,601		G190	0,014	0,028	0,954	

Lampiran 7. Indeks adaptasi panjang hipokotil

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G1	6	4,87	1,25		G46	4,94	4,12	0,87	
G2	6,44	4,75	1,31	T	G47	5,83	3,67	0,92	
G3	6,31	4,13	1,12		G48	5,38	4,06	0,93	
G4	5,94	4,31	1,10		G49	3,44	3,44	0,51	
G5	6,44	4,87	1,34	T	G50	4,25	3,87	0,70	
G6	7,38	5,35	1,69	T	G51	5,19	4,38	0,97	
G7	6,44	4,60	1,27		G52	5,04	4,06	0,88	
G8	6,31	3,81	1,03		G53	4	4,42	0,76	
G9	6,13	4,81	1,26		G54	5,13	3,75	0,82	
G10	5,31	3,44	0,78		G55	5,25	3,25	0,73	
G11	7,06	4,25	1,29		G56	5,33	3,69	0,84	
G12	5,75	3,25	0,80		G57	3,92	3,46	0,58	
G13	5,38	3,31	0,76		G58	4,44	2,94	0,56	
G14	5,44	3,38	0,79		G59	5,19	3,62	0,80	
G15	5,13	2,94	0,64		G60	5,75	4,67	1,15	
G16	5,44	4	0,93		G61	5,13	3,19	0,70	
G17	5,13	3,81	0,84		G62	5,63	3,56	0,86	
G18	4,94	3,88	0,82		G63	5,44	3,19	0,74	
G19	5,44	3,69	0,86		G64	5,38	4,19	0,96	
G20	6,31	4,37	1,18		G65	4,85	4,08	0,85	
G21	5,75	4,06	1,00		G66	5,63	3,69	0,89	
G22	5,60	3,94	0,94		G67	5,81	4	1,00	
G23	5,13	3,75	0,82		G68	5,38	4,75	1,09	
G24	5,69	4,75	1,16		G69	5,88	4,81	1,21	
G25	6,17	4,25	1,12		G70	6,5	4	1,11	
G26	6,19	4,44	1,18		G71	4,81	3,37	0,69	
G27	4,94	3,44	0,73		G72	4,88	3,75	0,78	
G28	5,17	4	0,88		G73	5,13	4,69	1,03	
G29	5,44	4,44	1,03		G74	5,19	3,56	0,79	
G30	5,31	4,44	1,01		G75	3,58	3,83	0,59	
G31	5,25	4,19	0,94		G76	4,81	4,10	0,85	
G32	5,06	4,77	1,03		G77	5,94	5,12	1,30	*
G33	5	4,13	0,88		G78	5,38	3,88	0,89	
G34	5,25	4,25	0,96		G79	5,54	4,37	1,04	
G35	5,63	3,56	0,86		G80	4,88	3,5	0,73	
G36	5,5	5	1,18		G81	5,90	4,37	1,10	
G37	5,63	4,06	0,98		G82	5,5	3,94	0,93	
G38	5,40	4,15	0,96		G83	6	3,44	0,88	
G39	4,88	3,87	0,81		G84	6	4,44	1,14	
G40	5,33	4,92	1,12		G85	5,38	3,94	0,91	
G41	2,75	3,5	0,41		G86	6,13	4	1,05	
G42	6,17	4,29	1,13		G87	5,69	4,88	1,19	
G43	6,5	4,56	1,27		G88	5,56	4	0,95	
G44	5,63	4,06	0,98		G89	5,38	4,25	0,98	
G45	4,81	3,19	0,66		G90	4,38	3,44	0,64	

Ket: T = Toleran

* = Pembanding (Menyapa)

Lanjutan indeks adaptasi panjang hipokotil

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G91	5,19	4,25	0,94		G141	4,25	3,79	0,69	
G92	5,75	4	0,98		G142	4,02	4,5	0,77	
G93	5,5	4,13	0,97		G143	4,38	4,10	0,77	
G94	5,88	4,37	1,10		G144	5,23	4,68	1,05	
G95	6,13	4,62	1,21		G145	7,31	6,19	1,94	T
G96	6,38	4	1,09		G146	3,5	4	0,60	
G97	5,5	4,44	1,05		G147	5,81	6,54	1,63	T
G98	5,38	4,19	0,96		G148	6	5,25	1,35	T
G99	6,38	3,69	1,01		G149	4,63	4,81	0,95	
G100	5,63	4,73	1,14		G150	5,25	5,5	1,24	
G101	5,38	4,81	1,11		G151	4,5	4,33	0,84	
G102	8,19	6,98	2,45	T	G152	4,31	4,81	0,89	
G103	6,94	5,06	1,50	T	G153	6,63	5,75	1,63	T
G104	4,5	3,94	0,76		G154	5,33	5,92	1,35	T
G105	5,44	3,81	0,89		G155	6	5	1,28	
G106	4,63	4,13	0,82		G156	5,44	4,13	0,96	
G107	3,94	3,25	0,55		G157	5,63	5,25	1,26	
G108	5	5,25	1,12		G158	5,31	4,87	1,11	
G109	4,75	5,56	1,13		G159	5,13	3,87	0,85	
G110	5,94	4,81	1,22		G160	4,67	5,25	1,05	
G111	6,5	5,62	1,56	T	G161	5,08	4,84	1,05	
G112	6,31	3,56	0,96		G162	5,13	4,62	1,01	
G113	4,69	4,19	0,84		G163	6,25	4	1,07	
G114	5,13	3,44	0,75		G164	4,06	4,19	0,73	
G115	5	4,67	1,00		G165	5,75	4,83	1,19	
G116	6,25	3,5	0,94		G166	4,81	4,56	0,94	
G117	5,38	4,19	0,96		G167	4	4,5	0,77	
G118	3,08	2,75	0,36		G168	5,31	5,44	1,24	
G119	4,48	3,94	0,76		G169	6,10	6,06	1,58	T
G120	5,63	4,94	1,19		G170	5,75	5,19	1,28	
G121	5,19	3,85	0,86		G171	5,35	5,31	1,22	
G122	3,75	3,62	0,58		G172	4,17	4,5	0,80	
G123	5,25	3,87	0,87		G173	6,19	5,04	1,34	T
G124	4,25	3,87	0,70		G174	5,75	4,56	1,12	
G125	5,06	4,69	1,02		G175	4,63	4,37	0,87	
G126	3,25	5,25	0,73		G176	3,92	4,08	0,68	
G127	4,75	3	0,61		G177	5,81	4,19	1,04	
G128	5	5	1,07		G178	5,19	4,94	1,10	
G129	5	4,62	0,99		G179	4,06	3,94	0,68	
G130	5,25	4,06	0,91		G180	4,13	3,44	0,61	
G131	5,81	4,19	1,04		G181	5,25	4,48	1,01	
G132	6,06	5,5	1,43	T	G182	6,38	5,13	1,40	T
G133	6,21	6,37	1,69	T	G183	5,94	4,06	1,03	
G134	5,10	5,37	1,17		G184	5,19	4,37	0,97	
G135	6,13	5,69	1,49	T	G185	6,44	5	1,38	T
G136	6,75	5,06	1,46	T	G186	5,81	4,88	1,21	
G137	6,44	4,75	1,31	T	G187	5,81	4,87	1,21	
G138	5,88	4,59	1,15		G188	7,19	5,44	1,67	T
G139	5,19	4,75	1,06		G189	6,69	4,81	1,38	T
G140	4,19	3,93	0,70		G190	5,31	4,75	1,08	

Lampiran 8. Indeks adaptasi panjang epikotil

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G1	5,56	10,62	2,36	T	G46	3,94	8,37	1,32	T
G2	4,31	7,31	1,26	T	G47	4,67	7,83	1,46	T
G3	5,38	8,5	1,83	T	G48	4,13	6,81	1,12	T
G4	5,19	9,87	2,05	T	G49	2,56	5,94	0,61	
G5	3,5	8,69	1,22	T	G50	3,88	7	1,09	
G6	5,88	9,04	2,12	T	G51	3,5	6,5	0,91	
G7	5,25	8	1,68	T	G52	3,83	8,12	1,24	T
G8	5,75	10,75	2,47	T	G53	3,25	6,34	0,82	
G9	4,31	7	1,21	T	G54	3,69	5,5	0,81	
G10	3,69	5,75	0,85		G55	3,33	5,76	0,77	
G11	4,38	8,19	1,43	T	G56	3,48	5,75	0,80	
G12	3,63	7,5	1,09		G57	3	6,79	0,81	
G13	3,75	5,62	0,84		G58	2,63	6,25	0,66	
G14	3,75	5,94	0,89		G59	3,25	4,88	0,63	
G15	3,81	7,31	1,11	T	G60	4	7,09	1,13	T
G16	3,44	7	0,96		G61	3,31	6,87	0,91	
G17	5,25	8,44	1,77	T	G62	4,06	4,94	0,80	
G18	3,44	6,5	0,89		G63	3,44	6,5	0,89	
G19	3,63	7,69	1,11	T	G64	4,75	7,37	1,40	T
G20	4,75	9	1,71	T	G65	3,35	7,33	0,98	
G21	4,44	8,31	1,47	T	G66	4	5,62	0,90	
G22	2,38	8,25	0,78		G67	4,19	6,5	1,09	
G23	2,88	7,21	0,83		G68	3,13	4,67	0,58	
G24	4,81	8,28	1,59	T	G69	3,44	6,62	0,91	
G25	2,08	5,62	0,47		G70	3	6,5	0,78	
G26	3,81	6,88	1,05		G71	3	5,25	0,63	
G27	3,04	6,31	0,77		G72	4,44	6,56	1,16	T
G28	3,73	6,25	0,93		G73	4,81	7,62	1,47	T
G29	3,94	7,75	1,22	T	G74	3	4,44	0,53	
G30	3,73	8,75	1,31	T	G75	0,5	4,54	0,09	
G31	4,19	6,25	1,05		G76	3,06	6,87	0,84	
G32	3,81	7,42	1,13	T	G77	4,38	6,29	1,10	*
G33	3,88	7,25	1,12	T	G78	3,13	4,69	0,59	
G34	4,38	5,87	1,03		G79	3,33	5,75	0,77	
G35	2,56	5,25	0,54		G80	3,56	6,31	0,90	
G36	3	6,5	0,78		G81	3,77	7,25	1,09	
G37	3,44	6,13	0,84		G82	3,81	5,81	0,89	
G38	3,52	6,83	0,96		G83	3,56	6,87	0,98	
G39	2,5	6	0,60		G84	3,75	6,25	0,94	
G40	4,92	8,62	1,70	T	G85	6,13	9,06	2,22	T
G41	1	8	0,32		G86	5,69	8,42	1,91	T
G42	3,38	6,54	0,88		G87	4,31	6,81	1,17	T
G43	2,75	4,94	0,54		G88	4,81	6,5	1,25	T
G44	4,38	8,83	1,55	T	G89	4,25	9	1,53	T
G45	4	7,44	1,19	T	G90	3,5	7,62	1,07	

Ket: T = Toleran

* = Pemanding (Menyapa)

Lanjutan indeks adaptasi panjang epikotil

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G91	4,06	6,56	1,07		G141	3,56	6,81	0,97	
G92	3,75	5,75	0,86		G142	2,88	6,42	0,74	
G93	3,94	8,12	1,28	T	G143	3,25	6,67	0,87	
G94	3,81	6,56	1,00		G144	4,04	7,67	1,24	T
G95	4,31	6,75	1,16	T	G145	4,38	7,37	1,29	T
G96	4,25	7,31	1,24	T	G146	2,5	4,75	0,48	
G97	3,75	6,06	0,91		G147	4,75	7,98	1,52	T
G98	4,81	7,37	1,42	T	G148	4,5	6,83	1,23	T
G99	4,06	6,38	1,04		G149	5	8,62	1,72	T
G100	4,81	6,84	1,32	T	G150	3,5	8,5	1,19	T
G101	4,13	7,12	1,17	T	G151	2,67	5,21	0,56	
G102	4	7,78	1,24	T	G152	4,88	7,94	1,55	T
G103	5,19	7,94	1,65	T	G153	3,31	6,31	0,84	
G104	3	5,69	0,68		G154	4,92	6,83	1,34	T
G105	3	5,81	0,70		G155	3,92	7,5	1,18	T
G106	1,94	4,13	0,32		G156	3,5	7,19	1,01	
G107	2,19	3,69	0,32		G157	3,56	7,5	1,07	
G108	3,25	8,25	1,07		G158	3	6,31	0,76	
G109	3,69	6,25	0,92		G159	3,13	4,5	0,56	
G110	3,06	6,37	0,78		G160	4,08	5,37	0,88	
G111	3,5	6,37	0,89		G161	3,67	6	0,88	
G112	4,44	7	1,24	T	G162	3	5,5	0,66	
G113	3,19	6,75	0,86		G163	2,88	5,25	0,60	
G114	2,81	5,56	0,63		G164	2,44	6,25	0,61	
G115	2,81	4,42	0,50		G165	2,33	5,83	0,54	
G116	3,5	4,75	0,67		G166	3,06	5,62	0,69	
G117	3,88	7,06	1,09		G167	2	2,5	0,20	
G118	1,08	4,58	0,20		G168	4,5	7,62	1,37	T
G119	3,79	7,06	1,07		G169	3,69	5,69	0,84	
G120	4,31	7,31	1,26	T	G170	2,25	5,87	0,53	
G121	3,56	6,63	0,94		G171	1,92	5,52	0,42	
G122	3	6,21	0,74		G172	3,75	7	1,05	
G123	3,44	5,31	0,73		G173	2,69	6,44	0,69	
G124	1,88	6,62	0,50		G174	2	7,19	0,57	
G125	4,13	7,69	1,27	T	G175	2,81	6,94	0,78	
G126	3	6,33	0,76		G176	2,67	4,75	0,51	
G127	3,5	4,75	0,67		G177	3,06	6,75	0,83	
G128	4,25	4,5	0,77		G178	2,69	6,62	0,71	
G129	2,88	5,08	0,58		G179	2,25	6,04	0,54	
G130	5,31	9	1,91	T	G180	2,5	4,62	0,46	
G131	3,44	6,12	0,84		G181	3,44	7,04	0,97	
G132	4,56	8,33	1,52	T	G182	3,81	7,75	1,18	T
G133	4,29	9,83	1,69	T	G183	5,19	7,62	1,58	T
G134	3	6,62	0,79		G184	3,69	6,87	1,01	
G135	3,63	7	1,02		G185	4,25	6,63	1,13	T
G136	4,44	7,12	1,26	T	G186	4,31	9,44	1,63	T
G137	5,19	8,12	1,68	T	G187	4,19	7,69	1,29	T
G138	4,75	8,67	1,65	T	G188	5,06	6,38	1,29	T
G139	3,81	8,44	1,29	T	G189	3,75	7	1,05	
G140	4	6,81	1,09		G190	5,19	9,25	1,92	T

Lampiran 9. Indeks adaptasi berat kering tanaman

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G1	0,079	0,133	1,464	T	G46	0,110	0,139	2,130	T
G2	0,037	0,092	0,474		G47	0,073	0,110	1,119	
G3	0,063	0,103	0,904		G48	0,038	0,078	0,413	
G4	0,059	0,111	0,912		G49	0,094	0,114	1,493	T
G5	0,057	0,110	0,874		G50	0,063	0,094	0,825	
G6	0,062	0,124	1,071		G51	0,048	0,096	0,642	
G7	0,058	0,117	0,945		G52	0,068	0,087	0,824	
G8	0,063	0,117	1,027		G53	0,074	0,066	0,680	
G9	0,052	0,097	0,703		G54	0,057	0,091	0,723	
G10	0,047	0,074	0,485		G55	0,069	0,107	1,029	
G11	0,062	0,102	0,881		G56	0,034	0,074	0,351	
G12	0,051	0,087	0,618		G57	0,065	0,095	0,860	
G13	0,042	0,078	0,456		G58	0,043	0,085	0,509	
G14	0,050	0,081	0,564		G59	0,047	0,064	0,419	
G15	0,059	0,098	0,806		G60	0,064	0,103	0,918	
G16	0,049	0,087	0,594		G61	0,045	0,090	0,564	
G17	0,058	0,106	0,857		G62	0,048	0,079	0,528	
G18	0,072	0,101	1,013		G63	0,057	0,090	0,715	
G19	0,047	0,109	0,714		G64	0,052	0,104	0,753	
G20	0,088	0,112	1,373	T	G65	0,093	0,142	1,840	T
G21	0,070	0,108	1,053		G66	0,068	0,084	0,796	
G22	0,090	0,118	1,480	T	G67	0,055	0,079	0,605	
G23	0,071	0,106	1,049		G68	0,078	0,092	1,000	
G24	0,046	0,119	0,763		G69	0,075	0,131	1,369	T
G25	0,062	0,068	0,587		G70	0,043	0,093	0,557	
G26	0,089	0,117	1,451	T	G71	0,057	0,091	0,723	
G27	0,073	0,103	1,048		G72	0,042	0,083	0,486	
G28	0,048	0,090	0,602		G73	0,072	0,102	1,023	
G29	0,045	0,108	0,677		G74	0,051	0,090	0,640	
G30	0,079	0,143	1,574	T	G75	0,127	0,141	2,495	T
G31	0,092	0,110	1,410	T	G76	0,043	0,090	0,539	
G32	0,049	0,078	0,533		G77	0,073	0,115	1,170	*
G33	0,071	0,120	1,187	T	G78	0,056	0,078	0,609	
G34	0,065	0,103	0,933		G79	0,066	0,079	0,726	
G35	0,050	0,086	0,599		G80	0,054	0,097	0,730	
G36	0,050	0,069	0,481		G81	0,044	0,082	0,503	
G37	0,067	0,104	0,971		G82	0,054	0,109	0,820	
G38	0,059	0,103	0,847		G83	0,078	0,117	1,271	T
G39	0,048	0,077	0,515		G84	0,042	0,095	0,556	
G40	0,089	0,144	1,786	T	G85	0,081	0,128	1,445	T
G41	0,060	0,143	1,195	T	G86	0,083	0,128	1,480	T
G42	0,066	0,103	0,947		G87	0,067	0,122	1,139	
G43	0,042	0,062	0,363		G88	0,061	0,112	0,952	
G44	0,082	0,116	1,325	T	G89	0,063	0,122	1,071	
G45	0,085	0,115	1,362	T	G90	0,079	0,134	1,475	T

Ket: T = Toleran

* = Pemanding (Menyapa)

Lanjutan indeks adaptasi berat kering tanaman

Gntp	Hc	Hp	IA	>G77	Gntp	Hc	Hp	IA	>77
G91	0,084	0,118	1,381	T	G141	0,083	0,147	1,700	T
G92	0,060	0,120	1,003		G142	0,063	0,099	0,869	
G93	0,069	0,122	1,173	T	G143	0,081	0,148	1,670	T
G94	0,062	0,114	0,985		G144	0,070	0,142	1,385	T
G95	0,069	0,104	1,000		G145	0,071	0,138	1,365	T
G96	0,049	0,098	0,669		G146	0,065	0,126	1,141	
G97	0,051	0,089	0,632		G147	0,077	0,144	1,545	T
G98	0,064	0,108	0,963		G148	0,063	0,098	0,860	
G99	0,048	0,097	0,649		G149	0,074	0,123	1,268	T
G100	0,072	0,102	1,023		G150	0,065	0,160	1,449	T
G101	0,059	0,087	0,715		G151	0,067	0,114	1,064	
G102	0,058	0,096	0,776		G152	0,109	0,153	2,324	T
G103	0,104	0,143	2,072	T	G153	0,078	0,122	1,326	T
G104	0,061	0,088	0,748		G154	0,120	0,130	2,173	T
G105	0,062	0,092	0,795		G155	0,065	0,135	1,223	T
G106	0,075	0,094	0,982		G156	0,068	0,119	1,127	
G107	0,044	0,079	0,484		G157	0,084	0,131	1,533	T
G108	0,055	0,110	0,843		G158	0,057	0,104	0,826	
G109	0,054	0,095	0,715		G159	0,053	0,083	0,613	
G110	0,060	0,132	1,103		G160	0,073	0,108	1,098	
G111	0,065	0,126	1,141		G161	0,075	0,122	1,275	T
G112	0,074	0,102	1,052		G162	0,058	0,120	0,970	
G113	0,084	0,107	1,252	T	G163	0,095	0,105	1,390	T
G114	0,073	0,087	0,885		G164	0,052	0,096	0,696	
G115	0,090	0,112	1,404	T	G165	0,060	0,107	0,894	
G116	0,085	0,130	1,540	T	G166	0,060	0,098	0,819	
G117	0,072	0,112	1,124		G167	0,050	0,070	0,488	
G118	0,077	0,105	1,126		G168	0,058	0,082	0,663	
G119	0,078	0,121	1,315	T	G169	0,063	0,103	0,904	
G120	0,064	0,121	1,079		G170	0,071	0,112	1,108	
G121	0,073	0,086	0,875		G171	0,057	0,081	0,643	
G122	0,080	0,110	1,226	T	G172	0,079	0,059	0,649	
G123	0,062	0,104	0,898		G173	0,057	0,056	0,445	
G124	0,060	0,135	1,129		G174	0,058	0,096	0,776	
G125	0,093	0,168	2,177	T	G175	0,069	0,129	1,240	T
G126	0,070	0,145	1,414	T	G176	0,054	0,082	0,617	
G127	0,050	0,100	0,697		G177	0,047	0,097	0,635	
G128	0,065	0,105	0,951		G178	0,044	0,082	0,503	
G129	0,088	0,113	1,385	T	G179	0,055	0,077	0,590	
G130	0,098	0,171	2,335	T	G180	0,083	0,102	1,180	T
G131	0,059	0,105	0,863		G181	0,069	0,129	1,240	T
G132	0,085	0,112	1,326	T	G182	0,050	0,118	0,822	
G133	0,082	0,150	1,714	T	G183	0,068	0,110	1,042	
G134	0,076	0,132	1,398	T	G184	0,109	0,149	2,263	T
G135	0,074	0,128	1,320	T	G185	0,067	0,114	1,064	
G136	0,063	0,117	1,027		G186	0,082	0,138	1,577	T
G137	0,083	0,117	1,353	T	G187	0,044	0,115	0,705	
G138	0,068	0,129	1,222	T	G188	0,069	0,128	1,231	T
G139	0,108	0,134	2,016	T	G189	0,058	0,106	0,857	
G140	0,092	0,132	1,692	T	G190	0,069	0,122	1,173	T

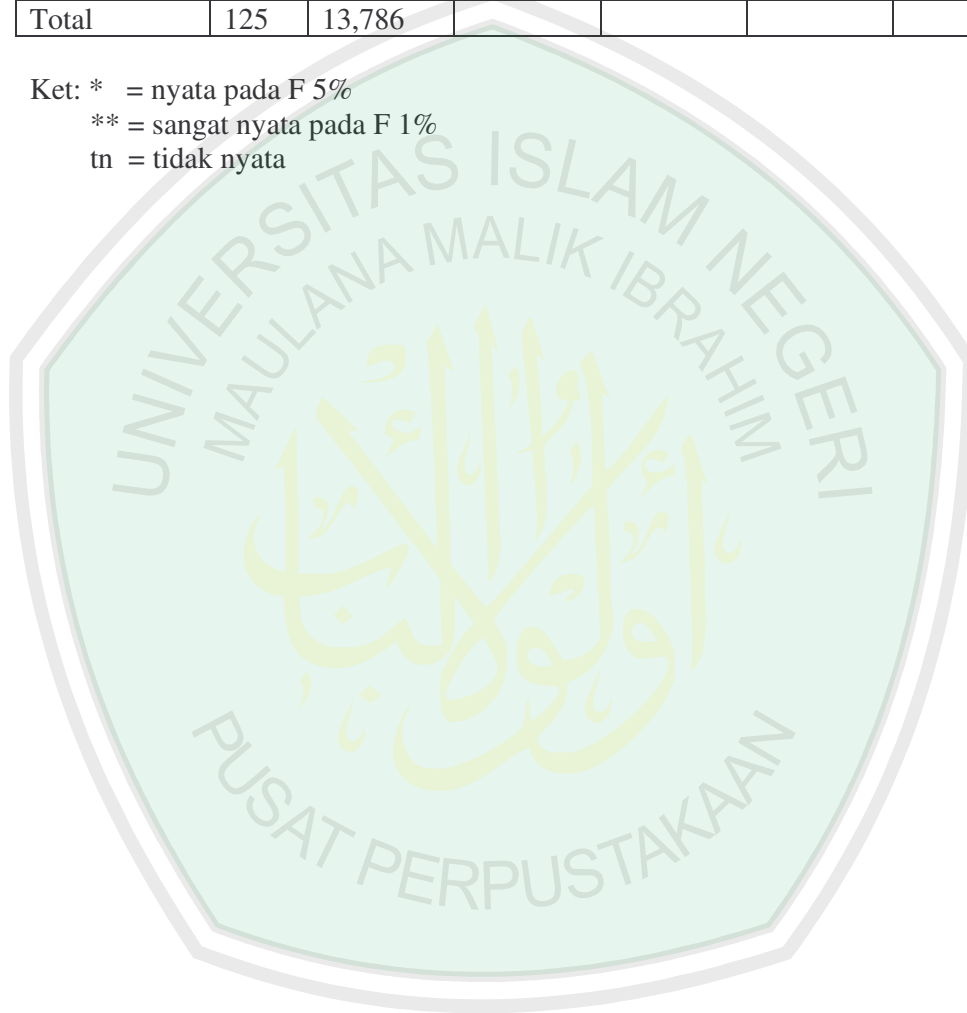
Lampiran 10. Analisis ragam pH pada periode recovery

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Umur (U)	6	3,807	0,635	8,934**	2,21	3,04
Genotipe (G)	5	3,267	0,653	9,200**	2,33	3,25
U*G	30	0,745	0,025	0,350tn	1,60	1,94
Galat	84	5,967	0,071			
Total	125	13,786				

Ket: * = nyata pada F 5%

** = sangat nyata pada F 1%

tn = tidak nyata



Lampiran 11. Analisis ragam perlakuan Fe dan genotipe

A. Umur 14 hst

Lampiran 11.A.1. Analisis ragam jumlah tanaman hidup pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	132,25	132,25	24,17**	4,26	7,82
genotipe	5	38,58	7,72	1,41 tn	2,62	3,90
F*G	5	38,58	7,72	1,41 tn	2,62	3,90
Galat	24	131,33	5,47			
Total	35	340,75				

Ket: * = nyata pada F 5%
 ** = sangat nyata pada F 1%
 tn = tidak nyata

Lampiran 11.A.2. Analisis ragam panjang akar pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	320,559	320,559	108,464**	4,26	7,82
genotipe	5	12,471	2,494	0,844 tn	2,62	3,90
F*G	5	11,491	2,298	0,778 tn	2,62	3,90
Galat	24	70,931	2,995			
Total	35	415,452				

Lampiran 11.A.3. Analisis ragam berat kering akar pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,0070	0,0070	138,769**	4,26	7,82
genotipe	5	0,00044	0,00009	1,749 tn	2,62	3,90
F*G	5	0,00016	0,00003	0,615 tn	2,62	3,90
Galat	24	0,00121	0,00005			
Total	35	0,00880				

Lampiran 11.A.4. Analisis ragam panjang hipokotil pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	1,006	1,006	3,537 tn	4,26	7,82
genotipe	5	9,191	1,838	6,461 **	2,62	3,90
F*G	5	0,989	0,197	0,693 tn	2,62	3,90
Galat	24	6,828	0,284			
Total	35	18,011				

Lampiran 11.A.5. Analisis ragam tinggi tanaman pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	442,197	442,197	191,393**	4,26	7,82
genotipe	5	53,534	10,707	4,634 **	2,62	3,90
F*G	5	70,570	14,114	6,109 **	2,62	3,90
Galat	24	55,450	2,310			
Total	35	621,751				

Lampiran 11.A.6. Analisis ragam berat kering tanaman pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,01554	0,01554	40,203**	4,26	7,82
genotipe	5	0,01200	0,00240	6,209**	2,62	3,90
F*G	5	0,00480	0,00096	2,484 tn	2,62	3,90
Galat	24	0,00928	0,00039			
Total	35	0,04162				

B. Umur 21 hst

Lampiran 11.B.1. Analisis ragam jumlah tanaman hidup pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	348,44	348,44	59,17**	4,26	7,82
genotipe	5	59,89	11,98	2,03 tn	2,62	3,90
F*G	5	59,89	11,98	2,03 tn	2,62	3,90
Galat	24	141,33	5,89			
Total	35	609,56				

Lampiran 11.B.2. Analisis ragam panjang akar pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	602,359	602,359	199,529**	4,26	7,82
genotipe	5	19,342	3,868	1,281 tn	2,62	3,90
F*G	5	26,720	5,344	1,770 tn	2,62	3,90
Galat	24	72,454	3,019			
Total	35	720,875				

Lampiran 11.B.3. Analisis ragam berat kering akar pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,01932	0,01932	214,413**	4,26	7,82
genotipe	5	0,00039	0,00008	0,863 tn	2,62	3,90
F*G	5	0,00024	0,00005	0,522 tn	2,62	3,90
Galat	24	0,00216	0,00009			
Total	35	0,02211				

Lampiran 11.B.4. Analisis ragam panjang hipokotil pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	2,425	2,425	15,784 **	4,26	7,82
genotipe	5	9,012	1,802	11,730**	2,62	3,90
F*G	5	0,776	0,155	1,010 tn	2,62	3,90
Galat	24	3,688	0,154			
Total	35	15,900				

Lampiran 11.B.5. Analisis ragam tinggi tanaman pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	549,184	549,184	295,394**	4,26	7,82
genotipe	5	83,790	16,758	9,014 **	2,62	3,90
F*G	5	35,539	7,108	3,823*	2,62	3,90
Galat	24	44,620	1,859			
Total	35	713,133				

Lampiran 11.B.6. Analisis ragam berat kering tanaman pada periode *recovery*

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,07840	0,07840	113,118**	4,26	7,82
genotipe	5	0,02497	0,00499	7,205**	2,62	3,90
F*G	5	0,00995	0,00199	2,871*	2,62	3,90
Galat	24	0,01663	0,00069			
Total	35	0,130				

Lampiran 12. Analisis ragam laju pertumbuhan umur 14-21 hst

Lampiran 12a. Analisis ragam laju pertumbuhan panjang akar umur 14-21 hst

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,00058	0,00058	0,990 tn	4,26	7,82
genotipe	5	0,00051	0,00010	0,171 tn	2,62	3,90
F*G	5	0,00084	0,00017	0,286 tn	2,62	3,90
Galat	24	0,01416	0,00059			
Total	35	0,01610				

Lampiran 12b. Analisis ragam laju pertumbuhan panjang hipokotil umur 14-21 hst

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,00090	0,00090	4,958*	4,26	7,82
genotipe	5	0,00089	0,00018	0,986 tn	2,62	3,90
F*G	5	0,00053	0,00011	0,583 tn	2,62	3,90
Galat	24	0,00436	0,00018			
Total	35	0,00668				

Lampiran 12c. Analisis ragam laju pertumbuhan tinggi tanaman umur 14-21 hst

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,00040	0,00040	1,824 tn	4,26	7,82
genotipe	5	0,00218	0,00044	1,987 tn	2,62	3,90
F*G	5	0,00360	0,00072	3,278 *	2,62	3,90
Galat	24	0,00526	0,00022			
Total	35	0,01144				

Lampiran 12d. Analisis ragam laju pertumbuhan berat kering akar umur 14-21 hst

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,00877	0,00877	8,498**	4,26	7,82
genotipe	5	0,01569	0,00314	3,039*	2,62	3,90
F*G	5	0,00952	0,00190	1,844 tn	2,62	3,90
Galat	24	0,02478	0,00103			
Total	35	0,05876				

Lampiran 12e. Analisis ragam laju pertumbuhan berat kering tanaman umur 14-21 hst

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Fe	1	0,00002	0,00002	0,006 tn	4,26	7,82
genotipe	5	0,05564	0,01113	3,305 *	2,62	3,90
F*G	5	0,06487	0,01297	3,853 *	2,62	3,90
Galat	24	0,08080	0,00337			
Total	35	0,201				

Lampiran 13. Gambar alat dan bahan yang dipakai dalam penelitian



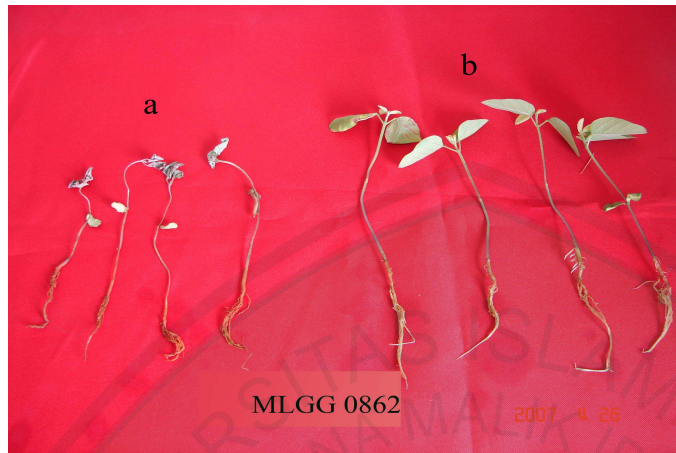
Lampiran 14. Gambar kondisi tanaman tanpa perlakuan cekaman (kontrol)



Lampiran 15. Gambar kondisi tanaman pada perlakuan cekaman (keracunan)



Lampiran 16. Genotipe MLGG 0862 pada kondisi keracunan dan kontrol (14 hst)



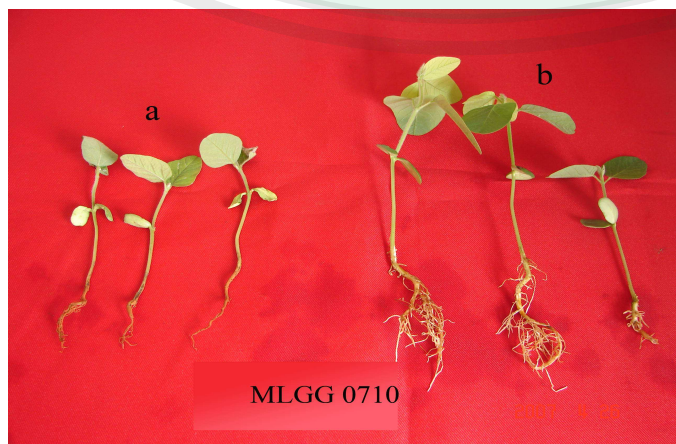
- a. Keracunan (tanaman mati, daun mengering dan menggulung, akar berwarna coklat)
- b. Kontrol (daun berwarna hijau, akar sekunder kurang berkembang)

Lampiran 17. Genotipe MLGG 0492 pada kondisi keracunan dan kontrol (14 hst)



- a. Keracunan (daun berwarna hijau, daun tidak menunjukkan gejala keracunan Fe, akar sekunder kurang berkembang)
- b. Kontrol (tanaman tumbuh normal, daun tetap hijau)

Lampiran 18. Genotipe MLGG 0710 pada kondisi keracunan dan kontrol (14 hst)



- a. Keracunan (daun berwarna hijau, akar sekunder kurang berkembang, pertumbuhan terhambat)
- b. Kontrol (tanaman tumbuh subur, akar berkembang sempurna, daun berwarna hijau)

Lampiran 19. Genotipe MLGG 0758 pada kondisi keracunan dan kontrol (14 hst)



a. Keracunan (tanaman mati, daun kering dan menggulung, akar berwarna coklat)
b. Kontrol (tanaman tumbuh subur daun berwarna hijau)

Lampiran 20. Gambar akar pada kondisi kontrol



Ket: akar berwarna putih, akar sekunder berkembang sempurna

Lampiran 21. Gambar akar pada kondisi keracunan



Ket: akar berwarna coklat, akar berkarat, tekstur akar lunak, mudah patah

