

**PENGARUH CEKAMAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) TERHADAP
PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS KEDELAI
(*Glycine max* (L) Merrill)**

SKRIPSI

Oleh :

NABILA FARAH DHIBA MUSLIM

NIM. 13620040



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2017

**PENGARUH CEKAMAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) TERHADAP
PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS KEDELAI
(*Glycine max* (L) Merrill)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Sains (S.Si)**

**Oleh :
NABILA FARAH DHIBA MUSLIM
NIM. 13620040**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

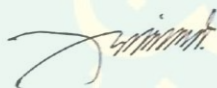
PENGARUH CEKAMAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
TERHADAP PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS KEDELAI
(*Glycine max* (L) Merrill)

SKRIPSI

Oleh:
NABILA FARAH DHIBA MUSLIM
NIM: 13620040

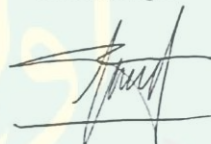
Telah disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

Pembimbing II



Mujahidin Ahmad, M.Sc
NIDT. 19860512 2016080 11060

Tanggal, 07 November 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



Romaidi, M. Si . . D. Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

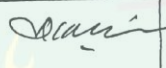
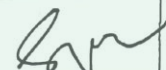
**PENGARUH CEKAMAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
TERHADAP PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS KEDELAI
(*Glycine max* (L.) Merrill)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

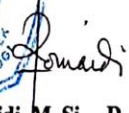
Tanggal, 07 November 2017

Susunan Dewan Penguji :

Penguji Utama :	<u>Dr. Eko Budi Minarno, M. Pd</u> NIP. 19630114 199903 1 001	
Ketua Penguji :	<u>Suyono, M. P</u> NIP. 19710622 200312 1 002	
Sekretaris Penguji :	<u>Dr. Evika Sandi Savitri, M.P</u> NIP. 19741018 200312 2 002	
Anggota Penguji :	<u>Mujahidin Ahmad, M.Sc</u> NIDT. 19860512 2016080 1 1060	

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Biologi




Romaidi, M. Si., D. Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabila Farah Dhiba Muslim

NIM : 13620040

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pengaruh Cekaman Logam Berat Timbal (Pb) terhadap
Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.)
Merril)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 7 November 2017

Yang membuat pernyataan,



Nabila Farah Dhiba Muslim
NIM. 13620040

MOTTO

“Ikhtiar, Tawakal, dan Lillah”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim....

Tak terasa saya sudah memasuki semester 9, bisa dibilang ini adalah semester akhir. Semua orang juga tau kalo tugas akhir seorang mahasiswa adalah menyusun sebuah karya yang bernama SKRIPSI. Skripsi menjadi suatu hal tersendiri yang penuh dengan perjuangan dalam dunia perkuliahan. Segala proses demi proses tersulit mungkin berpusat pada penyusunan skripsi ini. Dan alhamdulillah tugasku menyusun skripsi sudah sampai pada tahap sidang, yang insyaallah akan dilaksanakan..... Aku bersyukur dengan segala kemudahan yang Allah berikan dalam proses penyusunan skripsi ini.

Setiap skripsi pasti ada yang namanya Halaman Persembahan. Sebuah halaman yang berisi nama – nama orang terpenting dalam hidup orang yang mempunyai skripsi. Begitu juga dengan skripsiku. Boleh dong aku share sedikit isi dari halaman persembahan skripsiku.

Skripsi ini spesial kupersembahkan untuk :

1. Allah SWT, sampai saat ini aku masih sangat yakin dan percaya apa yang terjadi pada diriku ini semua atas kehendak-Mu. Terimakasih Tuhan telah Kau berikan kesempatan melewati suatu kehidupan dengan cara yang sangat indah seperti ini.
2. Ayah Bambang Hariyadi dan Mama Luluk Nurchasanah, aku bangga bisa diberi kesempatan hidup bersama kalian dalam satu ikatan keluarga. Aku diam selama ini bukan berarti aku tidak tahu perjuangan kalian untukku agar sampai seperti ini. Maaf bila selama ini aku hanya menjadi anak yang banyak memberi kesusahan dan sering menguras air mata kalian. Ini aku berikan untuk kalian ayah, mama. Terimakasih telah menjadi Ayah dan Mamah terhebat di dunia ini.
3. Kakak imel dan Adek Farhan betapa bahagianya aku bisa menjadi salah satu bagian dari kalian. Terimakasih atas segenap cinta, kasih sayang, semangat, nasihat juga kritikan yang tiada henti tergiang di gendang telingaku. Kalianlah tempatku pulan dikala aku susah,bingung dan

bahagia. Tak lupa kepada kak riska yang bersedia memberi tempat tinggal yang nyaman sehingga aku tidak bingung di kota rantau.

4. Tim “Skripsweet” yang selalu berjuang bersama yang selalu support dalam pengerjaan skripsi yang selalu bantuin dikala susah, senang tak lupa selalu bersama dalam suka maupun duka. Dimana tim hore ini yaitu Henita Silmi Khavata, Putri Nur Oktavia dan Novivi Ratnasari.
5. Biologi 13 Squad terimakasih yang tak terhingga kepada kalian yang dari pertama kenal sampai menjadi teman lebih dari teman sudah seperti saudara. Terimakasih kepada kalian betapa bahagia Allah telah mengenalkan kalian. Bersama – sama kita berjuang mengerjakan tugas bersama, menemani dikala suka duka, sampai pada akhirnya kita bisa lulus bersama. Semoga pertemanan dan persahabatan ini tak pernah berakhir sampai kapanpun.
6. Yang terakhir untukmu yang aku sayang yang aku cintai karena Allah yaitu Adrian Saputra, terimakasih kepada kamu yang turut ikut membantu skripsi ini dari awal nyusun proposal sampai pada akhirnya aku sidang. Terimakasih sudah selalu ngingetin skripsi engga ada capenya dia semangat aku, ngobrak ngabrik biar skripsi cepet kelar terimakasih.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Pengaruh Cekaman Logam Berat Timbal (Pb) terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine maax* (L.) Merrill)”** ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Abdul Haris, M.Ag, Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Romaidi, M.Si, D.Sc, selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Bapak Mujahidin Ahmad, M.Sc, selaku dosen pembimbing yang dengan penuh keikhlasan, dan kesabaran telah memberikan bimbingan, pengarahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Liliék Harianie, M.P., selaku dosen wali yang telah memberikan saran, nasehat dan dukungan sehingga penulisan skripsi dapat terselesaikan.
6. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd dan Suyono, M.P, selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga membantu terselesainya skripsi ini.
7. Seluruh dosen, Laboran Jurusan Biologi dan Staf Administrasi yang telah membantu dan memberikan kemudahan, terimakasih atas semua ilmu dan bimbingannya.
8. Kedua orang tuaku Ayah Bambang Hariyadi dan Ibu Luluk Nurchasanah, yang selalu memberikan do’a, semangat, serta motivasi kepada penulis sampai saat ini.

9. Teman – teman Biologi A sampai D, terimakasih telah menjadi bagian dari hidup ini. Kalian adalah sahabat dan keluarga yang selama 4 tahun berjuang bersama – sama menyelesaikan studi sampai memperoleh gelar S.Si.
10. Semua pihak yang ikut membantu dan memberikan dukungan baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi penulis khususnya, bagi para pembaca pada umumnya. Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala senantiasa memberikan ilmu yang bermanfaat dan melimpahkan Rahmat dan Ridho-Nya. Amin.

Malang, 7 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
مستخلص البحث.....	xxi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan.....	6
1.4. Hipotesis.....	7
1.5. Batasan Masalah.....	7
1.6. Manfaat Penelitian.....	8
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 9
2.1. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill).....	9
2.2. Kajian Keislaman	12
2.2.1. Kekuasaan Allah dalam Al-Qur'an.....	12
2.2.2. Larangan Merusak Lingkungan	13
2.3. Botani Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	15

2.3.1. Deskripsi Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	15
2.3.2. Morfologi Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	15
2.3.2.1. Akar	17
2.3.2.2. Daun	17
2.3.2.3. Batang	18
2.3.2.4. Bunga	19
2.3.2.5. Buah	19
2.3.2.6. Biji	20
2.4. Varietas Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	21
2.5. Fisiologi Pertumbuhan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	27
2.6. Timbal (Pb)	29
2.6.1. Karakteristik dan Sifat Timbal (Pb)	29
2.6.2. Toksisitas Logam Timbal (Pb)	32
2.6.3. Timbal pada Tanaman	34
2.6.4. Dampak Timbal (Pb) terhadap Morfologi dan Fisiologi Tumbuhan	39
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	43
3.2. Alat dan Bahan	43
3.2.1. Alat	43
3.2.2. Bahan	43
3.3. Rancangan Penelitian	44
3.4. Prosedur Penelitian	45
3.4.1. Persiapan media tanam	45
3.4.2. Penanaman Benih	46
3.4.3. Pemupukan	46
3.4.4. Pemberian Perlakuan	46
3.4.5. Pemeliharaan	48
3.5. Pengamatan untuk Pertumbuhan Kedelai	50
3.6. Analisis Data	53

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kajian Keislaman	54
4.2. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Tinggi Tanaman	56
4.2.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Tinggi Tanaman	56
4.2.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman	57
4.2.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman	59
4.3. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Daun.....	61
4.3.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Daun	62
4.3.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Daun.....	63
4.4. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Rata - Rata Luas Daun	64
4.4.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Rata-Rata Luas Daun	65
4.4.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Rata-Rata Luas Daun	66
4.5. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Kadar Klorofil	67
4.5.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Kadar Klorofil.....	67
4.5.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil	68
4.5.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil	69
4.6. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Bunga.....	71
4.6.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Bunga	72
4.6.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga.....	72

4.6.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga.....	74
4.7. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Kering Total Tanaman.....	76
4.7.1 Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Kering Total Tanaman	76
4.7.2 Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman.....	77
4.7.3 Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman.....	Error!
	Bookmark not defined.78
4.8. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Kering Akar	80
4.8.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Kering Akar.....	80
4.8.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar	81
4.8.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar	82
4.9. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Polong.....	84
4.9.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Polong	84
4.9.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong.....	85
4.9.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong.....	87
4.10. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Biji.....	88
4.10.1 Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Biji	89
4.10.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Biji	89
4.10.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi pb pada Berat Biji	90

4.11. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Kadar Timbal (Pb) dalam Biji.....	92
4.11.1. Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Kadar Timbal (Pb) dalam Biji.....	92
4.11.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji	94
4.11.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji	95
4.12. Indeks Sensitivitas Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) terhadap Kadar Pb.....	97
BAB V KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan.....	99
5.2. Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Diagram Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merril) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar.....	82
Gambar 4.2. Diagram Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merril) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Analisis Tanah sebagai Media Tanam pada Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill)	57
Tabel 4.2. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Tinggi Tanaman	58
Tabel 4.3. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman	60
Tabel 4.4. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman	62
Tabel 4.5. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Daun	63
Tabel 4.6. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Daun	65
Tabel 4.7. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Rata-rata Luas Daun	66
Tabel 4.8. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Rata-Rata Luas Daun	67
Tabel 4.9 Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Kadar Klorofil	68
Tabel 4.10. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil	70
Tabel 4.11. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil	72
Tabel 4.12. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Bunga	73
Tabel 4.13. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga	74
Tabel 4.14. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga	77
Tabel 4.15. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Kering Total Tanaman	79
Tabel 4.16. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman	80
Tabel 4.17. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman	81
Tabel 4.18. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Kering Akar	85
Tabel 4.19. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar	

Tabel 4.20. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Jumlah Polong.....	86
Tabel 4.21. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong	87
Tabel 4.22. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong	89
Tabel 4.23. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Berat Biji	90
Tabel 4.24. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Biji	91
Tabel 4.25. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Biji	92
Tabel 4.26. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) pada Kadar Pb dalam Biji	93
Tabel 4.27. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji	94
Tabel 4.28. Indeks Sensitivitas Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) terhadap Kadar Pb	96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill).....	109
Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill)	113
Lampiran 3. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut <i>Duncan</i>	119
Lampiran 4. Dokumentasi Pengamatan pada Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill)	140
Lampiran 5. Perhitungan Luas Daun Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill)	146
Lampiran 6. Perhitungan Indeks Sensitivitas Kadar Pb	148
Lampiran 7. Bukti Konsultasi	154

ABSTRAK

Nabila Farah Dhiba Muslim. 2017. Pengaruh Cekaman Logam Berat Timbal (Pb) terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Mujahidin Ahmad, M.Sc.

Kata kunci: Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill), Kadar Pb

Kedelai merupakan komoditas pangan yang belum dipenuhi permintaannya, sehingga pemerintah harus mengimpor kedelai. Konsumsi kedelai di Indonesia yang semakin meningkat pada setiap tahunnya dan penyediaan dalam negeri tidak mencukupi, menyebabkan pemerintah harus mengimpor kedelai dari luar. Kendala utama yang dihadapi untuk meningkatkan penyediaan kedelai yaitu adanya pencemaran lingkungan. Tanah yang digunakan untuk menanam tanaman kedelai dapat mengandung berbagai macam logam berat seperti timbal (Pb) yang berasal dari polusi udara, limbah pabrik serta pupuk kimia, beberapa penelitian terakhir mengindikasikan kandungan rata-rata Pb di dalam tanah adalah 10 $\mu\text{g/kg}$, seperti yang diketahui bahwa tanah juga mengandung unsur-unsur mikro seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), cadmium (Cd) dan lain-lain. Cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan kedelai pada lingkungan yang telah tercemar Pb adalah dengan menggunakan varietas kedelai yang toleran terhadap kadar Pb. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian konsentrasi Pb terhadap pertumbuhan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill), selain itu juga mengetahui beberapa varietas yang toleran terhadap kadar Pb yang diberikan dan mengetahui interaksi dan konsentrasi Pb yang menunjukkan adanya toleransi pada kadar Pb.

Penelitian ini menggunakan RAL dengan 2 faktor yaitu varietas kedelai (Anjasromo, Dena 1, dan Gema) dengan konsentrasi Pb (0, 50, 100, dan 150 ppm) dengan 12 kombinasi perlakuan dan 3 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA, kemudian dilakukan uji lanjut dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas kedelai tidak ada yang toleran terhadap kadar Pb. Konsentrasi Pb antara 50-150 ppm menyebabkan penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, rata-rata luas daun, kadar klorofil, jumlah bunga, jumlah polong, berat kering total tanaman, berat kering akar, dan berat biji pada tanaman kedelai. Interaksi varietas Dena 1 dengan konsentrasi 50 ppm pada berat biji menunjukkan toleransi kadar Pb.

ABSTRACT

Nabila Farah Dhiba Muslim. 2017. The Effect of Heavy Metal Plublum (Pb) Stress on Some Soybean(*Glycine max* (L.) Merril) varieties. Skripsi. Department of Biologi faculty of Sains and technology State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Counselor : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P and Mujahidin Ahmad, M.Sc.

Key Words: Soybean (*Glycine max* (L.) Merril) varieties, levels Pb

Soybean is food commodities that unfulfilled, so the government should export soybean. Soybean consumption is increasing every year in Indonesia and domestic supply was insufficient, so the government should export soybean. The main obstacles faced to increase provision soybean is the existence of environmental pollution. The soil used to plant soybean contain heavy metal like lead(Pb), comes from air pollution, factory waste, and chemical fertilizers. Some recent research indicates some content Pb in soil is 10 $\mu\text{g/kg}$. as it is know soil contain micro elements such as Plublum(Pb), copper(Cu), cadmium(Cd) etc. The best way to increase soybean availability in polluted environments is use soybean varieties that are tolerant to Pb levels. The purpose of this study was to determine the effect of Pb concentration on the growth of some soybean varieties, and to know some varieties that are tolerant to Pb levels given and to know the interaction and concentration of Pb which shows the tolerance at Pb.

This research used RAL with 2 Factors ie soybean varieties(Anjasgoro, Dena 1, and Gema) and level Pb (0, 50, 100, and 150 ppm) with 12 treatment combination and 3 replications. The data obtained were analyzed with ANOVA, then continued test with DMRT(Duncan Multiple Range Test) with 5% significance levels.

The result showed that soybean varieties were not tolerant to Pb levels. Concentration of Pb between 50-150 ppm causes the decrease of plant height, number of leave, the average leaf area, the chlorophyll content, the number of flowers, the number of pods, the total dry weight of the plant, the dry weigh of the roots and the seed weigh of the soybean plant. The interaction of Dena 1 varieties with concentration of 50 ppm on seed weigh showed tolerance of Pb content.

مستخلص البحث

نبل فرح دحب مسلم. ٢٠١٧. تأثير الضغوط المعادن الثقيلة تمبل (Pb) للمتنوعة صويا (Glycine max (L.) Merrill) البحث الجامعي. قسم الحياة كليت العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشريف: افيك سندي سفيري الماجستير, محادين أحمد الماجستير.

الكلمات الأساسية: متنوعة صويا (Glycine max (L.) Merrill), محتوى تمبل

الصويا هو شكل من سلعة طعام الذي لم يستوف طلبه, لذلك وجب على لإمارة للإستيراد صويا. مقطوعة صويا في الإندونيسيا أخذ في الأزداد كل سنة و تخضيري في البلاد ناقص, يسبب إمارة يجيب لأن إستيراد صويا من خارج البلاد. كان السباب الرئيسي يأتي لتزيد صويا يأتي وجود التلوث الحي. كان الأرض الذي لزراع صويا احتواء المعادن الثقيلة كتتمبل المتنوعة من تلوث الحوي, نفاية المصنع و السمدة الكيماوية, بعضالأبحاث الحديثة دلالة علي المحتوى pb في الداخل الأرض هو 10 g/kg $\mu\text{g/kg}$, كما عرفنا أن الأرض لها عنصر صغير كتتمبل, نحاس, الكاد ميوم , و غيرها. كان الطريقة لتعظيم مخزون صويا في البيئة التي قد ملوث pb هو بالإستعمال متنوعة التسميح صويا محتوى Pb. كان محجة من هذه بحث هي لتعريف تأثير بشارة تركيز Pb في إزداد قليلا من متنوعة صويا (Glycine max (L.) Merrill), و الآخر لتعريف قليلا من المتسامح متنوعة محتوى Pb التي يعطي و يعرف تعامل و تركيز Pb و هذا يشير الوجود تأثير محتوى Pb.

كان هذه بحث تستعمل RAL با عواملان يعني متنوعة صويا (Anjasromo, Dena 1, danGema) بتركيز (0, 50, 100, 150 ppm) Pb با اثني عشر تركيبتا العلاج و ثلاثة التكرار. تم تحليل البيانات التيتمالحصول عليها با ANOVA, ثم مزيدنا الاختبار معالاختبار DMRT (Duncan Multiple Range Test) بمستوي كبير 5%.

نتيجة البحث يشير أن متنوعة صويا لا شيء متسامح إلى محتوى Pb. تركيز Pb بين 50-150 ppm يسبب على تنزيل إرتفاع النبات, عدد الأوراق, متوسط مساحة الورقة, محتوي الكلوروفيل, مبلغ الفائدة, عدد القرونو, مجموع الوزن الجاف للمحطة, الوزن الجاف للجدور, و وزنا البذور علم محصول لولا صويا. تفاعلا لأصناف Dena 1 بتركيز 50 ppm على وزن البذور يشير إلى مستويات التسميح Pb.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup ciptaan Allah yang memiliki banyak sekali manfaat. Kehidupan di dunia ini tidak lengkap rasanya jika tidak ada tumbuhan. Ayat di dalam Al-Qur'an menunjukkan adanya tanda-tanda akan keagungan dan kekuasaan Allah SWT dari dunia tumbuhan. Tumbuhan tersebut banyak mengandung manfaat yang dapat kita gunakan diantaranya sebagai bahan makanan pokok. Salah satu ayat di dalam Al-Qur'an yang menerangkan tentang tumbuhan terdapat pada Al-Qur'an surat Al-An'am ayat 95 yang berbunyi :

﴿ إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى ^ط يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ^ج ذَلِكُمْ اللَّهُ فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ ﴾

Artinya : “ Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buahbuahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, Maka mengapa kamu masih berpaling? ” (QS. Al-An'am 6 : 95).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang berasal dari butir biji dan buah-buahan. Biji-biji yang kecil tersebut akan tumbuh menjadi berbagai macam jenis dan buah-buahan dalam segala bentuk, warna, bau dan rasa (Fathurrahman, 2008). Kekuatan Allah dalam tumbuh-tumbuhan terlihat pada modifikasi tumbuhan itu sesuai dengan kondisi lingkungan. Pasya (2004) menyatakan bahwa kelompok tumbuhan itu sebagian besarnya adalah tumbuhan pangan satu diantaranya adalah kedelai.

Kalimat *innaallahaa koolikulhabbi wannawaa* menurut Fathurrahman (2008) memiliki makna “*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan*” yakni jenis bermacam-macam tumbuhan dan biji buah-buahan. Kata *Al-kolaku* mempunyai arti membelah biji buah-buahan yang mati, lalu mengeluarkan daun yang hijau darinya. Seperti halnya dengan tumbuh-tumbuhan. Lalu, dari daun yang hijau itu Dia mengeluarkan butir tumbuh-tumbuhan yang mati dan biji buah-buahan. Ini juga merupakan makna Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Demikian yang diriwayatkan dari Hasan dan Qatadah.

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) merupakan tanaman kacang-kacangan yang sangat diminati dan penting di Indonesia, karena kedelai memiliki kadar protein tinggi sekitar 10 – 30% protein yang dibutuhkan oleh manusia untuk bahan pangan. Rukmana (2000), menyatakan bahwa dalam 100 gr biji kedelai mengandung 31% kalori, 34,9% protein, 18,1% lemak, 34% karbohidrat, dan 10% air. Oleh karena itu kedelai layak digunakan sebagai bahan makanan manusia yang dapat di olah menjadi tahu, tempe, kecap, taoco dan minyak nabati. Siburian (2013) menambahkan bahwa kedelai juga dimanfaatkan sebagai bahan baku industri serta pakan ternak.

Konsumsi kedelai di Indonesia pada setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan sesuai dengan pertambahan penduduk. Akan tetapi kenaikan konsumsi ini tidak dapat diikuti oleh produksi dalam negeri, sehingga harus mengimpor dari luar. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015 produksi kedelai tahun 2015 diperkirakan sebanyak 982.97 ribu ton biji kering,

meningkat sebanyak 27.97 ribu ton (2.93%) dibandingkan tahun 2014. Akan tetapi peningkatan ini masih belum bisa memenuhi kebutuhan karena menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2015), Indonesia pada bulan Januari-Desember 2014 masih melakukan impor kedelai dan kedelai ini memberikan kontribusi cukup besar yakni mencapai US\$ 3.37 milyar yang didominasi oleh kedelai segar. Dengan demikian menyebabkan defisit sebesar US\$ 3.32 milyar, yang merupakan defisit terbesar pada sub sektor tanaman pangan.

Kendala utama yang dihadapi untuk meningkatkan penyediaan kedelai di Indonesia satu diantaranya disebabkan oleh adanya pencemaran lingkungan. Air untuk irigasi pertanian dapat berasal dari air permukaan sungai dan danau. Semestara itu, beberapa penelitian terakhir mengidentifikasikan sebagian besar sungai utama di Jawa Timur telah tercemar oleh limbah industri maupun limbah domestik, satu diantaranya tercemar oleh logam berat Pb (timbal). Meningkatnya limbah Pb ini berpotensi cukup besar untuk mencemari lingkungan, baik lingkungan air maupun tanah. sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Fitriyah (2013) bahwa sungai di Surabaya yang merupakan bagian dari sungai Brantas yang mengalir mulai dari Bendungan Lengkong Baru dan bermuara di pintu air Jagir mengandung logam berat timbal (Pb) dalam air antara 0,37-100 ppm melebihi ambang baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah 0,01 ppm dan pada sedimen antara 27,58-77,29 mg/kg massa kering, sedangkan dalam kegiatan pertanian logam berat Pb juga banyak terkandung dalam pupuk, pestisida, fungisida dan herbisida (Filotheou, 2001). Penggunaan pupuk dan pestisida dalam menopang peningkatan produk pertanian maupun perkebunan

telah banyak membantu untuk meningkatkan produksi pertanian, tetapi apabila penggunaannya melebihi batas dapat meningkatkan kandungan logam berat Pb yang termasuk dalam bahan beracun dan berbahaya (Charlena, 2004). Usaha-usaha peningkatan hasil produksi pada pertanian dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Penggunaan pupuk kimia merupakan sumber pencemaran logam berat bagi tanaman khususnya kedelai. Menurut Charlena (2004), kandungan Pb pada pupuk kompos adalah 1,3-2240 $\mu\text{g/kg}$. Seperti yang diketahui juga bahwa tanah mengandung unsur-unsur mikro seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), cadmium (Cd) dan lain-lain. Charlena (2004) juga menambahkan kandungan rata-rata Pb secara alamiah di tanah adalah 10 $\mu\text{g/kg}$. Logam berat Pb juga termasuk kedalam logam berat non esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tanaman dan pada tingkat tertentu pula akan menjadi logam beracun bagi tumbuhan.

Pb (Plumbum) merupakan logam transisi golongan IV A (Kundari, 2008), dimana Pb termasuk kedalam logam berat non esensial yang keberadaannya juga dibutuhkan oleh tanaman dan dalam jumlah tertentu juga dapat beracun terhadap tanaman (Charlena, 2004). Pb dibutuhkan tanaman dalam jumlah sekitar 1-10 ppm (Alloway, 1995). Pb berperan penting bagi tanaman sebagai aktivator dan membawa beberapa enzim, serta berperan dalam berjalannya proses fotosintesis dan pembentukan klorofil (Dasamuka, 2010). Akan tetapi, apabila Pb tersedia dalam konsentrasi berlebihan sekitar 30-200 ppm akan mengganggu dan menghambat pertumbuhan tanaman khususnya kedelai sebagai toksisitas Pb (Alloway, 1995).

Kadar Pb yang tinggi pada tanaman mengakibatkan terganggunya pembelahan sel, rusaknya jaringan dinding sel dan terhambatnya pertumbuhan akar dan tunas (Rosidah, 2014) sehingga tanaman tumbuh kerdil, percabangan terbatas, akar menebal dan berwarna gelap (Goldsmith, 2005). Moustakas (1997) menambahkan bahwa efek fitotoksik dari Pb meliputi penghambatan fotosintesis dan akibatnya mengurangi produktivitas tanaman kedelai.

Tanaman kedelai dapat ditingkatkan produktivitasnya meskipun pada lahan-lahan yang tercemar logam berat Pb. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara penggunaan varietas kedelai yang toleran terhadap logam berat Pb. Menurut Trustinah (2014) penggunaan varietas toleran merupakan suatu cara pengendalian yang murah, mudah dan aman terhadap lingkungan. Varietas kedelai sangat beragam dan setiap varietas memiliki sifat yang berbeda. Perbedaan sifat yang dimiliki oleh setiap varietas kedelai memungkinkan adanya perbedaan dalam hal ketahanannya terhadap kadar Pb yang tinggi. Akan tetapi, penelitian mengenai varietas kedelai yang toleran terhadap kadar Pb yang tinggi masih jarang dilakukan. Beberapa penelitian tentang kadar Pb yang tinggi telah dibahas pada tanaman kangkung, kacang tolo dan jagung. Kohar (2010) melaporkan kandungan Pb dalam tanaman kangkung menghambat pertumbuhan pada akar kangkung. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Kurniawansyah (1999) menyatakan bahwa pertumbuhan jagung menurun seiring dengan peningkatan kadar Pb, sedangkan Kurnia (2004) menunjukkan bahwa efek timbal terhadap tanaman kacang tolo mengakibatkan akumulasi timbal pada akar dan daun.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kadar Pb terhadap pertumbuhan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan menguji varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang toleran terhadap kadar Pb. Adapun varietas kedelai yang akan diuji meliputi varietas Anjasmoro, Dena 1 dan Gema yang belum diketahui sifat ketahanan terhadap pencemaran logam berat Pb. Ketiga varietas tersebut merupakan varietas unggul yang dilepas oleh Menteri Pertanian berdasarkan SK Mentan No. 537/Kpts/TP.240/10/2001, 1248/Kpts/SR 120/12/2014, dan 5039/Kpts/SR.120/12/2011. Varietas Anjasmoro memiliki ketahanan terhadap penyakit karat daun dengan daya hasil 2,03-2,25t/ha, varietas Dena 1 memiliki ketahanan terhadap penyakit karat daun dan ulat grayak dengan daya hasil 2,9 t/ha, dan varietas Gema memiliki ketahanan terhadap penyakit virus daun CMMV dan moderat penyakit karat dengan daya hasil 3,06 t/ha (Balitkabi,2016).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah konsentrasi Pb berpengaruh terhadap pertumbuhan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.)Merril)?
2. Manakahh varietas kedelai (*Glycine max* (L.)Merril) yang toleran terhadap kadar Pb?
3. Apakah interaksi varietas dan konsentrasi Pb menunjukkan adanya toleransi pada kadar Pb?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui konsentrasi Pb yang berpengaruh terhadap pertumbuhan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).
2. Mengetahui varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang toleran terhadap kadar Pb.
3. Mengetahui interaksi varietas dan konsentrasi Pb yang menunjukkan adanya toleransi pada kadar Pb.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh kadar Pb terhadap pertumbuhan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.)Merril).

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Benih kedelai (*Glycine max* (L.)Merril) diperoleh dari Balai Penelitian Aneka Kacang dan Umbi (BALITKABI) di Jl. Raya Kendalpayak km 8, Malang.
2. Varietas kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah Anjasmoro, Dena 1, dan Gema yang belum diketahui sifat ketahanan terhadap Pb dan sering ditanam oleh petani.
3. Konsentrasi Pb yang digunakan adalah 0 (kontrol), 50, 100, dan 150 ppm dengan 3 kali ulangan tiap perlakuan.
4. Penelitian ini dilaksanakan di *Greenhouse* Universitas Negeri Malang.

5. Tanah diperoleh dari bekas perladangan kacang-kacangan di Desa Banjarejo, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang.
6. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, kadar klorofil, luas daun, jumlah bunga, jumlah polong, berat kering total tanaman, berat kering akar, berat biji tanaman, kadar Pb dalam biji, skoring pertumbuhan tanaman kedelai terhadap toleransi kadar Pb.
7. Kedelai varietas tertentu dikatakan toleran apabila nilai indeks sensitivitas kadar Pb adalah $< 0,5$ dari pengamatan pada parameter berat kering akar, berat kering total tanaman, kadar klorofil, jumlah bunga, jumlah polong, dan berat biji.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan dan informasi dalam bidang ilmu biologi tentang pengaruh kadar Pb terhadap pertumbuhan beberapa varietas kedelai.
2. Mendapatkan varietas kedelai yang toleran terhadap kadar Pb sehingga petani dapat meningkatkan hasil produksi kedelai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Setiap tanaman memiliki syarat atau kriteria tertentu untuk dapat tumbuh subur ketika ditanam pada suatu lahan. Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dapat tumbuh subur apabila ditanam pada lingkungan yang memenuhi syarat tumbuh apabila ditanam pada lingkungan yang memenuhi syarat tumbuh yang sesuai. Adapun syarat tumbuh tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang perlu diperhatikan mencakup keadaan iklim dan tanah, sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al-A'raaf ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۖ وَالَّذِي خَبَتْ 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 (QS. Al-A'raaf 58).

Menurut tafsir Al Aisar, surat Al-A'raaf ayat 58 memuat sebuah pemisalan yang diberikan Allah bagi hamba yang mukmin dan yang kafir, setelah Allah sebelumnya menjelaskan kekuasaannya yaitu menghidupkan kembali orang yang telah mati. "Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah..." yaitu setelah Allah menurunkan air padanya. Ini adalah perumpamaan bagi orang mukmin yang hatinya hidup lagi baik, apabila mendengar ayat yang diturunkan, imannya bertambah dan amal shalihnya bertambah baik. "Dan tanah yang tidak subur..." yaitu tanah yang buruk dan berkrikil. Menurut Al Jazairi (2007), ketika hujan turun tanamantanamannya hanya tumbuh tidak terawat, merana, tidak subur, susah, dan tidak bagus. Ini adalah perumpamaan orang-orang kafir ketika mendengar ayat-ayat Al-Qur'an, mereka mau menerimanya tidak memberikan manfaat bagi sikap dan tindakannya, ia tidak berbuat baik dan tidak juga meninggalkan yang buruk.

Selain itu, di antara makna ayat tersebut juga diartikan bahwasanya tanah memiliki karakteristik yang berbeda-beda, dimana terdapat tanah yang subur dan juga tidak subur. Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik jika tanahnya subur, karena tanah merupakan salah satu syarat tumbuh utama bagi pertumbuhan tanaman. Tanah yang subur ialah tanah yang cukup mengandung nutrisi bagi tanaman maupun mikro organisme, dan dari segi fisika, kimia, dan biologi memenuhi untuk pertumbuhan. Segi fisika dilihat dari tekstur tanah yang juga menentukan tingkat kesuburan tanah yang berhubungan dengan hal-hal seperti kapasitas menahan air, kecepatan infiltrasi, porositas, serta pergerakan air dan udara dalam tanah (Soedarmo dan Djojoprawiro, 1986).

Syarat tumbuh tanah dalam segi kimia mencakup kebutuhan unsur hara makro yang meliputi Ca, Mg, K, N, P, dan S, dan unsur hara mikro terdiri dari Fe, Mn, Bo, Cu, Zn, dan Cl yang masing-masing jumlah kebutuhannya tidak sama dan diperlukan untuk pertumbuhan tanaman (Salisbury, 1992). Selain itu, dari segi biologi terdapat peranan dari mikroba yang tidak kalah penting dalam kaitannya dengan peningkatan ketersediaan hara yang berfungsi untuk mempercepat dekomposisi bahan organik dan sebagai pemacu tingkat kelarutan senyawa anorganik yang tidak tersedia menjadi bentuk tersedia. Sedangkan tanah yang tidak subur, tidak mempunyai potensi untuk menumbuhkan tanaman dengan baik sehingga tanaman-tanamannya hanya akan tumbuh merana. Menurut Setiadi (2001), tanah tidak subur adalah tanah yang sedikit mengandung mineral atau hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Kedelai juga dapat tumbuh di tempat yang berhawa panas, di tempat-tempat yang terbuka dan bercurah hujan 1000-4000 mm per bulan. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di daerah ketinggian 100-500 m dpl (Septiatin, 2008). Menurut Rukmi (2011), keadaan iklim yang ideal untuk tanaman kedelai adalah daerah yang bersuhu antara 28-35 °C dengan kelembapan udara 65%, curah hujan antara 300-400 mm per bulan dan cukup mendapatkan sinar matahari. Sarwanto (2008), menambahkan hujan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman kedelai terhambat dan produksinya rendah.

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) dapat tumbuh hampir pada semua jenis tanah yang banyak mengandung bahan organik, dengan drainase yang baik. Suhaeni (2007), mengatakan bahwa kedelai sebenarnya dapat ditanam pada berbagai macam jenis tanah, tetapi dapat tumbuh baik pada tanah yang struktur keasaman pH antara 5,8-7. Perlu diperhatikan bahwa kedelai tidak tahan terhadap genangan air. Tanah yang baru ditanami kedelai sebaiknya diberi bakteri rhizobium agar dapat tumbuh dengan subur dan memuaskan. Rhizobium sendiri dapat berasal dari tanah yang mengandung kapur dan bekas di tanami padi. Kedelai juga dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah asal drainase dan aerasi tanahnya cukup baik. Hakim (2012), menambahkan adapun tanah-tanah yang cocok dalam penanaman kedelai yaitu alluvial, regosol, grumusol, latosol, dan andosol. Kadar keasaman pH tanah yang sesuai dengan pertumbuhan tanaman kedelai antara 5,0-7,0 (Septiatin, 2008). Harjadi (1994), menambahkan tanah dengan pH yang lebih besar dari 7,0 akan mengakibatkan klorosis, tanaman akan

menjadi kerdil dan daunnya menguning. Sebaliknya pada tanah yang kadar pH kurang dari 5,0 dapat menyebabkan keracunan pada tanaman kedelai.

2.2 Kajian Keislaman

2.2.1. Kekuasaan Allah dalam Al-Qur'an

Al-Quran telah menjelaskan tentang kekuasaan Allah yang benar-benar nyata didunia, termasuk diciptakannya manusia, tumbuhan dan hewan serta dibinasakannya semua makhluk yang Allah pernah ciptakan. Misalnya pada tanaman kedelai.

Tanaman biji-bijian seperti kedelai merupakan tanaman yang diciptakan oleh Allah untuk keperluan manusia dan binatang. Tanaman kedelai dapat di manfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan dan lain-lain. Sebagaimana firman Allah yang terdapat dalam surat Yaasin ayat 33 yang berbunyi :

وَأَيُّهُمْ أَلَّاَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya: *Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupan bumi itu dan kami keluarkan dari padanya biji-bijian, maka dari padanya mereka makan (QS. Yaasin: 33).*

Menurut tafsir Al-Qurthubi dalam surat Yaasin 33, Allah memberikan peringatan kepada mereka dengan ini atas dihidupkannya yang mati. Allah juga mengingatkan kepada mereka tauhid-Nya dan sempurnanya kekuasaan-Nya, yaitu Allah menghidupkan tanah yang mati dengan menumbuhkan tanaman dan mengeluarkan biji-bijian darinya atau dari biji-bijian itu mereka makan (Al-Qurthubi, 2008).

Berdasarkan surat yasin ayat 33, Allah menjelaskan kepada manusia atas kekuasaan Allah yang berada di muka bumi. Bahwasanya Allah menciptakan biji-bijian yang subur di muka bumi untuk dikonsumsi, dimana pada awal mulanya bumi ini mati namun Allah tumbuhkan biji-bijian sebagai bahan makanan seperti halnya kedelai. Kedelai merupakan biji yang nantinya dapat dikonsumsi oleh manusia sebagai bahan pangan seperti tahu, tempe, dan juga kecap. Siburian (2013), menjelaskan bahwa kedelai merupakan tanaman kacang-kacangan yang sangat diminati dan penting di Indonesia, karena kedelai memiliki kadar protein tinggi sekitar 10-30% yang dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk bahan pangan. Rukmana (2000) juga mengatakan bahwa dalam 100 gr biji kedelai mengandung 31% kalori, 34,9% protein, 18,1% lemak, 34% karbohidrat, dan 10% air. Oleh karena itu kedelai layak digunakan sebagai bahan makanan manusia yang dapat diolah menjadi tahu, tempe, kecap, taoco dan minyak nabati. Selain itu kedelai juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri serta pakan ternak.

2.2.2. Larangan Merusak Lingkungan dalam Al-Qur'an

Al-Quran telah menjelaskan tentang larangan untuk berbuat kerusakan, termasuk kegiatan industri maupun pertanian secara berlebihan yang khususnya menghasilkan limbah Pb. Sebagaimana firman Allah dalam surat Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ



Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik (QS. Al-A’raf: 56).

Bagian awal ayat di atas menjelaskan bahwa manusia dilarang melakukan kerusakan di muka bumi setelah Allah membuat kemaslahatan dengan menciptakan hal-hal yang bermanfaat dan menunjukkan kepada manusia bagaimana cara mengeksploitasi bumi dan memanfaatkannya, dengan menundukkan bumi itu kepada manusia (Al-Maraghi, 1993).

Berdasarkan surat Al-A’raf ayat 56, Allah melarang manusia untuk berbuat kerusakan di bumi. Aktivitas manusia yang berhubungan dengan lingkungan harus sangat diperhatikan. Manusia sebagai kholifah di bumi sebaiknya selalu menjaga dan merawat bumi dengan baik sehingga terdapat keseimbangan di dalamnya. Kegiatan yang dapat mencemari lingkungan sebaiknya harus sangat diminimalisir seperti kegiatan industri dan pertanian secara berlebihan yang salah satunya dapat menghasilkan limbah Pb. Limbah Pb sangat berbahaya, tidak hanya bagi tumbuhan melainkan juga berdampak pada kesehatan manusia. Cemaran logam Pb pada bahan pangan pada awalnya terjadi karena penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan. Darmono (1995) menjelaskan bahwa gejala keracunan Pb adalah sakit perut, mual, muntah, diare, dan anemia serta beberapa kasus yang parah dapat menyebabkan gagal ginjal dan kematian, sedangkan pada tumbuhan, Pb merupakan salah satu unsur mikro yang non-esensial dimana dibutuhkan dalam konsentrasi rendah dan pada konsentrasi yang tinggi dapat beracun sehingga pertumbuhannya terhambat. Mengel dan Kirkby (1982) menjelaskan

bahwa keracunan tanaman oleh Pb ditandai dengan pertumbuhan tanaman yang lambat, terutama pada akar, dan klorosis.

2.2.3. Kerusakan di Muka Bumi

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya : *“Telah tampak kerusakan di darat dan dilaut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar)”* (QS. Ar-Ruum : 41).

Menurut tafsir al-qarni menegaskan bahwa kerusakan di muka bumi tidak lain karena ulah manusia itu sendiri yaitu melakukan peperangan di luar koridor syariat Allah. dalam peperangan itu manusia membunuh manusia yang oleh Allah dilindungi hak hidupnya, bahkan merusak segala tatanan alam yang ada (Al-Qarni, 2007).

Timbulnya kerusakan baik di darat maupun di laut, adalah sebagai akibat dari perbuatan manusia itu sendiri. Karena merekalah yang ditugaskan Tuhan untuk mengurus bumi ini. Mereka mempunyai inisiatif dan daya kreatif. Sedangkan segala makhluk, selain manusia yang ada di permukaan bumi ini bergerak hanya menurut tabiat dan instinknya yang telah, ditetapkan Allah kepadanya, mereka tidak mempunyai inisiatif (naluri) daya upaya selain dari instink itu. Karena itu segala makhluk selain manusia, keadaannya tetap sejak dulu kala sampai sekarang. Mereka tidak mengalami perubahan. Hanya manusia sendirilah yang hidup bermasyarakat dan mempunyai kebebasan. Mereka mempunyai akal dan berkebudayaan. Kebudayaan manusia itu makin lama makin maju sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Sesuai dengan perkembangan itu, perkembangan persenjataan, dari alat yang sangat sederhana sampai kepada bom atom neutron yang mutakhir ini, maju pula. Alat persenjataan itu maju karena

adanya perselisihan dan pertentangan yang hebat antara orang dengan orang lainnya, atau antara golongan dengan golongan lainnya, atau antara negara dengan negara lainnya. Perselisihan timbul karena adanya penyelewengan, perbedaan pendapat, baik dalam pergaulan atau dalam akidah, seperti kedurhakaan kepada Allah SWT, dusta, korupsi, manipulasi, khianat, tidak mempunyai pendirian dan lain-lain sebagainya yang memenuhi dunia dan manusia dengan kejelekan dan keburukan.

2.3. Botani Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.)Merril)

2.3.1. Deskripsi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.)Merril)

Menurut Sharma (1993), tanaman kedelai diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledoneae

Ordo : Rosales

Famili : Leguminosae

Sub Famili : Papilionoideae

Genus : *Glycine*

Species : (*Glycine max* (L.) Merril)

2.3.2. Morfologi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.)Merril)

Menurut Lamina (1989), kedelai merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lembut, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar 10-200 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung dari

kultivar dan lingkungan hidupnya. Kultivar berdaun lebar dapat memberikan hasil biji yang lebih tinggi karena mampu menyerap sinar matahari yang lebih banyak jika dibandingkan dengan berdaun sempit. Menurut Poehlman and Sleper (1995), menyatakan bahwa kultivar kedelai memiliki bunga bergerombol yang terdiri atas 3-15 bunga yang tersusun pada ketiak daun. Karakteristik bunganya seperti famili legum lainnya, yaitu corolla (mahkota bunga) terdiri atas 5 petal yang menutupi sebuah pistil dan 10 stamen (benang sari). 9 stamen berkembang membentuk seludang yang mengelilingi putik, sedangkan stamen yang kesepuluh terpisah bebas.

Menurut (Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Kedelai, 1985), Kedelai merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lebat, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar antara 10 sampai 200 cm, dan dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung kultivar dan lingkungan hidup. Daun pertama yang keluar dari buku sebelah atas kotiledon berupa daun tunggal berbentuk sederhana dan letaknya bersebrangan. Daun-daun yang terbentuk kemudian adalah daun bertiga dan letaknya berselang-seling. Adakalanya terdapat daun dengan empat anak daun. Batang, polong dan daun ditumbuhi bulu berwarna abu-abu atau coklat, namun terdapat pula tanaman yang tidak berbulu. Pertumbuhan batang dapat dibedakan dalam tipe determinat, tipe indeterminat dan tipe semi indeterminat yang masing-masing memiliki sifat yang khas.

Morfologi tanaman kedelai ini didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, daun, batang, bunga, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal (Irwan, 2006).

2.3.2.1. Akar

Sistem perakaran pada kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu, kedelai juga sering kali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Pada umumnya, akar adventif terjadi karena cekaman tertentu (Adisarwanto, 2005).

Akar kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) mulai muncul dari belahan kulit biji di sekitar misofil. Bakal akar kemudian tumbuh dengan cepat di dalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri atas dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan hipokotil yang cepat. Menurut Adie dan Krisnawati (2007), menambahkan bahwa struktur akar kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) terdiri atas akar lembaga, akar tunggang dan akar cabang yang berupa akar rambut. Perakaran kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) mampu melakukan penetrasi ke dalam tanah sehingga pada kedalaman kurang lebih 1,5 m, terutama pada tanah yang kaya akan unsur hara.

2.3.2.2. Daun

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (1995), daun kedelai mempunyai ciri-ciri antara lain helai daun (lamina) oval dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (*trifoliolatus*). Daun ini berfungsi sebagai alat untuk proses asimilasi, respirasi dan transpirasi.

Terdapat dua fase pada daun tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill yaitu, fase kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berkecambah dan daun bertangkai tiga (*trifoliate leaves*) yang tumbuh setelah masa pertumbuhan. Menurut (Hidayat, 1985), morfologi daun kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu yang berbentuk bulat oval dan lancip. Faktor genetik mempengaruhi bentuk daun tersebut. Daun kedelai juga mempunyai bulu yang berwarna cerah, panjang bulunya bisa mencapai 1 mm dengan lebar 0,0025 mm. Kepadatan bulu bervariasi tergantung jenis varietas.

2.3.2.3. Batang

Menurut Lamina (1989), batang kedelai berasal dari poros janin sedangkan bagian atas berakhir dengan epikotil yang amat pendek dan hipokotil merupakan bagian batang kecambah. Bagian batang kecambah di bagian atas kotiledon adalah epikotil. Kedelai berbatang semak dengan tinggi 30-100 cm. Batang dapat membentuk 3-6 cabang (tergantung jarak tanam).

Pertumbuhan batang tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dibedakan menjadi dua jenis, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Keberadaan bunga pada pucuk batang yang menjadikannya perbedaan. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi ketika tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun meskipun tanaman sudah mulai berbunga. Jumlah buku batang tipe indeterminate pada dasarnya lebih banyak dibandingkan dengan batang determinate. Cabang akan muncul di organ batang tanaman, dimana jumlahnya tergantung dari jenis varietas dan kondisi lingkungan

sekitar, tetapi ada juga varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merril yang tidak memiliki cabang. Selain itu jarak tanam juga bisa mempengaruhi jumlah cabang, bila jarak tanam dirapatkan maka jumlah

2.3.2.4. Bunga

Kedelai mulai berbunga antara umur 30-50 hari, tergantung dari kultivar dan iklim. Semakin pendek penyinaran dan semakin tinggi suhu udaranya, maka akan semakin cepat berbunga. Bunga kedelai termasuk bunga sempurna, karena memiliki alat perhiasan bunga dan alat reproduksi secara lengkap. Bunganya berbentuk kupu-kupu, berwarna ungu atau putih, dan muncul diketiak daun. Bunga ini umumnya menyerbuk sendiri, karena penyerbukan terjadi sebelum bunga mekar. Setelah penyerbukan, maka bunga akan berkembang menjadi buah (Najiyati dan Danarti, 1992).

Measen dan Somaatmadja (1993), menyatakan bahwa bunga kedelai (*Glycine max* (L.) Merril adalah bunga sempurna, artinya bunga kedelai (*Glycine max* (L.) Merril mempunyai alat jantan dan betina. Penyerbukan terjadi saat mahkota bunga masih tertutup sehingga kemungkinan kawin silang alami sangat kecil. Letak bunga ada pada ruas-ruas batang, berwarna violet atau putih, dan sekitar 60% bunga gugur sebelum membentuk polong.

2.3.2.5. Buah

Polong adalah bentuk buah dari tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merril. Setiap tanaman kedelai bisa menghasilkan 100-250 polong. Polong kedelai berbulu dan berwarna kuning kecoklatan. Selama proses pematang buah, polong yang pertamanya berwarna hijau akan berubah menjadi kehitaman. Jumlah polong

pertanaman tergantung dari jenis varietas, kesuburan tanah dan jarak tanam yang digunakan (Adie dan Krisnawati, 2007).

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (1995), kedelai juga disebut dengan polong yang tersusun dalam rangkaian buah. Setiap polong kedelai berisi antara 1-4 biji. Jumlah polong per tanaman tergantung pada varietas kedelai, kesuburan tanah, dan jarak tanam yang digunakan. Kedelai yang ditanam pada tanah yang subur pada umumnya dapat menghasilkan antara 100-200 polong per pohon.

Panjang polong antara 2-7 cm, warna polong kuning kelabu, coklat, atau hitam. Polong kedelai mempunyai bulu yang berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Umur masak polong tergantung dari kultivar dan lingkungan tumbuh tanaman (Lamina, 1989).

2.3.2.6. Biji

Setiap tanaman memiliki syarat atau kriteria tertentu untuk dapat tumbuh subur ketika ditanam pada suatu lahan. Biji kedelai umumnya berbentuk bulat atau bulat pipih sampai bulat lonjong. Warna kulit biji bervariasi antara lain kuning, hijau, coklat, atau hitam. Ukuran biji berkisar antara 6-30 gram/100 biji (Rukmana dan Yuniarsih, 1995).

Menurut Adisarwanto (2005), biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan janin (embrio). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut dengan pusr (hilum) yang berwarna coklat, hitam atau putih. Pada ujung hilum terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada saat proses pembentukan biji.

Lamina (1989), menambahkan bahwa biji kedelai mempunyai keping dua dan terbungkus oleh kulit bij (testa) serta tidak mengandung jaringan endosperma. Embrio terletak diantara keping biji. Biji kedelai mampu menyerap air cukup banyak sehingga menyebabkan beratnya menjadi dua kali lipat. Sifat biji keras dan daya serap air tergantung pada ketebalan kulit. Biji kedelai yang kering akan berkecambah apabila memperoleh air yang cukup.

Kotiledon merupakan bagian terbesar dari biji, yang berisi cadangan makanan yang mengandung lemak dan protein serta berguna untuk pertumbuhan awal tanaman.

2.4. Varietas Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Suatu populasi tanaman apabila diperhatikan dan dicermati, akan terlihat bahwa setiap individu tanaman memiliki perbedaan antara tanaman yang satu dengan tanaman yang lain berdasarkan sifat yang dimiliki. Keragaman sifat individu setiap populasi tanaman tersebut dinamakan keragaman (Mangoendidjojo, 2003).

Keragaman tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan serta interaksi keduanya. Keragaman yang terjadi karena adanya pengaruh lingkungan sering disebut sebagai *non-heritable variation* atau keragaman yang tidak diturunkan. Keragaman yang timbul karena faktor genetik dinamakan *heritable variation* atau keragaman yang diturunkan. Variasi genetik dapat terjadi karena adanya percampuran materi pemuliaan, rekombinasi genetik sebagai akibat adanya persilangan-persilangan, adanya mutasi ataupun poliploidisasi (Mangoendidjojo, 2003). Ragam lingkungan terjadi karena sifat yang muncul

akibat adanya faktor lingkungan seperti kesuburan tanah, iklim, kelembapan, suhu dan lain-lain.

Genotipe dengan keragaman relatif terbaik pada semua lokasi dapat diseleksi sebagai genotipe yang berpenampilan stabil. Genotipe stabil adalah genotipe yang memiliki peringkat sama pada berbagai kondisi lingkungan dan tidak memberikan respons terhadap perlakuan (stabil statis atau stabilitas biologis) (Kang 2002 dalam Sumertajaya 2005). Genotipe spesifik adalah genotipe yang hanya memberikan respons yang baik terhadap kondisi lingkungan tertentu yang dalam interaksi biplot AMMI model 2 adalah genotipe yang berada paling dekat dengan lengah kurva (Sumertajaya 2005).

Keragaman genetik tersebut menjadikan adanya perbedaan sifat pada setiap varietas kacang hijau. Hal tersebut memungkinkan adanya varietas kacang hijau yang tahan terhadap cekaman lingkungan yang disebabkan oleh faktor abiotik. Penggunaan varietas tahan merupakan satu diantara cara pengendalian yang murah, mudah, dan aman terhadap lingkungan. Pembentukan varietas kacang hijau selain untuk tujuan produktivitas juga untuk mengantisipasi perubahan lingkungan seperti umur genjah, masak serempak, ketahanan terhadap hama penyakit, dan toleransi terhadap cekaman kekeringan atau salinitas (Trustinah, 2014).

Varietas adalah sekelompok tanaman dari suatu jenis atau spesies yang ditandai oleh bentuk dan pertumbuhan tanaman, daun, bunga, buah, biji, dan ekspresi karakter atau kombinasi genotipe. Secara botani varietas dapat diartikan suatu populasi tanaman dalam satu spesies yang menunjukkan ciri morfologi yang

jelas (Ampnir, 2011). Ayu (2013), menambahkan bahwa varietas kedelai mempunyai jumlah yang sangat banyak dan memiliki sifat yang beragam baik mengenai potensi produksi, daya adaptasi terhadap lingkungan, tipe pertumbuhan, bentuk dan ukuran biji, warna biji, umur panen, dan tinggi tanaman.

Varietas berperan penting dalam produksi kedelai, karena untuk mencapai hasil yang tinggi sangat ditentukan oleh potensi genetik. Potensi hasil di lapangan dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik dengan pengolahan kondisi lingkungan. Bila pengolahan lingkungan tumbuh tidak dilakukan dengan baik, maka potensi hasil yang tinggi dari varietas unggul tersebut tidak dapat tercapai (Marliah, 2012). Marliah (2012), juga mengatakan bahwa varietas unggul yang beredar di masyarakat, diantaranya varietas gobongan dan anjasmore. Dimana varietas grobongan memiliki potensi hasil 2,7 t/ha, dan bobot biji 18 g/100 biji, umur panen 76 hari. Varietas anjasmore memiliki potensi hasil 2,25 t/h, dengan bobot biji 16 g/100 biji, dengan umur panen 83-93 hari.

Varietas kedelai yang ditanam di indonesia pada mulanya berasal dari luar negeri (introduksi), diantaranya mendatangkan dari jepang, taiwan, kolumbia, amerika serikat dan filiphina. Varietas-varietas kedelai introduksi pada umumnya kurang cocok ditanam di indonesia, karena faktor perbedaan panjang hari dan suhu. Meskipun demikian, melalui serangkaian penelitian yang berkesinambungan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Tanaman Pangan, dapat dihasilkan berbagai varietas kedelai yang dapat beradaptasi di indonesia. Disamping itu juga dihasilkan varietas-varietas unggul baru.

Introduksi dan pelepasan varietas unggul kedelai di Indonesia telah dimulai sejak tahun 1918. Pada tahun tersebut Indonesia mengintroduksi varietas kedelai No. 16, 27, dan 29. Namun pelepasan varietas unggul baru dirilis tahun 1945, yaitu varietas “Wakashima”. Introduksi berbagai varietas kedelai terus dilakukan untuk menambahkan sumber genetik (plasma nutfah) di dalam negeri sebagai bahan pemuliaan tanaman, termasuk perakitan varietas unggul. Seperti yang diketahui juga bahwa varietas sangat berperan penting dalam produksi serta perkembangan kedelai, dimana kedelai di Indonesia memiliki banyak beragam varietas yang telah dikembangkan dalam bidang pertanian serta produksi diantaranya adalah varietas anjasmoro, gema, dan dena 1.

Marlia, Hidayat dan Husna (2012), juga mengatakan varietas berperan penting dalam menentukan produksi kedelai. Dimana potensi hasil di lapangan dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik dengan pengelolaan kondisi lingkungan. Bila pengelolaan lingkungan tumbuh tidak dilakukan dengan baik, maka potensi hasil yang tinggi dari varietas unggul tersebut tidak dapat tercapai. Berdasarkan dengan varietas yang digunakan di dalam penelitian dimana terdapat 3 varietas yang didapat dari Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (BALITKABI) pada tanaman kedelai ini. Dimana ketiga dari varietas tersebut salah satunya adalah varietas Anjasmoro, Ginting (2008), mengatakan benih kedelai varietas Anjasmoro merupakan varietas unggul berbiji besar yang sering digunakan oleh produsen tempe. Karena mutu tempe yang diperoleh sama dengan mutu tempe yang berasal dari kedelai impor. Selain hal itu varietas anjasmoro ini juga merupakan varietas kedelai yang diberikan perlakuan pemuliaan

menggunakan tanaman tertua atau sumber plasma nutfah yang berasal dari brazil dan argentina.

Pertanaman kedelai varietas Anjasmore yang dibudidayakan untuk pembenihan bersertifikat memiliki daya tumbuh baik, yaitu melebihi 90%. Dimana tingkat kemurniaan tanaman hingga stadium generatif dinilai tinggi oleh BSPB wilayah jawa tengah. Biji kedelai yang dihasilkan dari varietas Anjasmore ini adalah 815 kg dari beberapa varietas unggul yang diperagakan, dimana varietas yang disukai petani adalah varietas Anjasmore, sinabung, tanggamus, kedelai hitam 2, dan ijen (Yulianto, 2010). Ditambahkan oleh Marlia, Hidayat dan Husna (2012), bahwa varietas unggul yang beredar di masyarakat, diantaranya varietas Anjasmore dan Dering-1. Varietas Anjasmore memiliki potensi hasil 2,25 t/h, tahan rebah, polong tidak mudah pecah, resisten terhadap penyakit karat daun, berpotensi ditanam pada lahan kering dan ukuran biji besar 14,815,3 g/100 biji, umur berbunga 35-40 hari, umur panen 83-93 hari, tinggi tanaman 64-68 cm.

Varietas kedua adalah Dena 1 dengan banyaknya kebutuhan akan kedelai di Indonesia sendiri banyak memunculkan varietas kedelai unggul agar dapat mendongkrak produksi kedelai dalam negeri seperti halnya varietas Dena 1 tersebut. BPP Sungai Abang (2014), menyatakan indonesia memiliki 84 varietas unggul kedelai yang cocok ditanam di beberapa wilayah indonesia, mulai dari sawah, lahan kering masam (tanah marjinal), lahan pasang surut, ataupun hutan. Karena semua varietas unggul itu dapat dibudidayakan di lahan yang sesuai jika ingin memperluas serta mendongkrak produksi kedelai dalam negeri. Balitkabi

(2009), menyatakan bahwa varietas Dena 1 merupakan varietas kedelai yang toleran pada naungan sehingga cocok ditanam secara tumpangasari di perkebunan atau hutan. Selain hal itu varietas Dena 1 ini juga merupakan varietas kedelai yang unggul dan baru diluncurkan karena sifatnya yang toleran terhadap naungan. Varietas Dena 1 ini memiliki tipe tumbuh determinit dan tinggi tanaman sekitar 59 cm. Potensi hasil hingga 2,89 t/ha dengan rata-rata hasil 1,69 t/ha. Bentuk biji varietas dena 1 ini adalah lonjong dan ukuran biji tergolong besar (bobot 100 biji antara 11,07-16,06 g). Kandungan protein dan lemak beturut-turut adalah 36,67% dan 18,81% (basis kering). Umur masak varietas dena 1 adalah 78 hari serta varietas ini mempunyai keunggulan tahan terhadap penyakit karat.

Varietas yang ketiga yaitu varietas Gema. Varietas Gema ini berasal dari galur harapan Shr/W-60 hasil dari persilangan varietas wilis dengan kedelai introduksi dari jepang shirome. Varietas gema ini mempunyai masa panen yang lebih pendek dibandingkan dengan kedelai pada umumnya, karena varietas Gema dapat dipanen pada umur 73 hari setelah tanam. Maka dari itu varietas ini disebut dengan varietas kedelai yang super genjah. Balitkabi (2011), menyatakan kedelai varietas Gema mempunyai daya hasil yang tinggi yaitu 3,06 ton/hektar dan produksi rata-rata mencapai 2,47 ton/hektar jauh lebih tinggi dari varietas Burangrang yang mencapai 2,2 ton/hektar dan varietas Wilis yaitu 2,30 ton/hektar. Potensi hasil yang tinggi dari varietas Gema ini didukung oleh berat 100 biji yang mencapai 11,90 gram, dimana varietas Gema ini juga mempunyai warna biji kuning muda dan tinggi tanaman rata-rata hanya 55 cm. Varietas Gema ini juga untuk bahan baku dalam pembuatan tahu karena varietas Gema

mempunyai rendemen tahu yang tinggi, bahkan lebih tinggi dari rendemen tahu kedelai impor yang selama ini menjadi sumber bahan baku industri tahu ditanah air.

Varietas Gema ini juga dapat dikembangkan di daerah-daerah dengan curah hujan yang terbatas. Selain itu varietas gema juga dapat dibudidayakan pada musim kemarau kedua (MK2). Adanya varietas Gema ini dapat memberikan solusi bagi peningkatan produksi kedelai tanah air yang selama ini masih tergantung dengan importasi kedelai dari luar negeri. Dengan umur sangat pendek dan produktivitas tinggi, pengembangan kedelai varietas Gema ini secara luas dapat berpotensi menjadi pendorong peningkatan produksi kedelai nasional.

2.5. Fisiologi Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Fase pertumbuhan tanaman kedelai terdiri dari fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif kacang hijau terjadi pada umur 0-35 hari setelah tanam, dan dilanjutkan dengan fase generatif. Selama fase vegetatif tanaman telah mengalami beberapa perkembangan mulai dari perkecambahan, penambahan jumlah daun, peningkatan tinggi tanaman yang diikuti dengan penambahan jumlah jumlah buku dan peningkatan bobot tanaman. Pada masa vegetatif, tanaman belum menghasilkan bunga (Tursinah, 1993 dalam Madurita, 2004). Fase generatif ditandai dengan adanya perkembangan dan pembentukan kuncup bunga dan buah (Harjadi, 1996).

Cahaya matahari merupakan sumber energi dasar yang dibutuhkan bagi pertumbuhan kedelai dalam proses fotosintesis. Fotosintesis tanaman dapat berjalan dengan baik apabila tanaman mendapatkan penyinaran sinar matahari

yang cukup. Fotosintesis merupakan proses biokimia untuk memproduksi energi terpakai (nutrisi), dimana karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O) dibawah pengaruh cahaya diubah ke dalam persenyawaan organik yang berisi karbon dan kaya energi. Fotosintesis merupakan cara asimilasi karbon karena dalam fotosintesis karbon bebas dari CO₂ diikat (difiksasi) menjadi gula sebagai molekul penyimpan energi. Reaksi dalam fotosintesis yang menghasilkan glukosa adalah sebagai berikut (Pertamawati, 2010) :



Glukosa digunakan untuk membentuk senyawa organik lain seperti selulosa dan dapat digunakan sebagai bahan bakar. Proses ini berlangsung melalui respirasi seluler. Reaksi yang terjadi pada respirasi seluler secara umum berkebalikan dengan persamaan di atas. Pada respirasi, gula (glukosa) dan senyawa lain akan bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan karbon dioksida, air, dan energi kimia (Pertamawati, 2010).

Proses fotosintesis terjadi pada bagian tertentu dari organ tumbuhan. Organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis adalah daun. Tumbuhan menangkap cahaya menggunakan pigmen yang disebut klorofil yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Klorofil terdapat dalam organel yang disebut kloroplas, dimana fotosintesis berlangsung tepatnya pada bagian stroma. Meskipun seluruh bagian tubuh tumbuhan yang berwarna hijau mengandung kloroplas, namun sebagian besar energi dihasilkan di daun (Pertamawati, 2010). Penyinaran yang terjadi pada tanaman tidak hanya mempengaruhi proses fotosintesis. Penyinaran juga mempengaruhi daya serap tanaman terhadap air. Tanaman yang berdaun lebar dan

terkena sinar matahari secara terus menerus akan membutuhkan banyak air, begitu pula sebaliknya (Chusing, 1975).

Timbal (Pb) memiliki berbagai fungsi bagi tanaman diantara fungsi tersebut, terdapat fungsi Pb yang paling penting. Dasamuka (2010) menjelaskan fungsi penting timbal pada tanaman yaitu sebagai aktivator dan membawa beberapa enzim. Agustina (2004) menambahkan bahwa logam Pb juga dibutuhkan oleh tumbuhan untuk proses metabolisme, diantaranya sebagai transfer elektron pada fotosintesis dan kofaktor beberapa enzim.

2.6. Timbal (Pb)

2.6.1. Karakteristik dan Sifat Timbal

Pengertian Timbal (Pb) adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat, memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal (Pb) merupakan jenis logam berat yang bersifat toksik apabila terakumulasi oleh tubuh, konsentrasi Pb di udara dari tahun ketahun mengalami peningkatan. Asap yang berasal dari cerobong pabrik sampai pada knalpot kendaraan telah melepaskan Pb ke udara (Palar, 2004).

Timbal (Pb) juga merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007).

Darmono (2009), menambahkan Timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia. Pb merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 327,5 °C dan titik didih 1,740 °C pada tekanan atmosfer. Timbal juga secara alamiah terdapat dalam jumlah kecil pada batubatuan penguapan lava, tanah dan tumbuhan. Timbal komersial dihasilkan melalui penambangan, peleburan, pengilangan dan pengolahan ulang sekunder. Pencemaran lingkungan oleh timbal kebanyakan berasal dari aktivitas manusia yang mengekstraksi dan mengeksploitasi logam tersebut. Timbal digunakan untuk berbagai kegunaan terutama sebagai bahan perpipaan, bahan aditif untuk bensin, baterai, pigmen dan amunisi.

Timbal mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Dimana titik leleh timbal adalah 1740°C dan memiliki masa jenis 11,34 g/cm³ (Widowati, 2008). Palar (1994), juga mengungkapkan bahwa logam Pb pada suhu 500-600 °C dapat menguap dan membentuk oksigen di udara dalam bentuk timbal oksida (Pbo). Brass & Strauss (1981), mengatakan timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenik, dan dapat menyebabkan mutasi terurai dalam jangka waktu yang lama dan toksisitasnya tidak dapat berubah.

Pb dapat mencemari udara, air, tanah, tumbuhan, hewan, bahkan manusia. Masuknya Pb ke tubuh manusia dapat melalui makanan dari tumbuhan yang biasa

dikonsumsi manusia seperti padi, teh, dan sayur-sayuran, serta kacang-kacangan seperti halnya kedelai. Logam Pb terdapat di perairan baik secara alamiah maupun sebagai dampak dari aktivitas manusia. Logam ini masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu, proses korofikasi dari batuan mineral juga merupakan salah satu jalur masuknya sumber Pb ke perairan (Palar, 1994).

Timbal (Pb) merupakan logam yang bersifat neurotoksin yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia ataupun hewan, sehingga bahayanya terhadap tubuh semakin meningkat (Kusnoputranto, 2006). Bahan aditif yang biasanya dimasukkan kedalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil-Pb 18% tetraetilklorida, 18% tetraetilbromida dan sekitar 2% campuran tambahan dari bahan-bahan yang lain. Jumlah senyawa Pb yang jauh lebih besar dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain dan tidak terbakar musnahnya dalam peristiwa pembakaran pada mesin menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap pembuangan kendaraan menjadi tinggi. Melalui buangan mesin tersebut unsur Pb terlepas ke udara, sebagian diantaranya akan terbentuk partikel di udara bebas dengan unsur-unsur lain, sedangkan sebagian lainnya akan menempel dan diserap oleh daun tumbuh-tumbuhan yang ada disepanjang jalan (Palar, 2004).

Logam berat Pb termasuk salah satu golongan logam berat non-esensial sehingga jika masuk ke dalam tubuh organisme hidup akan dapat bersifat racun. Logam berat Pb selain memberi dampak kerdil terhadap pertumbuhan tanaman, berpengaruh juga terhadap manusia salah satunya dapat menyebabkan iritasi

terhadap mata, gangguan pernafasan khususnya kerusakan paru-paru, dan lain-lain (Zahroh, 2006).

2.6.2. Toksisitas Logam Timbal

Berdasarkan toksisitasnya, logam berat digolongkan ke dalam tiga golongan, yaitu (Connel and Miller, 1995) :

1. Hg, Cd, Pb, As, Cu, dan Zn yang mempunyai sifat toksik yang tinggi.
2. Cr, Ni dan Co yang mempunyai sifat toksik menengah.
3. Mn dan Fe yang mempunyai sifat toksik rendah.

Toksisitas logam berat sangat dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi lingkungan. Beberapa kasus kondisi lingkungan tersebut dapat mengubah laju absorpsi logam serta dapat juga mengubah kondisi fisiologis yang mengakibatkan berbahayanya pengaruh logam khususnya pada tanaman. Akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia yang terjadi secara terus menerus juga dapat mengakibatkan anemia, kemandulan serta penyakit ginjal bahkan kematian.

Menurut Effendi (2003), menyatakan perairan timbal di temukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kelarutan timbal cukup rendah sehingga kadar timbal dalam air relatif sedikit. Bahan bakar yang mengandung timbal juga memberikan kontribusi yang berarti bagi keberadaan timbal dalam air.

Timbal (Pb) secara alami banyak ditemukan dan tersebar luas pada bebatuan dan lapisan kerak bumi. Di perairan logam Pb ditemukan dalam bentuk Pb^{2+} , $PbOH^+$, $PbHCO_3$, $PbSO_4$, dan $PbCO^+$ (Perkins, 1977). Pb^{2+} perairan bersifat stabil dan lebih mendominasi dibandingkan dengan Pb^+ (Gesamp, 1985). Masuknya

logam Pb ke dalam perairan melalui proses pengendapan yang berasal dari aktivitas di darat seperti industri, rumah tangga, erosi, jatuhnya partikel-partikel dari sisa proses pembakaran yang mengandung tetraetil Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam, dan buangan sisa industri baterai (Palar, 1994).

Soepardi (1983), menjelaskan bahwa timbal (Pb) tidak akan larut ke dalam tanah jika tanah tidak masam. Pengapuran tanah mengurangi ketersediaan timbal (Pb) dan penyerapan oleh tanaman. Timbal akan diendapkan sebagai hidroksida fosfat dan karbonat.

Sudarmaji, dkk (2006), juga mengatakan bahwa secara alami Pb juga ditemukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001-0,001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tumbuh-tumbuhan termasuk sayur-mayur dan padi-padian dapat mengandung Pb, penelitian yang dilakukan di USA kadarnya berkisar antara 0,1-1,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat kering. Logam berat Pb yang berasal dari tambang dapat berubah menjadi PbS (galena), PbCO_3 (*cerusite*) dan PbSO_4 (*anglesite*). Galena merupakan sumber utama Pb yang berasal dari pertambangan sumber daya mineral. Kandungan Pb total pada tanah pertanian berkisar antara 2-200 ppm. Kadar unsur Pb yang tersedia dalam tanah sangat rendah, tetapi dibutuhkan tanaman dalam jumlah sangat sedikit. Hasil analisis jaringan tanaman (rerumputan) pada masa pertumbuhan aktif menunjukkan bahwa kandungan Pb berkisar dari 0,3-1,5 mg/kg bahan kering (Alloway, dan Ayres, 1997).

2.6.3. Timbal (Pb) Pada Tanaman

Kerusakan karena pencemaran dapat terjadi karena adanya akumulasi bahan toksik dalam tubuh tumbuhan, perubahan pH, peningkatan atau penurunan

aktivitas enzim, rendahnya kandungan asam askorbat didaun, tertekannya fotosintesis, peningkatan respirasi, produksi bahan kering rendah, perubahan permeabilitas, terganggunya keseimbangan air dan penurunan kesuburannya dalam waktu yang lama. Gangguan metabolisme berkembang menjadi kerusakan kronis dengan konsekuensi tak beraturan. Tumbuhan akan berkurang produktivitasnya dan kualitas hasilnya juga rendah (Sitompul dan Guritno, 1995).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pencemaran mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan produksi tanaman serta diikuti dengan gejala yang tampak (*visible symptoms*). Kerusakan tanaman karena pencemaran berawal dari tingkat biokimia (gangguan proses fotosintesis, respirasi, serta biosintesis protein dan lemak), selanjutnya tingkat ultrastruktural (disorganisasi sel membran), kemudian tingkat sel (dinding sel, mesofil, pecahnya inti sel) dan diakhiri dengan terlihatnya gejala pada jaringan daun seperti klorosis dan nekrosis (Malhotra and Khan, 1984).

Tanaman yang tumbuh didaerah dengan tingkat pencemaran tinggi dapat mengalami berbagai gangguan pertumbuhan serta rawan akan berbagai penyakit, antara lain klorosis nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis (Fatoba and Emem, 2008). Menurut Gothberg (2008), tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu, selanjutnya berakibat pada berkurangnya hasil produksi sari suatu tumbuhan. (Kurnia, 2004) menambahkan kerusakan tanaman akibat terpapar Pb juga menyebabkan pertumbuhan dan penampilan tanaman yang tidak

optimal, berupa terjadinya nekrosis, klorosis dan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut menyebabkan penampilan tanaman yang tidak estesis. Kemampuan tanaman mereduksi Pb sangat bervariasi menurut jenisnya.

Faktor yang dapat mempengaruhi kadar timbal dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan timbal, kadar timbal dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Dua jalan masuknya timbal ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun. Setelah timbal masuk ke dalam tumbuhan akan diikat oleh membran sel, mitokondria dan kloroplas, sehingga menyebabkan kerusakan fisik yaitu terdapat bercak pada daun dan menyebabkan daun menguning. Kerusakan lainnya yang ditemukan juga dapat berupa penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat, atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Hutagalung, 1982).

Timbal merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologi. Sumber utama timbal adalah makanan dan minuman. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan. Timbal menunjukkan beracun pada sistem saraf, *hemetologic*, *hemetotoxic* dan mempengaruhi kerja ginjal. Rekomendasi WHO, logam berat Pb dapat ditoleransi dalam seminggu dengan takaran 50 mg/kg berat badan untuk dewasa dan 25 mg/kg berat badan untuk bayi dan anak-anak. Mobilitas timbal di tanah dan tumbuhan cenderung lambat dengan kadar normal pada tumbuhan berkisar 0,5-3 ppm.

Timbal sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman, yaitu daun, batang, akar dan umbi-umbian (bawang merah). Perpindahan timbal dari tanah ke

tanaman tergantung komposisi dan pH tanah. Konsentrasi timbal yang tinggi (100-1000 mg/kg) akan mengakibatkan pengaruh toksik pada proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman (Charlena, 2004).

Keberadaan unsur logam pada tanah dapat terjadi karena berbagai hal yaitu penggunaan bahan agrokimia (pupuk, pestisida, dan fungisida), polusi (asap kendaraan bermotor), penggunaan bahan bakar minyak, pupuk organik, buangan limbah rumah tangga, industri, dan pertambangan sehingga terjadi kontaminasi logam-logam pada tanah dan tumbuh-tumbuhan (Alloway dan Ayres, 1997).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar timbal dalam tanaman yaitu jangka waktu tanaman kontak dengan timbal, kadar timbal dalam tanah, morfologi dan fisiologi tanaman, umur tanaman dan faktor yang mempengaruhi areal seperti halnya banyaknya tanaman penutup serta jenis tanaman di sekeliling tanaman tersebut. Dua jalan masuknya timbal ke dalam tanaman yaitu, melalui akar dan daun. Setelah itu timbal akan masuk ke sistem tanaman yang akan diikat oleh membran-membran sel, mitokondria dan kloroplas. Bahkan pencemaran dapat menyebabkan terjadinya kerusakan fisik pada tanaman, dimana kerusakan tersembunyi dapat berupa penurunan kemampuan tanaman dalam menyerap air, kemudian pertumbuhan yang lambat atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Hutagalung dan Jalaluddin, 1982).

Keberadaan timbal di dalam tanah dapat berasal dari emisi kendaraan bermotor dimana partikel timbal yang terlepas ke udara secara alami dengan adanya gaya gravitasi maka timbal tersebut akan turun ke tanah. Seperti yang diketahui juga bahwa kandungan timbal di dalam tanah sangat bervariasi misalnya

karena kepadatan lalu lintas, jarak jalan raya dan kondisi transportasi. Menurut Naria (2005) menyatakan bahwa kandungan Pb timbal di tanah yang belum diolah yaitu 6-20 ppm, dan pada tanah yang sudah diolah mencapai 300 ppm. Logam berat seperti timbal lebih banyak di temukan pada permukaan tanah sampai pada beberapa cm di bawahnya. Charlena (2004) juga menambahkan bahwa konsentrasi timbal dari tanah ke tanaman tergantung pada komposisi dan ph tanah.

Menurut Chairiyah (2013), batas toleransi pencemaran Pb di dalam tanah yaitu (56-336) ppm yang akan mengakibatkan pengaruh toksik pada tanaman. Hal ini juga dibuktikan oleh (Syarifuddin Liong dkk, 2010) bahwa pada konsentrasi 100 ppm larutan Pb dapat menyebabkan terjadinya serapan puncak logam Pb pada tanaman kangkung darat. Pernyataan ini sesuai pula dengan (Alloway dan Ayres, 1997) yang mengatakan bahwa batas kritis logam berat Pb pada tanah yang mengakibatkan pengaruh toksik yaitu 100 ppm sedangkan pada tanaman yaitu 50 ppm.

Kandungan Pb didalam tanah yang berlebihan dapat mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan produksi tanaman diantaranya kerusakan yang terjadi yaitu pada gangguan proses fotosintesis. Menurut Gothberg (2008) tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu yang selanjutnya berakibat pada berkurangnya hasil produksi dari suatu tanaman. Meningkatnya toksisitas Pb dalam tanah dapat menyebabkan efek buruk terhadap tanaman kedelai. Pengaruh yang ditimbulkan antara lain dengan adanya penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta kematian.

Menurut Lepp (1981), timbal (Pb) yang diserap oleh tanaman akan memberikan efek buruk apabila kepekataannya berlebih, dan menimbulkan penurunan pertumbuhan dan produktivitas pada banyak kasus yang menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan klorosis. Flanagan (1980), juga menambahkan bahwa toksisitas timbal (Pb) menyebabkan suatu mekanisme yang melibatkan klorofil serta mengakibatkan pelepasan Pb ke dalam sitoplasma yang akan menghambat dua enzim yaitu asam delta amino levulant dehidratase (ALAD) dan profobilinogenase yang terlibat dalam biogenesis klorofil.

Ciri toksisitas Pb pada tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran yang tinggi dapat mengalami berbagai gangguan pertumbuhan serta akan rawan terhadap berbagai penyakit antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam pada daun. Menurut Gothberg (2008), menyatakan tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan dapat menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis akan terganggu dan berakibat pada berkurangnya hasil produksi dari suatu tumbuhan. Hutagalung (1982), menambahkan terdapat dua jalan masuknya timbal ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun. Kerusakan spesifik yang sering ditemui pada tanaman yang tercemar kandungan Pb berupa penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat, dan pembukaan stomata yang tidak sempurna.

2.6.4. Dampak Timbal (Pb) Terhadap Morfologi dan Fisiologi Tumbuhan

Salah satu bahan pencemaran yang menjadi indikator untuk mendeteksi terjadinya pencemaran tanah adalah cemaran logam berat di dalamnya. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat

pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi. Salah satunya adalah logam berat yang dapat berpotensi menjadi racun jika berada di dalam tanah dengan konsentrasi berlebih yaitu 50-300 ppm adalah Pb (timbal). Unsur Pb merupakan kelompok logam berat yang tidak esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah, unsur Pb ini juga sampai saat ini masih dipandang sebagai bahan pencemar yang dapat menimbulkan pencemaran tanah dan lingkungan (Juhaeti dkk, 2004).

Menurut Lepp (1981) timbal (Pb), yang diserap oleh tanaman akan memberikan efek buruk apabila konsentrasinya mencapai 50-200 ppm. Pengaruh yang ditimbulkan antara lain dengan adanya penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta kematian. Penurunan pertumbuhan dan produktivitas pada banyak kasus menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan klorosis. Kepekaan logam berat pada daun memperlihatkan batas toksisitas terhadap tanaman yang berbeda-beda. (Flanagan, 1980) juga menambahkan toksisitas timah hitam (Pb) menyebabkan suatu mekanisme yang melibatkan klorofil. Pelepasan timah hitam ini ke dalam sitoplasma akan menghambat dua enzim yaitu asam delta amino levulinat dehidratase (ALAD) dan Profobilinogenase yang terlibat dalam biogenesis klorofil.

Penelitian Sembiring dan Sulistyawati (2006), menunjukkan terjadinya penurunan kadar klorofil pada daun *Swietenia macrophylla* yang terjadi bersamaan dengan peningkatan kadar Pb. Perubahan kandungan klorofil akibat meningkatnya konsentrasi Pb terkait dengan rusaknya struktur kloroplas. Kovacs (1992), juga

menambahkan bahwa pembentukan struktur kloroplas sangat dipengaruhi oleh nutrisi mineral seperti Mg dan Fe. Masuknya logam berat secara berlebihan dalam tumbuhan, misalnya logam berat Pb akan mengurangi asupan Mg dan Fe sehingga akan menyebabkan perubahan pada volume dan jumlah kloroplas.

Tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran yang tinggi dapat mengalami berbagai gangguan pertumbuhan serta rawan akan berbagai penyakit antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis (Fatoba and Emem, 2008). Menurut Gothberg (2008), menambahkan bahwa tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil pada daun sehingga proses fotosintesis terganggu, selanjutnya juga akan berakibat pada berkurangnya hasil produksi dari suatu tumbuhan. Selain itu Kurnia, dkk (2004) kerusakan tanaman akibat terpaparnya Pb juga akan menyebabkan pertumbuhan serta penampilan tanaman yang tidak optimal, berupa terjadinya nekrosis, klorosis, dan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penampilan tanaman yang tidak estetik yang akan membuat kemampuan tanaman mereduksi Pb sangat bervariasi menurut jenisnya.

Tumbuhan dapat tercemar oleh logam berat melalui penyerapan akar dari tanah atau melalui stomata daun dari udara. Faktor yang dapat mempengaruhi kadar timbal dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan timbal itu sendiri, kadar timbal dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Dua jalan masuknya timbal ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun. Setelah timbal masuk ke dalam tumbuhan maka akan diikat oleh membran

sel, mitokondria, dan kloroplas. Sehingga menyebabkan kerusakan fisik pada tanaman. Kemampuan tanaman menyerap Pb itu sangat beragam antar jenis tanaman. Menurut Dahlan (2004) menyatakan bahwa pada tanaman Damar, Mahoni, Jamuju, Pala, Asam landi, dan Johal memiliki kemampuan sedang sampai tinggi dalam menurunkan Pb di udara. Sedangkan Glodongan tiang, Keben, dan Tanjung memiliki kemampuan menyerap Pb rendah namun tidak peka terhadap udara.

Peningkatan timbal (Pb) dalam tanah dapat berdampak negatif pada tanah dan produktivitas tanaman bahkan konsentrasi yang sangat rendah dapat menghambat beberapa proses penting bagi tanaman, seperti fotosintesis, mitosis dan penyerapan air. Gejala keracunan timbal (Pb) menunjukkan adanya daun gelap, layu dan akar kerdil, pendek dan cokelat (Patra, 2004). Lane (1977), juga berpendapat bahwa penyerapan Pb oleh tanaman menunjukkan bahwa akar memiliki kemampuan untuk mengambil Pb dalam jumlah yang signifikan, sementara secara bersamaan sangat membatasi translokasinya ke bagian atas tanah.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2017 di beberapa tempat, yaitu pada proses penanaman hingga pemanenan kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dilakukan di *greenhouse* Universitas Negeri Malang; analisis tanah di Laboratorium Tanah, Universitas Brawijaya; pengukuran luas daun dilakukan di Laboratorium Genetika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang; uji kadar klorofil dilakukan di Laboratorium Agronomi, Universitas Muhammadiyah Malang; dan uji kandungan Pb pada biji kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dilakukan di Laboratorium AAS, Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, penggaris, gunting, gelas ukur, cetok, gembor, timbangan, polybag ukuran 40 x 40 cm, klorofil meter SPAD, alat tulis, rafia, patok kayu (penyangga), Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), dan kamera digital.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: air, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, kompos organik, pestisida, aquades, tanah, pasir, fungisida acrobate, pestisida marshal 200 EC, dan benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang terdiri dari varietas Anjasmoro, Dena 1, Gema.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), karena setiap sampel yang digunakan mendapatkan perlakuan yang sama dan dilakukan di rumah kaca (Nazir, 2003), disusun secara faktorial yang terdiri dari dua faktor dan tiga kali ulangan.

Faktor I : Varietas Kedelai (A)

A1 : kedelai varietas Anjasromo

A2 : kedelai varietas Dena 1

A3 : kedelai varietas Gema

Faktor II : Dosis pemberian Pb (P)

P0 : 0 ppm (kontrol)

P1 : 50 ppm

P2 : 100 ppm

P3 : 150 ppm

Apabila level-level dari kedua faktor tersebut digabungkan akan didapat 12 perlakuan kombinasi sebagai berikut :

	A1	A2	A3
P0	A1P0	A2P0	A3P0
P1	A1P1	A2P1	A3P1
P2	A1P2	A2P2	A3P2
P3	A1P3	A2P3	A3P3

Keterangan :

- A1P0 : Kedelai varietas Anjasmore tanpa pemberian logam berat Pb 0 ppm (kontrol)
- A2P0 : Kedelai varietas Dena 1 tanpa pemberian logam berat Pb 0 ppm (kontrol)
- A3P0 : Kedelai varietas Gema tanpa pemberian logam berat Pb 0 ppm (kontrol)
- A1P1 : Kedelai varietas Anjasmore dengan pemberian logam berat Pb 50 ppm
- A2P1 : Kedelai varietas Dena 1 dengan pemberian logam berat Pb 50 ppm
- A3P1 : Kedelai varietas Gema dengan pemberian logam berat Pb 50 ppm
- A1P2 : Kedelai varietas Anjasmore dengan pemberian logam berat Pb 100 ppm
- A2P2 : Kedelai varietas Dena 1 dengan pemberian logam berat Pb 100 ppm
- A3P2 : Kedelai varietas Gema dengan pemberian logam berat Pb 100 ppm
- A1P3 : Kedelai varietas Anjasmore dengan pemberian logam berat Pb 150 ppm
- A2P3 : Kedelai varietas Dena 1 dengan pemberian logam berat Pb 150 ppm
- A3P3 : Kedelai varietas Gema dengan pemberian logam berat Pb 150 ppm

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1. Persiapan media tanam

Tanah yang digunakan diambil dari tanah bekas perladangan kacang-kacangan di Desa Banjarejo Kecamatan Pakis sehingga tanah sudah mengandung bakteri *Rhizobium*. Bakteri ini akan hidup di dalam bintil akar dan bermanfaat sebagai pengikat unsur N dari udara. Tanah yang telah diperoleh sebelum digunakan dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui jenis tanah, unsur hara makro (C, N, C/N), dan unsur hara mikro (Pb). Sebelum digunakan, tanah dikeringanginkan sampai berat stabil, diisikan sebanyak 8 kg/polybag dengan ukuran polybag 40x40 cm.

3.4.2. Penanaman Benih

Benih kedelai terdiri dari varietas Anjasmoro, Dena 1, dan Gema yang akan ditanam direndam dengan air suling selama 30 menit. Setelah itu ditanam pada polybag yang telah disediakan dengan lubang tanam sedalam 2 cm sebanyak 5 benih per polybag, kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah.

3.4.3. Pemupukan

Pemupukan dilakukan sebelum perlakuan cekaman Pb dengan menggunakan kompos organik. Kompos organik diberikan pada saat pembuatan media tanam dengan cara dicampur dengan tanah perbandingan 1:2.

3.4.4. Pemeberian Perlakuan

3.4.4.1. Pembuatan larutan stok $\text{Pb}(\text{NO}_3)$

Pembuatan larutan dilakukan dengan cara mengencerkan bahan berupa bubuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)$ sebanyak 1 g ke dalam 1 liter air sehingga tersedia larutan stok $\text{Pb}(\text{NO}_3)$ sebanyak 1000 ppm. Kemudian penggunaannya sesuai dengan konsentrasi perlakuan cekaman Pb yang digunakan.

3.4.4.2. Perhitungan kebutuhan air pada kedelai per hari dalam polybag ukuran 40 x 40 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air per hari pada} &= \text{Kebutuhan air} \times \text{luas permukaan} \\
 \text{kedelai fase vegetatif (0-35)} &= 3,6 \text{ mm} \times 40 \text{ cm}^2 \\
 \text{HST) (Suryanti, 2015)} &= 0,0036 \text{ m} \times 0,04 \text{ m}^2 \\
 &= 0,000144 \text{ m}^3 \\
 &= 0,144 \text{ L} \\
 &144 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air per hari pada} &= \text{Kebutuhan air x luas permukaan} \\
 \text{kedelai fase generatif (35-95} &= 4,06 \text{ mm x } 40 \text{ cm}^2 \\
 \text{HST) (Suryanti, 2015)} &= 0,00406 \text{ m x } 0,04 \text{ m}^2 \\
 &= 0,000162 \text{ m}^3 \\
 &= 0,162 \text{ L} \\
 &= 162 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

3.4.4.3. Perhitungan untuk konsentrasi perlakuan cekaman Pb umur 7 – 35 HST

$$\begin{aligned}
 \text{Larutan stok PbNO}_3 &= 1000 \text{ ppm} \\
 \text{Kebutuhan air kedelai 7 – 35} &= 576 \text{ ml} \\
 \text{HST} & \\
 \text{Cekaman Pb 50 ppm} &= V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2 \\
 &= 576 \times 50 = V_2 \cdot 1000 \\
 &V_2 = \frac{28200}{1000} \\
 &V_2 = 28,8 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

*sehingga cekaman Pb 50 ppm adalah 28,8 ml yang dilarutkan dalam 576 ml air

$$\begin{aligned}
 \text{Cekaman Pb 100 ppm} &= V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2 \\
 &= 576 \times 100 = V_2 \cdot 1000 \\
 &V_2 = \frac{57600}{1000} \\
 &V_2 = 57,6 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

*sehingga cekaman Pb 100 ppm adalah 57,6 ml yang dilarutkan dalam 576 ml air

$$\begin{aligned}
 \text{Cekaman Pb 150 ppm} &= V1. M1 = V2. M2 \\
 576 \times 150 &= V2. 1000 \\
 V2 &= \frac{86900}{1000} \\
 V2 &= 86,9 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

*sehingga cekaman Pb 150 ppm adalah 86,9 ml yang dilarutkan dalam 576 ml air

3.4.4.4. Penyiraman Perlakuan Cekaman Pb pada Kedelai

Perlakuan pemberian PbNO_3 dilakukan setiap 2 hari sekali mulai tanaman umur 7 HST yaitu dimulai pada fase vegetatif awal dan berhenti pada saat tanaman kedelai mencapai fase generatif. Ketika tanaman berumur 0-7 HST, penyiraman hanya menggunakan air tanpa pemberian perlakuan cekaman logam PbNO_3 . Penyiraman dengan air biasa dilakukan setiap hari hingga kondisi pada permukaan tanah cukup lembab pada bagian permukaan tanah (144 ml). Ketika tanaman kedelai berumur 7-35 HST, penyiraman dilakukan dengan pemberian cekaman logam PbNO_3 yang dilakukan setiap 2 hari sekali, dan berhenti pada saat fase generatif. Penyiraman pada fase generatif hanya menggunakan air biasa sebanyak 162 ml, tanpa pemberian cekaman Pb. Dan penyiraman dilakukan pada pagi hari.

3.4.5. Pemeliharaan

3.4.5.1. Penjarangan

Penjarangan dilakukan pada umur 5 HST yakni dipilih tanaman yang pertumbuhannya kurang baik atau abnormal, penjarangan ini dilakukan dengan mencabut tanaman sehingga pada setiap polybag terdapat 2 tanaman kedelai.

3.4.5.2 Penyiangan

Penyiangan dilakukan tergantung dengan pertumbuhan gulma. Sunantara (2000), menganjurkan umur 10-15 hari setelah tanam (hst) dan 25-30 HST, dilakukan dengan mencabut gulma dengan tangan yang terdapat dalam polybag. Hal ini dilakukan untuk mengurangi persaingan antara tanaman utama dengan gulma dalam mendapatkan unsur hara dari dalam tanah.

3.4.5.3. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menyemprotkan fungisida acrobate dan pestisida marshal 200 EC dengan dosis 1 g/l air. Penyemprotan dilakukan secara merata ke bagian tanaman pada masing-masing polybag saat terlihatnya gejala serangan hama atau penyakit.

3.4.5.4. Panen

Umur panen bervariasi tergantung varietas yang ditanam. Panen dilakukan apabila polong berwarna kuning atau kecoklatan serta kering dan mudah pecah. Panen dapat dilakukan satu, dua, atau tiga kali tergantung varietas yang ditanam. Hasil panen langsung dijemur di atas lantai beralaskan terpal atau karung dengan ketebalan 2-3 cm, pembalikan dilakukan setiap 3 jam. Polong yang sudah kering dipukul-pukul sampai kulit polong pecah (di dalam karung untuk menghindari kehilangan hasil) dan pemisahan biji dari kulit polong dilakukan dengan nyiru, tampi, atau blower. Biji yang sudah bersih dijemur sampai kering dan disimpan yaitu kadar air 8-9% (Sunantara, 2000).

3.5. Pengamatan untuk Pertumbuhan Kedelai

Pengamatan untuk pengambilan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengukuran tinggi tanaman (cm) yang dilakukan pada saat tanaman berumur 15, 30, 45, 60 HST. Dimulai dari titik tumbuh sampai titik tumbuh maksimal.
2. Penghitungan jumlah daun yang meliputi seluruh daun yang sudah membuka sempurna dan dilakukan pada saat tanaman berumur 15, 30, 45, dan 60 HST.
3. Perhitungan luas daun dengan menggunakan metode Gravimetri pada umur 30 HST dengan cara perhitungan sebagai berikut (Sitompul dan Guritno, 1995):

$$LD = \frac{Wr \times Lk}{Wt}$$

Dimana:

LD = Luas daun (cm²)

Wr = Bobot kertas replika daun (gram)

LK = Luas kertas (cm²)

Wt = Bobot seluruh kertas (gram)

4. Perhitungan kadar klorofil setelah tanaman berumur 30 HST dengan menggunakan klorofil meter SPAD (Rosalina, 2008):
 - a. Memilih daun yang pertumbuhannya optimal.
 - b. Mengukur daging daun dengan alat klorofil meter.
 - c. Klorofil meter diletakkan pada permukaan daun bagian atas, terutama pada daging daun dan tidak melebihi batas tulang daun.

- d. Pengukuran diulang 3 kali dalam 1 lembar daun.
 - e. Hasil pengukuran dapat dibaca pada display.
5. Perhitungan jumlah bunga. Jumlah bunga dihitung keseluruhan pada tiap tanaman dalam polybag.
 6. Penimbangan berat kering total tanaman. Pengamatan ini dilakukan setelah pemanenan.
 7. Penimbangan berat kering akar. Pengamatan ini dilakukan setelah pemanenan.
 8. Penimbangan berat biji tanaman. Pengamatan ini dilakukan setelah pemanenan.
 9. Jumlah polong dihitung per tanaman pada saat panen.
 10. Skoring pada tanaman kedelai varietas Anjasmoro, Dena 1 dan Gema terhadap toleransi cekaman Pb pada umur 4 minggu setelah tanam dengan skala 1-5 adalah sebagai berikut (Trustinah,2009):

Skor 1: Toleran, pertumbuhan normal, daun hijau, dan subur.

Skor 2: Agar toleran, pertumbuhan tanaman agak normal, dan kurang subur.

Skor 3: Agak rentan, tanaman kurang subur, dan daun menguning.

Skor 4: Rentan, tanaman kerdil, dan daun menguning.

Skor 5: Sangat rentan, tanaman sangat kerdil, daun kecoklatan, dan tanaman mati sebelum berbunga.

11. Perhitungan kadar Pb yang terdapat dalam biji kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang sudah kering dengan cara sebagai berikut (Avkopashvili *et al.*, 2017):

1. Biji dihaluskan menggunakan mortar.
2. Timbang sebanyak 2 gram.
3. Tambahkan akuades 20 mL dan 5 mL asam nitrat pekat 65%.
4. Diaduk atau dikocok.
5. Destruksi menggunakan digester pada suhu 140°C selama 2 jam.
6. Dinginkan dan disaring menggunakan kertas whatman 40 ke dalam gelas ukur 20 mL.
7. Pindahkan pipet 10 mL ke dalam labu ukur 20 mL.
8. Tanda bataskan dengan akuades.
9. Analisis kandungan timbal (Pb) menggunakan spektrometer serapan atom model AA240 pada panjang gelombang 217 nm.
10. Hasil analisis dihitung menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi Pb } (\mu\text{g/g}) = \frac{D \times V \times F_p}{W}$$

Dimana:

- D : Konsentrasi sampel mg/L dari hasil pembacaan AAS dikonversi ke satuan $\mu\text{g/L}$
- V : Volume akhir larutan sampel yang disiapkan (mL) harus dirubah ke dalam satuan liter
- Fp : Faktor pengenceran
- W : Berat sampel (gram)

12. Indeks sensitivitas cekaman diukur terhadap luas daun, kadar klorofil, jumlah bunga, jumlah polong, berat kering total tanaman, dan berat kering akar. Indeks sensitivitas cekaman logam (S) dihitung mengikuti persamaan Fischer dan Maurer (1978) dalam Suwarti (2013) adalah :

$$S = (1 - Y_p/Y) / (1 - X_p/X)$$

Dimana:

- S : Indeks sensitivitas cekaman logam berat
- Y_p : Rata-rata nilai suatu genotip yang mendapat cekaman logam berat Pb
- Y : Rata-rata nilai suatu genotip yang tidak mendapat cekaman logam berat Pb
- X_p : Rata-rata dari seluruh genotip yang mendapat cekaman logam berat Pb
- X : Rata-rata dari seluruh genotip yang tidak mendapat cekaman logam berat Pb

Kriteria untuk menentukan tingkat toleran cekaman logam berat Pb adalah jika nilai $S < 0,5$ kategori genotip toleran, $0,5 < S < 1,0$ kategori genotip medium toleran, dan $S > 1,0$ untuk genotip peka.

3.6. Analisis Data

Semua data yang diperoleh dianalisis serta statistik dengan ANOVA. Apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($Sig > 0,05$) berarti tidak terdapat pengaruh pada beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) terhadap kadar Pb, dan jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($Sig < 0,05$) berarti terdapat pengaruh pada beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) terhadap kadar Pb. Jika terdapat pengaruh maka diuji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf signifikansi 0,5.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kajian Keislaman terkait Hasil Penelitian

Islam sangat menghargai lingkungan yang merupakan karunia serta ciptaan Allah SWT sebagai salah satu nikmat yang diberikan kepada hambanya, oleh karena itu sebagai manusia kita hendaknya kita dapat memanfaatkan segala nikmat Allah SWT dengan baik. Al-Qur'an telah menjelaskan tentang larangan untuk berbuat kerusakan, termasuk dalam kegiatan industri maupun pertanian secara berlebihan yang khususnya menghasilkan limbah Pb. Sebagaimana firman Allah dalam surat Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ



Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik (QS. Al-A'raf: 56).

Bagian awal ayat di atas menjelaskan bahwa manusia dilarang melakukan kerusakan di muka bumi setelah Allah membuat kemaslahatan dengan menciptakan hal-hal yang bermanfaat dan menunjukkan kepada manusia bagaimana cara mengeksploitasi bumi dan memanfaatkannya, dengan menundukkan bumi itu kepada manusia (Al-Maraghi, 1993).

Berdasarkan surat Al-A'raf ayat 56, Allah melarang kepada manusia untuk berbuat kerusakan di bumi. Aktivitas manusia yang berhubungan dengan lingkungan harus sangat diperhatikan. Manusia sebagai kholifah di bumi sebaiknya selalu menjaga dan merawat bumi dengan baik sehingga terdapat

keseimbangan di dalamnya. Kegiatan yang dapat mencemari lingkungan sebaiknya harus sangat diminimalisir seperti kegiatan industri dan pertanian secara berlebihan yang salah satunya dapat menghasilkan limbah Pb. Limbah Pb sangat berbahaya, tidak hanya bagi tumbuhan melainkan juga berdampak pada kesehatan manusia. Palar (2004), menjelaskan bahwa pencemaran Pb berasal dari asap cerobong pabrik, knalpot kendaraan dan pembakaran lainnya dimana asap tersebut dapat melepaskan senyawa Pb ke udara. Pb merupakan salah satu unsur mikro yang non esensial dimana dibutuhkan dalam konsentrasi rendah dan pada konsentrasi yang tinggi dapat beracun sehingga pertumbuhannya terhambat. Gothberg (2008), menyatakan bahwa tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu, selanjutnya berakibat pada berkurangnya hasil produksi pada suatu tumbuhan. Selain itu (Kurnia, 2004), juga menambahkan kerusakan tanaman akibat terpapar Pb juga menyebabkan pertumbuhan dan penampilan tanaman tidak optimal, berupa terjadinya nekrosis, klorosis dan terhambatnya pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan adanya ayat diatas kita dapat mengetahui bahwasanya Allah memerintahkan seluruh hambanya agar dapat menjaga apapun yang ada di bumi ini termasuk lingkungan. Allah telah memberi kadar pada setiap perlakuan agar tidak berlebihan seperti halnya dalam penelitian ini. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi Pb yang diberikan kepada tanaman maka semakin tinggi pula tingkat kerusakan yang didapat.

4.2. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil uji ANOVA (terlampir pada lampiran 3), menunjukkan bahwa varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman pada umur 30, 45, dan 60 HST karena Sig. < 0,05, akan tetapi pada pengamatan 15 HST menunjukkan Sig. > 0,05 yang artinya tidak memberikan pengaruh signifikan sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan 5% untuk pengaruh varietas pada pengamatan 15 HST. Selain itu, konsentrasi Pb juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman umur 15, 30, 45 dan 60 HST karena nilai sig < 0,05.

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada umur 30, 45 dan 60 HST karena Sig. < 0,05; sedangkan pada pengamatan umur 15 HST tidak memberikan pengaruh signifikan sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan 5% (terlampir pada lampiran 3).

4.2.1. Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Tinggi Tanaman

Varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman umur 15, 30, 45 dan 60 HST yang menunjukkan varietas sangat berpengaruh terhadap tinggi tanaman karena nilai Sig. < 0,05. Oleh karena itu pada tabel 4.1 disajikan uji lanjut Duncan 5% pada umur 15, 30, 45 dan 60 HST pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) terhadap tinggi tanaman.

Tabel 4.1 Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Tinggi Tanaman

Varietas	Tinggi Tanaman (cm)			
	15 HST	30 HST	45 HST	60 HST
Anjasmoro	26,5250 a	39,5833 b	66,0750 c	77,3167 a
Dena 1	28,3917 b	37,7250 a	63,5333 b	78,5083 a
Gema	27,5000 ab	40,5583 b	59,2083 a	82,4667 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa pengaruh varietas terhadap tinggi tanaman umur 15 HST sampai 30 HST pada varietas Anjasmoro memperlihatkan pertumbuhan tertinggi mencapai 39,5833 cm dan berbeda nyata dengan varietas Dena 1 dan Gema yang mempunyai pertumbuhan terendah sebesar 28,3917 cm. Pengamatan 60 HST, pertumbuhan tinggi tanaman varietas anjasmoro paling besar mencapai 77,3167 cm dan berbeda nyata dengan tinggi tanaman varietas Dena 1 dan Gema sedangkan tinggi tanaman antara varietas Dena 1 dan Gema tidak berbeda nyata. Perbedaan tinggi tanaman terserbut dikarenakan setiap varietas memiliki tinggi tanaman yang berbeda secara genetik dan pengamatan tinggi secara interval memperlihatkan bahwa setiap umur pertumbuhan memiliki respon yang berbeda-beda dalam menghadapi kadar Pb.

4.2.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada umur 15, 30, 45 dan 60 HST karena nilai Sig. < 0,05 (lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan konsentrasi Cu terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill). konsentrasi Pb yang memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi

tanaman kemudian dilakukan uji Duncan 5% dengan hasil sebagai berikut (tabel 4.2).

Tabel 4.2. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman

Konsentrasi Pb (ppm)	Tinggi Tanaman (cm)			
	15 HST	30 HST	45 HST	60 HST
0	28,9667 c	48,0000 d	75,5778 d	92,1333 d
50	28,0778 bc	40,2889 c	68,6778 c	80,5889 c
100	27,1000 ab	36,1778 b	57,5111 b	78,0000 b
150	25,7444 a	32,6889 a	49,9889 a	67,0000 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Timbal berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman 15 HST sampai 60 HST. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Pb semakin menurunkan tinggi tanaman. Pada umur 15 HST, tanaman tertinggi mencapai 28,9667 cm dengan perlakuan 0 ppm Pb dan terendah yaitu sebesar 25,7444 cm dengan perlakuan 150 ppm Pb, akan tetapi antara perlakuan 150 ppm Pb, 100 ppm Pb, dan 50 ppm Pb tidak berbeda nyata. Pada umur 30 HST, tanaman tertinggi sebesar 48,0000 cm dengan perlakuan 0 ppm Pb dan yang terendah sebesar 32,6889 cm dengan perlakuan 150 ppm Pb, dari semua perlakuan antara 50 ppm Pb, 100 ppm Pb dan 150 ppm Pb sangat berbeda nyata.

Pengamatan 45 HST, tanaman tertinggi mencapai 75,5778 cm dengan perlakuan 0 ppm Pb dan yang terendah sebesar 49,9889 cm dengan perlakuan 150 ppm Pb, hasil dari pengamatan tinggi tanaman kedelai pada 45 HST dengan perlakuan 0 ppm Pb, 50 ppm Pb, 100 ppm Pb, dan 150 ppm Pb menyatakan semua perlakuan berbeda nyata. Pengamatan 60 HST, tanaman tertinggi mencapai 92,1333 cm dengan perlakuan 0 ppm Pb dan yang terendah yaitu sebesar 67,0000

ppm Pb dengan perlakuan 150 ppm Pb, dari semua perlakuan antara 0 ppm Pb, 50 ppm Pb, 100 ppm Pb dan 150 ppm Pb sangat berbeda nyata. Kadar Pb yang tinggi telah menyebabkan tinggi tanaman semakin menurun. Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi tingkat konsentrasi logam Pb di dalam tanah akan semakin menghambat tingkat pertumbuhan tanaman. Menurut Liong dkk (2010) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat konsentrasi logam Pb di dalam tanah, maka semakin menghambat tingkat pertumbuhan tanaman serta tinggi tanaman. Rumanjar (2010) menambahkan bahwa salah satu mekanisme tanaman dalam mentoleransi toksisitas logam berat adalah melalui fenomena selektifitas serapan ion dari media tumbuhnya termasuk dalam tinggi tanaman.

4.2.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada 30 HST, 45 HST dan 60 HST karena $\text{Sig.} < 0,05$ (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill). Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb yang memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) kemudian dilakukan uji Duncan 5% dengan hasil sebagai berikut (tabel 4.3).

Tabel 4.3. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Tinggi Tanaman

Varietas	Konsentrasi Pb (ppm)	Tinggi Tanaman (cm)		
		30 HST	45 HST	60 HST
Anjasmore	0	46,9000 g	73,4000f	83,7000 d
	50	43,0000 ef	70,6000 ef	77,4333 c
	100	37,2333 cd	62,2333 d	78,8333 c
	150	31,2000 a	58,0667 c	69,3000 b
Dena 1	0	44,6333 fg	73,1000 f	90,6000 e
	50	37,4667 cd	67,4000 e	76,1000 c
	100	35,3667 bc	62,5333 d	79,0000 c
	150	33,4333 ab	51,1000 b	68,3333 b
Gema	0	52,4667 h	80,2333 g	102,1000 f
	50	40,4000 de	68,0333 e	88,2333 e
	100	35,9333 bc	47,7667 b	76,1667 c
	150	33,4333 ab	40,8000 a	63,3667 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.3) terlihat bahwa perlakuan interaksi antara varietas kedelai dengan konsentrasi Pb yang menunjukkan tinggi tanaman tertinggi pada pengamatan 30 HST yaitu perlakuan konsentrasi 0 ppm (kontrol) Pb pada varietas Gema sebesar 52,4667 cm, sedangkan interaksi yang memiliki tinggi tanaman terendah yaitu perlakuan konsentrasi Pb 150 ppm pada varietas Anjasmore sebesar 31,2000 cm, tetapi interaksi perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi Pb 50 ppm pada varietas Dena 1 dan Gema. Pengamatan 45 HST yang menunjukkan perlakuan interaksi yang memiliki tinggi tanaman tertinggi yaitu perlakuan 0 ppm (kontrol) Pb pada varietas Gema sebesar 80,2333 cm sedangkan perlakuan interaksi yang memiliki tinggi tanaman terendah yaitu perlakuan konsentrasi 150 ppm Pb pada varietas Gema sebesar 40,8000 cm. Sedangkan interaksi antara varietas dan konsentrasi Pb yang mempunyai tinggi

tanaman stabil pada semua perlakuan yang terlihat dari hasil yang tidak berbeda nyata adalah pada varietas Gema.

Pengamatan 60 HST yang menunjukkan perlakuan interaksi yang memiliki tinggi tanaman tertinggi yaitu perlakuan yaitu perlakuan 0 ppm (kontrol) Pb pada varietas Gema sebesar 102,1000 cm sedangkan perlakuan interaksi yang memiliki tinggi tanaman terendah yaitu perlakuan konsentrasi 150 ppm Pb pada varietas Gema sebesar 63,3667 cm.

Berdasarkan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% interaksi perlakuan antara varietas dengan konsentrasi Pb tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Pb yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman paling besar yaitu konsentrasi 150 ppm Pb. Konsentrasi Pb yang tinggi menyebabkan tinggi tanaman semakin menurun, sedangkan varietas yang sangat peka terhadap toksisitas Pb dalam penurunan tinggi tanaman yaitu pada varietas Gema.

4.3. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Jumlah Daun

Berdasarkan hasil uji ANOVA, menunjukkan bahwa varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah daun pada umur 15 HST, sedangkan pada umur 30 HST, 45 HST dan 60 HST tidak memberikan pengaruh signifikan. Selain itu, Konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah daun pada umur 15, 45, dan 60 HST karena Sig. < 0,05 namun pada umur 30 HST tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada jumlah daun. Sedangkan interaksi varietas kedelai dan konsentrasi Pb terhadap jumlah daun pada umur 15, 30, 45 dan 60 HST tidak memberikan

pengaruh yang signifikan karena nilai Sig. > 0,05 (lampiran 3), sehingga tidak dilakukan uji lanjut Duncan 5%.

4.3.1. Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Jumlah Daun

Varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun pada umur pada 30 HST, sehingga dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan 5%. Pada tabel 4.4 disajikan data hasil uji lanjut Duncan 5% pengaruh varietas tanaman kedelai terhadap jumlah daun umur 30 HST.

Tabel 4.4. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Jumlah Daun

Varietas	Jumlah Daun
	30 HST
Anjasmoro	4,9167 b
Dena 1	4,5833 b
Gema	3,6667 a

Keterangan : Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa pengaruh varietas kedelai terhadap jumlah daun umur 30 HST menunjukkan tidak adanya pengaruh berbeda nyata pada varietas Anjasmoro dan Dena 1, sedangkan jumlah daun yang paling sedikit diperoleh varietas Gema sebesar 3,6667. Perbedaan jumlah daun tersebut dikarenakan setiap varietas memiliki jumlah daun yang berbeda secara genetik dan pengamatan jumlah daun secara interval memperlihatkan bahwa setiap umur pertumbuhan memiliki respon yang berbeda-beda dalam menghadapi kadar Pb.

4.3.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Daun

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah daun kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada umur 15 HST, 45 HST dan 60 HST karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh konsentrasi Pb terhadap jumlah daun kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Perbedaan signifikan pada masing-masing perlakuan terhadap jumlah daun dapat diketahui dengan melakukan uji lanjut Duncan (0,05). Berikut ini disajikan data hasil Uji lanjut Duncan pengaruh konsentrasi Pb pada jumlah daun (tabel 4.5).

Tabel 4.5. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Daun

Konsentrasi Pb (ppm)	Jumlah Daun		
	15 HST	45 HST	60 HST
0	3,3333 b	15,6667 c	22,0000 b
50	2,3333 a	14,2222 c	20,6667 b
100	2,2222 a	10,8889 b	17,0000 a
150	2,3333 a	9,1111 a	15,6667 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Hasil uji Duncan (tabel 4.5) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Pb, semakin menurunkan jumlah daun. Pada pengamatan 15 HST, jumlah daun tertinggi sebanyak 3,3333 daun dengan 0 ppm Pb, kemudian menurun menjadi 2,3333 daun dengan 50 ppm Pb, 2,2222 daun dengan perlakuan 100 ppm Pb, dan 2,3333 pada perlakuan 150 ppm Pb. Akan tetapi antara perlakuan 50 ppm Pb, 100 ppm Pb, dan 150 ppm Pb tidak berbeda nyata. Pengamatan 45 HST sampai 60 HST, penambahan Pb konsentrasi 50 ppm, 100

ppm, dan 150 ppm mempengaruhi pertumbuhan jumlah daun yang diketahui dari adanya perbedaan jumlah daun yang nyata dengan kontrol. Jumlah daun tertinggi sebanyak 22,0000 daun sedangkan jumlah daun terendah sebesar 9,1111 daun. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama tanaman kedelai tercekam oleh Pb, maka akan semakin menurunkan pertumbuhan tanaman dalam hal ini yaitu penurunan jumlah daun. Hal ini disebabkan tanaman mengalami gangguan akibat kadar Pb yang tinggi sehingga mengalami penurunan dalam jumlah daun. Hal ini disebabkan tanaman mengalami gangguan akibat kadar Pb yang tinggi sehingga menghambat pertumbuhan pada tanaman. Menurut Rahayu (1995), menyatakan diantara jaringan dalam organ tanaman, daun merupakan bagian yang kaya akan unsur-unsur kimia, dengan demikian kemungkinan akumulasi Pb di dalam jaringan daun akan lebih besar. Kozlowski (1991), menambahkan semakin besar konsentrasi Pb yang diberikan pada suatu tanaman maka semakin menghambat laju pembentukan dan perluasan daun sehingga akan mengurangi jumlah daun pada tanaman.

4.4. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Rata-Rata Luas Daun

Berdasarkan hasil Uji ANOVA, menunjukkan bahwa pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan pengaruh konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap rata-rata luas daun pada 30 HST karena Sig. < 0,05. Sedangkan interaksi varietas kedelai dan konsentrasi Pb tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata luas daun (terlampir pada lampiran 3), sehingga pengaruh interaksi varietas kedelai dan konsentrasi Pb tidak diuji Duncan 5%.

4.4.1. Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Rata-Rata Luas Daun 30 HST

Varietas kedelai memberikan pengaruh signifikan terhadap rata-rata luas daun pada 30 HST karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan varietas terhadap rata-rata luas daun kedelai (*Glycine max* L.Merrill). Selanjutnya diuji lanjut menggunakan uji lanjut Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan signifikan pada masing-masing perlakuan. Adapun data hasil uji lanjut Duncan 5% telah disajikan pada tabel 4.6. pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada rata-rata luas daun.

Tabel 4.6. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Rata-rata Luas Daun 30 HST

Varietas	Rata-Rata Luas Daun (cm ²)
Anjasromo	17,4092 a
Dena 1	20,8425 b
Gema	26,1200 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Perbedaan huruf pada tabel diatas (tabel 4.6) menunjukkan bahwa tiap varietas ada yang berbeda nyata dan ada juga yang tidak berbeda nyata. Varietas Gema menunjukkan rata-rata luas daun tertinggi sebesar 26,1200 cm² dibandingkan dengan varietas yang lain sedangkan rata-rata luas daun terendah diperoleh varietas Anjasromo yaitu sebesar 17,4092 cm² varietas ini tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1.

4.4.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Rata-Rata Luas Daun 30 HST

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata luas daun pada 30 HST karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Oleh karena itu, dilakukan uji Duncan 5% dengan hasil sebagai berikut (tabel 4.7).

Tabel 4.7. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Rata-Rata Luas Daun 30 HST

Konsentrasi Pb (ppm)	Rata-Rata Luas Daun (cm ²)
0	25.9822 b
50	19.6256 a
100	20.8422 a
150	19.3789 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut pada tabel 4.7 dapat diketahui bahwa pada penambahan Pb masa pertumbuhan 30 HST, rata-rata luas daun yang tertinggi ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi 0 ppm Pb sebesar 25,9822 cm² sedangkan rata-rata luas daun terendah ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi 150 ppm Pb yaitu sebesar 19,3789 cm² yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 50 ppm Pb dan 100 ppm Pb.

Hasil uji Duncan 5% membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi Pb yang ditambahkan ke media tanam maka akan menyebabkan pertumbuhan luas daun terhambat. Menurut (Liong dkk, 2010), karena konsentrasi Pb yang tinggi dapat mengubah morfologi akar tanaman, menurunkan fotosintesis dan transpirasi serta menyebabkan pertumbuhan dan penambahan jumlah sel menjadi terhambat.

4.5. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Kadar Klorofil

Berdasarkan uji ANOVA yang dilakukan, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) terhadap kadar klorofil daun karena Sig. < 0,05. Selain itu, konsentrasi Pb juga berpengaruh signifikan terhadap kadar klorofil daun. Sedangkan pada perlakuan interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar klorofil daun umur 30 HST karena hasil Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3), sehingga dilakukan uji lanjut Duncan 5% pada perlakuan interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap kadar klorofil.

4.5.1. Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Kadar Klorofil

Varietas kedelai memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar klorofil pada 30 HST karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3), sehingga perlu dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.8. pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada kadar klorofil.

Tabel 4.8 Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Kadar Klorofil

Varietas	Kadar Klorofil (mg/cm ²)
Anjasmoro	61,9417 c
Dena 1	54,6583 a
Gema	57,0833 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa varietas Anjasmoro merupakan varietas kedelai yang memiliki kadar klorofil tertinggi pada 30 HST sebesar 61,9417 mg/cm² kemudian varietas kedelai yang juga memiliki kadar klorofil tertinggi setelah varietas Anjasmoro yaitu varietas Gema sebesar 57,0833 mg/cm² . Sedangkan varietas Dena 1 memiliki kadar klorofil paling rendah yaitu sebesar 54,6583 mg/cm² . Berdasarkan hasil dari ketiga varietas tersebut menyatakan bahwa kadar klorofil yang dihasilkan pada setiap varietas berbeda nyata.

4.5.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap kadar klorofil pada 30 HST karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H₀ ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan konsentrasi Pb terhadap kadar klorofil kedelai (*Glycine max* L.Merrill). perbedaan signifikan pada masing-masing perlakuan dapat diketahui melalui Uji Duncan. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.9. pengaruh konsentrasi Pb pada kadar klorofil daun kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Tabel 4.9. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil

Konsentrasi Cu (ppm)	Kadar Klorofil (mg/cm ²)
0	60,2000 c
50	58,1556 b
100	55,6889 a
150	57,5333 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Hasil uji Duncan (4.9) menunjukkan bahwa perlakuan 0 ppm (kontrol) Pb memiliki kadar klorofil tertinggi sebesar 60,2000 mg/cm² dan berbeda nyata dengan perlakuan 50 ppm Pb yang mempunyai nilai kadar klorofil menurun sebesar 58,1556 mg/cm². Hasil ini menunjukkan bahwa pada pemberian Pb konsentrasi 50 ppm masih dalam kategori aman dalam proses pertumbuhan tanaman dan belum mengganggu jalannya proses fotosintesis. Menurut Alloway dan Ayres (1997), kadar Pb di dalam tanah berkisar antara 2-200 ppm, sedangkan Charlena (2004) menambahkan kondisi kritis kadar Pb di tanah berkisar antara 100-1000 ppm. Dampak Pb sendiri bagi tanaman menurut Gothberg (2008) tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu dan menyebabkan berkurangnya hasil produksi dari suatu tumbuhan.

Kadar klorofil mulai menurun seiring dengan penambahan konsentrasi Pb yang diberikan. Pada perlakuan 150 ppm Pb kadar klorofil turun menjadi sebesar 57,5333 mg/cm², pada perlakuan konsentrasi 150 ppm Pb tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 50 ppm Pb dan terendah pada perlakuan 100 ppm Pb dengan kadar klorofil hanya 55,6889 mg/cm². Hal tersebut sesuai dengan (Flanagan, 1980) menjelaskan bahwa toksisitas Pb menyebabkan suatu mekanisme yang melibatkan penurunan produksi klorofil pada tanaman.

4.5.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil Daun

Interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar klorofil pada 30 HST karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3), sehingga perlu dilanjutkan dengan uji Duncan

5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.10. Pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb pada kadar klorofil daun.

Tabel 4.10 Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Klorofil

Varietas	Konsentrasi Pb (ppm)	Kadar Klorofil
		30 HST
Anjasromo	0	65,0333 d
	50	64,0333 d
	100	57,3667 b
	150	61,3333 c
Dena 1	0	57,4333 b
	50	53,6333 a
	100	53,0667 a
	150	54,5000 a
Gema	0	58,1333 b
	50	56,8000 b
	100	56,6333 b
	150	56,7667 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.10) terlihat bahwa perlakuan interaksi antara varietas kedelai dengan konsentrasi Pb yang menunjukkan kadar klorofil daun tertinggi pada pengamatan 30 HST yaitu perlakuan konsentrasi 0 ppm (kontrol) Pb pada varietas Anjasromo sebesar 65,0333 mg/cm², tetapi interaksi perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan 50 ppm Pb varietas Anjasromo sedangkan interaksi yang memiliki kadar klorofil terendah yaitu perlakuan konsentrasi 100 ppm Pb pada varietas Dena 1 sebesar 53,0667 mg/cm², tetapi interaksi perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 50 ppm Pb dan 150 ppm Pb pada varietas Dena 1.

Pengamatan 30 HST yang menunjukkan perlakuan interaksi yang memiliki kadar klorofil daun tertinggi yaitu perlakuan 0 ppm (kontrol) Pb pada varietas Anjasmoro sebesar 65,0333 mg/cm² sedangkan perlakuan interaksi yang memiliki kadar klorofil daun terendah yaitu pada perlakuan 150 ppm Pb pada varietas Dena 1 sebesar 54,5000 mg/cm², tetapi perlakuan interaksi ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 50 ppm Pb pada varietas Dena 1 dan 100 ppm Pb pada varietas Dena 1. Sedangkan interaksi antara varietas dan konsentrasi Pb yang mempunyai kadar klorofil daun stabil pada semua perlakuan yang terlihat dari hasil yang tidak berbeda nyata adalah pada varietas Gema.

Berdasarkan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%, interaksi perlakuan antara varietas kedelai dengan konsentrasi Pb tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Pb yang mempengaruhi kadar klorofil daun paling besar yaitu konsentrasi 150 ppm Pb. Konsentrasi Pb yang tinggi menyebabkan kadar klorofil daun semakin menurun, sedangkan varietas yang sangat peka terhadap toksisitas Pb dalam penurunan kadar klorofil daun yaitu pada varietas Dena 1.

4.6. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Jumlah Bunga

Berdasarkan hasil Uji ANOVA, menunjukkan bahwa varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) memberikan pengaruh terhadap jumlah bunga karena Sig. < 0,05 sedangkan konsentrasi Pb juga memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah bunga. Interaksi antara varietas kedelai dan konsentrasi Pb juga memberikan pengaruh yang signifikan karena nilai Sig. < 0,05 (lampiran 3). Perlakuan yang memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah bunga akan

dilakukan uji lanjut Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan signifikan antara masing-masing perlakuan.

4.6.1. Pengaruh Varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Jumlah Bunga

Varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) memberikan pengaruh terhadap jumlah bunga karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3), sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.11. pengaruh konsentrasi Pb pada jumlah bunga tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Tabel 4.11. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai pada Jumlah Bunga

Varietas	Jumlah Bunga
Anjasmoro	70,6667 b
Dena 1	79,3333 c
Gema	64,9167 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa varietas Dena 1 merupakan varietas kedelai yang memiliki jumlah bunga tertinggi yaitu sebesar 79,3333 bunga sedangkan varietas Gema memiliki jumlah bunga paling rendah yaitu sebesar 64,9167 bunga dan semua hasil uji Duncan 5% pada pengaruh varietas kedelai menunjukkan berbeda nyata dalam menghasilkan jumlah bunga.

4.6.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap jumlah bunga karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3), sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.12.

pengaruh konsentrasi Pb pada jumlah bunga tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).

Tabel 4.12. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga

Konsentrasi Pb (ppm)	Jumlah Bunga
0	105,1250 c
50	69,9000 b
100	59,1111 a
150	56,3333 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Hasil uji Duncan (tabel 4.12) memperlihatkan adanya penurunan jumlah bunga seiring dengan meningkatnya konsentrasi Pb yang diberikan. Hal tersebut tampak pada perlakuan kontrol (0 ppm) yang mempunyai jumlah bunga paling banyak yaitu 105,1250 bunga. Perlakuan konsentrasi Pb 50 ppm menunjukkan penurunan jumlah bunga yaitu sebesar 69,9000 bunga. Sedangkan jumlah bunga terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi Pb 150 ppm yaitu sebesar 56,3333 bunga dan perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi Pb 100 ppm.

Jumlah bunga menurun seiring dengan penambahan konsentrasi Pb pada media tanam karena pada konsentrasi tinggi, Pb dapat menimbulkan beberapa masalah dalam pertumbuhan tanaman, satu diantaranya penurunan jumlah bunga yang dihasilkan. Hal tersebut membuktikan bahwa toksisitas Pb berpengaruh terhadap proses pembentukan bunga pada tanaman. Hutagalung (1982) menjelaskan bahwa dampak dari tingginya kadar Pb menyebabkan kerusakan yang dapat berupa penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat serta

pembukaan stomata yang tidak sempurna sehingga berpengaruh terhadap pembentukan bunga pada tanaman.

4.6.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap jumlah bunga tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap jumlah bunga tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill). kemudian dilakukan uji Duncan 5% dengan hasil sebagai berikut (tabel 4.13).

Tabel 4.13. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) Konsentrasi Pb pada Jumlah Bunga

Varietas	Konsentrasi Pb (ppm)	Jumlah Bunga
Anjasmore	0	96,0000 f
	50	84,0000 e
	100	51,0000 b
	150	51,6667 b
Dena 1	0	106,6667 g
	50	72,3333 d
	100	72,6667 d
	150	65,6667 c
Gema	0	108,6667 g
	50	45,6667 a
	100	53,6667 b
	150	51,6667 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.13) terlihat bahwa perlakuan interaksi antara varietas kedelai dengan konsentrasi Pb yang menunjukkan jumlah

bunga tertinggi yaitu pada perlakuan konsentrasi 0 ppm (kontrol) Pb pada varietas Gema sebesar 108,6667 bunga, tetapi interaksi perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0 ppm Pb pada varietas Dena 1. Sedangkan interaksi yang memiliki jumlah bunga terendah yaitu pada perlakuan konsentrasi 50 ppm Pb yaitu sebesar 45,6667 bunga pada varietas Gema. Selain itu pada konsentrasi 100 ppm Pb juga memiliki jumlah bunga terendah setelah konsentrasi 50 ppm Pb yaitu sebesar 51,0000 bunga varietas Anjasmoro, pada perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 150 ppm Pb varietas Anjasmoro, konsentrasi 150 ppm Pb varietas Gema dan konsentrasi 100 ppm Pb varietas Gema.

Pengamatan jumlah bunga menunjukkan perlakuan interaksi yang memiliki jumlah bunga tertinggi yaitu perlakuan 0 ppm (kontrol) Pb pada varietas Gema sebesar 108,6667 bunga sedangkan perlakuan interaksi yang memiliki jumlah bunga terendah yaitu perlakuan konsentrasi 50 ppm Pb pada varietas Gema sebesar 45,6667 bunga. Sedangkan interaksi antara varietas dan konsentrasi Pb yang mempunyai tinggi tanaman stabil pada semua perlakuan yang terlihat dari hasil yang tidak berbeda nyata adalah pada varietas Dena 1.

Berdasarkan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% interaksi perlakuan antara varietas dengan konsentrasi Pb tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Pb yang mempengaruhi jumlah bunga tanaman paling besar yaitu konsentrasi 50 ppm Pb, 100 ppm Pb dan 150 ppm Pb. Konsentrasi Pb yang tinggi menyebabkan jumlah bunga semakin menurun, sedangkan varietas yang

sangat peka terhadap toksisitas Pb dalam jumlah bunga yaitu pada varietas Dena 1.

4.7. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Berat Kering Total Tanaman

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan pada varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill), konsentrasi Pb dan juga interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dengan konsentrasi Pb terhadap berat kering total tanaman kedelai karena nilai Sig. < 0,05 (lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh pada ketiga perlakuan terhadap berat kering total tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan 5%.

4.7.1. Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Berat Kering Total Tanaman

Varietas kedelai memberikan pengaruh terhadap berat kering total tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill). Oleh karena itu, dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan 5% telah disajikan pada tabel 4.14. pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada berat kering total tanaman.

Tabel 4.14. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Berat Kering Total Tanaman

Varietas	Berat Kering Total Tanaman (gram)
Anjasgoro	12,6525 b
Dena 1	11,1725 a
Gema	12,6308 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.14) menunjukkan bahwa varietas yang mempunyai berat kering total tanaman tertinggi yaitu varietas Anjasmoro sebesar 12,6525 gram dan tidak berbeda nyata dengan varietas Gema. Varietas Dena 1 memiliki berat kering total tanaman yang lebih rendah yaitu sebesar 11,1725 gram daripada varietas Gema dan Anjasmoro. Varietas Anjasmoro dan Gema tidak berbeda nyata karena masing-masing mempunyai berat kering total tanaman yang hampir mendekati sama.

4.7.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap berat kering total tanaman karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $Sig. < 0,05$ (terlampir pada lampiran 3). Adanya pengaruh yang signifikan pada masing-masing perlakuan konsentrasi Pb akan dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.15. pengaruh konsentrasi Pb pada berat kering total tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).

Tabel 4.15. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman

Konsentrasi Pb (ppm)	Berat Kering Total Tanaman (gram)
0	14,8889 c
50	12,4844 b
100	11,0678 a
150	10,1667 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (4.15) menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi Pb maka semakin menurunkan berat kering total tanaman. Konsentrasi terbesar yaitu 150 ppm Pb menyebabkan penurunan berat

kering total tanaman yang paling besar dengan berat kering total tanaman sebesar 10,1667 gram dan tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 100 ppm Pb, sedangkan perlakuan kontrol (0 ppm Pb) yang mempunyai berat kering total tanaman tertinggi sebesar 14,8889 gram.

Penurunan berat kering total tanaman menunjukkan bahwa keberadaan Pb yang tinggi pada tanaman dapat menghambat pertumbuhan pada tanaman serta memberikan efek buruk pada tanaman. Lepp (1981) mengatakan Pb dapat diserap oleh tanaman akan memberikan efek buruk jika konsentrasi yang diberikan berlebih. Hal tersebut sependapat dengan Sitompul dan Guritno (1995) bahwa tingginya konsentrasi Pb pada tanaman akan menyebabkan berkurangnya produktivitas dan kualitas yang hasilnya juga rendah.

4.7.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap berat kering total tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap berat kering total tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill). Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.16. pengaruh interaksi varietas kedelai dan konsentrasi Pb pada berat kering total tanaman.

Tabel 4.16. Hasil Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Total Tanaman

Varietas	Konsentrasi Pb (ppm)	Berat Kering Total (gram)
Anjasmore	0	17,0867 g
	50	13,5100 ef
	100	10,6633 abc
	150	9,3500 a
Dena 1	0	13,9167 f
	50	11,2867 bcd
	100	10,2533 ab
	150	9,2333 a
Gema	0	13,6633 ef
	50	12,6567 def
	100	12,2867 cdef
	150	11,9167 bcde

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.16) menunjukkan bahwa perlakuan yang mempunyai interaksi varietas dan konsentrasi Pb tertinggi terhadap berat kering total tanaman yaitu varietas Anjasmore dengan perlakuan 0 ppm Pb sebesar 17,0867 gram, sedangkan yang mempunyai interaksi terendah yaitu perlakuan Dena 1 dengan konsentrasi 150 ppm Pb sebesar 9,2333 gram. Selain itu, interaksi yang memiliki berat kering total tanaman yang paling mendekati kontrol yaitu pada varietas Gema dengan konsentrasi 50 ppm Pb. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi Pb yang paling menurunkan berat kering total tanaman paling besar yaitu pada perlakuan konsentrasi 150 ppm, sedangkan varietas yang peka terhadap kadar Pb yaitu pada varietas Dena 1 dan varietas yang toleran terhadap kadar Pb yaitu pada varietas Gema.

4.8. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Berat Kering Akar

Berdasarkan hasil Uji ANOVA, menunjukkan bahwa perlakuan varietas kedelai, konsentrasi Pb dan interaksi antara varietas kedelai dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap berat kering akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut Duncan 5% terhadap masing-masing perlakuan.

4.8.1. Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Berat Kering Akar

Varietas kedelai memberikan pengaruh terhadap berat kering akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3) kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.17. pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada berat kering akar.

Tabel 4.17. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Berat Kering Akar

Varietas	Berat Kering Akar (gram)
Anjasgoro	0,5825 b
Dena 1	0,5783 b
Gema	0,5517 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan uji Duncan (tabel 4.17) menunjukkan bahwa varietas Anjasgoro memiliki kering akar tertinggi sebesar 0,5825 gram dan tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1. Sedangkan berat kering akar varietas Gema lebih rendah dibanding dengan berat kering akar varietas Anjasgoro dimana berat

kering akar terendah terdapat pada varietas Gema sebesar 0,5517 gram dan berbeda nyata dengan varietas Dena 1.

4.8.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap berat kering akar karena $\text{Sig.} < 0,05$ (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan konsentrasi Pb terhadap berat kering akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill). Pengaruh signifikan pada masing-masing konsentrasi Pb terhadap berat kering akar akan diuji lanjut dengan uji Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.18. pengaruh konsentrasi Pb pada berat kering akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Tabel 4.18. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar

Konsentrasi Pb (ppm)	Berat Kering Akar (gram)
0	0,8822 d
50	0,5756 c
100	0,4589 b
150	0,3667 a

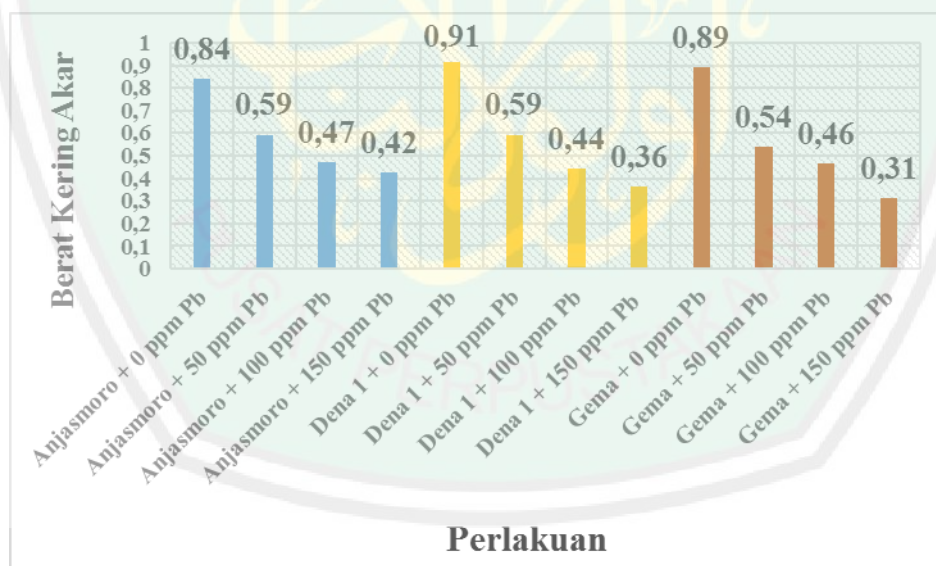
Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa adanya penurunan berat kering akar seiring dengan meningkatnya konsentrasi Pb yang diberikan. Hal tersebut tampak pada perlakuan kontrol (0 ppm) yang mempunyai berat kering akar paling tinggi sebesar 0,8822 gram dan berbeda nyata dengan konsentrasi Pb 50,100,150 ppm. Perlakuan Pb konsentrasi 50 ppm memiliki berat kering akar lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi Pb 0 ppm dan berbeda nyata dengan

perlakuan konsentrasi Pb 100 dan 150 ppm saling berbeda nyata. Perlakuan yang menunjukkan berat kering akar paling rendah yaitu perlakuan konsentrasi Pb 150 ppm sebesar 0,3667 gram.

4.8.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap berat kering akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap berat kering akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill).



Gambar 4.1. Diagram Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Kering Akar

Grafik diatas menunjukkan bahwa perlakuan yang memiliki interaksi antara varietas dan konsentrasi Pb tertinggi terhadap berat kering akar yaitu perlakuan varietas Dena 1 dengan perlakuan 0 ppm Pb sebesar 0,9133 gram, tetapi

perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan varietas Gema konsentrasi 0 ppm Pb sedangkan perlakuan yang memiliki interaksi terendah yaitu perlakuan varietas Gema dengan perlakuan 150 ppm Pb sebesar 0,3100 gram. Selain itu, interaksi yang memiliki berat kering akar paling mendekati kontrol yaitu pada varietas Dena 1 dengan konsentrasi 50 ppm Pb. Penurunan berat kering akar tersebut merupakan salah satu tanda bahwa tanaman telah mengalami keracunan Pb, dimana menurut Kozlowki (1979) dalam Rahayu (1995), menyatakan bahwa konsentrasi Pb yang tinggi dapat mengubah morfologi akar tanaman, menurunkan fotosintesis dan transpirasi.

Gangguan pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan oleh parameter penurunan panjang akar dan jumlah yang berpengaruh pada penurunan berat kering akar menurut Priyanto dan Prayitno (2007), pada sel dan jaringan tanaman logam berat Pb akan mengalami mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menyimpan (menimbun) logam di dalam organ tertentu seperti buah, daun dan akar sehingga menghambat produksi serta penyerapannya menurun. Selain itu logam Pb merupakan salah satu logam non esensial bagi tanaman dan memiliki kecenderungan menumpuk zat-zat logam di bagian akar, sehingga hal tersebut dapat menghambat panjang akar pada tanaman.

Logam Pb dapat diserap oleh tanaman pada saat kandungan bahan organik dan kondisi kesuburan tanah rendah, selain itu komposisi dan pH tanah serta kapasitas tukar kation (KTK) juga mempengaruhi perpindahan Pb dari tanah ke tanaman (Alloway, 1995). Kation Pb yang terserap oleh akar akan masuk kedalam tanaman kemudian menjadi inhibitor pembentukan enzim yang nantinya akan

menghambat proses metabolisme tanaman, yang dapat meliputi proses respirasi yang nantinya akan menghasilkan ATP yang digunakan untuk fotosintesis, kemudian hasil fotosintesis akan digunakan diadarkan untuk pembelahan sel (tinggi, jumlah dan biomassa) dan reproduksi akan terganggu seperti penurunan panjang akar pada suatu tanaman (Palar, 2008).

4.9. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Jumlah Polong

Berdasarkan hasil Uji ANOVA, menunjukkan bahwa varietas kedelai (*Glycine max* L. Merril) memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah polong karena Sig. < 0,05. Selain itu, konsentrasi Pb juga memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah polong karena nilai Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Oleh karena itu, pada semua perlakuan kedelai baik varietas kedelai, konsentrasi Pb dan interaksi varietas kedelai dan konsentrasi Pb dilakukan uji lanjut Duncan 5%.

4.9.1. Pengaruh Varietas Pb pada Jumlah Polong

Varietas kedelai memberikan pengaruh terhadap jumlah polong karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H₀ ditolak, yang artinya ada pengaruh pada varietas terhadap jumlah polong kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Perbedaan signifikan pada masing-masing varietas dapat diketahui melalui uji lanjut Duncan. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.19. pengaruh varietas kedelai pada jumlah polong.

Tabel 4.19. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai pada Jumlah Polong Pertanaman

Varietas Kedelai	Jumlah Polong
Anjasmore	51,7500 b
Dena 1	60,0833 c
Gema	47,0833 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.19 menunjukkan bahwa varietas kedelai yang memiliki jumlah polong tertinggi yaitu varietas Anjasmore sebesar 51,7500 polong sedangkan yang paling rendah yaitu pada varietas Gema dengan nilai sebesar 47,0833 polong. Berdasarkan hasil diatas ditunjukkan bahwa varietas Anjasmore mempunyai nilai tertinggi dalam menghasilkan jumlah polong sedangkan pada varietas Gema merupakan varietas yang menghasilkan jumlah polong terendah.

4.9.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap jumlah polong karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan konsentrasi Pb terhadap jumlah polong kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Perbedaan signifikan pada masing-masing perlakuan dapat diketahui melalui uji lanjut Duncan. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.20. pengaruh konsentrasi Pb pada jumlah polong kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).

Tabel 4.20. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong Pertanaman

Konsentrasi Pb (ppm)	Jumlah Polong
0	81,5556 b
50	42,8889 a
100	44,5556 a
150	42,8889 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi Pb berpengaruh terhadap jumlah polong, dimana semakin tinggi pemberian konsentrasi Pb menyebabkan penurunan pada jumlah polong yang dihasilkan. Konsentrasi 150 ppm Pb merupakan konsentrasi yang paling menghambat pertumbuhan polong sehingga menyebabkan jumlah polong paling sedikit dibandingkan dengan konsentrasi lainnya sebesar 42,8889 polong. Akan tetapi jumlah polong tersebut tidak berbeda nyata dengan jumlah polong pada konsentrasi Pb 50 ppm dan 100 ppm. Sedangkan konsentrasi 0 ppm Pb (kontrol) yang menghasilkan jumlah polong paling banyak yaitu sebesar 81,5556 polong.

Konsentrasi Pb yang tertinggi berdampak pada penurunan unsur hara yang lain satu diantaranya unsur hara mikro Mg dan Fe, dimana menurut Konvacs (1992), menyatakan meningkatnya kadar Pb menyebabkan rusaknya struktur kloroplas, selain itu pembentukan struktur kloroplas sangat dipengaruhi oleh nutrisi mineral seperti Mg dan Fe. Dimana masuknya logam berat secara berlebihan dalam tumbuhan seperti Pb logam berat Pb akan mengurangi asupan Mg dan Fe. Kurnia, dkk (2004), menambahkan kerusakan tanaman akibat

tingginya konsentrasi Pb menyebabkan pertumbuhan serta penampilan tanaman tidak optimal serta terhambatnya pertumbuhan tanaman.

4.9.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah polong kedelai (*Glycine max* L.Merrill). karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap jumlah polong, kemudian dilakukan uji Duncan 5% dengan hasil sebagai berikut (tabel 4.21).

Tabel 4.21. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Jumlah Polong Pertanaman

Varietas	Konsentrasi Pb (ppm)	Jumlah Polong
Anjasmoro	0	71,3333 f
	50	50,6667 e
	100	42,0000 cd
	150	43,0000 d
Dena 1	0	82,0000 g
	50	51,3333 e
	100	57,0000 e
	150	50,0000 e
Gema	0	91,3333 h
	50	26,6667 a
	100	34,6667 b
	150	35,6667 bc

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.21) terlihat bahwa perlakuan interaksi antara varietas kedelai dengan konsentrasi Pb menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 0 ppm Pb (kontrol) varietas Gema menghasilkan

jumlah polong lebih banyak yaitu sebesar 91,3333 polong. Sedangkan perlakuan konsentrasi 50 ppm Pb varietas Gema menghasilkan nilai terendah pada jumlah polong yaitu sebesar 26,6667 polong, akan tetapi nilai terendah tidak hanya dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi 50 ppm Pb saja pada konsentrasi 100 ppm Pb dan 150 ppm Pb juga menghasilkan jumlah polong yang rendah yaitu 34,6667 polong dan 35,6667 polong pada varietas Gema. Berdasarkan hasil Duncan pada perlakuan konsentrasi 150 ppm Pb varietas Gema tidak berbeda nyata dengan varietas Anjasromo perlakuan konsentrasi 50 ppm Pb.

Berdasarkan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%, interaksi perlakuan antara varietas dengan konsentrasi Pb tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Pb yang mempengaruhi jumlah polong paling besar yaitu pada konsentrasi 150 ppm Pb. Konsentrasi Pb yang tinggi menyebabkan jumlah polong semakin menurun, sedangkan varietas yang sangat peka terhadap toksisitas Pb dalam penurunan jumlah polong yaitu pada varietas Gema.

4.10. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Berat Biji

Berdasarkan Uji ANOVA, menunjukkan bahwa perlakuan varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill), konsentrasi Pb dan Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dengan konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap berat biji tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut Duncan 5% terhadap masing-masing perlakuan.

4.10.1 Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Berat Biji

Varietas kedelai memberikan pengaruh terhadap berat biji tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3) kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.22. pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada berat biji.

Tabel 4.22. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Berat Biji

Varietas	Berat Biji (gram)
Anjasgoro	28,23500 a
Dena 1	28,38500 a
Gema	34,62417 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan uji Duncan (tabel 4.22) menunjukkan bahwa varietas Gema memiliki berat biji tertinggi sebesar 34,62417 gram dan berbeda nyata dengan berat biji pada varietas Anjasgoro dan Dena 1, sedangkan berat biji pada varietas Anjasgoro lebih rendah dibanding dengan berat biji varietas Dena 1 dan yang memiliki berat biji terendah yaitu varietas Anjasgoro sebesar 28,23500 gram dan tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1.

4.10.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Biji

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap berat biji karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan konsentrasi Pb terhadap berat biji tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill). Pengaruh signifikan pada masing-masing konsentrasi Pb terhadap berat biji akan diuji lanjut Duncan 5%. Adapun data hasil uji lanjut

Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.23. pengaruh konsentrasi Pb pada berat biji tanaman kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Tabel 4.23. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Berat Biji

Konsentrasi Pb (ppm)	Berat Biji (gram)
0	43,65667 d
50	31,91889 c
100	26,19444 b
150	19,88889 a

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 4.23 menunjukkan bahwa adanya penurunan berat biji seiring dengan meningkatnya konsentrasi Pb yang diberikan. Hal tersebut tampak pada perlakuan kontrol 0 ppm yang mempunyai berat biji paling tinggi sebesar 43,65667 gram dan berbeda nyata dengan konsentrasi Pb 50,100,150 ppm. Perlakuan Pb konsentrasi 50 ppm memiliki berat biji lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi Pb 0 ppm dan berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi Pb 100 dan 150 ppm, sedangkan berat biji antara perlakuan konsentrasi 100 dan 150 ppm saling berbeda nyata. Perlakuan yang menunjukkan berat biji paling rendah yaitu perlakuan konsentrasi Pb 150 ppm sebesar 19,88889 gram.

4.10.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Biji

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap berat biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max*

L.Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap berat biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill). Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.24. pengaruh interaksi varietas kedelai dan konsentrasi Pb pada berat biji.

Tabel 4.24. Hasil Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Berat Biji

Varietas	Konsentrasi Pb (ppm)	Berat Biji (gram)
Anjasmore	0	41,39000 ef
	50	30,97000 d
	100	26,43333 c
	150	14,74667 a
Dena 1	0	43,35333 fg
	50	38,97667 e
	100	31,08000 d
	150	25,08667 c
Gema	0	46,22667 g
	50	25,81000 c
	100	21,07000 b
	150	19,83333 b

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.24) terlihat bahwa perlakuan interaksi antara varietas kedelai dengan konsentrasi Pb pada berat biji menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 0 ppm Pb varietas Gema menghasilkan berat biji paling berat yaitu sebesar 46,22667 gram. Sedangkan perlakuan konsentrasi 150 ppm Pb pada varietas Anjasmore menghasilkan nilai terendah pada berat biji yaitu sebesar 14,74667 gram. Pada varietas Anjasmore perlakuan 100 ppm Pb tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1 konsentrasi 150 ppm Pb dan varietas Gema dengan konsentrasi 50 ppm Pb. Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Pb yang mempengaruhi berat biji paling besar yaitu pada konsentrasi 150 ppm Pb pada varietas Anjasmore dan tertinggi pada perlakuan 0 ppm Pb (kontrol) yaitu pada varietas Gema. Konsentrasi Pb yang

tinggi dapat menghambat produktivitas biji. Selain mempengaruhi berat akar kadar Pb yang tinggi juga dapat mempengaruhi berat biji pada tanaman.

Kurniawasyah (1999), mengatakan pemberian konsentrasi Pb yang tinggi selain dapat mengurangi berat kering suatu tanaman juga dapat mempengaruhi berat biji yang dihasilkan. Karena adanya logam berat dalam tanah seperti halnya Pb dapat menyebabkan perubahan KTK, dan perubahan komposisi unsur hara tanah sehingga unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman menjadi tidak tersedia dan menghambat serapan hara tanaman serta menyebabkan produktivitas menurun.

4.11. Pengaruh Kadar Pb terhadap Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Kadar Timbal (Pb) dalam Biji

Berdasarkan hasil Uji ANOVA, menunjukkan bahwa perlakuan varietas kedelai, konsentrasi Pb dan interaksi antara varietas kedelai dengan konsentrasi Pb memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar Pb dalam biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut Duncan 5% terhadap masing-masing perlakuan.

4.11.1. Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Kadar Timbal (Pb) dalam Biji

Varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) memberikan pengaruh terhadap kadar Pb dalam biji karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan varietas terhadap kadar Pb biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Perbedaan signifikan pada masing-masing perlakuan dapat diketahui melalui uji lanjut Duncan. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah

disajikan pada tabel 4.25. pengaruh varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada kadar Pb biji.

Tabel 4.25. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Vareitas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) pada Kadar Pb dalam Biji

Varietas	Kadar Pb dalam Biji (ppm)
Anjasgoro	0,016683 a
Dena 1	0,020308 b
Gema	0,022642 c

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.25) menunjukkan bahwa kadar Pb dalam biji yang paling tinggi terdapat pada varietas Gema yaitu 0,022642 ppm. Varietas Gema berbeda nyata dengan varietas Anjasgoro dan Dena 1. Varietas Anjasgoro memiliki kadar Pb yang lebih rendah dari pada kadar Pb pada varietas Dena 1. Varietas Anjasgoro memiliki kadar Pb yang paling rendah yaitu 0,016683 ppm. Hal ini dikarenakan mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat Pb oleh tumbuhan terjadi pada 3 yaitu : penyerapan oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan, lokalisasi logam pada sel dan jaringan sehingga menghambat produktifitas pada suatu tanaman.

Selain itu (Raskin dkk, 1994), mengatakan Pb masuk ke tumbuhan dalam bentuk Pb^{++} melalui akar. Sementara itu, transportasi Pb dari bagian akar ke daun atau ke bagian organ lain memerlukan senyawa makro molekul terutama protein. Berdasarkan hal tersebut maka pemindahan Pb dari akar ke biji sangat bergantung pada protein yang dihasilkan oleh setiap varietas kedelai. Perbedaan dalam menghasilkan protein yang menyebabkan kadar Pb dalam biji setiap varietas kedelai mengalami perbedaan. Barus (2004), menambahkan bahwa perbedaan

varietas pada biji kedelai dapat menyebabkan perbedaan pada berat biji serta perkembangan biji dalam menyerap unsur hara dalam tanah. Seperti halnya pada varietas gema dimana varietas gema diatas menunjukkan hasil lebih besar dalam menyerap Pb dikarenakan varietas gema mempunyai daya toleran sangat rendah. Balitkabi (2011), mengatakan bahwa varietas gema mempunyai masa panen yang lebih pendek dibandingkan kedelai pada umumnya. Sehingga pemberian logam Pb yang tinggi menghambat pertumbuhan serta mengakibatkan varietas gema tersebut tercemar Pb.

4.11.2. Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji

Konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap kadar Pb biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $Sig. < 0,05$ (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh perlakuan konsentrasi Pb terhadap kadar Pb biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Perbedaan signifikan pada masing-masing perlakuan dapat diketahui melalui uji lanjut Duncan. Adapun data hasil uji lanjut Duncan (0,05) telah disajikan pada tabel 4.26. pengaruh konsentrasi Pb pada kadar Pb biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill).

Tabel 4.26. Hasil Uji Duncan Taraf 5% Pengaruh Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji

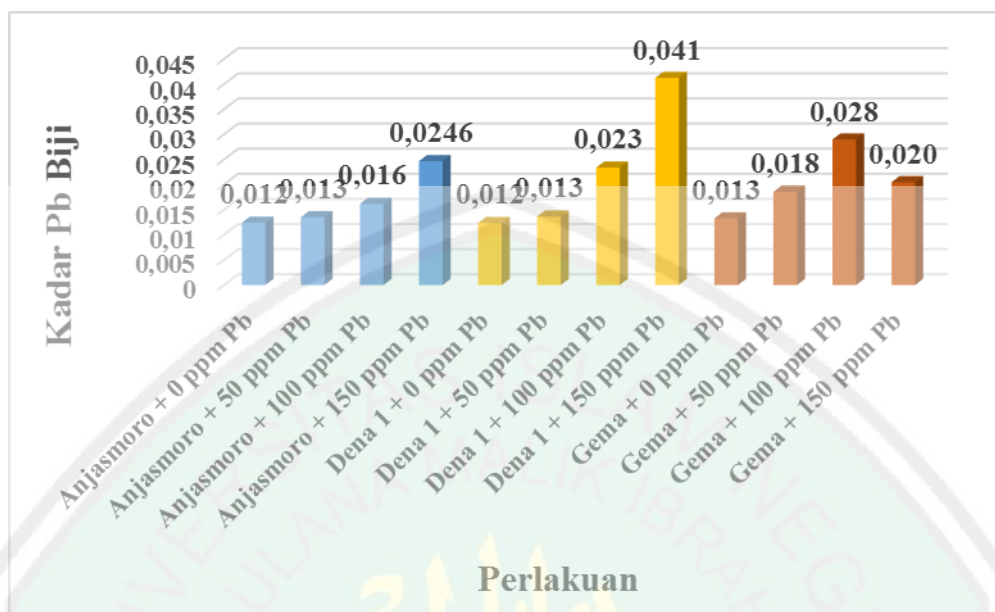
Konsentrasi Pb (ppm)	Kadar Pb dalam Biji (ppm)
0	0,012667 a
50	0,015222 b
100	0,022833 c
150	0,028789 e

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (tabel 4.26) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 0 ppm merupakan konsentrasi yang memiliki kadar Pb dalam biji paling rendah, dan berbeda nyata pada semua perlakuan. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi Pb tertinggi yaitu 150 ppm Pb, kadar Pb dalam bijinya paling tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain yaitu 0,028789 ppm. Akan tetapi masih dalam kategori aman apabila dikonsumsi dikarenakan kandungan Pb yang diperoleh untuk dikonsumsi dalam material tumbuhan maksimum 2,0 ppm (Widiningrum, 2007).

4.11.3. Pengaruh Interaksi Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji

Interaksi antara varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb memberikan pengaruh terhadap kadar Pb biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill) karena Sig. < 0,05 (terlampir pada lampiran 3). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang artinya ada pengaruh interaksi varietas kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan konsentrasi Pb terhadap kadar Pb biji kedelai (*Glycine max* L.Merrill).



Gambar 4.2. Diagram Pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) dan Konsentrasi Pb pada Kadar Pb dalam Biji

Grafik diatas menunjukkan bahwa perlakuan yang memiliki interaksi varietas dan konsentrasi Pb dengan kadar Pb dalam biji paling besar yaitu perlakuan varietas Dena 1 dengan konsentrasi 150 ppm Pb, sedangkan perlakuan yang memiliki interaksi dengan kadar Pb dalam biji paling sedikit yaitu perlakuan varietas Dena 1 juga dengan konsentrasi 0 ppm Pb. Kadar Pb dalam biji dari berbagai konsentrasi cekaman Pb masih dalam ambang aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Pemerintah Indonesia telah mempunyai batas maksimum cemaran Timbal (Pb) pada bahan makanan yang ditetapkan oleh Dirjen POM dalam Surat Keputusan Dirjen POM No. 03725/B/SK/VII89 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam sayuran, serta tumbuhan dan hasil olahannya maksimum 2,0 ppm. Sedangkan untuk kandungan Pb dalam tanah secara alamiah yaitu sebesar 10 ppm.

Kadar Pb tertinggi diperoleh varietas Dena 1 dengan konsentrasi 150 ppm Pb hal ini dikarenakan varietas Dena 1 mempunyai daya toleran tinggi serta cocok ditanam di beberapa wilayah Indonesia seperti lahan kering masam (tanah marginal). Balitkabi (2009), mengatakan varietas Dena 1 merupakan varietas kedelai yang toleran pada naungan sehingga cocok ditanam secara tumpang sari di perkebunan maupun hutan.

4.12. Indeks Sensitivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap Kadar Pb

Penentuan varietas yang toleran terhadap kadar Pb dilakukan melalui perhitungan indeks sensitivitas (IS). Tanaman yang menunjukkan toleran terhadap kadar Pb memiliki nilai IS cekaman Pb yang rendah dibandingkan dengan yang peka dengan kategori sebagai berikut : toleran $IS \leq 0.5$, agak toleran $0.5 \leq IS \leq 1.0$ dan peka $IS > 1.0$. Adapun data hasil perhitungan indeks sensitivitas (IS) telah disajikan pada tabel 4.25.

Tabel 4.25. Indeks Sensitivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) terhadap Kadar Pb

Varietas	Indeks Sensitivitas											
	Berat Kering Akar	Karakter	Berat Kering Total Tanaman	Karakter	Kadar Klorofil	Karakter	Jumlah Bunga	Karakter	Jumlah Polong	Karakter	Berat Biji	Karakter
Anjasgoro	0,8	MT	0,8	MT	3,5	P	0,8	MT	0,8	MT	0,8	MT
Dena 1	1	MT	1,7	P	0	MT	0,8	MT	0,7	MT	0,9	MT
Gema	1	MT	0,4	MT	1,5	P	1,2	P	0,7	MT	1,1	P

Keterangan: Kriteria untuk menentukan tingkat toleran adalah jika nilai $S < 0,5$ kategori genotip toleran, $0,5 < S < 1,0$ kategori genotip medium toleran, dan $S > 1,0$ untuk genotip peka.

Hasil perhitungan indeks sensitivitas menunjukkan adanya kelompok varietas kedelai yang termasuk dalam kategori toleran (T), medium toleran (MT), dan peka (P). Tabel 4.25 menunjukkan bahwa varietas Anjasromo dan Dena 1 dikelompokkan ke dalam kelompok medium toleran karena untuk pengamatan parameter jumlah bunga nilai $0,5 < S < 1,0$, sedangkan varietas Gema termasuk dalam kelompok peka karena untuk pengamatan parameter jumlah bunga nilai $S > 1,0$. Hal ini dikarenakan menurut Allen (1999), setiap tanaman memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat yang berbeda-beda. Sammers dalam penelitian menemukan bahwa kemampuan untuk menerima dan mentranslokasi logam berat terhadap beberapa jenis tanaman berbeda-beda pada masing-masing tanaman (Allen, 1999).

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsentrasi Pb antara 50-150 ppm menyebabkan penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, rata-rata luas daun, kadar klorofil, jumlah bunga, jumlah polong, berat kering total tanaman, berat kering akar pada tanaman, dan berat biji pada tanaman kedelai.
2. Berdasarkan indeks sensitifitas tidak ditemukan adanya varietas kedelai yang toleran, akan tetapi terdapat beberapa varietas yang moderat dan peka terhadap kadar Pb yaitu : varietas Anjasmoro dan Dena 1 termasuk dalam kategori moderat sedangkan pada varietas Gema termasuk dalam kategori peka terhadap kadar Pb.
3. Interaksi varietas Dena 1 dengan konsentrasi Pb 50 ppm pada berat biji tanaman menunjukkan toleransi kadar Pb.

5.2. Saran

Kedelai varietas Dena 1 dapat ditanam pada lahan yang memiliki kadar logam berat Pb 50 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an Al-Karim dan Terjemahannya dengan transliterasi*. Departemen Agama RI, Semarang : PT. Karya Toba Putra.
- Al-Qurthubi, Syaikh Imam. 2008. *Tafsir Al-Qurthubi Jilid 7*. Jakarta: Pustaka Azam.
- Al-Qarni, 'Aidh. 2007. *Tafsir Muyassar Jilid 2*. Jakarta: Qisthi Press.
- Al-Munajjid, M. B. S. 1997. *Silsilah Amalan Hati*. Bandung : Irsyad Baitus Salam.
- Al-Maraghi. Ahmad Musththafa. 1993. *Tafsir Al-Maraghi Terjemah*. Juz 8-9. Semarang : Toha Putra.
- Al-Jazairi., Syaikh Abu Bakar. 2006. *Terjemahan Al-Aisar*. Jakarta : Darus Sunnah.
- Alloway, B.J dan Ayres. 1997. *Heavy Metal in Soils*. 2nd Edition. Blackie Academic and Professional-Chapman and Hall. London-Wenheim-New York. Tokyo-Melbourne-Madras.
- Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metals in Soils. Second Edition*. Blacklie Academic & Professional. An Imprint of Chapman & Hall. Glasgow.
- Adisarwanto. 2005. *Budidaya dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar Kedelai*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Adie, M.M dan A. Krisnawati. 2007. *Peluang Peningkatan Kualitas Biji Kedelai*. Badan Litbang Pertanian. Pp. 216-230.

Allen, B.L. and Hajek, B.F. 1999. Mineral occurrence in soil environment. In Dixon, J.B., and Weed, S.B., eds., *Mineral in Soil Environments*. Madison, WI: Soil Science Society of America, pp.199- 278.

Ampnir, Maria Lowisa. 2011. Inventarisasi Jenis-jenis Hama Utama dan Ketahanan Biologi pada Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) di Kebun Percobaan Manggoapi Manokwari. Skripsi. *Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Papua, Manokwari*.

Ayu, M., Rosmayanti, dan Luthfi. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai terhadap Inokulasi *Bradyrhizobium*. Universitas Sumatera Utara, Medan. *Jurnal Agroekoteknologi*. Vol 1. No 2. ISSN No. 2337-6597.

Barchia, M.F. 2009. *Agroekosistem Tanah Mineral Asam*. Yogyakarta : UGM Press.

Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Kedelai. 2014. *Kedelai*. Bogor : Jaya Merdeka.

Balitkabi 2009. *Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.

Balitkabi. 2011. *Teknologi Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.

Badan Pusat Statistik. 2016. *Statistik Indonesia 2015*. Jakarta : BPS.

Balitbang Lingkungan Laut. *Puslitbang Oseanologi*. Jakarta : LIPI.

Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Kedelai. 1985. *Kedelai*. Bogor : Jaya Merdeka.

Brass, G. M & W. Strauss. 1981. *Air Pollution Control*. New York. John Willey & Sons.

- Barus, A. 2004. Kajian Penyerapan Logam Cd, Ni dan Pb dengan Variasi Konsentrasi pada Akar, Batang dan Daun Tanaman Bayam. *Jurnal FMIPA*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Cahyono, B. 2007. *Kedelai*. Semarang : Aneka Ilmu.
- Charlena. 2004. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-Sayuran*. Bogor : Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Campbell NA, Reece JB, Mitchell LG. 2003. *Biologi Jilid ke-dua Edisi ke-lima*. Jakarta : Erlangga.
- Connel & Miller. 2006. *Kimia dan Etoksikologi Pencemaran*. Jakarta : UI Press.
- Connell, D.W. and G.J. Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Penerjemah Y Kastoer. Jakarta : UI Press.
- Chairiyah, R.R. 2013. Bioremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Cd, Cu dan Pb dengan Menggunakan Endomikoriza. *Jurnal Online Agroekoteknologi ISSN No. 2337- 6597*. Vol. 2 No. 1 : 348-361.
- Darmono. 2009. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta : UI Press.
- Dahlan, E.N. 2004. *Studi Kemampuan Tanaman dalam Menjerap dan Menyerap Timbal Emisi dari Kendaraan Bermotor*. Bandung : Fakultas Pascasarjana IPB.
- Darwis. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Pertanian dalam Al-Qur'an*. Bandung : IPB Press.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius.

Fallah. 2006. *Produksi Tanaman dan Makanan dengan Menggunakan Hidroponik*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Fatoba, P.O. and G. U. Emem. 2008. Effects of Some Heavy Metals on Chlorophyll Accumulation in *Barbula lambaranesis*. *Journal of Ethanobotanical Leaflets*. 11 (2) : 776-783.

Fathurrahman. 2008. *Tafsir Al-Qurthubi*. Jakarta : Pustaka Azzam.

Flanagan, J.T., K.J. Wade, A. Currie, and D.J. Curtis. 1980. The Deposition of Lead and Zinc From Traffic Pollution On Two Roadside Hrubus. *Enviromental Pollution (Series B)* 1:71-78.

Fatoba, P.O. and G.U. Emem. 2008. Effects of Some Heavy Metals on Chlorophyll Accumulation in *Barbula lambaranesis*. *Journal of Ethanobotanical Leaflets*. 11 (2) : 776-783.

Gardner, F. P. R. B. Pearce dan R. L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants (Fisiologi Tanaman Budidaya)*. Jakarta : UI Press.

Gesamp. 1985. Review of Potentially Harmful Substances : Cadmium, Lead and Tin. IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UNEP/UN. Join group of experts.

Gothberg, A. 2008. Metal Fate and Sensitivity In The Aquatic Tropical Vegetable *Ipomea aquatica*. *Departement of Applied Enviromental Science*. Stockholm University. Pp. 1-39.

Ginting, E. 2008. Mutu Kedelai Nasional Lebih Baik Daripada Kedelai Impor. *Jurnal Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol. 30 No. 1.

Hayati, Rita. 2005. *Karakterisasi Abu Terbang (Fly Ash) dan Eksplorasi Vegetasi Fitoremediator di Area Landfill Abu Terbang untuk Pengelolaan Ramah Lingkungan*. Bogor : Pasca Sarjana IPB.

Harjadi, S. S. 1984. *Pengantar Agronomi*. Jakarta : Gramedia.

Hidayat. 1985. Fitoremediasi dan potensi tumbuhan hiperakumulator [ulasan]. *Hayati* 12: 35-40.

Hutagalung, H.P. 1982. *Pencemaran Laut oleh Logam Berat : Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. Jakarta : P3O-LIPI.

Hutagalung dan Jalaluddin. 1982. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oseana*. Vol. IX. No. 1. LON LIPI. Jakarta.

Irwan, A. W. 2006. *Budidaya Tanaman Kedelai (Glycine max (L) Merill)*. Bandung : Universitas Padjajaran.

Juhaeti, T. Sharif, F. Hidayati, N. 2004. Inventarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi. *Jurnal Biodiversitas*. Vol. 6. No. 1. Hal 31-33.

Jadia, C. D., and Fulekar, M. H. 2009. Phytoremediation of heavy metals: Recent techniques. *African Journal of Biotechnology*, 8: 921-928.

Kohar. E. 2010. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam tanaman kangkung. *Makara Sain*. Vol. 11.

Kovacs, M. 1992. *Biological Indicators of Environmental Pollution*. In : *Biological Indicators in Environmental Protection* (Ed.). New York : Ellis Horwood.

Kusnoputranto, H. 2006. *Toksikologi Lingkungan, Logam Toksik dan Berbahaya*. Jakarta : FKM-UI Press dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan.

Kurnia, U. 2004. *Pengaruh Logam Berat Pb dalam Tanah terhadap Kandungan Pb, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisem (Brassica rapa)*. Prosiding Semiinar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Bogor : Puslittanak.

Kurnia, U.A. Rachman dan A. Daraih. 2004. Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat BPPP Departemen Pertanian*. Jakarta.

Kurniawansyah, D. 1999. *Respon Pertumbuhan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) Jagung (Zea mays L.) dan Kacang Tolo (Vigna sinensis L.) terhadap Pencemaran Timbal (Pb)*. Malang : Universitas Brawijaya.

Kozlowski, J. 1991. Effects of Elevated CO₂ and Water Stress on Soybean. *Global Change Biology*. 5 : 283-291.

Lamina. 1989. *Kedelai dan Pengolahannya*. Jakarta : Simpleks.

Lane, S. 1977. *Tanaman Elemen Lengkap sebagai Biofilter untuk Mereduksi Polusi Timbal (Pb) di Udara*. Bogor : IPB.

Liong, S., Noor, A., Tana, P., Abdullah, A. 2010. *Studi Fitoakumulasi Pb dalam Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir)*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Makassar.

Lepp, N.W. 1981. Copper In Effect of Heavy Metal Pollution on Plants. Vol 1: *Effects of Trace Metals on Plant Function*. Ed. N W Lepp. pp 111-143. Applied Science Publishers. London. UK.

Marlia, A., T. Hidayat., N. Husna. 2012. Pengaruh Varietas dan Jarak Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Jurnal Agrista Vol. 16 No. 1*.

Malhotra, S.S and A.A. Khan. 1984. Biochemical and Physiological impacts of Major Pollutants. In Treshow M. 1989 eds. *Air Pollution and Plant Live*. John Wiley & Sons Ltd. New York. pp. 113-157.

Najiyati, Sri dan Danarti. 2000. *Memilih dan Merawat Tanaman Buah Di Perkarangan Sempit*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Notohadiprawiro, T. 1993. *Tanah dan Lingkungan*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

- Naria. 2005. *Pengaruh Penyiraman Air Sungai Cipinang dan Air Tanah terhadap Kandungan Timbal pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran*. Jakarta : Thesis Universitas Indonesia.
- Okada T, Tengkan W, Djuarso T. 1988. *An Outline on Soybean Pest in Indonesia in Faustic Aspect*. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Malang.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Palar. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Penerbit Rineka Cipta.
- Patra, R. 2004. Evaluasi Kandungan Logam Berat Pb dan Cd dalam Tanaman Kangkung (*Ipomea aquatica*) di Sekitar Sungai Bengawan Solo Di Kawasan Industri-Karanganyar. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2015. Buletin triwulan Ekspor Impor Komoditas Pertanian. *Kementrian Pertanian Republik Indonesia* (VII)2.
- Pasya, Ahmad Fuad. 2004. *Rahiq Al – ‘Ilmi wa Al-Iman*. Terjemahan Muhammad Arifin. Surakarta : Tiga Serangkai.
- Priyanto B dan Prayitno J. 2007. Evaluasi Penggunaan Air Irigasi yang Mengandung Logam Berat Timbal (Pb) pada Ambang Batas Kualitas Air Pertanian terhadap Kadar Timbal pada Tanaman Bayam (*Amarantus* sp). *Jurnal Universitas Andalas Padang*.
- Poehlman, J. M. and D. A. Sleper. 1995. *Beerding Field Crops*. Pamina Publishing Corporation, New Delhi.
- Rahayu, K. P. 1995. Tingkat Pencemaran Logam Berat Pb di dalam Sayuran, Air Minum dan Rambut di Denpasar, Gianyar dan Tabanan. *Jurnal Universitas Udayana Denpasar*.

Rubatzky, V. E. dan M. Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia 2 Prinsip, Produksi dan Gizi*. Bandung : ITB.

Rukmana, R dan Yuniarsih, Y. 2000. *Kedelai : Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta : Kanisius.

Rukmana dan Yuniarsih. 1995. *Kedelai : Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta : Kanisius.

Rumanjar, Antonius Theodorus, B. 2010. Penjajakan Kadar Logam Berat Pb pada Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea Reptans Poir*) Asal Kecamatan Medan Deli dan Kangkung Air (*Ipomea Aquatica Forks*) Asal Kecamatan Sunggal Kota Medan. *Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Raskin, I., Kumar, P.B.A.N., Dishenkov, S & Salt, D. 1994. Bioconcentration of Heavy Metal by Plants. Current opinion, *Biotechnology*, (5), 285-290.

Sembiring, E. And E. Sulistyawati. 2006. *Akumulasi Pb dan Pengaruhnya pada Kondisi Daun Swietenia macrophylla king*. Bandung : Makalah pada Seminar Nasional Penelitian Lingkungan di Perguruan Tinggi ITB.

Siburian, D.Pangestiningih, Y dan Lubis L. 2013. Pengaruh Jenis Insektisida terhadap Hama Polong *Riportus linearis* F (Hemiptera : Alydydae) dan *Etiella zinckenella* Treit. (Lepidoptera : Pyralidae) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L). *Jurnal online Agroetnologi*. ISSN No 2337-6597 (2)2 : 893-904.

Sitompul, S.M. and B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Press.

Sharma. 1993. *Plant Taxonomi*. Mc Graw-Hill Publishing. Company limited.

Suhaeni. 2007. *Menanam Kacang Tanah*. Bandung : Penerbit Nuansa.

Subowo dkk, 1999. Pengaruh Logam Berat Pb dalam Tanah terhadap Kandungan Pb, Pertumbuhan dan Hasil Tanam Caisem (*Brassica rapa*). *Prosiding Seminar Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Puslittianak. Bogor.*

Soepardi. G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor : Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Sunarya, Y. 2007. *Kimia Umum*. Bandung : Grafindo.

Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.

Sutanto. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu tanah*. Yogyakarta : Kanisius.

Supardi, L. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Sudarmaji, dkk. 2006. *Kemampuan Menyerap Timbal (Pb) pada Daun Beberapa Tanaman Penghijauan Jalan Tol Jagorawi : Analisis Struktur Anatomi dan Histokimia*. Bogor : Pascasarjana IPB.

Temple. 2007. *Heavy Metal Toxicity*. CABI Publishing. Third ed. London. England.

Widowati, W. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Yulianto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengolaannya*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Zahro. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. 2. No. 2.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

1.1 Varietas Anjasmoro

Dilepas tahun	22 Oktober 2001
SK Mentan	537/Kpts/TP.240/10/2001
Nomor galur	Mansurla 395-49-4
Asal	Seleksi massa dari populasi galur murni Mansuria
Daya hasil	2,03-2,25 t/ha
Hasil rata-rata	-
Warna hipokotil	Ungu
Warna epikotil	Ungu
Warna daun	Hijau
Warna bulu	Putih
Warna bunga	Ungu
Warna kulit biji	Kuning
Warna polong tua	Coklat muda
Warna hilum	Kuning kecoklatan
Bentuk daun	Oval
Ukuran daun	Lebar
Tipe tumbuh	Determinit
Umur berbunga	35,7-39,4 hari
Umur polong masak	82,5-92,5 hari
Tinggi tanaman	64-68 cm
Percabangan	2,9-5,6 cabang
Jml. Buku batang utama	12,9-14,8
Bobot 100 biji	14,8-15,3 g
Kandungan protein	41,8-42,1%
Kandungan lemak	17,2-18,6%
Kerebahan	Tahan rebah
Ketahanan terhadap penyakit	Moderat terhadap karat daun
Sifat-sifat lain	Polong tidak mudah pecah
Pemulia	Takashi Sanbuichi, Nagaaki Sekiya, Jamaluddin M., Susanto, Darman M.A., dan M. Muchlish Adie.

1.2 Varietas Dena 1

Dilepas tahun	5 Desember 2014
SK Mentan	1248/Kpts/SR 120/12/2014
Nomor galur	A126- 1114-8-28-1-2
Asal	Persilangan antara Agromulyo x IAC 100
Tipe tumbuh	Determinit
Umur berbunga	±33 hari
Umur masak	±78 hari
Warna hipokotil	Ungu
Warna epikotil	Hijau
Warna daun	Hijau
Warna bunga	Ungu
Warna bulu	Coklat
Warna kulit polong	Cokelat kekuningan
Warna kulit biji	Kuning
Warna kotiledon	Hijau
Warna hilum	Coklat
Bentuk daun	Oval
Ukuran daun	Sedang
Percabangan	1-3 cabang/tanaman
Jumlah polong pertanaman	±29 hari
Tinggi tanaman	±59,0 hari
Kerebahan	Agak tahan rebah
Pecah polong	Tidak mudah pecah
Ukuran biji	Besar
Bobot 100 biji	±14.3 gram
Bentuk biji	Lonjong
Potensi hasil	2.9 t/ha
Rata hasil	±1.7 t/ha
Kandungan protein	±36.7% BK
Kandungan lemak	±18.8% BK
Ketahanan terhadap penyakit	Tahan terhadap penyakit karat daun (Pha- dan penyakit kopsora), rentan hama pengisap polong (<i>Riptortus linearis</i>) dan hama ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)
Keterangan	Toleran hingga naungan 50%
Pemulia	T. Sundari, Gatut WAS, Purwantoro, dan N. Nugrahaeni
Peneliti	E. Yusnawan, A. Inayati, K. Ginting, dan R Yulifianti
Pengusul	Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang Umbi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

1.3 Varietas Gema

Dilepas tahun	9 Desember 2011
SK Mentan	No.5039/Kpts/SR.120/12/2011
Nomor galur	Shr/W-60
Asal	Seleksi persilangan galur introduksi Shirome dengan varietas Wilis
Tinggi tanaman	±55 cm
Tipe pertumbuhan	Determinit
Warna daun	Hijau
Warna bulu	Coklat muda
Bentuk daun	Lonjong (triangular)
Warna hipokotil	Ungu
Warna epikotil	Hijau
Umur berbunga	±36 hari
Warna bunga	Ungu
Warna kulit polong	Coklat
Umur panen	±73 hari
Bentuk biji	Agak bulat
Warna kulit biji	Kuning muda
Warna hilum biji	Coklat
Warna kotiledon	Putih
Kecerahan kulit biji	Kusam (tidak mengkilap)
Bobot 100 butir	±11,90 gram
Kandungan protein	±39,07% BK
Kandungan lemak	±19,11% BK
Potensi hasil	3,06 ton/ha
Rata-rata hasil biji	2,47 ton/ha
Ketahanan terhadap penyakit	Peka terhadap virus daun CMMV, moderat penyakit karat
Ketahanan terhadap hama	Peka terhadap hama pengisap polong, agak tahan hama penggerek polong, moderat terhadap hama ulat grayak
Wilayah adaptasi	Lahan sawah dan lahan kering (tegal)
Pemulia	M. Muchlis Adie, Gatut Wahyu AS, Ayda Krisnawati, Suyamto, Arifin
Instansi pengusul	Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

1.5. Hasil Analisis Tanah

Peubah Analisis	Hasil Analisis
pH 1 : 1 H ₂ O	5,7
KCl 1 N	4,7
C. Organik (%)	2,56
N. Total (%)	0,22
C/N	12
P. Bray1 (mg kg ⁻¹)	77,33
K (me/100g) NH ₄ OAC1N pH:7	0,3
Bahan Organik (%)	2,69
Pb. Total (ppm) HC1 25%	58,8

Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)Tabel 1. Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 15 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	29 cm	26.5 cm	24 cm
A1P1	27 cm	29 cm	25.5 cm
A1P2	28.5 cm	29 cm	27.3 cm
A1P3	24 cm	23.5 cm	25 cm
A2P0	31.5 cm	29 cm	30 cm
A2P1	29.5 cm	30 cm	27.2 cm
A2P2	27.5 cm	26 cm	29.5 cm
A2P3	25 cm	27.5 cm	28 cm
A3P0	30.2 cm	29.2 cm	31.3 cm
A3P1	27.5 cm	29.3 cm	27.7 cm
A3P2	25.5 cm	23.4 cm	27.2 cm
A3P3	26.4 cm	23.7 cm	28.6 cm

Tabel 2. Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 30 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	48.2 cm	46 cm	46.5 cm
A1P1	43 cm	44.3 cm	41.7 cm
A1P2	39.7 cm	37.8 cm	34.2 cm
A1P3	33.3 cm	31.1 cm	29.2 cm
A2P0	46.7 cm	42.5 cm	44.7 cm
A2P1	39.4 cm	35.7 cm	37.3 cm
A2P2	33.8 cm	36.9 cm	35.4 cm
A2P3	35.3 cm	33.7 cm	31.3 cm
A3P0	51.2 cm	53.4 cm	52.8 cm
A3P1	40.2 cm	39.7 cm	41.3 cm
A3P2	38.7 cm	35.3 cm	33.8 cm
A3P3	33.4 cm	31.6 cm	35.3 cm

Tabel 3. Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 45 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	73.5 cm	72.7 cm	74 cm
A1P1	70.5 cm	72.2 cm	69.1 cm
A1P2	61.5 cm	63 cm	62.2 cm
A1P3	59.3 cm	54.7 cm	60.2 cm
A2P0	71.7 cm	73 cm	74.6 cm
A2P1	69.7 cm	65 cm	67.5 cm
A2P2	66.8 cm	61.5 cm	59.3 cm
A2P3	53.1 cm	49.7 cm	50.5 cm
A3P0	78.5 cm	82 cm	80.2 cm
A3P1	69 cm	68.7 cm	66.4 cm
A3P2	43.9 cm	49.2 cm	50.2 cm
A3P3	40.2 cm	42.4 cm	39.8 cm

Tabel 4. Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 60 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	81.4 cm	83.2 cm	86.5 cm
A1P1	79.3 cm	77.4 cm	75.6 cm
A1P2	78.4 cm	80.3 cm	77.8 cm
A1P3	69.5 cm	70.2 cm	68.2 cm
A2P0	92.2 cm	90.3 cm	89.3 cm
A2P1	78.6 cm	76.4 cm	73.3 cm
A2P2	80.2 cm	79.4 cm	77.4 cm
A2P3	68.3 cm	66.4 cm	70.3 cm
A3P0	104.1 cm	102.2 cm	100 cm
A3P1	90.2 cm	89.2 cm	85.3 cm
A3P2	79.4 cm	75.5 cm	73.6 cm
A3P3	65.3 cm	61.4 cm	63.4 cm

Tabel 5. Jumlah Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 15 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	4 helai	3 helai	4 helai
A1P1	3 helai	3 helai	2 helai
A1P2	3 helai	3 helai	2 helai
A1P3	3 helai	3 helai	3 helai
A2P0	4 helai	3 helai	3 helai
A2P1	2 helai	2 helai	3 helai
A2P2	2 helai	2 helai	2 helai
A2P3	2 helai	2 helai	2 helai
A3P0	3 helai	3 helai	3 helai
A3P1	2 helai	2 helai	2 helai
A3P2	2 helai	2 helai	2 helai
A3P3	2 helai	2 helai	2 helai

Tabel 6. Jumlah Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 30 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	6 helai	5 helai	5 helai
A1P1	5 helai	4 helai	5 helai
A1P2	4 helai	6 helai	5 helai
A1P3	4 helai	5 helai	5 helai
A2P0	5 helai	5 helai	4 helai
A2P1	5 helai	4 helai	4 helai
A2P2	5 helai	4 helai	6 helai
A2P3	4 helai	4 helai	5 helai
A3P0	5 helai	3 helai	3 helai
A3P1	4 helai	5 helai	3 helai
A3P2	4 helai	3 helai	3 helai
A3P3	3 helai	4 helai	4 helai

Tabel 7. Jumlah Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 45 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	16 helai	14 helai	12 helai
A1P1	14 helai	16 helai	15 helai
A1P2	10 helai	9 helai	11 helai
A1P3	7 helai	10 helai	8 helai
A2P0	16 helai	16 helai	18 helai
A2P1	13 helai	14 helai	11 helai
A2P2	10 helai	13 helai	12 helai
A2P3	10 helai	11 helai	9 helai
A3P0	18 helai	16 helai	15 helai
A3P1	16 helai	14 helai	15 helai
A3P2	13 helai	11 helai	9 helai
A3P3	11 helai	7 helai	9 helai

Tabel 8. Jumlah Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 60 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	24 helai	20 helai	22 helai
A1P1	20 helai	21 helai	19 helai
A1P2	18 helai	16 helai	12 helai
A1P3	14 helai	16 helai	12 helai
A2P0	22 helai	21 helai	23 helai
A2P1	23 helai	19 helai	21 helai
A2P2	18 helai	16 helai	19 helai
A2P3	17 helai	19 helai	15 helai
A3P0	24 helai	22 helai	20 helai
A3P1	20 helai	22 helai	21 helai
A3P2	19 helai	17 helai	18 helai
A3P3	17 helai	15 helai	16 helai

Tabel 9. Rata-rata Luas Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 30 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	18.33 cm ²	22.12 cm ²	20.61 cm ²
A1P1	7.42 cm ²	11.21 cm ²	18.37 cm ²
A1P2	18.76 cm ²	21.46 cm ²	20.93 cm ²
A1P3	19.56 cm ²	13.7 cm ²	16.44 cm ²
A2P0	20.97 cm ²	28.16 cm ²	33.72 cm ²
A2P1	16.78 cm ²	22.66 cm ²	20.54 cm ²
A2P2	17.07 cm ²	15.36 cm ²	22.32 cm ²
A2P3	14.07 cm ²	20.43 cm ²	18.03 cm ²
A3P0	26.33 cm ²	27.93 cm ²	35.67 cm ²
A3P1	25.89 cm ²	23.45 cm ²	30.31 cm ²
A3P2	22.67 cm ²	19.83 cm ²	29.18 cm ²
A3P3	18.79 cm ²	25.56 cm ²	27.83 cm ²

Tabel 10. Kadar Klorofil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 30 HST

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	65.3 mg/cm ²	65.1 mg/cm ²	64.7 mg/cm ²
A1P1	65.5 mg/cm ²	64.3 mg/cm ²	62.3 mg/cm ²
A1P2	57.6 mg/cm ²	57.9 mg/cm ²	56.6 mg/cm ²
A1P3	62.1 mg/cm ²	60.6 mg/cm ²	61.3 mg/cm ²
A2P0	56.8 mg/cm ²	58 mg/cm ²	57.5 mg/cm ²
A2P1	53.4 mg/cm ²	52.7 mg/cm ²	54.8 mg/cm ²
A2P2	53.5 mg/cm ²	54 mg/cm ²	51.7 mg/cm ²
A2P3	54.6 mg/cm ²	53.1 mg/cm ²	55.8 mg/cm ²
A3P0	59.2 mg/cm ²	58 mg/cm ²	57.2 mg/cm ²
A3P1	58.8 mg/cm ²	56.7 mg/cm ²	54.9 mg/cm ²
A3P2	57.8 mg/cm ²	55.4 mg/cm ²	56.7 mg/cm ²
A3P3	56.8 mg/cm ²	55.4 mg/cm ²	58.1 mg/cm ²

Tabel 11. Jumlah Bunga Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	98 bunga	97 bunga	93 bunga
A1P1	84 bunga	82 bunga	86 bunga
A1P2	53 bunga	49 bunga	51 bunga
A1P3	51 bunga	55 bunga	49 bunga
A2P0	102 bunga	108 bunga	110 bunga
A2P1	73 bunga	69 bunga	75 bunga
A2P2	75 bunga	70 bunga	73 bunga
A2P3	69 bunga	63 bunga	65 bunga
A3P0	110 bunga	112 bunga	104 bunga
A3P1	45 bunga	43 bunga	49 bunga
A3P2	53 bunga	57 bunga	51 bunga
A3P3	51 bunga	49 bunga	55 bunga

Tabel 12. Jumlah Polong Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	76 polong	68 polong	70 polong
A1P1	53 polong	48 polong	51 polong
A1P2	41 polong	38 polong	47 polong
A1P3	47 polong	43 polong	39 polong
A2P0	85 polong	79 polong	82 polong
A2P1	54 polong	49 polong	51 polong
A2P2	61 polong	57 polong	53 polong
A2P3	53 polong	50 polong	47 polong
A3P0	91 polong	94 polong	89 polong
A3P1	23 polong	26 polong	31 polong
A3P2	33 polong	31 polong	40 polong
A3P3	36 polong	29 polong	42 polong

Tabel 13. Berat Biji Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	35.63 gram	29.81 gram	33.42 gram
A1P1	26.71 gram	23.43 gram	20.31 gram
A1P2	26.18 gram	24.14 gram	22.73 gram
A1P3	12.08 gram	9.86 gram	11.78 gram
A2P0	36.21 gram	34.58 gram	30.13 gram
A2P1	27.14 gram	23.04 gram	21.10 gram
A2P2	19.07 gram	17.28 gram	15.14 gram
A2P3	17.48 gram	15.02 gram	13.10 gram
A3P0	31.17 gram	29.68 gram	33.10 gram
A3P1	18.92 gram	16.47 gram	14.20 gram
A3P2	17.43 gram	13.02 gram	14.23 gram
A3P3	11.22 gram	13.07 gram	9.96 gram

Tabel 14. Berat Kering Akar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	0.81 gram	0.84 gram	0.87 gram
A1P1	0.62 gram	0.59 gram	0.57 gram
A1P2	0.51 gram	0.47 gram	0.43 gram
A1P3	0.45 gram	0.43 gram	0.40 gram
A2P0	0.92 gram	0.94 gram	0.88 gram
A2P1	0.63 gram	0.59 gram	0.56 gram
A2P2	0.49 gram	0.43 gram	0.41 gram
A2P3	0.39 gram	0.33 gram	0.37 gram
A3P0	0.93 gram	0.89 gram	0.86 gram
A3P1	0.54 gram	0.56 gram	0.52 gram
A3P2	0.47 gram	0.49 gram	0.43 gram
A3P3	0.31 gram	0.29 gram	0.33 gram

Tabel 15. Berat Kering Total Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A1P0	16.12 gram	17.32 gram	17.82 gram
A1P1	13.20 gram	14.91 gram	12.42 gram
A1P2	12.11 gram	9.71 gram	10.17 gram
A1P3	8.55 gram	8.78 gram	10.72 gram
A2P0	14.73 gram	13.84 gram	13.18 gram
A2P1	11.48 gram	11.01 gram	11.37 gram
A2P2	10.42 gram	9.98 gram	10.36 gram
A2P3	9.96 gram	9.26 gram	8.48 gram
A3P0	14.49 gram	14.07 gram	12.43 gram
A3P1	12.56 gram	14.02 gram	11.39 gram
A3P2	10.53 gram	13.89 gram	12.44 gram
A3P3	11.72 gram	11.81 gram	12.22 gram

Tabel 16. Kadar Pb (Timbal) Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Perlakuan	Kadar Pb dalam Biji (ppm)
A1P0	0,0122
A1P1	0,0136
A1P2	0,0169
A1P3	0,0223
A2P0	0,0124
A2P1	0,0143
A2P2	0,0233
A2P3	0,0392
A3P0	0,0128
A3P1	0,0185
A3P2	0,0297
A3P3	0,0224

Lampiran 3. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan*Tabel 20. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 15 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi15hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	109,246 ^a	11	9,931	3,738	,003
Intercept	27170,028	1	27170,028	10226,043	,000
Varietas	20,921	2	10,460	3,937	,033
Konsentrasi	51,514	3	17,171	6,463	,002
Varietas * Konsentrasi	36,811	6	6,135	2,309	,067
Error	63,767	24	2,657		
Total	27343,040	36			
Corrected Total	173,012	35			

a. R Squared = ,631 (Adjusted R Squared = ,463)

Tinggi15hst

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A1	12	26,5250	
A3	12	27,5000	27,5000
A2	12		28,3917
Sig.		,156	,193

Tinggi15hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
P3	9	25,7444		
P2	9	27,1000	27,1000	
P1	9		28,0778	28,0778
P0	9			28,9667
Sig.		,090	,215	,259

Tabel 21. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 30 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi30hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1330,042 ^a	11	120,913	35,358	,000
Intercept	55570,204	1	55570,204	16249,918	,000
Varietas	49,727	2	24,864	7,271	,003
Konsentrasi	1171,102	3	390,367	114,152	,000
Varietas * Konsentrasi	109,213	6	18,202	5,323	,001
Error	82,073	24	3,420		
Total	56982,320	36			
Corrected Total	1412,116	35			

Tinggi30hst

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A2	12	37,7250	
A1	12		39,5833
A3	12		40,5583
Sig.		1,000	,209

Tinggi30hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
P3	9	32,6889			
P2	9		36,1778		
P1	9			40,2889	
P0	9				48,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Tinggi30hst

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A1P3	3	31,2000							
A2P3	3	33,4333	33,4333						
A3P3	3	33,4333	33,4333						
A2P2	3		35,3667	35,3667					
A3P2	3		35,9333	35,9333					
A1P2	3			37,2333	37,2333				
A2P1	3			37,4667	37,4667				
A3P1	3				40,4000	40,4000			
A1P1	3					43,0000	43,0000		
A2P0	3						44,6333	44,6333	
A1P0	3							46,9000	
A3P0	3								52,4667
Sig.		,174	,142	,215	,057	,098	,290	,146	1,000

Tabel 22. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 45 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi45hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4503,646 ^a	11	409,422	87,297	,000
Intercept	142606,934	1	142606,934	30406,596	,000
Varietas	289,267	2	144,634	30,839	,000
Konsentrasi	3508,557	3	1169,519	249,364	,000
Varietas * Konsentrasi	705,822	6	117,637	25,083	,000
Error	112,560	24	4,690		
Total	147223,140	36			
Corrected Total	4616,206	35			

a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,964)

Tinggi45hst

Duncan

Varietas	N	Subset		
		1	2	3
A3	12	59,2083		
A2	12		63,5333	
A1	12			66,0750
Sig.		1,000	1,000	1,000

Tinggi45hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
P3	9	49,9889			
P2	9		57,5111		
P1	9			68,6778	
P0	9				75,5778
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Tinggi45hst

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
A3P3	3	40,8000						
A3P2	3		47,7667					
A2P3	3		51,1000					
A1P3	3			58,0667				
A1P2	3				62,2333			
A2P2	3				62,5333			
A2P1	3					67,4000		
A3P1	3					68,0333		
A1P1	3					70,6000	70,6000	
A2P0	3						73,1000	
A1P0	3						73,4000	
A3P0	3							80,2333
Sig.		1,000	,072	1,000	,867	,099	,147	1,000

Tabel 23. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 60 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi60hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3733,436 ^a	11	339,403	79,161	,000
Intercept	227131,674	1	227131,674	52975,317	,000
Varietas	174,444	2	87,222	20,343	,000
Konsentrasi	2873,407	3	957,802	223,394	,000
Varietas * Konsentrasi	685,585	6	114,264	26,651	,000
Error	102,900	24	4,288		
Total	230968,010	36			
Corrected Total	3836,336	35			

a. R Squared = ,973 (Adjusted R Squared = ,961)

Tinggi60hst

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A1	12	77,3167	
A2	12	78,5083	
A3	12		82,4667
Sig.		,171	1,000

Tinggi60hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
P4	9	67,0000			
P3	9		78,0000		
P1	9			80,5889	
P0	9				92,1333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Tinggi60hst

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
A3P3	3	63,3667					
A2P3	3		68,3333				
A1P3	3		69,3000				
A2P1	3			76,1000			
A3P2	3			76,1667			
A1P1	3			77,4333			
A1P2	3			78,8333			
A2P2	3			79,0000			
A1P0	3				83,7000		
A3P1	3					88,2333	
A2P0	3					90,6000	
A3P0	3						102,1000
Sig.		1,000	,573	,136	1,000	,174	1,000

Tabel 24. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Jumlah Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 15 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlahdaun15hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11,556 ^a	11	1,051	7,564	,000
Intercept	235,111	1	235,111	1692,800	,000
Varietas	3,722	2	1,861	13,400	,000
Konsentrasi	7,333	3	2,444	17,600	,000
Varietas * Konsentrasi	,500	6	,083	,600	,727
Error	3,333	24	,139		
Total	250,000	36			
Corrected Total	14,889	35			

a. R Squared = ,776 (Adjusted R Squared = ,674)

Jumlahdaun15hst

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A3	12	2,2500	
A2	12	2,4167	
A1	12		3,0000
Sig.		,284	1,000

Jumlahdaun15hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
P2	9	2,2222	
P1	9	2,3333	
P3	9	2,3333	
P0	9		3,3333
Sig.		,557	1,000

Tabel 25. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Jumlah Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 30 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlahdaun30hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12,556 ^a	11	1,141	1,957	,082
Intercept	693,444	1	693,444	1188,762	,000
Varietas	10,056	2	5,028	8,619	,002
Konsentrasi	,556	3	,185	,317	,813
Varietas * Konsentrasi	1,944	6	,324	,556	,761
Error	14,000	24	,583		
Total	720,000	36			
Corrected Total	26,556	35			

a. R Squared = ,473 (Adjusted R Squared = ,231)

Jumlahdaun30hst

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A3	12	3,6667	
A2	12		4,5833
A1	12		4,9167
Sig.		1,000	,296

Jumlahdaun30hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset
		1
P3	9	4,2222
P1	9	4,3333
P2	9	4,4444
P0	9	4,5556
Sig.		,407

Tabel 26. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Jumlah Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 45 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlahdaun60hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	269,667 ^a	11	24,515	8,023	,000
Intercept	12769,000	1	12769,000	4178,945	,000
Varietas	18,167	2	9,083	2,973	,070
Konsentrasi	241,000	3	80,333	26,291	,000
Varietas * Konsentrasi	10,500	6	1,750	,573	,748
Error	73,333	24	3,056		
Total	13112,000	36			
Corrected Total	343,000	35			

a. R Squared = ,786 (Adjusted R Squared = ,688)

Jumlahdaun60hst

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A1	12	17,8333	
A3	12	19,2500	19,2500
A2	12		19,4167
Sig.		,059	,817

Jumlahdaun60hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
P3	9	15,6667	
P2	9	17,0000	
P1	9		20,6667
P0	9		22,0000
Sig.		,119	,119

Tabel 27. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Rata-rata Luas Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 30 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Luasdaun35hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	860,129 ^a	11	78,194	4,679	,001
Intercept	16574,846	1	16574,846	991,794	,000
Varietas	462,074	2	231,037	13,825	,000
Konsentrasi	256,755	3	85,585	5,121	,007
Varietas * Konsentrasi	141,300	6	23,550	1,409	,252
Error	401,088	24	16,712		
Total	17836,062	36			
Corrected Total	1261,217	35			

a. R Squared = ,682 (Adjusted R Squared = ,536)

Luasdaun35hst

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A1	12	17,4092	
A2	12	20,8425	
A3	12		26,1200
Sig.		,051	1,000

Luasdaun35hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
P3	9	19,3789	
P1	9	19,6256	
P2	9	20,8422	
P0	9		25,9822
Sig.		,481	1,000

Tabel 28. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Kadar Klorofil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 30 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadarklorofildaun30hst

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	474,212 ^a	11	43,110	31,120	,000
Intercept	120663,601	1	120663,601	87104,264	,000
Varietas	330,124	2	165,062	119,154	,000
Konsentrasi	93,408	3	31,136	22,476	,000
Varietas * Konsentrasi	50,681	6	8,447	6,098	,001
Error	33,247	24	1,385		
Total	121171,060	36			
Corrected Total	507,459	35			

a. R Squared = ,934 (Adjusted R Squared = ,904)

Kadarklorofildaun30hst

Duncan

Varietas	N	Subset		
		1	2	3
A2	12	54,6583		
A3	12		57,0833	
A1	12			61,9417
Sig.		1,000	1,000	1,000

Kadarklorofildaun30hst

Duncan

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
P2	9	55,6889		
P3	9		57,5333	
P1	9		58,1556	
P0	9			60,2000
Sig.		1,000	,273	1,000

Kadarklorofildaun30hst

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A2P2	3	53,0667			
A2P1	3	53,6333			
A2P3	3	54,5000			
A3P2	3		56,6333		
A3P3	3		56,7667		
A3P1	3		56,8000		
A1P2	3		57,3667		
A2P0	3		57,4333		
A3P0	3		58,1333		
A1P3	3			61,3333	
A1P1	3				64,0333
A1P0	3				65,0333
Sig.		,171	,181	1,000	,308

Tabel 29. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Jumlah Bunga Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlahbunga

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16761,056 ^a	11	1523,732	134,819	,000
Intercept	182568,573	1	182568,573	16153,533	,000
Varietas	1249,125	2	624,563	55,261	,000
Konsentrasi	11831,158	3	3943,719	348,937	,000
Varietas * Konsentrasi	2974,697	6	495,783	43,867	,000
Error	271,250	24	11,302		
Total	201789,000	36			
Corrected Total	17032,306	35			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,977)

Jumlahbunga

Duncan

Varietas	N	Subset		
		1	2	3
A3	12	64,9167		
A1	12		70,6667	
A2	12			79,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Jumlahbunga

Duncan

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
P3	9	56,3333		
P2	9	59,1111		
P1	10		69,9000	
P0	8			105,1250
Sig.		,093	1,000	1,000

Jumlahbunga

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
A3P1	3	45,6667						
A1P2	3		51,0000					
A1P3	3		51,6667					
A3P3	3		51,6667					
A3P2	3		53,6667					
A2P3	3			65,6667				
A2P1	3				72,3333			
A2P2	3				72,6667			
A1P1	3					84,0000		
A1P0	3						96,0000	
A2P0	3							106,6667
A3P0	3							108,6667
Sig.		1,000	,339	1,000	,895	1,000	1,000	,431

Tabel 30. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Berat Kering Total Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Beratkeringtotal

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	164,052 ^a	11	14,914	14,592	,000
Intercept	5311,251	1	5311,251	5196,510	,000
Varietas	17,072	2	8,536	8,352	,002
Konsentrasi	114,334	3	38,111	37,288	,000
Varietas * Konsentrasi	32,646	6	5,441	5,323	,001
Error	24,530	24	1,022		
Total	5499,834	36			
Corrected Total	188,582	35			

a. R Squared = ,870 (Adjusted R Squared = ,810)

Beratkeringtotal

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A2	12	11,1725	
A3	12		12,6308
A1	12		12,6358
Sig.		1,000	,990

Beratkeringtotal

Duncan

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
P0	9	10,1667		
P1	9	11,0678		
P2	9		12,4622	
P3	9			14,8889
Sig.		,071	1,000	1,000

Beratkeringtotal

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
A2P0	3	9,2333						
A1P0	3	9,3500						
A2P1	3	10,2533	10,2533					
A1P1	3	10,6633	10,6633	10,6633				
A2P2	3		11,2867	11,2867	11,2867			
A3P0	3		11,9167	11,9167	11,9167	11,9167		
A3P1	3			12,2867	12,2867	12,2867	12,2867	
A3P2	3				12,6567	12,6567	12,6567	
A1P2	3					13,4433	13,4433	
A3P3	3					13,6633	13,6633	
A2P3	3						13,9167	
A1P3	3							17,0867
Sig.		,125	,076	,083	,141	,068	,088	1,000

Tabel 31. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Berat Kering Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BeratAkar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,397 ^a	11	,127	131,734	,000
Intercept	11,731	1	11,731	12170,101	,000
Varietas	,007	2	,003	3,484	,047
Konsentrasi	1,361	3	,454	470,597	,000
Varietas * Konsentrasi	,029	6	,005	5,052	,002
Error	,023	24	,001		
Total	13,151	36			
Corrected Total	1,420	35			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,976)

BeratAkar

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A3	12	,5517	
A2	12		,5783
A1	12		,5825
Sig.		1,000	,745

BeratAkar

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
P3	9	,3667			
P2	9		,4589		
P1	9			,5756	
P0	9				,8822
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

BeratAkar

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
A3P3	3	,3100					
A2P3	3		,3633				
A1P3	3			,4267			
A2P2	3			,4433			
A3P2	3			,4633			
A1P2	3			,4700			
A3P1	3				,5400		
A1P1	3				,5933		
A2P1	3				,5933		
A1P0	3					,8400	
A3P0	3						,8933
A2P0	3						,9133
Sig.		1,000	1,000	,130	,057	1,000	,438

Tabel 32. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Jumlah Polong Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlahpolong

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12692,306 ^a	11	1153,846	73,519	,000
Intercept	101018,028	1	101018,028	6436,547	,000
Varietas	1040,889	2	520,444	33,161	,000
Konsentrasi	9820,750	3	3273,583	208,582	,000
Varietas * Konsentrasi	1830,667	6	305,111	19,441	,000
Error	376,667	24	15,694		
Total	114087,000	36			
Corrected Total	13068,972	35			

a. R Squared = ,971 (Adjusted R Squared = ,958)

Jumlahpolong

Duncan

Varietas	N	Subset		
		1	2	3
A3	12	47,0833		
A1	12		51,7500	
A2	12			60,0833
Sig.		1,000	1,000	1,000

Jumlahpolong

Duncan

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
P1	9	42,8889	
P3	9	42,8889	
P2	9	44,5556	
P0	9		81,5556
Sig.		,409	1,000

Jumlahpolong

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A3P1	3	26,6667							
A3P2	3		34,6667						
A3P3	3		35,6667	35,6667					
A1P2	3			42,0000	42,0000				
A1P3	3				43,0000				
A2P3	3					50,0000			
A1P1	3					50,6667			
A2P1	3					51,3333			
A2P2	3					57,0000			
A1P0	3						71,3333		
A2P0	3							82,0000	
A3P0	3								91,3333
Sig.		1,000	,760	,062	,760	,057	1,000	1,000	1,000

Tabel 33. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Berat Biji Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BeratBiji

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3366,481 ^a	11	306,044	55,218	,000
Intercept	33301,992	1	33301,992	6008,539	,000
Varietas	319,085	2	159,542	28,786	,000
Konsentrasi	2755,940	3	918,647	165,748	,000
Varietas * Konsentrasi	291,457	6	48,576	8,764	,000
Error	133,019	24	5,542		
Total	36801,492	36			
Corrected Total	3499,500	35			

a. R Squared = ,962 (Adjusted R Squared = ,945)

BeratBiji

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
A3	12	28,23500	
A1	12	28,38500	
A2	12		34,62417
Sig.		,877	1,000

BeratBiji

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
P3	9	19,88889			
P2	9		26,19444		
P1	9			31,91889	
P0	9				43,65667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

BeratBiji

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
A1P3	3	14,74667						
A3P3	3		19,83333					
A3P2	3		21,07000					
A2P3	3			25,08667				
A3P1	3			25,81000				
A1P2	3			26,43333				
A1P1	3				30,97000			
A2P2	3				31,08000			
A2P1	3					38,97667		
A1P0	3					41,39000	41,39000	
A2P0	3						43,35333	43,35333
A3P0	3							46,22667
Sig.		1,000	,526	,516	,955	,221	,317	,148

Tabel 34. Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut *Duncan* pada Kadar Timbal (Pb) dalam Biji Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KadarPB

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,002 ^a	11	,000	97,288	,000
Intercept	,014	1	,014	6143,772	,000
Varietas	,000	2	,000	46,722	,000
Konsentrasi	,001	3	,000	209,674	,000
Varietas * Konsentrasi	,001	6	,000	57,951	,000
Error	5,557E-005	24	2,315E-006		
Total	,017	36			
Corrected Total	,003	35			

a. R Squared = ,978 (Adjusted R Squared = ,968)

KadarPB

Duncan

Varietas	N	Subset		
		1	2	3
A1	12	,016683	,020308	,022642
A3	12			
A2	12			
Sig.		1,000	1,000	1,000

KadarPB

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
P0	9	,012667	,015222	,022833	,028789
P1	9				
P2	9				
P3	9				
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

KadarPB

Duncan

Interaks i	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
A2P0	3	,012333						
A1P0	3	,012400						
A3P0	3	,013267						
A1P1	3	,013500	,013500					
A2P1	3	,013633	,013633					
A1P2	3		,016167	,016167				
A3P1	3			,018533	,018533			
A3P3	3				,020467			
A2P2	3					,023367		
A1P3	3					,024667		
A3P2	3						,028967	
A2P3	3							,041233
Sig.		,359	,052	,069	,133	,306	1,000	1,000

Lampiran 4. Dokumentasi Pengamatan pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Gambar 1. Pembuatan Media Tanam untuk Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)



Gambar 2. Perendaman Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)



Gambar 3. Perlakuan Cekaman Pb



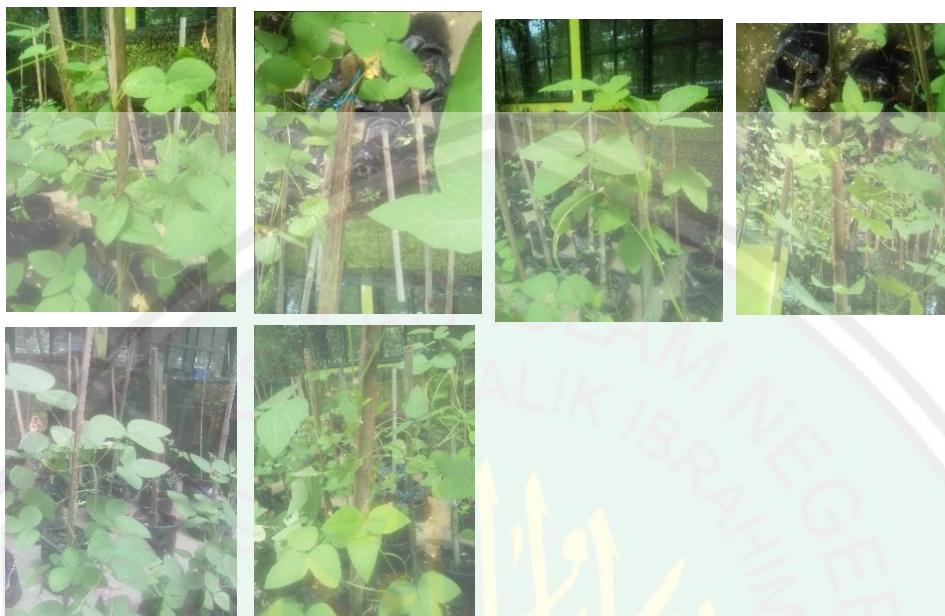
Gambar 4. Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 15 HST



Gambar 5. Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 30 HST



Gambar 6. Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 45 HST



Gambar 7. Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) 60 HST



Gambar 8. Uji Luas Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) Umur 30 HST



Gambar 9. Uji Kandungan Klorofil Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)
Ummur 30 HST



Gambar 10. Pengendalian Hama dan Penyakit pada Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)



Gambar 11. Biji Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril)

11.1 Biji Kedelai Varietas Anjasmoro



Lampiran 5. Luas Daun Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Rumus:

$$\text{Luas Daun} = \frac{\text{Bobot kertas replika} \times \text{Luas kertas}}{\text{Bobot seluruh kertas}}$$

	U1	U2	U3
A1P0	$\text{LD} = \frac{0,135 \times 100}{0,739}$ $= \frac{13,5}{0,739}$ $= 18,33$	$\text{LD} = \frac{0,163 \times 100}{0,739}$ $= \frac{16,3}{0,739}$ $= 22,12$	$\text{LD} = \frac{0,152 \times 100}{0,739}$ $= \frac{15,2}{0,739}$ $= 20,61$
A1P1	$\text{LD} = \frac{0,0548 \times 100}{0,739}$ $= \frac{5,48}{0,739}$ $= 7,42$	$\text{LD} = \frac{0,0828 \times 100}{0,739}$ $= \frac{8,28}{0,739}$ $= 11,21$	$\text{LD} = \frac{0,1357 \times 100}{0,739}$ $= \frac{13,57}{0,739}$ $= 18,37$
A1P2	$\text{LD} = \frac{0,1386 \times 100}{0,739}$ $= \frac{13,86}{0,739}$ $= 18,76$	$\text{LD} = \frac{0,1585 \times 100}{0,739}$ $= \frac{15,85}{0,739}$ $= 21,46$	$\text{LD} = \frac{0,1546 \times 100}{0,739}$ $= \frac{15,46}{0,739}$ $= 20,93$
A1P3	$\text{LD} = \frac{0,144 \times 100}{0,739}$ $= \frac{14,4}{0,739}$ $= 19,56$	$\text{LD} = \frac{0,101 \times 100}{0,739}$ $= \frac{10,1}{0,739}$ $= 13,7$	$\text{LD} = \frac{0,121 \times 100}{0,739}$ $= \frac{12,1}{0,739}$ $= 16,44$
A2P0	$\text{LD} = \frac{0,1549 \times 100}{0,739}$ $= \frac{15,49}{0,739}$ $= 20,97$	$\text{LD} = \frac{0,208 \times 100}{0,739}$ $= \frac{20,8}{0,739}$ $= 28,16$	$\text{LD} = \frac{0,249 \times 100}{0,739}$ $= \frac{24,9}{0,739}$ $= 33,72$
A2P1	$\text{LD} = \frac{0,124 \times 100}{0,739}$ $= \frac{12,4}{0,739}$ $= 16,78$	$\text{LD} = \frac{0,167 \times 100}{0,739}$ $= \frac{16,7}{0,739}$ $= 22,66$	$\text{LD} = \frac{0,151 \times 100}{0,739}$ $= \frac{15,1}{0,739}$ $= 20,54$
A2P2	$\text{LD} = \frac{0,126 \times 100}{0,739}$ $= \frac{12,6}{0,739}$ $= 17,07$	$\text{LD} = \frac{0,113 \times 100}{0,739}$ $= \frac{11,3}{0,739}$ $= 15,36$	$\text{LD} = \frac{0,164 \times 100}{0,739}$ $= \frac{16,4}{0,739}$ $= 22,32$
A2P3	$\text{LD} = \frac{0,103 \times 100}{0,739}$	$\text{LD} = \frac{0,1509 \times 100}{0,739}$	$\text{LD} = \frac{0,133 \times 100}{0,739}$

	$= \frac{10,3}{0,739}$ $= 14,07$	$= \frac{15,09}{0,739}$ $= 20,43$	$= \frac{13,3}{0,739}$ $= 18,03$
A3P0	$LD = \frac{0,194 \times 100}{0,739}$ $= \frac{19,4}{0,739}$ $= 26,33$	$LD = \frac{0,206 \times 100}{0,739}$ $= \frac{20,6}{0,739}$ $= 27,93$	$LD = \frac{0,263 \times 100}{0,739}$ $= \frac{26,3}{0,739}$ $= 35,67$
A3P1	$LD = \frac{0,191 \times 100}{0,739}$ $= \frac{19,1}{0,739}$ $= 25,89$	$LD = \frac{0,173 \times 100}{0,739}$ $= \frac{17,3}{0,739}$ $= 23,45$	$LD = \frac{0,223 \times 100}{0,739}$ $= \frac{22,3}{0,739}$ $= 30,31$
A3P2	$LD = \frac{0,167 \times 100}{0,739}$ $= \frac{16,7}{0,739}$ $= 22,67$	$LD = \frac{0,146 \times 100}{0,739}$ $= \frac{14,6}{0,739}$ $= 19,83$	$LD = \frac{0,215 \times 100}{0,739}$ $= \frac{21,5}{0,739}$ $= 29,18$
A3P3	$LD = \frac{0,138 \times 100}{0,739}$ $= \frac{13,8}{0,739}$ $= 18,79$	$LD = \frac{0,188 \times 100}{0,739}$ $= \frac{18,8}{0,739}$ $= 25,56$	$LD = \frac{0,205 \times 100}{0,739}$ $= \frac{20,5}{0,739}$ $= 27,83$

Lampiran 6. Perhitungan Indeks Sensitivitas Toksisitas Pb

6.1 Parameter Kadar Klorofil

Konsentrasi Pb (ppm)	Varietas		
	Anjasmoro	Dena 1	Gema
0	65,03	53,63	56,76
50	64,04	57,43	56,8
100	57,36	53,06	56,63
150	61,33	51,22	58,13
Rerata varietas yang tercekam	60,91	53,91	57,1

$$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$$

$$Y_p : K = 60,91 \quad Y : K = 65,03 \quad X_p = 57,31$$

$$P1 = 53,91 \quad P1 = 53,63 \quad X = 58,47$$

$$P2 = 57,1 \quad P2 = 56,76$$

Varietas Anjasmoro	Varietas Dena 1	Varietas Gema
$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 60,91/65,03}{1 - 57,31/58,47}$ $= \frac{1 - 0,93}{1 - 0,98}$ $= \frac{0,07}{0,02}$ $= 3,5 \text{ (Peka)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 53,91/53,63}{1 - 57,31/58,47}$ $= \frac{1 - 1}{1 - 0,98}$ $= \frac{0}{0,02}$ $= 0 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 57,1/58,47}{1 - 57,31/58,47}$ $= \frac{1 - 0,97}{1 - 0,98}$ $= \frac{0,03}{0,02}$ $= 1,5 \text{ (Peka)}$

6.2 Parameter Jumlah Bunga

Konsentrasi Pb (ppm)	Varietas		
	Anjasmoro	Dena 1	Gema
0	96	106,77	108,77
50	84	72,43	45,77
100	51	72,77	53,77
150	51,76	65,77	51,77
Rerata varietas yang tercekam	62,25	70,32	50,43

$$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$$

$$Y_p : K = 62,25$$

$$Y : K = 96$$

$$X_p = 61$$

$$V1 = 70,32$$

$$V1 = 106,77$$

$$X = 103,84$$

$$V2 = 50,43$$

$$V2 = 108,77$$

Varietas Anjasmoro	Varietas Dena 1	Varietas Gema
$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 62,5/96}{1 - 61/103,84}$ $= \frac{1 - 0,65}{1 - 0,58}$ $= \frac{0,35}{0,42}$ $= 0,8 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 70,32/106,77}{1 - 61/103,84}$ $= \frac{1 - 0,65}{1 - 0,58}$ $= \frac{0,35}{0,42}$ $= 0,8 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 50,43/108,77}{1 - 61/103,84}$ $= \frac{1 - 0,46}{1 - 0,58}$ $= \frac{0,54}{0,42}$ $= 1,2 \text{ (Peka)}$

6.3 Parameter Jumlah Polong

Konsentrasi Pb (ppm)	Varietas		
	Anjasmoro	Dena 1	Gema
0	71,34	82	91,33
50	50,77	51,33	26,77
100	42	57	34,77
150	43	50	35,77
Rerata varietas yang tercekam	42,25	52,77	32,43

$$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$$

$$Y_p : K = 42,25$$

$$Y : K = 71,34$$

$$X_p = 42,48$$

$$V1 = 52,77$$

$$V1 = 82$$

$$X = 81,55$$

$$V2 = 32,43$$

$$V2 = 91,33$$

Varietas Anjasmoro	Varietas Dena 1	Varietas Gema
$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 42,25/71,34}{1 - 42,48/81,55}$ $= \frac{1 - 0,59}{1 - 0,52}$ $= \frac{0,41}{0,48}$ $= 0,8 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 52,77/82}{1 - 42,48/81,55}$ $= \frac{1 - 0,64}{1 - 0,48}$ $= \frac{0,36}{0,34}$ $= 0,7 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 32,43/91,33}{1 - 42,48/81,55}$ $= \frac{1 - 0,35}{1 - 0,48}$ $= \frac{0,28}{0,34}$ $= 0,7 \text{ (Medium Toleran)}$

6.4 Parameter Berat Kering Total Tanaman

Konsentrasi Pb (ppm)	Varietas		
	Anjasmoro	Dena 1	Gema
0	17,08	13,91	13,66
50	13,51	11,28	12,65
100	10,63	10,25	8,14
150	9,35	9,23	11,91
Rerata varietas yang tercekam	11,16	3,44	10,9

$$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$$

$$Y_p : K = 11,16$$

$$Y : K = 17,08$$

$$X_p = 8,5$$

$$V1 = 3,44$$

$$V1 = 13,91$$

$$X = 14,89$$

$$V2 = 10,9$$

$$V2 = 13,66$$

Varietas Anjasmoro	Varietas Dena 1	Varietas Gema
$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 11,16/17,08}{1 - 8,5/14,89}$ $= \frac{1 - 0,65}{1 - 0,57}$ $= \frac{0,35}{0,43}$ $= 0,8 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 3,44/13,91}{1 - 8,5/14,89}$ $= \frac{1 - 0,24}{1 - 0,57}$ $= \frac{0,76}{0,43}$ $= 1,7 \text{ (Peka)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 10,9/13,66}{1 - 8,5/14,89}$ $= \frac{1 - 0,79}{1 - 0,57}$ $= \frac{0,21}{0,43}$ $= 0,4 \text{ (Medium Toleran)}$

6.5 Parameter Berat Kering Akar

Konsentrasi Pb (ppm)	Varietas		
	Anjasmoro	Dena 1	Gema
0	0,84	0,91	0,89
50	0,59	0,59	0,54
100	0,47	0,44	0,46
150	0,42	0,36	0,31
Rerata varietas yang tercekam	0,49	0,46	0,43

$$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$$

$$Y_p : K = 0,49$$

$$Y : K = 0,84$$

$$X_p = 0,46$$

$$V1 = 0,46$$

$$V1 = 0,91$$

$$X = 0,88$$

$$V2 = 0,43$$

$$V2 = 0,89$$

Varietas Anjasmoro	Varietas Dena 1	Varietas Gema
$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 0,49/0,84}{1 - 0,46/0,88}$ $= \frac{1 - 0,58}{1 - 0,52}$ $= \frac{0,42}{0,48}$ $= 0,8 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 0,46/0,91}{1 - 0,46/0,88}$ $= \frac{1 - 0,50}{1 - 0,52}$ $= \frac{0,5}{0,48}$ $= 1 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 0,43/0,89}{1 - 0,46/0,88}$ $= \frac{1 - 0,48}{1 - 0,52}$ $= \frac{0,52}{0,48}$ $= 1 \text{ (Medium Toleran)}$

6.6 Parameter Berat Biji

Konsentrasi Pb (ppm)	Varietas		
	Anjasmoro	Dena 1	Gema
0	32,95	33,64	31,31
50	23,48	23,76	16,53
100	24,35	17,16	14,89
150	11,24	15,2	11,41
Rerata varietas yang tercekam	19,69	18,70	14,27

$$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$$

$$Y_p : K = 19,69$$

$$Y : K = 32,95$$

$$X_p = 17,55$$

$$V1 = 18,70$$

$$V1 = 33,64$$

$$X = 32,63$$

$$V2 = 14,27$$

$$V2 = 31,31$$

Varietas Anjasmoro	Varietas Dena 1	Varietas Gema
$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 19,69/32,95}{1 - 17,55/32,63}$ $= \frac{1 - 0,59}{1 - 0,53}$ $= \frac{0,41}{0,47}$ $= 0,8 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 18,70/33,64}{1 - 17,55/32,63}$ $= \frac{1 - 0,55}{1 - 0,53}$ $= \frac{0,45}{0,47}$ $= 0,9 \text{ (Medium Toleran)}$	$S = \frac{1 - Y_p/Y}{1 - X_p/X}$ $= \frac{1 - 14,27/31,31}{1 - 17,55/32,63}$ $= \frac{1 - 0,45}{1 - 0,53}$ $= \frac{0,55}{0,47}$ $= 1,1 \text{ (Peka)}$

Lampiran 7. Bukti Konsultasi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Nabila Farah Dhiba M
NIM : 13620040
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil / Genap TA
Pembimbing : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
Judul Skripsi : Pengaruh Cekaman Logam Berat Timbal (Pb) terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

NO	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	03-02-2017	Pengajuan Judul Skripsi	1.
2.	21-02-2017	ACC Judul Skripsi	2.
3.	08-03-2017	Konsultasi BAB I, II dan III	3.
4.	27-03-2017	Revisi BAB I, II dan III	4.
5.	03-04-2017	Revisi BAB I, II dan III	5.
6.	10-04-2017	ACC BAB I, II dan III	6.
7.	11-09-2017	Konsultasi Hasil Data Pengamatan	7.
8.	03-10-2017	Konsultasi Analisis Data	8.
9.	20-11-2017	Konsultasi BAB IV	9.
10.	23-11-2017	Revisi BAB IV dan Konsultasi BAB V	10.
11.	27-11-2017	Revisi BAB IV dan V	11.
12.	15-12-2017	ACC Skripsi	12.

Pembimbing Skripsi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002



Malang, 2 Januari 2018
Ketua Jurusan

Romaidi, M. Si. D. Sc
NIP. 19810201 200901 1 019