

**OPTIMASI UJI TOLERANSI VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merril)  
PADA CEKAMAN KEKERINGAN DALAM MEDIA IN VITRO CAIR  
DENGAN *Polietilena glikol* (PEG) 6000**

**SKRIPSI**

Oleh:

**QURROTUL UYUN  
NIM.06520053**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2010**

**OPTIMASI UJI TOLERANSI VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merril)  
PADA CEKAMAN KEKERINGAN DALAM MEDIA IN VITRO CAIR  
DENGAN *Polietilena glikol* (PEG) 6000**

**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:**

**QURROTUL UYUN  
NIM.06520053**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2010**

**SURAT PERNYATAAN  
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Qurrotul Uyun

NIM : 0652005

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Biologi

Judul Penelitian : Optimasi Uji Toleransi Varietas Kedelai (*glycine max* (L.)Merril) Pada Cekaman Kekeringan Dalam Media *In Vitro* Cair Dengan *Polietilena glikol* (PEG) 6000

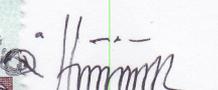
Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau di buat oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikuti dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila pernyataan hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 5 Oktober 2010

Yang membuat pernyataan,



  
Qurrotul Uyun

Nim. 06520053

**OPTIMASI UJI TOLERANSI VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)  
PADA CEKAMAN KEKERINGAN DALAM MEDIA IN VITRO CAIR  
DENGAN *Polietilena glikol* (PEG) 6000**

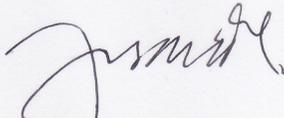
**SKRIPSI**

**Oleh:**

**QURROTUL UYUN  
NIM.06520053**

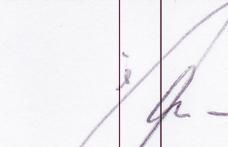
**Telah disetujui oleh:**

**Dosen Pembimbing I**



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

**Dosen Pembimbing II**



**Ach. Nashichuddin, MA  
NIP. 19730705 200003 1 002**

**Tanggal, 01 Oktober 2010**

**Mengetahui  
Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd  
NIP.19630114 199903 1 001**

**OPTIMASI UJI TOLERANSI VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)  
PADA CEKAMAN KEKERINGAN DALAM MEDIA IN VITRO CAIR  
DENGAN *Polietilena glikol* (PEG) 6000**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**QURROTUL UYUN  
NIM.06520053**

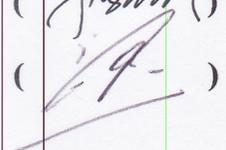
**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan  
Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Tanggal 13 Oktober 2010**

**Susunan Dewan Penguji**

- 1. Penguji utama : Suyono, M.P  
NIP. 19710622 200312 1 002**
- 2. Ketua Penguji : Dwi Suheriyanto S.Si M.P  
NIP. 19740325 200312 1 001**
- 3. Sekertaris : Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002**
- 4. Anggota : Ach. Nashichuddin, MA  
NIP. 19730705 200003 1 002**

**Tanda Tangan**

()  
()  
()  
()

**Mengetahui dan Mengesahkan  
Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd  
NIP.19630114 199903 1 001**



**Motto**

**" Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu  
belajarlah untuk tenang dan sabar "**

**(Khalifah Umar)**

**\*Siapa Yang Bersungguh-Sungguh  
Pasti Akan Tercapai Apa Yang Ia**

[Http://maomao520.yeah.net](http://maomao520.yeah.net)

**Inginkan\*\***

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **Penulis Persembahkan**

**Karya ini untuk orang-orang yang sangat berarti:**

**Kedua orangtua tercinta yang tanpa lelah memberikan dorongan moral, spiritual, finansial dan tak henti-hentinya mencurahkan kasih sayangnya.**

**Bulek dan Pak lek@ (lek tik, lek luluk, lek sol, lek herman) yang telah memberikan dukungan, dan adek@ ALFAN yang memberikan semangat@**

**Seseorang yang telah memberikan dukungan serta motivasi tanpa lelah & mudah-mudahan akan menjadi bagian hidu@, dan akan menjadi pembimbing dunia akhirat@, Semoga Karyaku ini bisa menjadi Jalan untuk kita menuju ridho-Nya**

**Sahabat@, mbk Ziii, firda, ike makasih atas  
kekompakan di lab Kuljar, V3, Ari, Hawin mudah-  
mudahan persahabatan selalu di ridhoi Allah, dan  
ilmu kita bermanfaat dunia dan akhirat.  
Teman2 keluarga di fatimiyah (fida, tezh, mbk  
any, mbak erny, semy) yang telah memberikan  
semangat**



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikumWr.Wb*

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Ilahi Rabbi, karena hanya dengan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya semata yang mampu mengantarkan penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini dengan judul Optimasi Uji Toleransi Varietas Kedelai (*glycine max(L.)Merril*) Pada Cekaman Kekeringan Dalam Media *In Vitro* Cair Dengan *Polietilena gilkol* (PEG) 6000 Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan ke hadirat junjungan dan teladan umat Islam sepanjang zaman, nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa setiap hal yang tertuang dalam penulisan SKRIPSI ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan materiil, moril dan spiritual dari banyak pihak. Untuk itu penulis hanya bisa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektot Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, yang memberikan dukungan serta kewenangan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Prof. Sutiman Bambang Sumitro Su., D.Sc., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, yang selalu memberi dukangan didalam pelaksanaan penelitian.
3. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd Selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Evika Sandi Savitri, M.P selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan arahan, bimbingan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
5. Ach. Nashichuddin, MA selaku dosen pembimbing Agama yang telah sabar memberikan arahan, bimbingan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.

6. Amalia Fitri Andriani, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan penulis dalam menuntut ilmu dibangku kuliah.
7. Ir. Hj. Tintrim Rahayu M.Si dan Ahmad Faridi W, S.Si, selaku konsultan, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu kultur jaringan tumbuhan di laboratorium *genetics and plant culture* Biologi UIN Malang.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah membimbing dan memotivasi dalam menuntut ilmu dibangku kuliah
9. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Ahmad dan Ibu Imriti, yang selalu memberikan do'a, semangat, motivasi, serta nasihat-nasihat yang penuh dengan keikhlasan, kesabaran, serta kasih sayang yang tiada terbalaskan sehingga penulis bisa mengenyam pendidikan setinggi ini.
10. Bulek dan Pak Lek (Lek luluk, lek tik, lek samsul) yang telah meberikan do'a, motivasi dukungan sehingga saya bisa mengenyam pendidikan setinggi ini.
11. Abah Yahya dan Ibu Syafi' yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk menimba ilmu dan pengalaman di PPP. Al-hikmah Al Fatimiyah (AHAF).
12. Segenap karyawan administrasi jurusan Biologi dan laboran (Mbak Lil, Mas Zulfan, mas Smile, mas Basyar dan mas Saleh ) terima kasih atas bantuannya selama ini dan dorongan semangatnya semoga kesuksesan menyertai kalian.
13. Sahabatku di Lab kultur (Ike, Firda, mbk Azizah) yang selalu ada saat sedih maupun senang, dan terimakasih kekompakan di lab kultur moga ilmu kita bermanfaat dunia dan Akhirat..
14. Keluarga AHAF : mbk fida, teteh rima dan mbk any, mbak erny, semy, mbk hikmah yang telah memberikan do'a dan semangatnya.
15. Teman-teman angkatan biologi 2006, ari, hartanto, hawin, V3, mbk IF0 dan yang tidak bisa saya sebutkan terimah kasih semua atas dukungan, do'a, aku yakin semangat dan jerih payah kita akan membuahkan hasil.

Tiada balasan yang dapat penulis berikan selain do'a semoga Allah SWT menerima amal baik mereka semua dan memberikan imbalan yang lebih baik atas segala jerih payahnya Amin ya rabbal alamin.

Akhirnya hanya kepada Allah SWT penulis berserah diri dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak pada umumnya.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Malang, 13 Oktober 2010

Penulis.



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Hipotesis.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan masalah.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 Morfologi Tanaman Kedelai.....	8
2.1.1 Akar.....	8
2.1.2 Daun.....	9
2.1.3 Batang.....	10
2.1.4 Bunga.....	10
2.1.5 Polong.....	11
2.1.6 Biji.....	11
2.1.7 Kecambah.....	12
2.2 Klasifikasi Tanaman Kedelai.....	13
2.3 <i>Polyethylene Glykol</i> (PEG) 6000.....	14
2.4 Cekaman Kekeringan.....	17
2.5 Kultur <i>In Vitro</i> .....	21
2.5.1 Seleksi <i>In vitro</i> .....	22
2.5.2 Medium MS (Murashige dan Skoog) 1962.....	24
2.5.3 Zat Pengatur Tumbuh.....	25
2.6 Perubahan Dalam Perspektif Islam.....	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Tempat dan Waktu.....	33
3.2 Rancangan Penelitian.....	33
3.3 Variabel Penelitian.....	33
3.4 Alat dan Bahan.....	34
3.4.1 Alat.....	34
3.4.2 Bahan.....	34
3.5 Kegiatan Penelitian.....	35
3.5.1 Sterilisasi Alat.....	35
3.5.2 Pembuatan Media.....	35

3.5.3	Sterilisasi Media.....	36
3.5.4	Sterilisasi Ruang Tanam.....	37
3.5.5	Persiapan dan Sterilisasi Eksplan.....	37
3.5.6	Penanaman dan Pemeliharaan Eksplan.....	37
3.5.7	Variabel Pengamatan .....	38
3.5.8	Perhitungan Indeks Sensifitas.....	39
3.6	Teknik Analisis Data .....	39
BAB IV PEMBAHASAN.....		41
4.1	Pengaruh <i>Polietilena glikol</i> (PEG) 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Pertambahan Tinggi Tunas Beberapa Eksplan Epikotil Varietas Kedelai ...	41
4.2	Pengaruh <i>Polietilena glikol</i> (PEG) 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Jumlah Daun Normal Beberapa Eksplan Epikotil Varietas Kedelai .....	46
4.3	Pengaruh <i>Polietilena glikol</i> (PEG) 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Jumlah Daun Layu Beberapa Eksplan Epikotil Varietas Kedelai .....	51
4.4	Persentase Pertumbuhan Eksplan Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Media MS Cair <i>Polietilena glikol</i> (PEG) 6000 .....	56
4.5	Skor Kerusakan Eksplan Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Media MS Cair <i>Polietilena glikol</i> (PEG) 6000.....	59
4.6	Indeks Sensivitas Kekeringan Eksplan Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Media MS Cair <i>Polietilena glikol</i> (PEG) 6000.....	61
4.7	Respon Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Terhadap Cekaman Kekeringan Menggunakan <i>Polietilena glikol</i> (PEG) dalam Perspektif Islam .....	63
BAB V PENUTUP .....		67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....		69
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....		73

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
Tabel 4.1	Hasil Analisis Varian (ANOVA) Pertambahan Tinggi Tunas (cm) Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi Konsentarsi PEG 6000.....	41
Tabel 4.2	Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai Pada Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas Epikotil (cm) Pada Pengamatan 4 MST .....	42
Tabel 4.3	Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas Epikotil Pada Pengamatan 4 MST.....	43
Tabel 4.4	Pengaruh Perbedaan Varietas dan Perlakuan Beberapa Konsentrasi PEG Terhadap Rata-Rata Tinggi Tunas (cm) Pada Pengamatan 4MST .....	45
Tabel 4.5	Hasil Analisis Varian (ANOVA) Jumlah Daun Normal Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi konsentarsi PEG 6000 Pengamatan 4 MST.....	47
Tabel 4.6	Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai Pada Rata-Rata Jumlah Daun Normal Pada Pengamatan 4 MST.....	48
Tabel 4.7	Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun Normal Pada Pengamatan 4 MST .....	49
Tabel 4.8	Pengaruh Perbedaan Varietas dan Perlakuan Beberapa Konsentrasi PEG Rata-Rata Jumlah Daun Normal Pada Pengamatan 4 MST .....	50
Tabel 4.9	Hasil Analisis Varian (ANOVA) Jumlah Daun Layu Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi Konsentarsi PEG 6000 Pengamatan 4 MST.....	52
Tabel 4.10	Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai Pada Rata-Rata Jumlah Daun Layu Pada Pengamatan 4 MST.....	52
Tabel 4.11	Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun Layu Pada Pengamatan 4MST ..	53
Tabel 4.12	Pengaruh Perbedaan Varietas dan Perlakuan Beberapa Konsentrasi PEG Rata-Rata Jumlah Daun Layu Pada Pengamatan 4 MST .....	55

Tabel 4.13	Hasil Analisis Varian (ANOVA) persentase pertumbuhan epikotil Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi Konsentrasi PEG 6000 Pengamatan 4 MST.....	57
Tabel 4.14	Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai Pada Rata-Rata Persentase Pertumbuhan Epikotil Pada Pengamatan 4 MST.....	57
Tabel 4.15	Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Persentase Pertumbuhan Epikotil Pada Pengamatan 4 MST.....	58
Tabel 4.16	Hasil Uji Kruskal Wallis Kerusakan Eksplan.....	60
Tabel 4.17	Hasil Uji Chi-Square Test Tingkat Kerusakan Eksplan.....	60



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Perakaran Tanaman Kedelai.....	9
Gambar 2.2 Bentuk-bentuk Daun Kedelai .....	9
Gambar 2.3 Warna Bunga Kedelai .....	11
Gambar 2.4 Warna Kulit Biji Kedelai.....	12
Gambar 2.5 Kecambah Kedelai .....	13
Gambar 4.1 Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas 4MST .....	44
Gambar 4.2 Pertumbuhan Daun Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Konsentrasi PEG 15% .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Konsentrasi PEG .....	73
Lampiran 2. Komposisi medium MS .....	74
Lampiran 3. Gambar Metode Penanaman Eksplan Epikotil.....	75
Lampiran 4. Alur pembuatan Stok MS dalam 100 konsentrasi .....	76
Lampiran 5. Alur Sterilisasi Alat dan Bahan .....	77
Lampiran 6. Skema Pembuatan MS/ 1 liter .....	78
Lampiran 7. Data Pengamatan 4MST dan Perhitungan dengan Statistik Analisis Varians (ANOVA) Faktorial.....	79
Lampiran 8. Deskripsi Varietas Kedelai .....	90
Lampiran 9. Gambar Alat dan Bahan .....	93
Lampiran 10. Gambar Hasil penelitian pada Perbedaan Skor 1-4 .....	94
Lampiran 11. Gambar Epikotil Kedelai dengan Perbedaan Varietas dan Perlakuan PEG.....	95
Lampiran 12. Skema Kerja .....	96
Lampiran 13. Hasil Perhitungan Analisis Varians (ANOVA) dengan SPSS .....	97

Uyun, Qurrotul . 2010. **Optimasi Uji Toleransi Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Pada Cekaman Kekeringan Dalam Media *In Vitro* Cair Dengan Polietilena glikol (PEG) 6000** Pembimbing : Evika Sandi Savitri, M.P, Ach. Nashichuddin, MA.

**Kata Kunci :** Kedelai, *Polietilena glikol*, MS Cair

Kedelai merupakan sumber protein nabati yang sangat penting bagi kehidupan dan kesehatan manusia. Laju kebutuhan kedelai yang terus meningkat setiap tahunnya menjadi tantangan yang berat bagi pembangunan pertanian kedelai. Disisi lain muncul beberapa permasalahan antara lain keterbatasan lahan yang sempit sehingga dilakukan ekstensifikasi pada lahan marjinal seperti lahan masam, lahan kering atau lahan yang kesuburannya rendah. Kekeringan dapat menurunkan pertumbuhan dan produksi sehingga diperlukan suatu varietas yang mempunyai kemampuan untuk hidup dan berfungsi secara metabolis pada cekaman tersebut. Seleksi *In vitro* menggunakan PEG merupakan upaya untuk menguji varietas yang tahan terhadap cekaman kekeringan. Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan dengan tujuan: (1) untuk mengetahui respon epikotil varietas kedelai yang toleran, peka dan moderat terhadap cekaman kekeringan dengan media PEG 6000 media cair. (2) untuk mengetahui konsentrasi PEG 6000 yang mampu mensimulasi cekaman kekeringan pada media MS cair pada pertumbuhan epikotil kedelai.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium *Genetics and Plant Culture* Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, pada bulan Mei-Agustus 2010. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial. Faktor pertama adalah varietas kedelai yang terdiri dari 3 taraf yaitu: Wilis, Tanggamus dan Grobogan. Faktor kedua adalah konsentrasi PEG 6000 yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu: 0%, 5%, 10% dan 15%. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANAVA Faktorial, jika ada perbedaan pada varietas dan konsentrasi maka dilakukan uji BNJ dengan taraf signifikan 5%.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan respon epikotil beberapa varietas kedelai yang ditanam pada media MS cair *Polietilena glikol* pada variabel jumlah daun normal rata-rata paling banyak pada varietas Wilis yakni 2,6, jumlah daun layu tertinggi pada varietas Grobogan yakni 1,1875, persentase pertumbuhan tertinggi pada varietas Wilis yakni 77%, skor kerusakan eksplan rata-rata tertinggi terjadi pada varietas Grobogan (1,31), pada variabel pertambahan tinggi tunas epikotil belum bisa digunakan variabel cekaman kekeringan. Berdasarkan indeks sensitivitas pada varietas Grobogan tergolong peka, varietas Wilis dan Tanggamus medium toleran. Konsentrasi PEG 5% pada media MS cair *in vitro* mampu mensimulasi cekaman kekeringan pada parameter tinggi tunas, jumlah daun normal, jumlah daun layu, persentase pertumbuhan, skor kerusakan eksplan dan indeks sensitivitas. Pada perlakuan PEG 15% menunjukkan penghambatan paling tinggi pada semua parameter pertumbuhan.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Allah menciptakan beragam ciptaan yang tak terhitung jumlahnya untuk direnungkan. Segala sesuatu yang ada di langit dan bumi adalah perwujudan dari kesempurnaan ciptaan-Nya. Allah menciptakan biji yang sangat kecil, dan biji tersebut menjadi tanaman yang sangat besar.

وَأَيُّهُمُ الْأَرْضُ الْمَيْتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ

Artinya: *Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka dari padanya mereka makan (Q.S Yasin:33).*

Berdasarkan ayat tersebut, salah satu biji yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan adalah biji kedelai. Biji kedelai dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk berbagai produk pangan segar, terfermentasi maupun kering seperti susu, tahu, tempe dan kecap dengan komposisi gizi yang seimbang untuk proses pertumbuhan dan perkembangan (Somaatmadja, 1993).

Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill), merupakan sumber lemak dan protein nabati yang sangat penting bagi kehidupan dan kesehatan manusia. Kandungan lemak dalam biji kedelai sangat bervariasi dimana kadar protein 35-40 %, lemak 18-20 %, karbohidrat 32,8 % dan mineral 5,1 %, sehingga bahan ini dapat dipakai sebagai salah satu alternatif pemenuhan gizi masyarakat Indonesia, yang murah dan efisien (Indranada, 1990).

Kebutuhan kedelai dalam negeri saat ini belum dapat dicukupi oleh produksi sendiri, sehingga dilakukan impor kedelai yang pada periode tahun 2009/2010 yang lalu mencapai lebih dari 2,2 juta ton. Tekad pemerintah untuk swasembada kedelai pada tahun 2011 melalui program Gema palagung perlu disikapi dengan langkah-langkah nyata agar sasaran tersebut tidak hanya menjadi obsesi (BPS, 2010).

Laju kebutuhan kedelai yang terus meningkat setiap tahunnya (2008/2009) mencapai 1,7-3,2 juta ton, menimbulkan tantangan yang berat bagi pembangunan pertanian kedelai. Tantangan ini semakin berat karena di satu sisi laju permintaan terus meningkat, akan tetapi disisi lain muncul beberapa permasalahan antara lain keterbatasan lahan yang sempit sehingga dilakukan ekstensifikasi pada lahan marjinal seperti lahan masam, lahan kering atau lahan yang kesuburannya rendah.

Menghadapi tantangan yang semakin berat maka proses produksi pertanian kedelai terus dipacu dengan menggunakan lahan marjinal agar dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas kedelai di Indonesia adalah dengan penanaman kedelai pada lahan-lahan kering. Masalah kekeringan (*drought*) dalam budi daya kedelai merupakan salah satu faktor pembatas utama produksi, sehingga diperlukan suatu varietas yang mempunyai kemampuan untuk hidup dan berfungsi secara metabolis pada cekaman tersebut. Untuk itu, diperlukan suatu varietas atau galur kedelai yang toleran terhadap cekaman tersebut. Kekeringan dapat mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman, stres kekeringan dapat menurunkan kemampuan tanaman untuk mempertahankan hidup dan bereproduksi, selain itu kekeringan juga dapat

mengakibatkan penurunan produksi berkisar 30-70%. Oleh karena itu sangatlah penting untuk mengembangkan kemampuan adaptasi tanaman dalam mentolerir kekurangan air (Fitler dan Hey, 1981).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sneller dan Dombek (1997), seleksi lapang dilakukan dengan irigasi dan tanpa irigasi pada suatu lokasi dalam dua tahun yang berurutan (1985-1986). Dari variabel yang diukur, terdapat klasifikasi tingkat toleransi kedelai terhadap kekeringan yaitu toleran dan kurang toleran. Akan tetapi metode tersebut memiliki beberapa kelemahan antara lain sulitnya menjaga keseragaman tekanan seleksi yang diberikan kondisi lapang yang tidak homogen, jumlah populasi tidak bisa banyak, kondisi lingkungan tidak terkontrol dan lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seleksi, metode *in vitro* selanjutnya menjadi alternatif untuk seleksi tanaman terhadap stres kekeringan (Widoretno, 2002)

Seleksi *In vitro* merupakan upaya untuk menghasilkan varitas yang tahan terhadap cekaman kekeringan, usaha yang dilakukan dalam penelitian ini sesuai dengan firman Allah sebagai berikut :

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ ۗ وَمَا

لَهُمْ مِّن دُونِهِ ۗ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

Artinya: *Sesungguhnya Allah tidak merubah Keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, Maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia. (Q.S Ar-Ra'd:11).*

Kelebihan seleksi *in vitro* dibanding dengan tumbuhan utuh antara lain adalah tidak adanya keterbatasan iklim, tidak memerlukan lahan yang luas, dan

penapisan kekeringan bisa diatur dan dapat dihasilkan tumbuhan yang baru secara kontinyu dalam keadaan yang terkontrol (Collin & Edward, 1998). Penapisan secara *in vitro* untuk sifat ketahanan terhadap cekaman abiotik mempunyai beberapa keunggulan antara lain waktu seleksi lebih singkat, tidak membutuhkan ruang yang luas, mudah dikontrol dan tidak dibatasi oleh musim (Sirait, 2001).

Michel dan Kaufman (1973) menyatakan kondisi stres kekeringan secara *in vitro* dapat disimulasi dengan menurunkan potensial air media, yaitu dengan penambahan senyawa mannitol, sorbitol atau PEG (*polietilena glikol*). Besarnya penurunan potensial air tergantung pada konsentrasi dan berat molekul PEG. Penggunaan senyawa PEG dalam induksi cekaman air pada tanaman sudah dipakai sejak lama.

Menurut Kosmiatin (2006), salah satu respon tanaman terhadap cekaman kekeringan yaitu terjadi perkecambahan yang abnormal, tiga genotipe kedelai yang diuji menunjukkan ada yang bersifat peka, moderat dan toleran. Penambahan PEG 10% ke dalam seluruh media pada eksplan embrio masak memperlihatkan persentase perkecambahan yang sesuai dengan tingkat toleransinya terhadap kekeringan. Pada kelompok peka, rata-rata perkecambahan hanya 25%, moderat 35% dan toleran 60%.

Pada penelitian Rahayu dkk (2005), *Polietilena glikol* dalam media *in vitro* menyebabkan kondisi cekaman kekeringan yang menghambat tunas kacang tanah, dengan menggunakan eksplan epikotil media cair pada gabus dan kertas saring mampu menyeleksi beberapa varietas kacang tanah yang toleran terhadap kekeringan. Media cair untuk pertumbuhan epikotil kedelai secara *in vitro* akan

menghasilkan tunas yang tegak. Eksplan epikotil kedelai mungkin harus disuspensikan pada media cair dengan menggunakan jembatan yang dibuat gabus untuk memudahkan dalam penanaman eksplan karena penggunaan media padat memungkinkan eksplan akan terputus. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan eksplan epikotil kedelai pada media cair dengan dengan penambahan *Polietilena glikol* (PEG) 6000, jika melalui kultur kalus akan lama sehingga diupayakan mendapatkan cara yang lebih cepat untuk mendapatkan varietas yang toleran.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, perlu dilakukan seleksi *in vitro* menggunakan media PEG 6000 sebagai bahan penyeleksi varietas kedelai pada kondisi cekaman kekeringan pada media cair, agar didapatkan varietas benih kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan dan sesuai dengan lahan yang tersedia, serta konsentrasi PEG 6000 yang tepat untuk seleksi tanaman lain.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah respon epikotil dari varietas kedelai yang toleran, peka dan moderat terhadap cekaman kekeringan dengan media PEG 6000 pada media cair?
2. Berapakah konsentrasi PEG 6000 yang mampu mensimulasi cekaman kekeringan pada media MS cair pada pertumbuhan epikotil kedelai?

### 1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui respon epikotil varietas kedelai yang toleran, peka dan moderat terhadap cekaman kekeringan dengan media PEG 6000 media cair.
2. Untuk mengetahui konsentrasi PEG 6000 yang mampu mensimulasi cekaman kekeringan pada media MS cair pada pertumbuhan epikotil kedelai.

### 1.4 Hipotesis

1. Terdapat respon pertumbuhan epikotil yang berbeda pada beberapa varietas kedelai yang ditanam pada media *in vitro* dengan penambahan PEG 6000
2. Terdapat konsentrasi PEG 6000 yang mampu mensimulasi cekaman kekeringan pada media MS cair pada pertumbuhan epikotil kedelai.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada masyarakat varietas kedelai yang toleran terhadap kekeringan.
2. Mempermudah dalam menyeleksi pengembangan genotip tanaman yang toleran terhadap cekaman.
3. Memberikan informasi bahwa PEG 6000 sebagai agen penyeleksi terhadap kekeringan.
4. Mengembangkan metode seleksi *in vitro* untuk menapis atau seleksi varietas secara cepat.

## 1.6 Batasan Masalah

1. Bagian yang digunakan untuk memperbanyak atau mengembangbiakan tanaman adalah biji kemudian diambil epikotilnya
2. PEG yang digunakan adalah PEG 6000
3. Varietas yang digunakan adalah Wilis (moderat), Tanggamus (toleran), dan Grobogan (peka) (deskripsi BALITKABI).
4. Zat pengatur tumbuh yang digunakan ialah BAP (Benzil Amino Purin)
5. Media yang digunakan untuk pertumbuhan epikotil kedelai adalah media MS cair.
6. Konsentrasi PEG 6000 yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Morfologi Tanaman Kedelai

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 kultivar dan lingkungan hidup. Kultivar bedaun lebar dapat memberikan hasil biji yang lebih tinggi karena mampu menyerap sinar matahari yang lebih banyak jika dibandingkan yang berdaun sempit.

Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, daun, batang, bunga, polong dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal (Adisarwanto, 2005).

##### 2.1.1 Akar

Sistem perakaran 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).

Kedelai berakar tunggang (gambar 2.1), dan dapat tumbuh sampai kedalaman 150 cm. pada akar kedelai terdapat bintil-bintil akar, yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum*. Pada tanah yang mengandung bakteri

Rhizobium tidak terdapat di dalam tanah, sehingga bintil akar tidak terbentuk (Susila, 2003).



Gambar 2.1 : Perakaran tanaman kedelai (Susila, 2003)

### 2.1.2 Daun

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

Daun kedelai adalah daun majemuk yang terdiri dari 3 helai anak daun. Daun berwarna hijau tua atau hijau kekuningan tergantung varietasnya. Terdapat dua bentuk daun pada kedelai yaitu oval, sedang dan sempit. Sebagai contoh varietas Anjasmoro mempunyai bentuk daun oval (gambar 2.2), sedangkan varietas Wilis mempunyai bentuk daun sedang (gambar 2.2).



(a)



(b)

Gambar 2.2 : bentuk-bentuk daun kedelai (a) Oval (Anjasmoro)  
(b) Sedang (Wilis) (Susila, 2003).

### **2.1.3 Batang**

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

Kedelai termasuk tanaman perdu dengan tinggi 30-200 cm. jumlah buku yang terdapat pada batang kedelai berkisar antara 14-16 buku, sedangkan jumlah cabang utama dapat mencapai 3-6 cabang, jumlah cabang tergantung dari kultivar dan jarak tanam. Kedelai yang ditanam dengan jarak tanam yang rapat bisa tidak bercabang sama sekali.

### **2.1.4 Bunga**

Kedelai mulai berbunga antara umur 30-50 hari, tergantung dari kultivar dan iklim. Semakin pendek penyiraman 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. Bungannya 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 (Najiyanti dan Danarti, 1992).

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna yaitu setiap bunga mempunyai alat jantan dan alat betina. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup sehingga kemungkinan kawin silang alami amat kecil. Bunga terletak

pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih (gambar 2.3). Tidak semua bunga dapat menjadi polong walaupun telah terjadi penyerbukan secara sempurna. Sekitar 60% bunga rontok sebelum membentuk polong (Djauhari dkk, 2003).



Gambar 2.3 : Warna Bunga Kedelai (a) putih (kipas putih) (b) ungu (jayawijaya) (Susila, 2003)

### 2.1.5 Polong

Menurut Rukmana dan yuniarsih (1995), buah kedelai disebut juga dengan polong yang tersusun dalam rangkaian buah. Tiap 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 tahun.

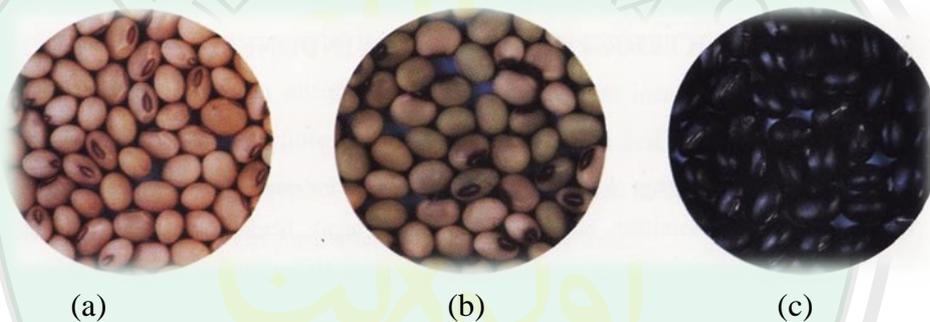
Panjang polong antara 2-7 cm, warna polong kuning kelabu, coklat, atau hitam (gambar 2.4). Polong kedelai mempunyai bulu yang berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Umur masak polong tergantung dari kultivar dan lingkungan tumbuh tanaman (Lamina,1989).

### 2.1.6 Biji

Biji kedelai umumnya berbentuk bulat atau bulat pipih sampai bulat lonjong. Warna kulit biji bervariasi antara lain kuning, hijau, coklat, atau hitam

(gambar 2.5). 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 yang terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam atau putih. Pada ujung hilum terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada proses pembentukan biji.



Gambar 2.4 : Warna Kulit biji Kedelai (a) kuning (Wilis) (b) kuning kehijauan (Dieng) (c) hitam (Cikuray) (Susila, 2003)

### 2.1.7 Kecambah

Kecambah kedelai termasuk epigeal yaitu suatu keadaan dimana munculnya radikel diikuti dengan memanjangnya hipokotil secara keseluruhan dan membawa serta kotiledon dan plumula keatas permukaan tanah. Yang dimaksud dengan hipokotil adalah bagian batang kecambah dibawah keping biji, warna hipokotil biasanya ungu atau hijau (gambar 2.6). Warna hipokotil sangat berhubungan dengan warna bunga, kedelai yang berhipokotil ungu biasanya mempunyai warna bunga ungu. Demikian pula kedelai yang berhipokotil hijau akan mempunyai warna bunga putih. Namun warna hipokotil dapat dipengaruhi

oleh lingkungan tumbuh seperti intensitas cahaya, kesuburan tanah dan keadaan pertanaman seperti populasi tanaman. Kedelai yang ditanam pada daerah yang intensitas cahayanya rendah kadang-kadang tidak menunjukkan warna ungu yang jelas (Susila, 2003).



(a)

(b)

Gambar 2.5 Kecambah kedelai (a) Hijau (Galunggung)  
(b) Ungu (Wilis) (Susila, 2003)

## 2.2 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Berdasarkan deskripsi yang telah diuraikan maka klasifikasi tanaman kedelai menurut Rukmana dan Yuniarsih (1996), adalah sebagai berikut:

Kingdom Plantae

Divisi Spermatophyta

Sub divisi Angiospermae

Kelas Dicotyledoneae

Orde Rosales

Famili Leguminaceae

Sub Famili Papilonoideae

Genus Glycine

Spesies *Glycine max* (L.)Merril

### 2.3 *Polietilena glikol (PEG) 6000*

*Polietilene glikol* merupakan polimer dari etilen oksida dan air, dibuat bermacam-macam panjang rantainya. Bahan ini terdapat dalam berbagai macam berat molekul dan yang paling banyak digunakan adalah PEG 200, 400, 600, 1000, 1500, 1540, 3350, 4000, dan 6000. Pemberian nomor menunjukkan berat molekul rata-rata dari masing-masing polimernya. PEG yang memiliki berat molekul rata-rata 200, 400, dan 600 berupa cairan bening tidak berwarna dan yang mempunyai berat molekul rata-rata lebih dari 1000 berupa lilin putih, padat, dan kepadatannya bertambah dengan bertambahnya berat molekul (Ansel, 1989). *Polietilene glikol* luas penggunaannya dalam berbagai formulasi farmasetikal termasuk parenteral, topikal, *ophthalmic* oral dan rektal. *Polietilena glikol* ini stabil dalam air dan tidak mengiritasi kulit (Raymond, 2006).

*Polietilena glikol (PEG)* merupakan senyawa yang stabil, non ionik, polimer panjang yang larut dalam air dan dapat digunakan dalam sebaran bobot molekul yang luas. PEG juga merupakan salah satu jenis osmotikum yang biasa digunakan untuk menstimulasi kondisi kekeringan (Lawyer, 1970). Adapun ciri-ciri PEG menurut Harris (1997) yaitu akan menjadi kental jika dilarutkan, tidak berwarna dan berbentuk putih. PEG juga disebut sebagai PEO (*Polietilene oxide*), POE (*Polyoxyethylene*) dan *Polyoxirane*. *Polietilene glikol (PEG)* memiliki sifat-sifat diantaranya :1).Larut dalam air, 2). Tidak larut dalam *ethyleter*, *Hexane*, *ethylene glukol*, 3). Tidak larut dalam air yang memiliki suhu tinggi, 3). Tidak beracun, 4). Digunakan sebagai agen seleksi sifat ketahanan gen terutama gen toleran terhadap kekeringan.

Supositoria dengan basis PEG tidak melebur ketika terkena suhu tubuh, tetapi perlahan-lahan melarut dalam cairan tubuh (Ansel, 1989). Kelarutan PEG berdasar atas pembentukan jembatan hidrogen antara oksigen eter dengan molekul air (Voigt, 1971). Kelarutan dalam air, higroskopisitas dan tekanan uapnya berkurang dengan meningkatnya berat molekul rata-rata. Kisaran luas dari titik leleh dan kelarutan memungkinkan formulasi supositoria dengan berbagai derajat kestabilan panas dan laju disolusi yang berbeda (Coben dan Lieberman, 1994).

*Polietilena glikol* mempunyai beberapa keuntungan antara lain : secara fisiologi inert, tidak terhidrolisis, tidak mendukung pertumbuhan jamur, mempunyai beberapa macam molekul (Sujono, 2003). PEG memiliki sifat dalam proses penyerapan air, disebut juga makrogol, merupakan polimer sintentik dari oksietilen dengan rumus struktur  $H(OCH_2CH_2)_nOH$ , dimana  $n$  adalah jumlah rata-rata gugus oksietilen. PEG umumnya memiliki bobot molekul antara 200-300.000 (Alatas, 2006).

PEG adalah nonionik, polimer yang larut dalam air, secara luas digunakan sebagai koloid penstabil dalam makanan, cat dan dalam formula obat-obat kosmetik (Golander, 92; Rita, 2005). Senyawa PEG bersifat larut dalam air dan menyebabkan penurunan potensial air. Besarnya penurunan air sangat bergantung pada konsentrasi penurunan dan berat molekul PEG. Keadaan seperti ini di manfaatkan untuk stimulasi penurunan potensial air. Potensial air dalam media yang mengandung PEG dapat digunakan untuk meniru besarnya potensial air tanah (Micheel dan kaufman, 1973).

Beberapa kelebihan dari PEG yaitu sebagai selektif agent diantaranya tidak toksis terhadap tanaman, larut dalam air, dan telah digunakan untuk

mengetahui pengaruh kelembapan terhadap perkecambahan biji tanaman budidaya, bisa masuk kedalam sel (intraseluler) dan juga dapat digunakan sebagai osmotikum pada jaringan, sel ataupun organ (Plaut dkk, 1985). Senyawa PEG dengan berat molekul 6000 dipilih karena mampu bekerja lebih baik pada tanaman daripada PEG dengan berat molekul yang lebih rendah. Senyawa PEG mampu mengikat air, besarnya kemampuan larutan PEG dalam mengikat air bergantung pada berat molekul dan konsentrasinya (Michel dan Kaufman, 1973). PEG merupakan media selektif yang dapat digunakan seleksi *in vitro* untuk mengidentifikasi varian atau mutan yang toleran terhadap kekeringan .

PEG sebagai komponen seleksi pada berbagai jenis tanaman dapat menurunkan pertumbuhan tanaman sekaligus dapat menghasilkan genotip-genotip baru yang tahan terhadap cekaman kekeringan (Hutami, 2006). Beberapa peneliti yang menggunakan PEG sebagai simulasi cekaman kekeringan pada tanaman kedelai (Husni, 2003), kapas (Fernandez, 1998), padi (Abdullah, 2003), Barley (*Hordeum vulgare* L.), (Hongbo, 2005) dan tanaman nilam (Sutjahjo, 2007).

PEG adalah satu senyawa yang juga digunakan dalam invigorisasi, PEG mempunyai peran dalam membantu imbibisi air oleh benih. Selama penyimpanan benih ortodok (seperti kedelai) sangat dipengaruhi oleh kadar air, ketika kadar air terlalu rendah akan menyebabkan benih menjadi keras sehingga pada waktu dikecambahkan benih tidak berimbibisi. Perlakuan invigorisasi dengan PEG dapat membantu mempercepat proses imbibisi karena senyawa PEG mampu mengikat air.

Invigorisasi dengan cara perendaman dalam larutan osmotikum (PEG) merupakan suatu perlakuan untuk membuat proses perkecambahan bisa lebih awal. Perkecambahan yang diawali dengan dengan proses imbibisi yang lebih cepat akan mengakibatkan proses berikutnya terjadi lebih awal, seperti pecahnya kulit benih pengaktifan enzim dan hormon, perombakan cadangan makanan, translokasi nutrisi dan keluarnya radikel.

#### **2.4 Cekaman Kekeringan**

Cekaman didefinisikan sebagai segala perubahan kondisi lingkungan yang mungkin akan menurunkan atau merugikan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan atau segala perubahan kondisi lingkungan yang mengakibatkan tanggapan tumbuhan menjadi lebih rendah dari pada tanggapan optimumnya (Salisbury, 1995). Kondisi lingkungan tersebut berhubungan dengan kisaran toleransi suatu organisme dalam menghadapi lingkungan sekitarnya. Menurut Ishartati (2003), suatu organisme tertentu memiliki kisaran toleransi yang lebar mampu beradaptasi yang tinggi, disebabkan oleh faktor genetik yang pada akhirnya diespresikan dalam bentuk fenotipnya.

Cekaman kekeringan merupakan istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air akibat keterbatasan air dari lingkungannya. Menurut Levitt (1980) cekaman kekeringan yang diistilahkan “ *drought stress* ” pada tanaman dapat disebabkan dua hal yaitu kekurangan suplai air di daerah perakaran dan permintaan air yang berlebihan oleh daun akibat laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air walaupun keadaan air tanah cukup tersedia. Kekeringan

dalam terminologi meteorologi, diartikan sebagai suatu periode tanpa curah hujan yang cukup yang terjadi secara alamiah pada lahan kering dan hal ini dapat menyebabkan defisit air (Passioura 1996).

Cekaman kekeringan memberikan dampak kritis terhadap fase perkecambahan dan fase pertumbuhan kecambah (Hegarty, 1998 dalam Aulia, 2005). Jika jumlah air yang diserap tidak mencapai kebutuhan minimal maka proses perkecambahan tidak akan terjadi (Bewley dan Black, 1982).

Gejala pertama yang tampak dari tanaman yang mendapat cekaman kekeringan yaitu sistem perakaran yang tidak berkembang (pendek dan tebal), pengaruh cekaman kekeringan pada tanaman kedelai beragam tergantung pada varietas, besar dan lamanya cekaman dan masa pertumbuhan tanaman. Karakter morfologi yang umum untuk menduga tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat diketahui dengan mengamati perkembangan perakaran yang dapat digunakan untuk membedakan tanaman yang tahan dan peka (Vallejo dan Kelly, 1998).

Menurut Kremer (1963), menyatakan bahwa cekaman kekeringan akan mempengaruhi semua proses metabolik dalam tanaman yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman menurun. Pertumbuhan sel merupakan fase yang paling efektif terhadap kekurangan air. Semakin rendah ketersediaan air, semakin kecil pula kadar air relatif daun. Pengaruh kekurangan air selama fase vegetative adalah berkembangnya daun-daun yang lebih kecil sehingga mengurangi indeks luas daun pada saat dewasa (Maesen, 1993).

Pengaruh cekaman kekeringan pada tanaman kedelai tergantung pada varietas, besar dan lamanya cekaman dan masa pertumbuhan tanaman. Tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat diketahui dengan mengamati perkembangan akar untuk membedakan tanaman yang tahan atau peka terhadap kekeringan (Vallejo dan Kelly, 1998 dalam Hanum, 2007).

Menurut Lakitan (2004), bahwa akibat kekurangan suplai air menyebabkan terganggunya metabolisme sel. Metabolisme merupakan reaksi kimia yang terjadi didalam sel yang menyebabkan melibatkan enzim metabolisme tersebut berupa reaksi penyusun (anabolisme) dan reaksi penguapan (katabolisme). Metabolisme sel dilakukan untuk memperoleh energi, menyimpan energi, menyusun bahan makanan, merombak bahan makanan, membentuk stuktur sel, merombak stuktur sel, memasukkan atau mengeluarkan zat-zat, melakukan gerakan, menanggapi rangsangan dan bereproduksi.

Mekanisme resistensi tanaman terhadap cekaman dapat dikelompokkan dalam 3 kategory yaitu "*escape drought*" (melepaskan dari cekaman kekeringan), "*avoidance*" (penghindaran dari kekeringan) dan toleran. Tanaman dapat menggunakan lebih dari satu mekanisme pada saat yang bersamaan saat terjadinya kekeringan (Mitra 2001). Resistensi *escape* yaitu kemampuan tanaman menyelesaikan siklus hidupnya sebelum mengalami kekurangan air yang serius, mekanisme ini meliputi perkembangan fenologi yang cepat misalnya pembungaan dan pematangan buah yang lebih awal, perkembangan plastisitas jaringan dan remobilisasi pembentukan assimilasi ke biji. Resistensi penghindaran yaitu, kemampuan tanaman tetap menjaga potensial jaringan dengan cara meningkatkan

penyerapan air atau menekan kehilangan air. Mekanisme ini meliputi pemeliharaan turgor melalui penambahan kedalaman akar, efisiensi sistem perakaran dan konduktivitas hidrolik dan mengurangi kehilangan air melalui reduksi epidermal (stomata), mengurangi absorpsi cahaya matahari dengan cara pengguguran atau pengguguran daun. Resistensi toleransi adalah kemampuan tanaman menjaga turgor melalui pengaturan osmotik (“*osmotic adjustment*”).

Toleransi terhadap stres kekeringan dapat terjadi jika tanaman dapat survive terhadap stres yang terjadi dan adanya toleransi atau mekanisme yang memungkinkan untuk menghindari dari situasi stres tersebut. Tanaman mempunyai toleransi yang berbeda terhadap stres kekeringan karena perbedaan dalam mekanisme morfologi, fisiologi, biokimia dan molekuler (Perez-Molphe-Balch, *et al.* 1996). Toleransi stres kekeringan melibatkan akumulasi senyawa yang dapat melindungi sel dari kerusakan yang terjadi pada saat potensial air rendah (Jensen *et al.* 1996). ABA (*abscisic acid*) dan prolin merupakan senyawa yang memegang peranan penting untuk toleransi terhadap cekaman kekeringan (Kim dan Janick 1991; Pruvod *et al.* 1996; Nambara, *et.al.* 1998; Hanson dan Hitz 1982). Peningkatan sintesis ABA di akar, antara lain bertujuan untuk meningkatkan laju penyerapan air oleh akar untuk mengimbangi laju transpirasi. Dalam hal ini ABA berperan sebagai pengatur signal transpor air secara radial (Quintero *et.al.* 1998; Roberts 1998).

## 2.5 Kultur *In Vitro*

Menurut Hendaryono dan Wijayani (1994), kultur adalah budidaya dan jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai fungsi yang sama. Kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat seperti induknya.

Kultur jaringan/Kultur *In Vitro*/tissue culture adalah suatu teknik untuk mengisolasi, sel, protoplasma, jaringan, dan organ dan menumbuhkan bagian tersebut pada nutrisi yang mengandung zat pengatur tumbuh tanaman pada kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman sempurna kembali.

Manfaat dari kultur *in vitro* salah satunya adalah seleksi tanaman, seringkali terdapat sejumlah variasi genetik di dalam kultur normal. Variasi genetik tersebut dapat diperoleh dengan menginduksi bahan eksplan menggunakan perlakuan kimiawi (misalnya dengan senyawa-senyawa mutagenik dan hormon) ataupun fisik misalnya radiasi. Begitu diperoleh populasi yang beragam secara genetik maka terdapat peluang untuk menyeleksi genotip superior. Selain itu dikarenakan lingkungan kultur yang terkendali maka ada peluang untuk manipulasi keadaan guna menyeleksi karakteristik tertentu. Misalnya, kultur dapat dihadapkan pada kondisi kekeringan, sampai hanya beberapa individu saja yang mampu bertahan. Kemungkinan individu-individu yang bertahan memiliki tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap kondisi yang diberikan tersebut (Zulkarnain, 2009).

Teknologi *in vitro* memungkinkan penyediaan somaklon untuk tujuan perbaikan sifat tanaman, sekaligus berpeluang dilakukan penapisan secara cepat terhadap ketahanan cekaman biotik maupun abiotik. Penapisan genotipe-genotipe baru di lapang seringkali menghadapi kendala cekaman lingkungan yang sulit dikendalikan, antara lain cekaman abiotik sering dibatasi oleh perubahan musim. Disamping itu dengan melakukan penapisan di lapang untuk toleransi terhadap kekeringan sulit dilakukan karena sulit mengendalikan kadar air tanah sesuai dengan yang diinginkan. Penapisan di rumah kaca dapat dilakukan tetapi menjadi lebih merepotkan apabila pengukuran kadar air tanah dilakukan secara manual.

Menurut Zulkarnain (2009), keberhasilan dari kultur jaringan ditentukan oleh berbagai faktor seleksi seleksi *in vitro*, sterilisasi eksplan, keadaan yang steril, komposisi medium dasar, kecukupan nutrisi, keterlibatan zat pengatur tumbuh dan pengaruh faktor lingkungan.

### **2.5.1 Seleksi *In Vitro***

Seleksi *in vitro* mempunyai beberapa keunggulan, yaitu tidak terlalu dipengaruhi lingkungan serta memungkinkan untuk melakukan seleksi pada tingkat sel dan untuk satu faktor tunggal. Selanjutnya Ramulu (1986) menyatakan bahwa keragaman somaklonal dan seleksi *in vitro* dapat menyebabkan terjadinya mutasi pada tingkat sel. Metode seleksi *in vitro* pada beberapa tanaman telah digunakan untuk meningkatkan sifat tahan baik ketahanan terhadap faktor biotik dan abiotik (Stavarek dan Rains 1984; Ahlowalia 1986). Metode tersebut telah banyak dilakukan untuk memperoleh varian-varian tanaman yang resisten terhadap herbisida dan stres lingkungan. Seleksi *in vitro* untuk mendapatkan

varietas yang tahan lahan masam dilakukan dengan menggunakan komponen seleksi  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  dan pH rendah (sekitar 4) (Short *et al.* 1987). Metode tersebut telah diaplikasikan pada tanaman tomat dan kentang (Starvarek dan Rains 1984), sorgum (Smith *et al.* 1983), wortel (Ojima dan Ohira 1986), dan tembakau (Yamamoto *et al.* 1994) serta dapat menghasilkan varietas baru yang tahan terhadap cekaman lingkungan

Teknik seleksi *in vitro* digunakan untuk mengembangkan tanaman toleran terhadap cekaman abiotik seperti toleran terhadap cekaman kekeringan, cekaman temperatur rendah (dingin) dan panas, cekaman aluminium serta cekaman salinitas (Bajji *et al.* 2004). Seleksi *in vitro* lebih efisien dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan, karena melalui seleksi *in vitro* jutaan sel dapat diseleksi dengan hanya menggunakan beberapa botol kultur atau petridisk, sedangkan seleksi di lapang harus menggunakan beratus-ratus tanaman yang diuji pada areal yang lebih luas, selain itu seleksi *in vitro* tidak terlalu dipengaruhi oleh lingkungan serta memungkinkan melakukan seleksi pada tingkat sel (Biswas *et al.* 2002). Seleksi *in vitro* telah banyak digunakan untuk mendapatkan tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Beberapa jenis tanaman dilaporkan mengalami peningkatan toleransi terhadap cekaman kekeringan, diantaranya tanaman bunga matahari (Praksh *et al.* 1994), tomat (Handa *et al.* 1986), Wortel (Fallon dan Philips 1989), padi (Reddy *et al.* 1994), kedelai (Adkin *et al.* 1995; Duncan *et al.* 1995; Widoretno 2003), dan kacang tanah (Hermon 2006). Menurut Bajji *et al.* (2004), terdapat korelasi yang positif antara kultivar gandum yang diketahui bersifat

toleran terhadap cekaman kekeringan berdasarkan uji lapang dengan respon kalus yang toleran terhadap stres osmotik hasil kultur *in vitro*.

### **2.5.2 Medium MS (Murashige dan Skoog) 1962**

Komposisi media kultur sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan eksplan yang ditanam secara *in vitro*. Medium yang digunakan sebagai sumber makanan adalah senyawa organik dan anorganik yang diperlukan untuk pertumbuhan eksplan. Media kultur yang memenuhi syarat adalah media yang mengandung nutrisi makro dan nutrisi mikro dalam kadar dan perbandingan tertentu, sumber tenaga, air, asam amino, vitamin, zat pengatur tumbuh. (Wetherell, 1982).

Sampai saat ini dikenal beberapa jenis medium dengan komposisi kimia yang berbeda dan dapat digunakan untuk kultur *in vitro* dari tanaman tertentu. Medium yang sering digunakan untuk sebagian besar spesies tanaman yang termasuk dikotil maupun monokotil adalah medium Murashige dan Skoog (MS) (Dixon, 1985). Suryowinoto (1996) menyebutkan bahwa medium MS memiliki unsur-unsur dan persenyawaan yang lebih lengkap dibandingkan dengan medium yang lain. Menurut Street (1972), kadar mineral dalam medium MS relatif lebih tinggi dibandingkan medium lain. Staba (1988) menambahkan bahwa umumnya mineral-mineral ini dapat mendukung pertumbuhan sel-sel tanaman dalam kultur *in vitro*. Sebab pada medium MS, nitrogen tersedia dalam bentuk cairan nitrat dan ammonia sehingga kebutuhan nitrogen akan selalu terpenuhi. Menurut George dan Sherrington (1984), sumber nitrogen lain adalah asam amino yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh jaringan tanaman dari pada nitrogen yang

terdapat dalam bentuk nitrogen anorganik Asam amino berperan sebagai bahan pembangun protein.

Metode kultur air adalah suatu metode kultur yang menumbuhkan tanaman dengan media cair. Air sebagai media tanamannya yang dimasukkan kedalam wadah, lalu dalam air tersebut dicampur dengan larutan unsur hara makro maupun mikro yang digunakan untuk suplai tanaman (Lingga, 1992).

Hendaryono dan Wijayanti (1994), menyatakan bahwa media yang terlalu padat dapat mengakibatkan akar sukar tumbuh, sebab akar-akar sulit untuk menembus ke dalam media. Sedangkan media yang terlalu lembek akan menyebabkan kegagalan dalam pekerjaan. Kegagalan dapat berupa tenggelamnya eksplan yang berat seperti: wortel, bawang putih, kedelai dan sebagainya. Tenggelamnya eksplan di kultur menyebabkan busuk karena keadaan yang sangat lembab, akhirnya akan mengundang bakteri atau jamur.

### **2.5.3 Zat Pengatur Tumbuh**

Menurut Pierik (1997), mengemukakan bahwa fitohormon adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen. Senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan, dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu. Senyawa-senyawa lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan hormon, tetapi diproduksi secara eksogen, dikenal sebagai zat pengatur tumbuh.

Zat pengatur tumbuh pada tanaman adalah senyawa organik bukan hara, dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologi tanaman (Abidin, 1985). Zat pengatur tumbuh sangat diperlukan sebagai

komponen medium bagi pertumbuhan dan diferensiasi sel eksplan. Tanpa penambahan zat pengatur tumbuh dalam medium, pertumbuhan sangat terhambat, bahkan mungkin tidak tumbuh sama sekali. Setiap eksplan yang berasal dari organ dan spesies yang berbeda akan membutuhkan zat pengatur tumbuh yang berbeda pula (Narayanaswamy, 1994). Selain itu dijelaskan pula oleh Gunawan (1987) bahwa zat pengatur tumbuh mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel, jaringan atau organ secara *in vitro*. Arah perkembangan kultur ditentukan oleh interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diproduksi oleh sel tanaman secara endogen. Walaupun pada eksplan terdapat zat pengatur tumbuh endogen tetapi sering kali pada medium ditambahkan zat pengatur tumbuh eksogen untuk pertumbuhan dan perkembangan eksplan yang ditanam secara *in vitro*.

Didalam kultur jaringan, kehadiran zat pengatur tumbuh sangat nyata pengaruhnya. Bahkan menurut Pierik dalam Zulkarnain (2007), sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan pada upaya perbanyakan tanaman tanpa melibatkan zat pengatur tumbuh.

Sitokinin adalah senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sama halnya dengan kinetin. Peranan auksin dan sitokinin sangat nyata dalam pengaturan pembelahan sel, pemanjangan sel, diferensiasi sel, dan pembentukan organ (Zulkarnain, 2009).

Menurut Santoso dan Nursandi (2001), sitokinin merupakan nama kelompok hormon tumbuhan yang sangat penting sebagai pemacu pertumbuhan

dan morfogenesis dalam kultur jaringan. Dalam kultur jaringan, sitokinin telah terbukti dapat menstimulir terjadinya pembelahan sel, poliferasi sel, pembentukan tunas, mendorong poliferasi meristem ujung atau dome, menghambat pembentukan akar, mendorong pembentukan klorofil pada kalus.

Pemberian sitokinin kedalam media kultur jaringan penting untuk menginduksi perkembangan dan pertumbuhan eksplan. Senyawa tersebut dapat meningkatkan pembelahan sel, poliferasi pucuk, dan morfogenesis pucuk (Smith, 1992), sitokinin terlibat pula didalam kontrol perkecambahan biji, mempengaruhi absisi daun dan transpor auksin, memungkinkan bekerjanya giberelin dengan menghilangkan penghambat tumbuh, serta menunda penuaan.

Sitokinin yang paling banyak digunakan pada kultur *in vitro* adalah kinetin, benziladenin (BA atau BAP), dan zeatin. Zeatin adalah sitokinin yang disintesis secara alamiah, sedangkan kinetin dan BA adalah sitokin sintetik. Adapun sitokinin yang secara ekonomis lebih murah dari pada zeatin adalah purine, denine, disamping itu air kelapa yang disterilkan dengan autoklaf dapat pula ditambahkan kedalam medium kultur pada konsentrasi 10-15% sebagai salah satu sitokinin alamiah.

Salah satu komponen media yang menentukan keberhasilan kultur jaringan adalah jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang digunakan. Jenis dan konsentarsi zat pengatur tumbuh tergantung pada tujuan dan tahap pengkulturan. Contohnya, pada pengkulturan untuk menumbuhkan dan menggandakan tunas aksilar atau merangsang tumbuhnya tunas-tunas adventif.

Zat pengatur tumbuh yang digunakan adalah sitokinin atau campuran

sitokinin dengan auksin yang rendah. Jenis sitokinin yang sering dipakai adalah BAP, karena efektifitasnya tinggi dan harganya relatif lebih murah. Sitokinin jenis yang lain yang dapat digunakan adalah kinetin (*furfil aminopurin*) dan 2-ip. Namun, kedua jenis sitokinin ini harganya lebih mahal dan efektifitasnya lebih rendah dari pada BAP. Penggunaan sitokinin BAP, kinetin, dan 2-ip, sering pada konsentrasi 0,5-10 mg/L. Jenis sitokinin lain yang bukan turunan adenin adalah thidiazoran mempunyai efektifitas lebih tinggi atau setidaknya sama dengan BAP, tetapi di Indonesia lebih sulit diperoleh dan harganya lebih mahal (Yusnita, 2003).

Menurut penelitian Widiastoety, Syafril, Haryanto (1991), bahwa pada anggrek *Dendrobium*, semua jaringan mata tunas ujung yang ditumbuhkan dalam medium VW yang dimodifikasi dengan penambahan zat pengatur tumbuh BAP menunjukkan adanya pembentukan tunas, juga merangsang proses multiplikasi tunas dari eksplan potongan jaringan. Menurut penelitian Widoretno (2004), pemberian BAP 2 mg/l pada biji kedelai dapat mempengaruhi perkecambahan dan pembentukan tunas. Empulur batang kedelai yang dikembangbiakan secara aseptik pada medium agar yang mengandung sitokinin akan mempengaruhi pembentukan sel dan pembentukan organ (Frank, 1995), pemberian BAP 2 mg/L pada eksplan tunas Andalus (*Morus macroura* Miq.) terjadi peningkatan pertumbuhan tunas, serta tunas-tunas tersebut mampu membentuk tunas-tunas aksilar baru (Suwirnen, 2010).

## 2.6 Perubahan Dalam Perspektif Islam

Dalam Al-Qur'an Allah SWT memberikan petunjuk tentang perubahan sebagaimana firman Allah SWT dalam Surat Ar-Ra'd :

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّى يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ مِنِّ وَالٍ ﴿١١﴾

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

Menurut Al-Qurthubi (2009), didalam ayat diatas Allah memberitahukan, bahwa Allah SWT tidak akan merubah nasib suatu kaum, sampai perubahan itu ada pada diri mereka sendiri, atau pembaharu dari salah seorang diantara mereka dengan sebab. Contohnya, sebagaimana Allah merubah keadaan suatu kaum pasukan uhud yang akhirnya menang setelah pasukan panah memperbaiki kesalahan mereka sendiri. Contoh-contoh lainnya dapat ditemui dalam kitab sejarah.

Ayat ini mengandung makna bahwa, adzab tidak akan menimpa seseorang sehingga dia berbuat dosa. Akan tetapi suatu musibah dapat ditunkan kepada seseorang atau suatu kaum lantaran perbuatan dosa orang lain. Dalam hal ini Rosululloh SAW bersabda ketika ditanya, “apakah kita juga akan dibinasakan, dan orang-orang sholeh diantara kita?” Rosulluloh SAW menjawab, ” *ya, jika kejahatan merajalela.*”

Menurut Jabir (2006), bahwa Allah SWT mengabarkan tentang salah satu diantara sunnah-sunnah-Nya yang terjadi pada makhluk, yaitu sesungguhnya

Allah ta'ala tidak akan menghilangkan ni'mat yang telah ia berikan kepada suatu kaum berupa keselamatan, keamanan, kesejahteraan, sebab keimanan dan amal baik mereka sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada mereka sendiri berupa kemurnian, dan kesucian akibat melakukan dosa-dosa yang bergelimang dengan kema'siatan sebagai hasil dari berpalingnya mereka dari kitab Allah.

Menurut Thabari (2007) maksud dari ayat di atas bahwa sesungguhnya Allah tidak akan merubah kondisi kesehatan dan kenikmatan suatu kaum jika mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka dengan perbuatan aniaya dan permusuhan kepada sesamanya, sehingga hukuman-Nya menimpa mereka dan perubahan terjadi.

Menurut Al-Marahgi (2001) juga dijelaskan bahwa dalam surat Ar-Ra'd menjelaskan sesungguhnya, Allah tidak akan mengubah apa yang ada pada suatu kaum, berupa nikmat dan kesehatan, lalu menyabutnya dari mereka, sehingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka sendiri, seperti kezhaliman sebagian mereka terhadap sebagian yang lain, dan kejahatan yang menggoroti tatanan masyarakat serta menghancurkan umat, seperti bibit penyakit menghancurkan individu.

Ibnu Abi hatim meriwayatkan dari ibrahim, ia mengatakan: "Allah mewahyukan kepada salah seorang Nabi dari Bani Israil: Hendaklah kamu katakan kepada kaum bahwa warga desa dan anggota keluarga yang taat kepada Allah tetapi kemudian berubah berbuat ma'siat atau durhaka kepada Allah, pasti Allah merubah dari mereka apa yang mereka senangi menjadi sesuatu yang

mereka benci. Kemudian hal itu di benarka dalam surat Ar-Ra'd (Abdullah, 2007).

Menurut Shihab (2001), ayat tersebut juga dikemukakan bahwa paling tidak ada dua ayat dalam al-Qur-an yang sering diungkap dalam konteks perubahan sosial, yaitu firman-Nya dalam Qur'an surat *al-anfal* [8]:53:

ذَٰلِكَ بِأَنَّ اللَّهَ لَمْ يَكُ مُغَيِّرًا نِّعْمَةً أَنْعَمَهَا عَلَىٰ قَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ وَاللَّهُ سَمِيعٌ عَلِيمٌ ﴿٥٣﴾

“(siksaan) yang demikian itu adalah karena Sesungguhnya Allah sekali-kali tidak akan meubah sesuatu nikmat yang telah dianugerahkan-Nya kepada suatu kaum, hingga kaum itu meubah apa-apa yang ada pada diri mereka sendiri dan Sesungguhnya Allah Maha mendengar lagi Maha mengetahui” (Q.S Al-Anfal:53)

Kedua ayat diatas menjelaskan tentang perubahan, ayat pertama berbicara tentang perubahan ni'mat, sedangkan ayat kedua yang menggunakan kata ma (apa) menjelaskan tentang perubahan apapun, yakni baik dari ni'mat atau sesuatu yang positif. Ada beberapa hal yang perlu digaris bawahi menyangkut kedua ayat diatas

- a) Ayat –ayat tersebut berbicara tentang perubahan sosial, bukan perubahan individu ini di pahami dari penggunaan kata qoum/ masyarakat pada kedua ayat tersebut, selanjutnya dari sana dapat ditarik kesimpulan bahwa perubahan sosial tidak dapat dilakukan oleh seseorang manusia saja. Memang boleh saja bermula dari seseorang, yang ketika ia melontarkan dan menyebarluaskan ide-idenya, diterima dan menggelinding dalam masyarakat. Disini ia bermula dari pribadi dan berakhir pada masyarakat. Pola pikir dan

sikap perorangan itu menular kepada masyarakat luas, lalu sedikit demi sedikit menyebar kemasyarakat luas

- b) Penggunaan kata qoum juga menunjukkan bahwa hukum kemasyarakatan ini tidak hanya berlaku bagi kaum muslimin atau suku ras dan agama tertentu, tetapi ia berlaku umum, kapan dan dimanapun mereka berada, dan ini sunnatulloh yang dibicarakan ini berkaitan dengan duniawi bukan ukhrawi. Pertanggungjawaban pribadi baru akan terjadi di akhirat kelak.
- c) Kedua ayat ditas berbicara dengan dua pelaku perubahan. Pelaku yang pertama adalah Allah SWT, yang mengubah nikmat yang dianugrahka-Nya kepada suatu masyarakat, sedang pelaku kedua adalah masyarakat.
- d) Kedua ayat ini menekankan bahwa perubahan yang dilakukan oleh Allah, haruslah didahului oleh perubahan yang dilakukan oleh masyarakat. Tanpa perubahan dari kita mustahil akan terjadi perubahan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium *Genetics and Plant Culture* Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, pada bulan Mei-Agustus 2010.

#### **3.2 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Faktor pertama adalah varietas kedelai yang terdiri dari 3 taraf yaitu: Wilis, Tanggamus dan Grobogan. Faktor kedua adalah konsentrasi PEG 6000 yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu: 0%, 5%, 10% dan 15% (Lampiran 1), yang masing-masing setara dengan potensial air 0; -0,13; -0,19; -0,41. Penelitian ini menggunakan 12 kombinasi perlakuan dengan 4 ulangan. Dengan demikian dalam penelitian secara keseluruhan terdapat 48 kombinasi perlakuan per-unit percobaan.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 variabel yang meliputi : 1) variabel bebas, 2) variabel terikat dan 3) variabel terkendali. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah PEG (*Polietilena glikol*) 6000 dengan konsentrasasi 0%, 5%, 10%, 15%, yang termasuk variabel terikat yang digunakan

adalah pertambahan tinggi tunas, jumlah daun normal, jumlah daun layu, persentase pertumbuhan eksplan, tingkat kerusakan eksplan. Variabel terkontrol ialah varietas kedelai yang digunakan yaitu: Wilis, Tanggamus, Grobogan.

### **3.4 Alat Dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat**

Alat-alat gelas: gelas piala, beaker glass, gelas ukur, erlenmeyer, cawan petri, batang pengaduk, botol kultur; alat-alat diseksi: scalpel, pinset, gunting, *Laminair Air Flow Cabinet*, timbangan analitik pipet, alat sterilisasi: autoklaf, lampu spiritus, dan penyemprot alkohol (*hand sprayer*), pH meter, lemari pendingin, rak kultur, alat pemotret, thermometer, lampu fluorescence, lux meter, kertas label, kertas payung, hot plate, kertas tissue, korek, aluminium foil, plastik, karet, kertas saring, gabus dan stirer.

#### **3.4.2 Bahan**

Bahan kimia: larutan stok makronutrien medium MS, larutan stok mikronutrien medium MS, larutan stok sumber besi, larutan stok zat pengatur tumbuh BAP sebanyak 2 mg/l (Widoretno, 2004), aquades steril, agar, larutan stok organik yaitu sukrosa, vitamin, asam amino, bahan sterilisasi yaitu alkohol 70%, spiritus, tepol, detergen sunlight, dan sunclin 20%. Bahan buffer pH: NaOH 0,1 N dan HCl 0,1 N. Bahan eksplan: tiga varietas kedelai disiapkan kemudian disterilkan dengan Klorox 20%.

### 3.5 Kegiatan Penelitian

#### 3.5.1 Sterilisasi Alat

a) Alat-alat dari gelas

1. Dicuci dengan deterjen sampai bersih
2. Alat-alat direndam dengan tyopol dicampur dengan air pada ember selama 24 jam
3. Alat-alat dibilas dengan air bersih beberapa kali
4. Dibilas dengan aquades
5. Alat-alat di keringkan di oven
6. Botol untuk kultur ditutup aluminium foil, sedangkan alat-alat logam dan cawan petri dibungkus dengan kertas payung.
7. Disterilkan dalam autoklaf dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit
8. Diletakkan pada rak kultur.

b) Alat -alat *dissecting set* (pinset, gunting, scalpel)

1. Dicuci dengan deterjen
2. Kemudian dibungkus dengan kertas bersih
3. Disterilkan dalam autoklaf dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit
4. Diletakkan pada rak kultur
5. Disterilisasi dengan alkohol 96% dan dibakar dengan nyala api spiritus setiap kali akan digunakan di LAF atau pada saat kultur in vitro.

#### 3.5.2 Pembuatan media

- 1) Media MS (Murashige-Skoog) dilakukan dengan pembuatan larutan stok terlebih dahulu.

- 2) Untuk 1 liter media kultur (Lampiran 2), diambil satu demi satu larutan stok hara makro sebanyak 10 ml, larutan stok Ca sebanyak 10 ml, larutan stok hara mikro A sebanyak 10 ml, larutan stok hara mikro B sebanyak 1 ml, larutan besi (Fe) sebanyak 10 ml, larutan stok vitamin sebanyak 10 ml, larutan stok myo-inositol sebanyak 10 ml. Kemudian dimasukkan sukrosa 30 g (tidak dibuat stok). Selanjutnya ditambahkan BAP 2 mg/l. Lalu ditambahkan aquades hingga volume mencapai 1 liter.
- 3) Keasaman media diatur pada pH 5,8 dengan menggunakan pH meter, jika pH kurang dari 5,8 maka ditambahkan larutan NaOH 0,1 N dan jika pH lebih dari 5,8 maka media ditambahkan larutan HCl 0,1 N.
- 4) Pembuatan medium padat menggunakan agar dan media cair tidak menggunakan agar.
- 5) Medium dipanaskan sampai mendidih dan diaduk, kemudian diangkat.
- 6) Media padat tidak ditambah dengan PEG.
- 7) Media cair ditambahkan PEG sesuai dengan perlakuan konsentrasi
- 8) Kemudian medium diisikan ke dalam botol kultur sebanyak 20 ml.
- 9) Pada media cair diletakkan busa yang telah dilubangi (Suwarsi, 2005)
- 10) Media masing- masing ditutup dengan plastik tahan panas dan diikat dengan karet.
- 11) Media disterilkan.

### 3.5.3 Sterilisasi Media

Media dalam setiap botol kultur disterilisasi dengan cara di autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1,5 atm selama 20 menit.

### 3.5.4 Sterilisasi Ruang Tanam

- 1) *Laminair Air Flow* disemprot dengan alkohol 70% terlebih dahulu.
- 2) Alat -alat yang dimasukkan ke dalam LAF juga harus disemprot dengan alkohol 70% terlebih dahulu.
- 3) Selanjutnya ruang tanam disterilisasi dengan sinar UV selama 1 jam sebelum LAF digunakan, ketika LAF digunakan maka blower dihidupkan kemudian sinar UV dimatikan.

### 3.5.5 Persiapan dan Sterilisasi Eksplan

- 1) Sterilisasi permukaan benih kedelai ini ada 2 tahap sterilisasi yaitu sterilisasi tahap I yang dilakukan di ruang persiapan dan sterilisasi tahap II yang dilakukan di LAF.
- 2) Sterilisasi tahap I meliputi : benih diambil , kemudian dicuci dengan tepol/detergen selama 1 menit, kemudian dibilas, direndam dengan klorok 20% selama 20 menit, kemudian dibilas 3 kali dengan aquades,
- 3) Sterilisasi tahap II dilakukan setelah sterilisasi tahap I didalam LAF, meliputi : . Benih tersebut direndam dengan klorok 20% selama 15 menit kemudian bilas dengan aquades 3 kali, kemudian rendam kembali dengan klorok 20% selama 1 menit. Kemudian dibilas dengan aquades steril selama 3 kali. Dan benih siap ditanam.

### 3.5.6 Penanaman dan Pemeliharaan Eksplan

#### a) Penanaman Benih

- 1) Benih yang telah steril sebelum ditanam diletakkan dalam petridish steril yang telah dilapisi kertas tissue/kertas serap steril untuk menyerap aquades.
- 2) Benih kemudian dikecambahkan pada media padat

- 3) Benih yang telah ditanam dalam botol kultur diatur pada rak-rak kultur bertingkat.
- 4) Pada tingkat rak diberi penyinaran dengan lampu fluorescent 40 Watt dengan intensitas 1.000 Lux.
- 5) Benih diinkubasi dalam ruang kultur pada suhu 27<sup>0</sup> C dan kelembaban ruang 70% sampai berkecambah dan epikotil telah muncul (Gunawan, 1995).

**b) Penanaman Eksplan Epikotil**

- 1) Epikotil diambil dari benih yang telah dikecambahkan pada media padat tanpa PEG
- 2) Epikotil di potong sepanjang 2 cm
- 3) Epikotil ditanam pada media cair mengandung PEG yang sudah disiapkan.
- 4) Epikotil kedelai ditanam pada tiga buah lubang dengan diameter 2 mm pada bagian busa (Lampiran 3)
- 5) Epikotil di inkubasi dalam ruang kultur pada suhu 25<sup>0</sup> C dan kelembaban ruang 70% selama 1 bulan (Suwarsi, 2005).

**3.5.7 Variabel Pengamatan**

- 1) Pertambahan tinggi tunas (cm) dan jumlah daun (daun normal dan layu), prosentase pertumbuhan epikotil.
- 2) Tingkat kerusakan eksplan. Tingkat kerusakan eksplan dihitung dengan sistem skoring yaitu skor 0 (eksplan sehat dan mengalami kerusakan <5%), skor 1 (kerusakan antara 5%-25% pada daun atau sebagian batang), skor 2 (kerusakan antara 25%-50% pada daun atau sebagian batang), skor 3

(kerusakan antara 50%-75% pada daun atau sebagian batang), skor 4  
(kerusakan 75% pada daun atau seluruh batang dan tunas telah mati).

### 3.5.8 Perhitungan Indeks Sensitivitas

Perhitungan indeks sensitivitas kekeringan (S) ,untuk masing-masing peubah dapat digunakan rumus dari Fischer dan Maurer (1978), yaitu :

$$S = \frac{1 - \frac{y}{yp}}{1 - \frac{x}{xp}}$$

Keterangan :

Y = Nilai rata-rata pengamatan untuk satu varietas tertentu pada kondisi stress PEG

Yp= Nilai rata-rata pengamatan untuk satu varietas tertentu pada kondisi non stress PEG (kontrol)

X = Nilai rata-rata pengamatan untuk seluruh varietas tertentu pada kondisi stress PEG

Xp = Nilai rata-rata pengamatan untuk seluruh varietas tertentu pada kondisi non stress PEG (kontrol)

Rumus di atas memiliki kriteria terhadap kekeringan seperti berikut dari satu varietas kecil sebagai toleran terhadap stress kekeringan apabila mempunyai nilai  $S < 0,5$  dan medium toleran jika  $0,5 < S < 1$  dan peka jika  $S > 1$ .

### 3.6 Teknik Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari pengamatan pertambahan tinggi tunas, jumlah daun (normal dan layu), dan jumlah akar yang terbentuk ini dianalisis dengan teknik Analisis Varian (ANOVA) dua jalur. Jika ada pengaruh yang

signifikan dari varietas dan konsentrasi PEG, analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi 5%. Jika ada pengaruh interaksi antara varietas dan Perlakuan PEG maka dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf signifikan 5%.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh Polietilena glikol (PEG) 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Pertambahan Tinggi Tunas Beberapa Eksplan Epikotil Varietas Kedelai

Hasil penelitian menunjukkan respon epikotil beberapa varietas kedelai terhadap cekaman kekeringan dengan media PEG 6000 pada konsentrasi (5%, 10%, 15%) terhadap parameter pertambahan tinggi tunas, menunjukkan rata-rata pertambahan tinggi tunas (cm) yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis varian (ANOVA) pada tabel 4.1 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata yaitu perbedaan varietas, perlakuan dengan media PEG dan interaksi antara keduanya, yang ditunjukkan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  selanjutnya dilakukan uji lanjut BNJ 5%.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Varian (ANOVA) Pertambahan Tinggi Tunas (cm) Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi Konsentrasi PEG 6000

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%
Ulangan	3	1,05	0,35	1,75	2,88
Perlakuan	(11)	49,04	4,45	22,25	2,08
Varietas	2	9,29	4,64	23,2*	3,28
PEG	3	36,24	12,08	60,4*	2,88
Varietas * PEG	6	3,51	0,58	2,9*	2,38
Galat	33	6,71	0,20		
Total	47	56,8			

Keterangan: \* = berbeda signifikan

Tabel 4.2 Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai pada Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas Epikotil (cm) pada Pengamatan 4 MST

Varietas	Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas (cm)
Grobogan	0,69a
Tanggamus	1,03a
Wilis	1,75b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan BNJ 5% dapat disimpulkan bahwa varietas Wilis mempunyai rata-rata Pertambahan tinggi tunas yang tinggi (1,75cm), dan berbeda nyata dengan varietas Tanggamus dan Grobogan, pada varietas Tanggamus menunjukkan hasil rata-rata pertambahan tinggi tunas yang sama dengan varietas Grobogan masing-masing tinggi tunas 1,03 cm dan 0,69 cm.

Dari tabel 4.2 dapat diketahui bahwa varietas kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan varietas Wilis karena menunjukkan pertambahan tinggi tunas yang paling tinggi, sedangkan pada varietas Grobogan menunjukkan varietas tersebut tidak toleran (peka) dengan ditunjukkan bahwa varietas tersebut beradaptasi baik pada musim hujan dan beririgasi baik. Dari hasil tabel 4.2 variabel pertambahan tinggi tunas epikotil belum bisa digunakan sebagai variabel cekaman kekeringan karena belum bisa membedakan respon genotip varietas kedelai yang toleran kekeringan dengan genotip varietas kedelai yang peka.

Deskripsi varietas Wilis merupakan varietas yang sudah diketahui sifat toleran atau peka dalam kondisi kekeringan, sedangkan deskripsi varietas Wilis secara umum memiliki potensi hasil berdasarkan deskripsi daya tumbuh cepat dan hasil rata-rata (ton/ha) pada lahan kering di Bima pada tahun 1999/2000 mencapai

1,75 ton/ha. Varietas Tanggamus dalam deskripsinya menunjukkan bahwa varietas tersebut adaptif lahan kering masam, dan viabilitas benih varietas Tanggamus mempunyai daya tumbuh yang cepat seperti varietas Wilis. Deskripsi varietas Grobogan ialah Beradaptasi baik pada beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada musim hujan dan daerah beririgasi baik, oleh karena itu varietas Grobogan kurang beradaptasi dalam keadaan cekaman kekeringan.

Tabel 4.3 Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas Epikotil Pada Pengamatan 4MST

Perlakuan	Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas (cm)
Kontrol	2,45c
5%	1,43b
10%	0,49a
15%	0,258a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan hasil tabel 4.3 rata-rata pertambahan tinggi tunas kontrol (non PEG) menunjukkan rata-rata tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan PEG 6000. Perlakuan pada konsentrasi 5% menunjukkan rata-rata tinggi tunas yang berbeda dengan perlakuan PEG 10% dan 15% yang menunjukkan rata-rata pertambahan tinggi tunas yang lebih rendah.

Pernyataan ini sesuai dengan (Suwarsi dan Guhardja, 2005) dengan penambahan PEG 6000 dalam teknik kultur *in vitro* dapat digunakan untuk

menyeleksi genotip kedelai terhadap cekaman kekeringan. Senyawa PEG merupakan senyawa yang dapat menurunkan potensial osmotik larutan melalui aktivitas matriks sub-unit etilena oksida yang mampu mengikat molekul air dengan ikatan hidrogen sehingga diharapkan dapat menciptakan kondisi cekaman karena ketersediaan air bagi tanaman menjadi berkurang.

Pertambahan tinggi tunas nyata dipengaruhi oleh perlakuan PEG dengan konsentrasi 5% dengan pola penurunan hampir sama, yaitu menurun secara bertahap sejalan meningkatnya konsentrasi PEG. Oleh karena itu semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi penekanan pertumbuhan epikotil. Berdasarkan penelitian Rahayu (2004) larutan PEG 6000 dalam media *in vitro* bersifat menghambat pertumbuhan tunas kacang tanah dan meningkatkan kandungan prolina total jaringan sehingga diduga mampu mensimulasikan kondisi cekaman kekeringan dalam media *in vitro*. Konsentrasi PEG 15% efektif menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan epikotil kacang tanah.

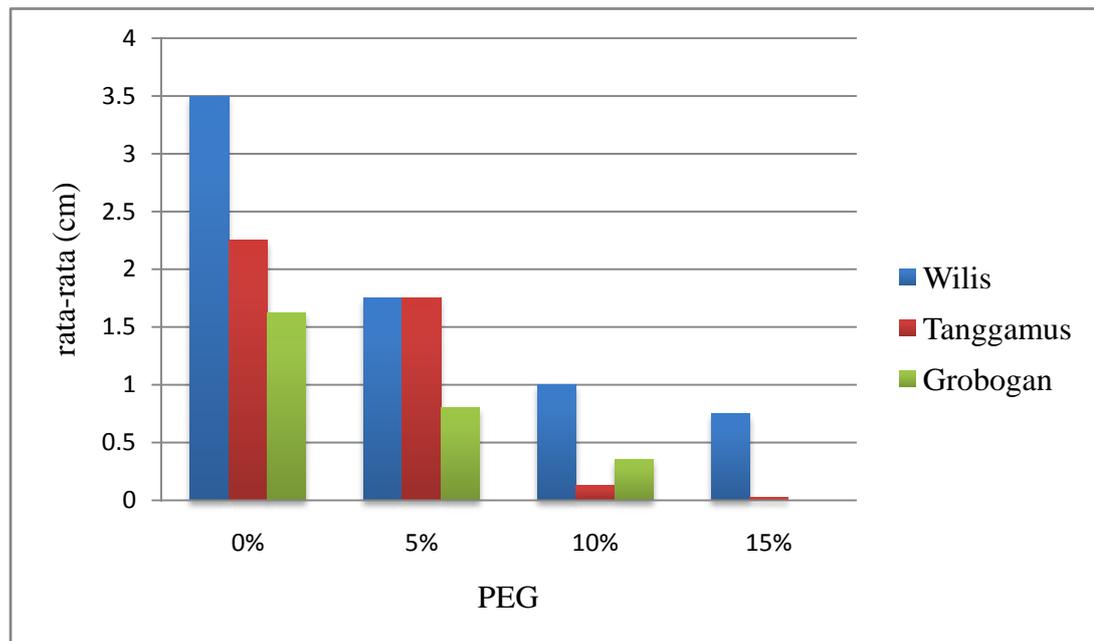
Pada tabel 4.4 menunjukkan interaksi antara varietas dengan PEG berpengaruh nyata atau signifikan. Untuk mengetahui kombinasi perlakuan yang terbaik di dalam seleksi varietas kedelai maka dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*).

Tabel 4.4 Pengaruh Perbedaan Varietas dan Perlakuan Beberapa Konsentrasi PEG Terhadap Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas (cm) Pada Pengamatan 4 MST

Varietas	Perlakuan PEG			
	Kontrol	5%	10%	15%
Wilis	3,5 f	1,75 e	1 cd	0,75 bc
Tanggamus	2,25 e	1,75 e	0,125 ab	0,025 a
Grobogan	1,625 de	0,8 bc	0,35 abc	0 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan tabel 4.4 interaksi antara varietas dan PEG menunjukkan rata-rata pertambahan tinggi tunas yang tertinggi (3,5cm) pada Wilis tanpa perlakuan dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Rata-rata pertambahan tinggi tunas yang rendah varietas Grobogan dengan perlakuan PEG 15%, tetapi tidak berbeda nyata dengan Grobogan perlakuan PEG 10%, Tanggamus perlakuan PEG 15%, dan Tanggamus perlakuan PEG 10% hal ini menunjukkan varietas tersebut dengan perlakuan yang berbeda menunjukkan respon terhadap pertambahan tinggi tunas yang rata-rata sama. Varietas Wilis dengan perlakuan PEG 5% mempunyai rata-rata pertambahan tinggi yang sama dengan Tanggamus perlakuan PEG 5%, Tanggamus tanpa perlakuan dan Grobogan tanpa perlakuan, rata-rata pertambahan tinggi tunas (cm) masing-masing varietas ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tunas 4 MST

Pengembangan varietas kedelai toleran terhadap cekaman kekeringan melalui seleksi *in vitro* merupakan salah satu alternatif prospektif yang dapat digunakan. Dengan seleksi *in vitro*, kondisi lingkungan (suhu, pH dan kelembaban) dapat dikontrol, keseragaman tanaman kekeringan dapat terjaga dan dalam waktu yang relatif singkat sudah dapat diketahui varietas-varietas yang toleran terhadap cekaman kekeringan (Widoretno, 2002).

#### 4.2 Pengaruh *Polietilena glikol* (PEG) 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Jumlah Daun Normal Beberapa Eksplan Epikotil Varietas Kedelai

Dari hasil pengamatan eksplan epikotil kedelai dalam media *In vitro* menggunakan PEG juga menunjukkan respon pengaruh terhadap jumlah daun normal, adapun untuk mengetahui respon tersebut berpengaruh terhadap beberapa varietas kedelai, kombinasi PEG, dan interaksi keduanya signifikan atau berbeda

nyata atau tidak maka dilakukan uji analisis varian (ANOVA) 2 jalur yang ditunjukkan pada tabel 4.5

Dari tabel 4.5 hasil analisis varian (ANOVA) dua jalur tersebut dapat diketahui bahwa dapat dilihat adanya perbedaan setiap varietas karena F hitung > F tabel, untuk mengetahui maka dilakukan uji lanjut BNJ 5% pada tabel (4.6). Perlakuan berupa pemberian PEG dengan berbagai konsentrasi juga menunjukkan hasil yang berbeda karena F hitung < F tabel, untuk mengetahui adanya perbedaan maka dilakukan uji lanjut BNJ 5% (4.7) , adapun perbedaan interaksi antara Varietas dan PEG juga adanya perbedaan. Hal ini ditunjukkan dengan harga F hitung > F tabel. Untuk mengetahui perlakuan-perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) tabel 4.8.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Varian (ANOVA) Jumlah Daun Normal Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi konsentrasi PEG 6000 Pengamatan 4 MST

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%
Ulangan	3	0,750	0,250	0,508	2,88
Corrected Model	(11)	78,92	7,17	14,63	2,08
Varietas	2	25,792	12,89	26,30*	3,28
PEG	3	45,750	15,25	30,969*	2,88
Varietas * PEG	6	7,375	1,229	2,50*	2,38
Galat	33	16,250	0,492		
Corrected Total	47	95,917			

Keterangan: \*= berbeda nyata

Tabel 4.6 Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai Pada Rata-Rata Jumlah Daun Normal Pada Pengamatan 4 MST

Varietas	Rata-Rata Jumlah Daun Normal
Grobogan	0,93a
Tanggamus	2,31b
Wilis	2,62b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa banyaknya jumlah daun normal varietas Tanggamus tidak berbeda nyata dengan varietas Wilis tetapi berbeda nyata dengan Grobogan. Ini menunjukkan bahwa varietas Wilis dan Tanggamus termasuk kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan karena rata-rata jumlah daun normal varietas Wilis tersebut hampir sama dengan varietas Tanggamus.

Menurut Budianto (1984), faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yaitu genetik dan lingkungan. Meskipun dari faktor genetik baik apabila tidak didukung faktor lingkungan yang menguntungkan akan didapatkan hasil yang rendah, demikian juga sebaliknya. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman adalah air. Air dibutuhkan untuk bermacam-macam fungsi tanaman antara lain: sebagai pelarut dan medium untuk reaksi kimia, media untuk transport zat terlarut organik dan anorganik media yang memberikan turgor pada sel tanaman.

Varietas yang memiliki genetik toleran terhadap cekaman kekeringan walaupun diberi perlakuan yang kurang menguntungkan tanaman yaitu cekaman kekeringan yang disimulasi dengan senyawa PEG 6000 tersebut akan tetap akan

tumbuh dengan baik, sedangkan jika tanaman tersebut secara genetik kurang baik atau tidak toleran terhadap cekaman kekeringan ditanam pada kondisi yang kurang menguntungkan kemungkinan akan terjadi penghambatan.

Cekaman kekeringan dapat berpengaruh negatif terhadap berbagai tahapan pertumbuhan tanaman dan pengaruhnya dapat dilihat secara anatomis, morfologis dan fisiologis. Hal ini terjadi akibat terhambatnya proses pertumbuhan sel, pemanjangan sel atau keduanya (Widoretno, 2002).

Tabel 4.7 Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun Normal Pada Pengamatan 4 MST

PEG	Rata-Rata Jumlah Daun Normal
Kontrol	3,5c
5%	2,08b
10%	1,25a
15%	1a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Dari tabel 4.7 dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah daun normal paling banyak adalah kontrol (3,5) dan berbeda nyata dengan perlakuan PEG 6000. Pemberian PEG konsentrasi 5% menunjukkan jumlah daun normal yang banyak dan berbeda nyata dengan perlakuan 15% dan 10%, sedangkan perlakuan PEG 15% menghasilkan jumlah daun normal paling sedikit tetapi tidak berbeda nyata dengan pemberian PEG 10%. Pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa perlakuan PEG 6000 dari konsentrasi 5% sudah mampu mempengaruhi jumlah daun normal.

Dampak negatif stres osmotik akibat kekeringan pada konsentrasi PEG 5%-15% yang sama dengan potensial air  $-0,01$  hingga  $-0,05$  Mpa adalah dapat menurunkan sintesis protein, pembentukan protokrofil dan pembelahan sel. Potensial air yang rendah menghambat mekanisme pertumbuhan yang menyebabkan jaringan pada daun layu dan menurunkan jumlah daun normal (Salisbury, 1992). Penelitian sebelumnya stres kekeringan menghambat berat kering total organ vegetatif dan luas daun buncis (Franca *et al* dalam Rahayu, 2004), jumlah daun pertanaman dan ukuran daun *Quercus* (Fotelli *et al* dalam Rahayu, 2004), bobot kering kecambah dan akar kedelai (Widoretno, 2000).

Tabel 4.8 Pengaruh Perbedaan Varietas dan Perlakuan Beberapa Konsentrasi PEG Rata-Rata Jumlah Daun Normal Pada Pengamatan 4 MST

Varietas	Perlakuan PEG			
	Kontrol	5%	10%	15%
Wilis	4,5 f	2 bc	2,25 cd	1,75 bc
Tanggamus	3,75 ef	3,25 de	1,25 abc	1 ab
Grobogan	2,25 cd	1 ab	0,25 a	0,25a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan tabel 4.8 interaksi antara varietas dan PEG menunjukkan rata-rata jumlah daun normal yang paling banyak (4,5) pada Wilis tanpa perlakuan dan tidak berbeda nyata dengan Tanggamus tanpa perlakuan PEG. Rata-rata jumlah daun normal yang paling sedikit varietas Grobogan perlakuan PEG 15% tetapi tidak berbeda nyata dengan Grobogan perlakuan PEG 10%, Grobogan perlakuan PEG 5%, Tanggamus perlakuan PEG 15% dan Tanggamus perlakuan PEG 10%. Hal ini menunjukkan varietas tersebut dengan perlakuan yang berbeda

menunjukkan respon terhadap pertumbuhan jumlah daun normal yang rata-rata sama. Dari hasil interaksi (varietas dan perlakuan) menunjukkan bahwa beberapa varietas dapat di golongan peka, toleran ataupun moderat.

Menurut (Sutjahjo, 2007) semakin tinggi konsentrasi PEG dalam media MS cair akan menyebabkan terhambatnya proses osmosis dalam sel sehingga menghambat masuknya air kedalam sel. Sel atau sekelompok sel (kalus) yang rentan terhadap proses ini akan mati. Sel yang mampu melakukan penyesuaian osmotikum dalam kondisi tercekam diyakini sebagai varian yang membawa sifat toleransi terhadap cekaman kekeringan.

Hasil penelitian serupa yang dilakukan Husni *et.al* (2002) dan Widoretno (2003), menunjukkan bahwa persentase kematian embrio somatik (ES) yang diperoleh dari embrio zigotik kedelai meningkat sejalan dengan penambahan konsentrasi PEG.

#### **4.3 Pengaruh Polietilena glikol (PEG) 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Jumlah Daun Layu Beberapa Eksplan Epikotil Varietas Kedelai**

Respon eksplan epikotil beberapa varietas kedelai yang ditumbuhkan pada media MS cair yang dengan penambahan PEG 6000 dengan berbagai konsentrasi juga dapat mempengaruhi pertumbuhan daun layu, untuk mengetahui respon tersebut apakah adanya perbedaan yang signifikan atau tidak maka dilakukan uji analisis varian (ANOVA) 2 jalur, dapat dilihat pada tabel 4.9

Berdasarkan hasil ANOVA dua jalur dapat dilihat bahwa adanya perbedaan tiap varietas karena  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka dilakukan uji BNJ 5% (4.10), pada

tabel 4.9 juga adanya perbedaan yang signifikan pada pemberian PEG 6000 dan perbedaan varietas PEG karena pada tabel 4.9  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka dilakukan uji BNJ 5% tabel 4.11 (Perbedaan PEG) dan tabel 4.12 (interaksi Varietas dengan PEG) yang dilakukan uji lanjut dengan DMRT 5%.

Tabel 4.9 Hasil Analisis Varian (ANOVA) Jumlah Daun Layu Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi Konsentrasi PEG 6000 Pengamatan 4 MST

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%
Ulangan	3	1,23	0,41	1,499	2,88
Perlakuan	11	24,79	1,77	6,478	2,08
Varietas	2	10,5	5,25	19,206*	3,28
PEG	3	8,563	2,854	10,441*	2,88
Varietas * PEG	6	4,5	0,75	2,744*	2,38
Galat	33	9,021	0,273		
Total	47	33,82			

Keterangan: \*=berbeda nyata

Tabel 4.10 Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai Pada Rata-Rata Jumlah Daun Layu Pada Pengamatan 4 MST

Varietas	Rata-Rata Jumlah Daun Layu
Wilis	0,065a
Tanggamus	0,4375a
Grobogan	1.1875b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa jumlah daun layu yang paling sedikit pada varietas Tanggamus dan Wilis dan berbeda nyata dengan jumlah daun layu pada varietas Grobogan rata-rata paling banyak. Hasil penelitian Hanum (2007), pada parameter bobot kering pertumbuhan akar beberapa varietas

kedelai, varietas Wilis menunjukkan pada kondisi kekeringan mengalami penurunan bobot kering akar paling rendah (sebesar 9%) hasil ini menunjukkan bahwa varietas Wilis mempunyai kemampuan adaptasi pada perlakuan cekaman kekeringan. Seperti pada penelitian ini varietas Wilis dan Tanggamus menunjukkan jumlah daun layu yang paling sedikit (0,065) sehingga bahwa varietas tersebut bisa digolongkan pada sifat toleran cekaman kekeringan.

Tabel 4.11 Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun Layu Pada Pengamatan 4 MST

PEG	Rata-Rata Jumlah Daun Layu
Kontrol	0a
5%	0,33ab
10%	0,83bc
15%	1,083c

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Adapun pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa jumlah daun layu paling sedikit pada kontrol dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5%, dan rata-rata jumlah daun layu paling banyak adalah 15% dan tidak berbeda nyata dengan 10% dan 5%. Konsentrasi PEG 15% meningkatkan jumlah daun layu karena dengan adanya PEG dalam media maka air menjadi tidak tersedia bagi jaringan tanaman. Jika konsentrasi PEG semakin meningkat maka kemungkinan ketersediaan air bagi jaringan lebih sedikit, keberadaan PEG tersebut dapat menginduksi respon tanaman, baik secara fisiologi maupun morfologi yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah daun layu (Molnar *et al* dalam Kosmiatin, 2005).

Berdasarkan penelitian (Rahayu, dkk 2005), konsentrasi 15% dalam media *in vitro* disarankan sebagai konsentrasi diferensial yang dapat mengelompokkan kacang tanah toleran dan peka kedalam kelompok yang berbeda, sehingga dapat digunakan untuk menapis respon tanaman kacang tanah terhadap cekaman kekeringan. Penggunaan PEG dengan konsentrasi 10% dapat mengelompokkan varietas kedelai dalam keadaan peka, moderat dengan menggunakan eksplan embrio masak (Kosmiatin, 2005)

Penggunaan seleksi *in vitro* untuk toleransi terhadap cekaman kekeringan dimungkinkan karena tersedianya agen penyeleksi seperti mannitol (Rajahekar 1995) dan *polietilene glycol* (PEG) (Santoz-Diaz dan Ochoa-Alejo, 1994) Penggunaan PEG lebih umum digunakan karena PEG merupakan senyawa yang stabil, non ionik, mempunyai polimer yang panjang dan larut dalam air, dapat digunakan dalam berat molekul dengan sebaran yang lebih luas dan dapat mengikat air sehingga dapat menurunkan potensial air dalam kultur *in vitro* (Dami dan Hugues 1997). PEG dengan BM  $\geq$  4000 merupakan senyawa osmotik yang tidak menyebabkan plasmolisis, tidak dapat melewati dinding sel dan tidak bersifat racun pada tanaman (Kong *et al.* 1998).

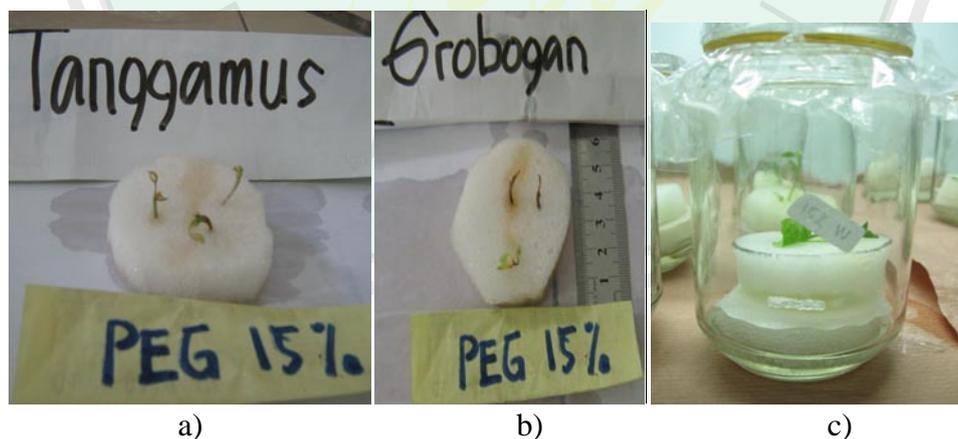
Dengan demikian sel-sel epikotil atau eksplan yang mati dalam kultur *in vitro* yang mengandung PEG bukan disebabkan oleh PEG yang diabsorpsi ke dalam sel atau jaringan tanaman, melainkan disebabkan oleh pengaruh penurunan potensial air dalam media kultur sehingga menyebabkan tanaman mengalami stres.

Tabel 4.12 Pengaruh Perbedaan Varietas dan Perlakuan Beberapa Konsentrasi PEG Rata-Rata Jumlah Daun Layu Pada Pengamatan 4 MST

Varietas	Perlakuan PEG			
	Kontrol	5%	10%	15%
Wilis	0 a	0 a	0 a	0,25 ab
Tanggamus	0 a	0 a	0,75ab	1 bc
Grobogan	0 a	1 bc	1,75 cd	2 d

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Dari tabel 4.12 antara varietas dengan perlakuan PEG menunjukkan bahwa jumlah daun layu paling sedikit adalah Wilis tanpa perlakuan PEG 6000 dan tidak berbeda nyata dengan Wilis perlakuan PEG 5%, Wilis perlakuan PEG 10%, Wilis perlakuan PEG 15%, Tanggamus tanpa perlakuan PEG, Tanggamus perlakuan PEG 5%, Tanggamus perlakuan PEG 10% dan Grobogan tanpa perlakuan PEG. Jumlah daun layu meningkat pada perlakuan Grobogan 15% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan Grobogan perlakuan PEG 10%. Berikut adalah gambar 4.2 jumlah daun layu pada konsentarsi 15% pada semua varietas



Gambar 4.2 Pertumbuhan Daun Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Konsentrasi PEG 15% a). Tanggamus b). Grobogan c). Wilis

Penambahan PEG dalam media *In vitro* mengakibatkan terjadinya pertambahan jumlah daun layu pada perlakuan PEG 6000, sebagaimana respon

tanaman terhadap cekaman kekeringan. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan berbagai hasil penelitian sebelumnya. Penambahan PEG dalam media perkecambahan dilaporkan menurunkan pemanjangan akar jagung (Verslues dkk, 1998), dan bobot kering kecambah dan panjang akar kedelai (Widoretno, 2002).

Konsentrasi PEG yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan kedelai berbeda antara rata-rata jumlah daun normal perlakuan satu dengan yang lainnya. Berdasarkan hasil yang di dapat konsentrasi 15% dalam media *in vitro* di dapatkan dapat mengelompokkan varietas yang tahan dan peka terhadap cekaman kekeringan.

#### **4.4 Persentase Pertumbuhan Eksplan Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Media MS Cair Polietilena glikol (PEG) 6000**

Persentase pertumbuhan eksplan epikotil beberapa varietas kedelai yang diamati 4 MST yaitu dilihat dari adanya pertumbuhan tunas, jumlah daun normal, jumlah daun layu dan skor kerusakan eksplan. Eksplan dikatakan tumbuh jika terdapat parameter dari pertumbuhan dan dapat diamati secara jelas. Hasil analisis varian pada tabel 4.13 menunjukkan adanya perbedaan signifikan karena pada F hitung  $>$  F tabel yang artinya ada perbedaan pada varietas dan PEG tetapi tidak ada pengaruh interaksi keduanya karena F hitung  $<$  F tabel. Berdasarkan tabel 4.13 karena ada perbedaan yang signifikan pada varietas, dan pada perlakuan PEG 6000, maka dilakukan uji lanjut BNJ 5%.

Tabel 4.13 Hasil Analisis Varian (ANOVA) persentase pertumbuhan epikotil Beberapa Varietas Kedelai Dengan Variasi Konsentrasi PEG 6000 Pengamatan 4 MST

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%
Ulangan	3	626,39	208,79	0,675	2,88
Perlakuan	11	32019,8	2287,13	592,9	2,08
Varietas	2	12424,26	6212,13	20,08*	3,28
PEG	3	16371,2	5457,06	17,64*	2,88
Varietas * PEG	6	2597,9	432,9	1,400	2,38
Galat	33	10206,9	309,3		
Total	47	42226,79			

Keterangan: \*= berbeda signifikan

Tabel 4.14 Pengaruh Perbedaan Varietas Kedelai Pada Rata-Rata Persentase Pertumbuhan Epikotil Pada Pengamatan 4 MST

Varietas	Rata-Rata Pertumbuhan Epikotil (%)
Grobogan	39,75a
Tanggamus	68,763b
Wilis	77,1b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan tabel 4.14 menunjukkan rata-rata persentase pertumbuhan eksplan epikotil kedelai varietas Wilis menunjukkan rata-rata yang tinggi (77,1%) dan tidak berbeda nyata dengan varietas Tanggamus. Varietas Grobogan menunjukkan rata-rata persentase pertumbuhan epikotil paling rendah yaitu 33,75%.

Varietas Grobogan memiliki perkecambahan yang rendah yang ditunjukkan pada saat perkecambahan awal, dan juga ditunjukkan pada hasil uji daya tumbuh pada pasir di Balitkabi dengan hasil 45,2%. Varietas Tanggamus

dan Wilis dalam viabilitas perkecambahan memiliki daya yang relatif baik ditunjukkan dengan uji perkecambahan awal yang lebih tinggi.

Tabel 4.15 Pengaruh Beberapa Konsentrasi PEG 6000 Pada Media MS Cair Terhadap Rata-Rata Persentase Pertumbuhan Epikotil Pada Pengamatan 4MST

Konsentrasi PEG	Rata-Rata Pertumbuhan Epikotil (%)
Kontrol	88,90c
5%	66,67b
10%	52,78ab
15%	38,892a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan tabel 4.15 persentase pertumbuhan epikotil tertinggi pada kontrol dan berbeda nyata dengan perlakuan PEG 6000. Persentase pertumbuhan epikotil terendah pada perlakuan PEG 15% dan tidak berbeda nyata dengan 10%. Persentase pertumbuhan eksplan epikotil kedelai dengan penambahan PEG pada media cair menurunkan kemampuan pertumbuhan semua jenis eksplan dari seluruh varietas kedelai yang digunakan. Penurunan pertumbuhan eksplan nyata terlihat pada media menggunakan PEG 5%. Pada media MS cair dengan penambahan PEG 5%. Dari tabel 4.15 tersebut menunjukkan bahwa PEG 5% sudah mampu menunjukkan respon pertumbuhan eksplan, dan bisa digunakan untuk seleksi selanjutnya bahwa pada metode media cair PEG dengan konsentrasi 5%, sudah bisa digunakan sebagai simulasi cekaman kekeringan. Dan semakin tinggi konsentrasi maka persentase pertumbuhan epikotil semakin rendah yang menunjukkan bahwa PEG mampu mensimulasi cekaman kekeringan.

Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG dalam kultur *in vitro*, semakin menekan pertumbuhan kalus. Dengan demikian kalus yang mampu bertahan hidup pada konsentrasi PEG tertentu, dimana kalus yang lain tidak lagi mampu bertahan (mati), mengindikasikan bahwa kalus tersebut mempunyai sifat toleransi terhadap media selektif PEG. Sutjahjo *et al.* (2007), melaporkan bahwa konsentrasi PEG 20% dapat menyebabkan kematian kalus 66,9 – 85,0 %. Kalus yang berhasil diregenerasikan menjadi tanaman lengkap berpeluang lebih besar mempunyai sifat toleran terhadap cekaman kekeringan dan sifat tersebut dapat diwariskan pada generasi berikutnya.

Tingkat toleransi varietas kedelai terhadap kekeringan dapat dilihat berdasarkan prosentase pertumbuhan eksplan yang ditumbuhkan pada media MS cair mengandung PEG 6000, seleksi menggunakan eksplan epikotil merupakan seleksi pada tahap awal yang hasil atau respon dari eksplan epikotil dapat menunjukkan toleransi yang sama apabila diterapkan pada level spesies (tanaman).

#### **4.5 Skor Kerusakan Eksplan Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Media MS Cair Polietilena glikol (PEG) 6000**

Tingkat kerusakan eksplan dihitung dengan sistem skoring, Dalam menentukan Tingkat kerusakan eksplan dihitung dengan sistem skoring yaitu skor 0 (eksplan sehat dan mengalami kerusakan <5% ), skor 1 (kerusakan antara 5%-25% pada daun atau sebagian batang), skor 2 (kerusakan antara 25%-50% pada daun atau sebagian batang), skor 3 (kerusakan antara 50%-75% pada daun atau

sebagian batang), skor 4 (kerusakan 75% pada daun atau seluruh batang dan tunas telah mati).

#### 4.16 Hasil Uji Kruskal-Wallis Tingkat Kerusakan Eksplan

	data

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: kerusakan

Berdasarkan hasil uji kruskal wallis test pada tabel 4.16 data menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, karena signifikansi 0,0000 yang kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan chi-square pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Uji Chi-Square Test Tingkat Kerusakan Eksplan

	data	kerusakan

0 cells (.0%) have expected frequencies less than 2.  
The minimum expected cell frequency is 2.0.

15 cells (100.0%) have expected frequencies less than 2.  
The minimum expected cell frequency is 2.0.

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa pada uji Chi-Square tidak bisa menunjukkan perlakuan yang terbaik hanya saja bisa membedakan skor yang berbeda dengan ditunjukkan data hasil yang pengamatan yang berbeda. Perbedaan skor kerusakan epikotil beberapa varietas kedelai yang peka dengan yang toleran terhadap cekaman kekeringan terhadap perlakuan PEG 6000 dapat dijadikan dasar

penggunaan perlakuan PEG dalam media *in vitro* untuk identifikasi kedelai atau tanaman lain untuk toleran cekaman kekeringan.

#### 4.6 Indeks Sensivitas Kekeringan Eksplan Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Pada Media MS Cair Polietilena glikol (PEG) 6000

Hasil dari perhitungan indeks sensitivitas tingkat toleransi tanaman kedelai terhadap cekaman kekeringan dapat dilakukan berdasarkan indeks sensitivitas kekeringan pada variabel persentase pertumbuhan eksplan. Genotipe kedelai dikelompokkan sebagai toleran terhadap stress kekeringan jika mempunyai nilai  $S < 0,5$ , medium toleran jika  $0,5 < S < 1$ , dan peka jika  $S > 1$ .

$$wilis = \frac{1 - \frac{y}{yp}}{1 - \frac{x}{xp}} = \frac{1 - \frac{72,21}{91,67}}{1 - \frac{52,77}{88,55}} = \frac{1 - 0,79}{1 - 0,593} = \frac{0,21}{0,407} = 0,52 = \text{Medium}$$

$$Tanggamus = \frac{1 - \frac{y}{yp}}{1 - \frac{x}{xp}} = \frac{1 - \frac{61,1}{91,67}}{1 - \frac{52,77}{88,55}} = \frac{1 - 0,67}{1 - 0,593} = \frac{0,33}{0,407} = 0,81 = \text{Medium}$$

$$Grobogan = \frac{1 - \frac{y}{yp}}{1 - \frac{x}{xp}} = \frac{1 - \frac{25}{83,3}}{1 - \frac{52,77}{88,55}} = \frac{1 - 0,30}{1 - 0,593} = \frac{0,7}{0,407} = 1,7 = \text{Peka}$$

Berdasarkan indeks sensitivitas terhadap cekaman menggunakan persentase pertumbuhan eksplan per tanaman disimpulkan bahwa kedelai varietas Grobogan tergolong peka terhadap cekaman kekeringan. Hasil indeks sensitivitas Grobogan sejalan dengan perhitungan parameter tinggi tunas, jumlah daun normal, jumlah daun layu dan persentase pertumbuhan epikotil yang menunjukkan varietas tersebut peka terhadap kekeringan. Pada varietas Wilis dan Tanggamus berdasarkan hasil indeks sensitivitas terhadap cekaman menggunakan persentase

pertumbuhan eksplan per tanaman disimpulkan medium. Peningkatan tinggi tunas dan jumlah daun normal dalam kondisi lingkungan cekaman kekeringan dapat digunakan sebagai indikator toleransi cekaman kekeringan pada kedelai. Berdasarkan hasil indeks sensitivitas, varietas Tanggamus belum bisa dikelompokkan pada toleran seperti pada hasil penelitian Kosmitin (2005), yang menyatakan bahwa varietas Tanggamus toleran.

Dalam deskripsi varietas Tanggamus merupakan varietas yang toleran terhadap kekeringan begitu juga sejalan dengan penelitian (Azizah, 2010), pertumbuhan kalus pada media PEG pada perhitungan indeks sensitivitas pada peubah berat kalus menyatakan Tanggamus merupakan varietas yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Pengujian kalus sama dengan pengujian genotip yang dimiliki pada varietas tersebut tetapi pada penelitian ini yang dilakukan dengan pengujian epikotil benih pada perhitungan indeks sensitivitas, varietas Tanggamus masuk kategori medium kemungkinan disebabkan kondisi vaibilitas benih awal yang kurang optimal, pada penelitian Azizah (2010), uji *in vitro* dengan media padat pada perhitungan indeks sensitivitas pada peubah persentase perkecambahan 28 HST, Tanggamus masuk dalam kategori medium. Hasil penelitian (Hanum, 2007) Wilis merupakan varietas yang adaptif terhadap toleran cekaman kekeringan, yang ditunjukkan bahwa kemampuan genotip pada perlakuan cekaman kekeringan hasil menunjukkan penurunan bobot kering akar paling rendah.

#### **4.7 Respon Epikotil Beberapa Varietas Kedelai Terhadap Cekaman Kekeringan Menggunakan *Polietilena glikol* (PEG) dalam Perspektif Islam**

Berdasarkan hasil penelitian pengujian epikotil beberapa varietas kedelai toleran cekaman kekeringan menggunakan media PEG 6000, terdapat respon yang berbeda pada parameter pertambahan tinggi tunas, jumlah daun normal, jumlah daun layu dan persentase pertumbuhan dan skor kerusakan eksplan. Respon tersebut sama dengan tanaman yang mengalami cekaman kekeringan.

Respon tersebut dapat ditunjukkan bahwa pada parameter pertumbuhan tinggi tunas menunjukkan hasil pertumbuhan yang berbeda yang ditunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin menghambat pertumbuhan tunas. Pada daun respon ditunjukkan semakin tinggi konsentrasi maka semakin meningkat pertumbuhan daun layu, dan menurunkan pertumbuhan daun normal, begitu juga pada persentase pertumbuhan eksplan menurun. Dari hasil penelitian ini PEG dengan konsentrasi 5% sudah mampu merespon pertumbuhan tinggi tunas, jumlah daun normal, daun layu dan kerusakan eksplan. Untuk penggunaan hasil untuk mengetahui varietas yang tahan toleran cekaman kekeringan konsentrasi yang paling merespon adalah 15%. PEG yang digunakan adalah PEG 6000 karena tidak merusak jaringan.

Pada tanaman kedelai cekaman kekeringan dapat berpengaruh negatif terhadap berbagai tahapan pertumbuhan tanaman dan pengaruhnya dapat dilihat secara anatomis, morfologis dan fisiologi. Pada hasil penelitian ini kekeringan merespon pertumbuhan tunas, jumlah daun normal, layu dan kerusakan eksplan.

Faktor yang mempengaruhi perumbuhan tanaman yaitu genetik dan lingkungan. Meskipun dari faktor genetik baik apabila tidak didukung oleh faktor lingkungan yang menguntungkan akan didapatkan hasil yang rendah, demikian pula sebaliknya. Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman adalah ketersediaan air. Air dibutuhkan untuk bermacam-macam fungsi tanaman (Budianto, 1984).

Dalam islam telah dijelaskan dalam hidup tumbuhan menghadapi banyak masalah khususnya dalam memperoleh nutrisinya, sehingga dalam proses hidupnya harus diselesaikan melalui berbagai macam cara. Tumbuhan harus mampu bertahan tidak saja terhadap perubahan lingkungan yang teratur, tetapi juga terhadap perubahan-perubahan yang akan datang secara mendadak dan tidak terduga. Misalnya dalam menghadapi kekurangan air atau kekeringan. Dalam Al-Quran Allah menjelaskan bahwa Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya firman Allah dalam surat Al-Baqoroh.

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”*  
(Al: Baqoroh 286).

Menurut Abdullah (2007), ahli tafsir bahwasannya Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ini merupakan kelembutan, kasih sayang, dan kebaikan terhadap makhluk-Nya. Dari makna tafsir tersebut kita bisa mengambil hikmah bahwasannya Allah memberikan cekaman kekeringan terhadap tumbuhan tetapi Allah juga menciptakan tumbuhan yang tahan terhadap kekeringan. Sehingga tumbuhan tersebut tetap bisa

mempertahankan hidup, bereproduksi serta tidak mengakibatkan penurunan reproduksi. Untuk mengetahui varietas yang tahan terhadap kekeringan kita harus melakukan penelitian, agar kita dapatkan varietas yang tahan terhadap kekeringan dan masyarakat sekitar bisa menanam pada lahan yang kering atau dimusim kemarau. Sebagaimana firman Allah:

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

*‘Sesungguhnya Allah tidak merubah Keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, Maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia’.* (Q.S Ar-Ra’d:11).

Ayat tersebut berbicara tentang perubahan, dimana Allah tidak akan merubah keadaan sesuatu tanpa kita sendiri yang merubah, dari ayat ini kita dapat menafsirkan bahwa kekeringan di Alam bisa dirubah lewat kekeringan di laboratorium dengan menggunakan suatu bahan yang dapat mensimulasi kekeringan (PEG), tanpa menunggu musim hujan, inti dari kedua ayat tersebut keadaan apapun bisa dirubah oleh kita, karena Allah tidak akan merubah keadaan tanpa kita yang merubahnya sendiri. Jadi kita bisa melakukan penelitian ini tanpa menunggu musim kemarau.

Menurut Shihab (2001), ayat diatas berbicara tentang perubahan ni’mat atau sesuatu yang positif menjadi lebih baik, pada penelitian ini yang disebut perubahan ni’mat adalah dimana dari hasil penelitian ini kita mendapatkan kedelai

yang toleran cekaman kekeringan yang bisa digunakan untuk di tanam pada lahan kering. Pada penelitian ini perubahan ni'mat yang diharapkan bisa menemukan varietas yang toleran cekaman kekeringan, yang bisa dimanfaatkan petani pada lahan kering dan mendapatkan hasil yang optimal, sehingga kebutuhan sumber protein ketiga di Indonesia tercukupi, lahan-lahan marjinal bisa dimanfaatkan untuk tanaman kedelai toleran.

Ayat di atas juga membahas tentang perubahan sosial, dimana dari hasil penelitian, kita bisa menyarankan atau memberikan informasi kepada para petani untuk memanfaatkan lahan kering atau sedikit air, menggunakan kedelai toleran cekaman kekeringan yang tidak mengurangi hasil produksi pada tanaman kedelai. Dari hasil ini perubahan sosial yang diharapkan penggunaan kedelai yang biasa digunakan petani diganti dengan kedelai yang toleran yang bisa ditanam pada lahan marjinal, lahan kering tetap dapat menghasilkan hasil optimal dan diharapkan ekonomi tercukupi, begitu juga dengan sumber protein kedelai dapat tercukupi dengan maksimal.

Proses perubahan pada beberapa varietas kedelai ini merupakan proses yang tidak hanya begitu saja, akan tetapi perlu uji di dalam lab dan di luar lab, dan hasil dari perubahan tersebut belum pasti perubahan itu terjadi dan sesuai dengan apa yang diinginkan, karena dalam proses tersebut pasti timbul masalah baik lingkungan luar maupun eksternal. Begitu juga pada manusia untuk mencapai sebuah perubahan perlu sebuah proses yang lama dengan diuji keyakinan, do'a, berusaha dan pasrah, sehingga Allah merubah kita. Dalam sebuah proses bukan saja hasil perubahan itu saja yang dinilai tetapi dalam proses tersebut.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **1.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan respon epikotil beberapa varietas kedelai yang ditanam pada media MS cair *Polietilena glikol* pada variabel jumlah daun normal, jumlah daun layu, persentase pertumbuhan, skor kerusakan eksplan. Varietas Wilis menunjukkan sifat toleran, Tanggamus toleran, Grobogan peka. Berdasarkan indeks sensitivitas menunjukkan varietas Tanggamus dan Wilis tergolong pada sifat ketahanan kekeringan medium toleran dan Grobogan peka. Adapun pada variabel jumlah daun normal belum bisa digunakan sebagai variabel respon cekaman kekeringan.
2. Konsentrasi PEG 5% pada media MS cair *in vitro* mampu mensimulasikan cekaman kekeringan pada parameter tinggi tunas, jumlah daun normal, jumlah daun layu, persentase pertumbuhan, skor kerusakan eksplan dan indeks sensitivitas.

#### **1.2 Saran**

1. Perlu penelitian lebih lanjut penggunaan media seleksi *in vitro* dengan metode media semi *liquid*.
2. Perlu penelitian lanjut dengan penambahan zat pengatur tumbuh golongan auksin untuk membantu pembentukan akar.

3. Perlu penelitian tentang uji pertumbuhan dengan menggunakan eksplan selain epikotil.
4. Perlu penelitian lebih lanjut setelah proses pertumbuhan secara *in vitro* untuk diuji lapang



## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1987. *Dasar Pengetahuan Ilmu Tanaman*. Bandung : Angkasa.
- Adisarwanto, T. 2005. *Kedelai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Al Jazairi, A.B.J. 2006. *Tafsir Al-Aisar*. Jakarta: Darus Sunnah.
- Al Maraghiy, A.M. 1974. *Tafsir Al-Maraghiy*. Semarang: CV Toha Putra.
- Al Quranul Karim
- Al Qurthubi, S. I 2008. *Tafsir Al Qurthubi*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Ashari, S. 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Avanti, C. 2007. *Pembentukan Larutan Padat-Padat Tretionin-Peg 6000 dalam Upaya Meningkatkan Laju Disolusi Tretinoin: Jurnal penelitian Fakultas Farmasi Universitas Surabaya*.
- Azizah, I.S. 2010. Respon Pertumbuhan Kalus Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) pada Media PEG 6000 Sebagai Simulasi Cekaman Kekeringan. *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Saintek UIN MALIKI.
- Azizah, S.N. 2010. Uji Toleransi Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) Terhadap Cekaman kekeringan Secara *In Vitro* Dengan Penambahan PEG 6000 Sebagai Simulasi Cekaman Kekeringan. *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Saintek UIN MALIKI.
- Budianto, S. 1984. Pengaruh Tekanan Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai pada Grumusol Lombok Tengah. *Buletin Agronomi*, XIV: 17-30.
- Djauhari, S. S. 2003. *Kedelai Deskripsi Budidaya Dan Sertifikasi Benih*. Kumpulan Makalah Dinas Pertanian Balai Pengawasan Dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan Dan Holtikultura Jawa Timur.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia.
- Fitler, A.H. 1991. *Fisiologi lingkungan Tanaman*. Terjemahan Andayani S. Dan Purbayanti, E.D. Yogyakarta: Gadjad Mada University Press.

- Golonder, C. 1992. *Properties of Immobilized Peg Film and The Interaction with Protein*. New york: Pleum Prees.
- Gunawan , L.W. 1988. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Bogor: Lab. Kultur Jaringan PAU .BIOTEK.
- Hanum, C. Q, Wahyu. S, Yahya. 2007. Pertumbuhan Akar Kedelai pada Cekaman Alumunium, Kekeringan dan Cekaman Ganda Alumunium dan Kekeringan. *Agritop* (26) 1: 13-18.
- Haris, M.J. 1997. *Peg Chemistry, Biotechnical and Biomedical Aplications*, online ([www.interscience.wiley.com/app](http://www.interscience.wiley.com/app)). Diakses pada tanggal 11 oktober 2009.
- Hendaryono, D. P. S dan A. Wijayani. 1994. *Teknik Kultur Jaringan Pengenalan dan Petunjuk Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif Modern*. Yogyakarta: Kanisius.
- Indranada, H.K. 1990. *Pengelolaan Tanah*. Jakarta: Bina Aksara.
- Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih I*. Bandung: Angkasa
- Karim, A.Z. 1992. Pengaruh penambahan tween 80 dan PEG 400 terhadap absorpsi piroksikam melalui lumen usus in situ. *Jurnal penelitian fakultas farmasi*: Universitas gadjah mada Yogyakarta.
- Kasijadi, F. 2000. *Rakitan Teknologi Budidaya Padi, Jagung, dan Kedelai*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Karangploso.
- Kosmiatin, M. S. Hutami, A. Husni, I. Mariska. 2005. Penapisan Cepat Toleransi Kedelai Terhadap Kekeringan secara In Vitro. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*: Vol. 24 No.3.
- Krishnamoorthy, H.N. 1981. *Plant growth substances including application in agriculture*. Tata Mc Grow Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Krizek, D.T. 1985. Methods of inducing water stress in plant. *Hort. Sci.* 20: 1028-1038.
- Lamina. 1989. *Kedelai dan Pengembangannya*. Jakarta: Simplex.
- Lawyer, D.W. 1970. *Absorption of PEG by plant enther effect on plant growth*. *New Physiol.* 69:501-503
- Morris, K. 1992 *Structural Properties of Peg –Polysorbate 80 Mixture, a Solid Dispercion Vehicle*, *J.Pharm.Sci*,81,12,1182-1188.

- Najiyati, S. dan Danarti. 1992. *Palawija : Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Paadey, R., R.M. Agarwal, K. Jeevaratnam and G.L. Sharma. 2004. Osmotic stress-induced alteration in rice (*Oryza sativa* L.) and recovery on stress release. *Plant Growth Regulation* 42 (1): 79-87.
- Podesta, F., Umami Kalsum dan Evriani Mareza. 2008. *Kajian Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D terhadap Viabilitas, Vigor dan Pertumbuhan Benih pada Beberapa Genotipe Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.)*. *Jurnal Akta Agrosia* 11 (1) : 19-24.
- Rosen, M.J. 1978. *Surfaktan and Interfacial Phenomena*. 83-85,100-119,125-130, John Willey and sons, New York.
- Salisbury, F. B & C. W. Ross. (Penerjemah : Lukman, D. R dan Sumaryono). 1995. *Fisiologi Tumbuhan, Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Lingkungan. Jilid Tiga. Edisi Empat*. Bandung: Penerbit ITB.
- Santoso, U. dan F. Nursandi. 2003. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: UMM Press.
- Shihab, M. Quraish. 2003. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran*. Jakarta: Lentera Hati
- Singht. L. 1983. *Modern Techniques of Raising Field Crops*. New Dehli: Oxford and IBH Publishing.
- Sirait, B. 2001. *Evaluasi karakter morfofisiologis dan produksi galur kedelai (*Glycine max (L) Merr*) toleran aluminium yang diseleksi secara in vitro*. Tesis. Program Pascasarjana IPB.
- Sudjaswadi, R.2006. Peningkatan Efek Bakteriostatika Dispersi Padat Tetrasiklin hcl-PEG6000-twen 80 (PT). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(2): 98-103.
- Suprpto. 1990. *Bertanam Kedelai Edisi Revisi*, Jakarta : Penebar Swadaya.
- Sutjajo,S.H. Abdul. K, Ika. M. 2007. Efektivitas Polietilena Glikol Sebagai Bahan Kalus Nilam yang Diiridasi Sinar Gamma untuk Toleransi Terhadap Cekaman Kekeringan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian-Indonesia*, 9: 48-57
- Sutopo, L.1993. *Teknologi Benih*. Jakarta : Raja Grafindo Perkasa
- Susila, S.D. dan Susanto. 2003. *Kedelai, Deskripsi, Budidaya dan Sertifikasi Benih*. Surabaya: Expert JICA-SSP.

- Suwirman, 2010. Seleksi *In Vitro* Tumbuhan Andalas (*Morus macroura* Miq.) Toleran Cekaman Kekeringan Menggunakan Polietilena Glikol (PEG). *Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Wilayah Barat ke-21*. 10-11 Mei 2010.
- Rahayu. E.S. E, Guhardja. Sudarsono. 2004. Stres oleh PEG dalam Media In Vitro dan Penapisan toleransi Kacang Tanah terhadap Kekeringan. *Prosiding Simposium PERIPI: 5-7 Agustus*.
- Rahayu. E.S. E, Guhardja. Sudarsono. 2005. Polietilena Glikol (PEG) dalam Media In Vitro Menyebabkan Kondisi Cekaman yang Menghambat Tunas Kacang Tanah. *Penelitian Hayati: 11* (39-48).
- Wetter, L.R, F. Constabel. 1991. *Metode Kultur Jaringan Tanaman*. Bandung: ITB.
- Widoretno, W. Sudarsono 2002. Efektivitas Polyethelena Glycol untuk Mengevaluasi Tanggapan Genotip Kedelai terhadap Cekaman Kekeringan pada Fase Perkecambahan. *Hayati 9: 33-36*.
- Widoretno, W. Sudarsono. 2004. Evaluasi Sejumlah Galur kedelai Varian Somaklonal Hasil Seleksi In Vitro terhadap Stres Kekeringan. *Hayati, 11: 11-20*.
- Widoretno, W. S, Harran. Sudarsono 2003. Keragaman Karakter Kualitatif dan Kuantitatif pada Populasi Tanaman Somaklon dari Embrio Somatik Hasil Seleksi In Vitro. *Hayati: 110-117*.
- Widoretno, W. Estri, L.A. Sudarsono. 2003. Metode Induksi Pembentukan Embrio Somatik dari Kotiledone dan Regenerasi Planlet Kedelai secara In Vitro. *Hayati, 10: 19-24*.
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Yuwono, T. 2006. *Bioteknologi Pertanian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman Solusi Perbanyak Tanaman Budi Daya*. Jakarta: Bumi Aksara.