

**PENINGKATAN VIABILITAS (*PRIMING*)
BENIH KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.)
DENGAN *POLYETHYLENE GLYCOL* (PEG) 6000**

SKRIPSI

Oleh :
SOFINORIS
NIM. 05520037



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

2009

**PENINGKATAN VIABILITAS (*PRIMING*)
BENIH KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.)
DENGAN *POLYETHYLENE GLYCOL* (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 :

**SOFINORIS
NIM. 05520037**

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

2009

**PENINGKATAN VIABILITAS (*PRIMING*)
BENIH KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.)
DENGAN *POLYETHYLENE GLYCOL* (PEG) 6000**

SKRIPSI

**Oleh :
SOFINORIS
NIM. 05520037**

Telah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Suyono, MP
NIP. 150 327 254**

**Ach. Nashichuddin, M. Ag
NIP. 150 302 531**

Tanggal, 02 Juli 2009

**Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi**

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

**PENINGKATAN VIABILITAS (*PRIMING*)
BENIH KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.)
DENGAN *POLYETHYLENE GLYCOL* (PEG) 6000**

SKRIPSI

**Oleh :
SOFINORIS
NIM. 05520037**

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

Tanggal, 13 Juli 2009

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : Ir. Lilik Harianie, MP	()
2. Ketua : Evika Sandi Savitri, MP	()
3. Sekretaris : Suyono, MP	()
4. Anggota : Ach. Nashichuddin, M. Ag	()

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Biologi**

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

Lembar Persembahan

Alhamdulillah....

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

*Kedua Orang Tua saya (Ayahanda Moh. Ali dan Ibunda Sulimah),
kakak adik saya tercinta Dan Sang Permaisuri Hati, yang senantiasa
memberikan cinta yang tulus, dan selalu setia menemani dan
membantu saya dalam keadaan susah dan bahagia.*

Tengkyu Honey...☺

MOTTO

*“Janganlah bersedih, Sesungguhnya Allah
Selalu Bersama Kita....”*

*”Betapa banyak jalan keluar yang datang setelah rasa putus asa
Dan betapa banyak kegembiraan datang setelah kesusahan.
Siapa yang banyak berbuat baik sangka pada pemilik 'Arasy dia akan memetik manisnya buah
yang dipetik di tengah-tengah pohon berduri”*

*”Semangat itu lakhsana matahari yang mengatakan cintanya,
Dan purnama yang mengukirkan huruf-huruf dalam cahayanya”*

*”Jadilah orang yang berwajah ceria, sebab orang merdeka adalah lembaran-lembaran yang di
atasnya bertuliskan keceriaan”*

KATA PENGANTAR



Assalmu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur terpanjatkan kehadirat Allah SWT atas segenap limpahan Rahmat, Taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul “Peningkatan Viabilitas (*Priming*) Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) Dengan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, iringan doa' dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, yang memberikan dukungan serta kewenangan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, S.U.DSc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. drh Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, Selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Suyono M.P, selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
5. Ach. Nashichuddin, M. Ag, selaku Dosen Pembimbing Agama yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta dan saudara-saudara penulis, yang selalu menjadi kekuatan dalam setiap langkah. Dan dengan sepenuh hati

memberikan dukungan spirituil maupun materil sehingga penulisan skripsi dapat terselesaikan.

7. Bapak Ibu dosen Biologi yang telah mengajarkan banyak hal dan memberikan pengetahuan yang luas kepada penulis.
8. Teman-teman sekelompok PKLI di BMM Batu (Qomar, Susi, Siti, Ifnaini) terimakasih atas motivasi dan kesetiaannya menjadi sahabat yang hangat dan selalu penuh canda dan tawa sutra☺. Semoga persahabatan kita akan Abadi.
9. Sohifah Fidzaro, terimakasih telah baik hati dan peduli memberikan jasa pinjaman printernya, sehingga skripsi ini tercetak dengan baik.
10. Teman-teman Biologi, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu khususnya angkatan 2005 yang memberikan semangat dan dukungan bagi penulis sehingga skripsi ini selesai dengan baik.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang memberikan doa', semangat, dukungan, saran dan pemikiran sehingga penulisan ini menjadi lebih baik dan terselesaikan.

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

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 25 Juni 2009

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Hipotesis Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Batasan Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Morfologi Kapas	8
2.1.1 Klasifikasi Kapas	10
2.1.2 Ekologi Tanaman Kapas	11
2.2 Peran <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) sebagai <i>Osmoconditioner</i>	11
2.3 Viabilitas Benih	14
2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Viabilitas Benih Dalam Penyimpanan	16
2.5 Perkecambahan Biji	18
2.5.1 Definisi Perkecambahan Biji.....	18
2.5.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perkecambahan.....	19
2.6 Mekanisme Perkecambahan Biji	23
2.7 Peranan Air dalam Proses Perkecambahan	24
2.8 Kapas Dalam Pandangan Islam	25
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Rancangan Penelitian	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.3 Alat dan Bahan.....	30
3.4 Variabel Penelitian.....	31
3.5 Prosedur Penelitian	31
3.6 Analisis Data.....	34
3.7 Desain Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L)	36

4.1.1	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	36
4.1.2	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	39
4.1.3	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L)	41
4.1.4	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L) ...	43
4.2	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	45
4.2.1	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	45
4.2.2	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	48
4.2.3	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L)	50
4.2.4	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L) ...	51
4.3	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	53
4.3.1	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	54
4.3.2	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	56
4.3.3	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	58
4.4	Peningkatan Viabilitas Benih Kapas Dalam Pandangan Islam.....	60
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	63
 DAFTAR PUSTAKA		64
 LAMPIRAN-LAMPIRAN		68

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
3.1	Kombinasi Perlakuan Antara Konsentrasi Dan Lama Perendaman.....	30
3.5	Pengenceran PEG 6000 Menjadi Beberapa Konsentrasi.....	32
4.1.1.	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L)....	36
4.1.2.	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	39
4.1.3.	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L)	41
4.1.4.	Pengaruh Konsentrasi <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Kecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	44
4.2.1	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L)	45
4.2.2	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L)...	48
4.2.3	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	50
4.2.4	Pengaruh Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	52
4.3.1	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	54
4.3.2	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	56
4.3.3	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L).....	59

DAFTAR GAMBAR

No	Gambar	Halaman
2.1	Morfologi Tanaman Kapas	10
2.2	Struktur Kimia Molekul PEG.....	12
2.6	Mekanisme Perkecambahan Biji	24
3.7	Bagan Alur Penelitian	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Data Hasil Persentase daya berkecambah (% DB).....	68
2.	Data Hasil Panjang Hipokotil (cm)	74
3.	Data Hasil Berat Kering (gram)	80
4.	Data Hasil Waktu Berkecambah (Hari)	84
5.	Perhitungan Konsentrasi PEG 6000	90
6.	Gambar Alat dan Bahan Penelitian	91

ABSTRAK

Sofinoris. 2009. **Peningkatan Viabilitas (*Priming*) Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) Dengan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000**. Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : Suyono, MP. Pembimbing Agama : Ach. Nashichuddin, M. Ag.

Kata Kunci: Viabilitas, *Priming*, Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.), *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000.

Dalam Al-Qur'an telah disebutkan ayat-ayat yang menjelaskan tentang kekuasaan Allah, sehingga apa yang telah diciptakanNya patut disyukuri dan dipelajari (QS Al-Imran 190 – 191). Tanaman Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) adalah tanaman yang sangat penting bagi negara tidak terkecuali negara Indonesia. Industri yang terkait dengan perkapasan menyerap tenaga kerja yang tidak sedikit, serta devisa yang di peroleh dari ekspor barang yang terbuat dari kapas sangat besar (terakhir 8,7 milyar US \$/tahun). Selain itu, kebutuhan pokok manusia yang mendasar adalah sandang dan pangan, melebihi kebutuhan perumahan dan kendaraan, namun produksi tanaman kapas di Indonesia masih rendah sehingga berkembang tidak sesuai dengan harapan. Hal ini dikarenakan terjadi kemunduran viabilitas benih kapas oleh faktor penyimpanan, sehingga viabilitas benih perlu ditingkatkan dengan teknik *priming* menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *priming* menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas tanaman Kapas (*Gossypium hirsutum* L.).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Maret - April 2009. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 (dua) faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi PEG 6000 yakni konsentrasi 0 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm. Faktor kedua adalah perlakuan lama perendaman, meliputi perendaman 3 jam, 6 jam dan 9 jam.

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan analisis variansi dan untuk mengetahui kombinasi perlakuan terbaik dilakukan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikan 5%. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh *priming* menggunakan PEG 6000 terhadap viabilitas benih Tanaman Kapas (*Gossypium hirsutum* L.). Perlakuan konsentrasi PEG 6000 3 ppm memberikan nilai viabilitas yang tinggi. Perlakuan lama perendaman dalam PEG 6000 3 jam memberikan nilai viabilitas yang tinggi. Sedangkan untuk interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman hanya terdapat interaksi pada persentase daya berkecambah, panjang hipokotil dan waktu berkecambah, perlakuan yang memberikan nilai viabilitas yang tinggi yaitu konsentrasi 3 ppm dengan lama perendaman 3 jam.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam Al-Qur'an telah disebutkan ayat - ayat yang menjelaskan tentang kekuasaan Allah, sehingga apa yang telah diciptakanNya patut disyukuri dan dipelajari. Allah berfirman dalam QS Al-Imran 190 – 191 yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي
الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي
خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ
النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya :

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka".(Al-Imran: 190-191)

Ayat tersebut menunjukkan bahwa dalam penciptaan langit dan bumi serta sesuatu yang ada di dalamnya, termasuk dalam pergantian siang dan malam, keteraturan yang ada di dalamnya menunjukkan keesaan Allah dan kesempurnaan kehendakNya. Manusia sebagai makhluk yang diberi kelebihan akal diperintahkan oleh Allah untuk mengkaji/meneliti apa yang telah diciptakanNya, karena segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi ini tidak ada hasil ciptaanNya yang sia-sia.

Semua ciptaan Allah memiliki manfaat dan harus dimanfaatkan. Karena dengan terungkapnya rahasia – rahasia alam melalui hasil penelitian akan mempertebal keimanan kepada Allah sebagai pencipta alam semesta ini, juga akan menambah khazanah pengetahuan tentang alam untuk dimanfaatkan untuk kesejahteraan umat manusia, dengan meneliti ciptaan Allah antara lain benih kapas dalam penelitian ini, diharapkan bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia.

Tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L.) adalah tanaman yang sangat penting bagi negara tidak terkecuali negara Indonesia. Industri yang terkait dengan perkapasan menyerap tenaga kerja yang tidak sedikit, serta devisa yang diperoleh dari ekspor barang yang terbuat dari kapas sangat besar (terakhir 8,7 milyar US \$/tahun). Selain itu, kebutuhan pokok manusia yang mendasar adalah sandang dan pangan, melebihi kebutuhan perumahan dan kendaraan. Hal ini menunjukkan semakin bertambahnya jumlah penduduk, semakin bertambah pula kebutuhan sandang. Kenyataannya, produksi kapas di Indonesia hanya mampu memenuhi kebutuhan kurang dari 1%. Lebih dari 99% kebutuhan kita akan kapas masih harus diimpor, terutama dari Amerika Serikat (Sutanto, 2008).

Produksi serat kapas dalam negeri yang semakin menurun disebabkan oleh banyak faktor. Salah satu faktor tersebut menurut Sutopo (2004) adalah rendahnya vigor kapas sehingga biji sulit untuk berkecambah. Rendahnya vigor benih dapat diterangkan sebagai turunnya kualitas atau viabilitas benih. Kemunduran benih disebabkan oleh kehabisan cadangan makanan, meningkatnya aktivitas enzim,

meningkatnya asam lemak, permeabilitas membran, dan kerusakan – kerusakan membran kulit benih akibat dari penyimpanan terlalu lama (Justine, 2002).

Kemunduran benih atau turunnya mutu benih yang diakibatkan oleh kondisi penyimpanan dan kesalahan dalam penanganan benih, merupakan masalah yang cukup utama dalam pengembangan tanaman khususnya tanaman kapas. Kemunduran benih merupakan proses mundurnya mutu fisiologis benih yang menimbulkan perubahan menyeluruh dalam benih baik secara fisik, fisiologis maupun biokimia yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih (Rusmin, 2008).

Menurut Kuswanto (1996) kadar air benih merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi benih dalam penyimpanan. Kadar air benih yang tinggi pada benih ortodok (seperti benih kapas) dapat menyebabkan terjadinya penurunan viabilitas benih, begitu juga sebaliknya kadar air benih terlalu rendah 3%-5% dapat menyebabkan penurunan laju perkecambahan benih, benih menjadi keras, sehingga pada waktu dikecambahkan benih tidak dapat berimbibisi dan dapat menyebabkan kematian embrio. Untuk mengatasi permasalahan terjadinya kemunduran mutu benih baik yang diakibatkan oleh faktor penyimpanan maupun diakibatkan oleh faktor kesalahan dalam penanganan benih, dapat dilakukan dengan metode *priming* (Basu dan Rudrapal, 1982).

Utomo (2006) menyatakan *priming* merupakan metode mempercepat dan menyeragamkan perkecambahan, melalui pengontrolan penyerapan air sehingga perkecambahan dapat terjadi. *Priming* membuat perkecambahan lebih dari sekedar imbibisi, yakni sedekat mungkin pada fase ketiga yakni fase pemanjangan

akar pada perkecambahan. Selama *priming* keragaman dalam tingkat penyerapan awal dapat diatasi. Jenis *priming* yang sangat umum adalah *osmoconditioning* di mana benih direndam dalam larutan dengan tekanan osmosis tinggi biasanya *Polyethylene Glycol* (PEG), hal ini karena PEG merupakan senyawa yang dapat menurunkan potensial osmotik larutan yang mampu mengikat air.

Menurut Khan (1992) *osmoconditioning* merupakan perbaikan fisiologis dan biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan oleh potensial osmotik rendah, tujuan dari *osmoconditioning* adalah mempercepat perkecambahan, menyerempakkan perkecambahan, memperbaiki persentase perkecambahan dan penampakan di lapang (Bradford,1984).

Menurut Szafirowska (1981) perlakuan benih melalui *osmoconditioning* atau *priming* ternyata meningkatkan kemampuan benih, penampilan, keseragaman, dan hasil tanaman. *Polyethylene Glycol* (PEG) adalah salah satu senyawa yang digunakan dalam *priming* di mana PEG mempunyai sifat dalam mengontrol imbibisi dan hidrasi benih (Hardegree dan Emmerich, 1992).

Munifah (1997) telah melakukan penelitian tentang *priming* benih dengan merendam benih dalam larutan PEG. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa *priming* dengan air dan PEG mampu meningkatkan daya berkecambah dan kecepatan berkecambah benih mutu sedang dan mutu rendah, mempercepat fase pertumbuhan vegetatif dan generatif, serta mampu meningkatkan komponen hasil, dan mutu benih yang dihasilkan.

Selanjutnya Szafirowska (1991) telah melakukan perlakuan *priming* pada benih dari 2 kultivar wortel dengan melembabkan benih dengan larutan PEG 6000

(2,5%) dengan mengkombinasikan dengan zat pengatur tumbuh Cotylenin E (CN). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa perlakuan *priming* dapat meningkatkan daya berkecambah, jumlah bibit yang muncul dan meningkatkan keseragaman pertumbuhan serta produksi di lapang.

Hasil uji pendahuluan pada benih Kapas *Gossypium hirsutum* L.) dengan menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang dilakukan sebelumnya dengan pengamatan 7 HST, didapatkan bahwa perlakuan konsentrasi PEG 6000 yang efektif adalah 5 ppm, sedangkan perlakuan lama perendaman dalam PEG 6000 yang efektif adalah 6 jam dengan DB 96%

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka perlu dilakukan penelitian tentang Peningkatan Viabilitas (*Priming*) Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) dengan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Adakah pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.) ?
2. Adakah pengaruh lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.) ?
3. Adakah pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
2. Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini ialah :

1. Ada pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
2. Ada pengaruh lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
3. Ada pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai alternatif peningkatan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
2. Sebagai tambahan pengetahuan tentang *Priming* benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang solusi dari permasalahan viabilitas benih yang rendah sehingga bisa mengurangi resiko kehilangan koleksi plasma nutfah benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
4. Sebagai informasi dasar bagi penelitian selanjutnya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Polyethylene Glycol* yang digunakan pada penelitian ini ialah *Polyethylene Glycol* dengan bobot molekul 6000 (PEG 6000).
2. Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG 6000) terdiri dari: K0 = 0 ppm (kontrol), K1 = 3 ppm, K2 = 5 ppm dan K3 = 7 ppm. Dan lama perendaman terdiri dari L1 = 3 jam, L2 = 6 jam dan L3 = 9 jam.
3. Parameter penelitian ini dititik beratkan pada persentase daya berkecambah, panjang hipokotil, berat kering, dan waktu berkecambah.
4. Subyek penelitian berupa benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.) yang diperoleh dari BALITTAS (Karangploso Malang).

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Kapas

Tanaman kapas adalah tumbuh-tumbuhan yang berbentuk semak. Dalam keadaan yang baik dapat tumbuh sampai beberapa meter tingginya. Tetapi kesemuanya tergantung dari jenis, kesuburan tanah dan iklimnya. Tanaman itu mempunyai bagian-bagian yang penting, yaitu:

a. Akar

Pada waktu berkecambah akar tunggang tumbuh terlebih dahulu masuk kedalam tanah, diikuti oleh keping biji. Kapas mempunyai akar tunggang yang dalam. Panjang akar itu tergantung pada umur, besarnya tanaman, aerasi dan struktur tanah. Bersamaan dengan terbukanya keping, panjang akar dapat mencapai 15 cm atau lebih. Pada waktu pertumbuhan tanaman mencapai tinggi 20-25 cm, di tempat yang tanamannya dalam, panjang akar mencapai 0.75-100 cm. Perkembangan perakaran itu tergantung pada kelembapan fisik dan struktur tanah (Kanisius, 1986).

b. Batang

Tanaman kapas dalam keadaan normal tumbuh tegak. Batang berwarna hijau tua, merah atau hijau bernoktah merah gambar 1 (a). Batang umumnya berbulu dan ada pula yang tidak, serta ada yang ujungnya berbulu, pangkalnya tidak berbulu. Dari tiap ruas, tumbuh daun dan cabang pada ketiaknya. Panjang dan jumlah cabang berbeda-beda menurut jenis cabang dan dipengaruhi oleh lingkungannya. Kapas mempunyai dua macam cabang yaitu cabang vegetatif

(cabang tidak berbuah) dan cabang generatif (cabang yang berbuah). Tipe percabangan menyebar atau kelompok (Ballittas, 2001).

c. Daun

Bentuk daun pertama sampai kelima belum sempurna, kadang-kadang agak bulat atau panjang. Setelah daun kelima bentuk daun semakin sempurna dan bentuknya sesuai dengan jenis kapas (Abidin, 1987).

Warna daun hijau kemerahan dan merah. Daun berbulu ada yang lebat panjang, lebat pendek, ada yang berbulu jarang, bahkan ada yang halus tidak berbulu. Di bagian bawah daun (pada tulang daun) terdapat nectar dan ada pula yang tidak mengandung nectar (Mauney, 1986).

d. Bunga

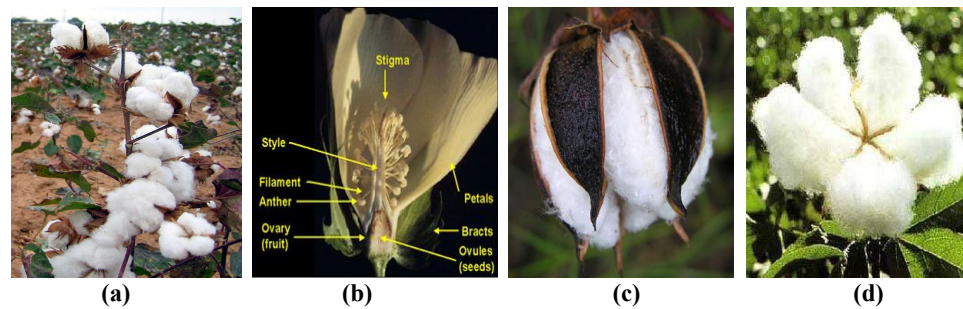
Tanaman kapas mulai berbunga setelah umur 35-34 hari. Kuncup bunga berbentuk piramida kecil dan berwarna hijau gambar 1 (b). Setelah bunga mengalami persarian dan pembuahan, maka terbentuklah buah. Dari bunga sampai menjadi buah waktu masak, berlangsung lebih kurang 40-70 hari. Buah yang akan masak akan retak dan terbuka gambar 1 (c). Dalam buah ada dua bagian yang penting menurut penggunaannya ialah: biji dan seratt kapas.

1. Biji kapas

Didalam kotak buah itu berisi serabut dan biji secara teratur. Tiap ruang terdapat dua baris biji dan rata-rata setiap ruang biji terdiri dari 9 biji. Bentuk biji bulat telur, berwarna cokelat kehitam-hitaman, panjangnya antara 6-12 mm; berat 100 biji antara 6-17 g, hal ini tergantung besar kecilnya biji.

2. Serat kapas

Biji - biji tidak hanya dilapisi oleh kabu-kabu saja tetapi di luarnya terdapat lapisan serat yang disebut kapas gambar 1 (d). Serabut inilah yang merupakan hasil pokok dari tanaman kapas (Kanisius, 1986).



Gambar 2.1 Morfologi Tanaman Kapas
(a) kapas, (b) Bunga, (c) Buah dan (d) Serat kapas
(Anonymous, 2009).

2.1.1 Klasifikasi Kapas

Menurut Backer and Bakhuzen (1963) tanaman kapas diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisio : Spermatophyta
 Sub Divisio : Angiospermae
 Kelas : Dicotyledonae
 Ordo : Malvales
 Sub Ordo : Tiliceae
 Family : Malvaceae
 Sub Family : Nibisceae
 Genus : *Gossypium*
 Spesies : *Gossypium hirsutum* L.

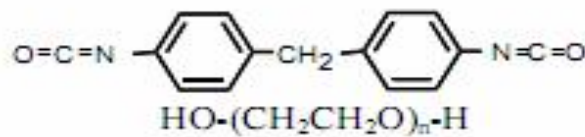
2.1.2 Ekologi Tanaman Kapas

Media pertumbuhan kapas adalah pasir dan tanah karena mampu mengikat air dan memudahkan dalam repirasi akar, terutama pada saat berbunga dan berbuah. Curah hujan yang dikehendaki untuk budidaya tanaman kapas adalah 700 mm/tahun. Pertumbuhan yang optimal menghendaki suhu rata-rata 32°C , untuk pembentukan buah diperlukan temperature $27 - 32^{\circ}\text{C}$ dengan malam yang dingin. Kelembaban udara yang baik sekitar 70 %. Kurangnya pancaran sinar matahari akan memperlambat masaknya buah dari tuanya buah. Ketinggian tempat yang paling cocok adalah pada ketinggian 10 - 150 m dpl (Mauney, 1986).

2.2 Peran *Polyethylene Glycol* (PEG) sebagai *Osmoconditioner*

Polyethylene Glycol (PEG) merupakan senyawa yang stabil, non ionik, polymer panjang yang larut dalam air dan dapat digunakan dalam sebaran bobot molekul yang luas. *Polyethylene Glycol* 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 *polyethyleneoxide* (PEO), *polyoxyethylene* (POE) dan *polyoxirane*. PEG memiliki sifat-sifat diantaranya : 1) Larut dalam air, 2) Tidak larut dalam *ethyleter*, *hexane* dan *ethylene glikol*, 3) Tidak larut dalam air yang memiliki suhu tinggi, 4) Tidak beracun dan 5) Digunakan sebagai agen seleksi sifat ketahanan gen terutama gen toleran terhadap kekeringan.

Polyethylene Glycol (PEG) adalah nonionik, polimer yang larut dalam air, secara luas digunakan sebagai koloid penstabil dalam makanan, cat dan dalam formula obat – obatan kosmetik (Golander, 1992; 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 dimanfaatkan untuk simulasi penurunan potensial air. Potensial air dalam media yang mengandung PEG dapat digunakan untuk meniru besarnya potensial air tanah (Michel dan Kaufmann, 1973).



Gambar 2.2 Struktur kimia molekul PEG (Rohaeti, 2003).

Beberapa kelebihan dari PEG yaitu mempunyai sifat dalam proses penyerapan air, sebagai *selective agent* diantaranya tidak toksik terhadap tanaman, larut dalam air, dan telah digunakan untuk mengetahui pengaruh kelembaban terhadap perkecambahan biji tanaman budi daya, bisa masuk ke dalam 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 an Kaufmann, 1973; Rita, 2005).

Polyethylene Glycol (PEG) memiliki sifat dalam proses penyerapan air, disebut juga makrogol, merupakan polimer sintetik 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 – 300000 (Alatas, 2006). Menurut Rosen (1978) dalam Karim (2008) *Polyethylene Glycol* termasuk surfaktan non ionik yang banyak digunakan dalam formulasi sediaan obat karena sifatnya yang stabil, mudah campur dengan komponen-komponen lain, tidak beracun, tidak iritatif, dan efektif dalam rentang pH yang lebar.

Penelitian Morris (1992) dalam Sudjaswadi (2006) menyatakan bahwa Campuran *Polyethylene Glycol* (PEG) bernomor 1150 – 6000 dengan tween 80 (PT, perbandingan 1:1 hingga 1:3) telah diteliti tentang sifat-sifat struktur komponen penyusunnya, sehingga disimpulkan bahwa campuran senyawa tersebut merupakan bahan pembawa (*vechicle*) yang baik untuk dispersi padat sediaan obat. Sementara itu, baik PEG maupun tween 80 dapat mempengaruhi atau mengubah permeabilitas membran, sehingga dapat menaikkan ketersediaan hayati obat dan meningkatkan efek obat-obat antibakteri.

Morris (1992) menjelaskan bahwa *Polyethylene Glycol* (PEG) merupakan media semipolar, berfungsi sebagai jembatan antara obat yang umumnya lipofilik dengan cairan biologis yang hidrofilik. Wade dan Weller (1994); Avanti (2007) juga mengatakan bahwa PEG merupakan polimer kristalin berbobot molekul tinggi dan mempunyai kemampuan untuk membentuk larutan padat interstitial dari senyawa aktif yang tidak menyebabkan iritasi kulit.

2.3 Viabilitas Benih

Menurut Sadjad (1994) viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan oleh proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya. Penurunan viabilitas sebenarnya merupakan perubahan fisik, fisiologis dan biokimia yang akhirnya dapat menyebabkan hilangnya viabilitas benih. Salah satu gejala biokimia pada benih selama mengalami penurunan viabilitas adalah terjadinya perubahan kandungan beberapa senyawa yang berfungsi sebagai bahan sumber energi utama. Dalam keadaan ini benih mempunyai persediaan sumber energi karena terjadi perombakan senyawa makro seperti lemak dan karbohidrat menjadi senyawa metabolik lainnya (Pirenaning, 1998).

Menurut Sadjad (1994) viabilitas benih dibagi menjadi 2 macam, yaitu viabilitas optimum (viabilitas potensial) dan viabilitas suboptimum (vigor).

1. Viabilitas Optimum (viabilitas potensial)

Viabilitas potensial yaitu apabila benih lot memiliki pertumbuhan normal pada kondisi optimum. Benih memiliki kemampuan potensial, sebab lapangan produksi tidak selalu dalam kondisi optimum. Apabila lot itu menghadapi kondisi suboptimum kemampuan potensial itu belum tentu dapat mengatasi. Lot benih mempunyai kemampuan lebih dari potensial apabila mampu menghasilkan pertanaman normal dalam kondisi suboptimum (Sadjad 1994).

Parameter yang digunakan dalam menentukan viabilitas potensial adalah daya berkecambah dan berat kering kecambah. Hal ini didasarkan pada pengertian bahwa struktur tumbuh pada kecambah normal tentu mempunyai

kesempurnaan tumbuh yang dapat dilihat dari bobot keringnya. Selain berat kering kecambah dan daya berkecambah, untuk deteksi parameter viabilitas potensial juga digunakan indikasi tidak langsung yang berupa gejala metabolisme yang ada kaitannya dengan pertumbuhan benih (Sutopo, 2004).

2. Viabilitas Suboptimum (vigor).

Menurut Sadjad (1993) viabilitas suboptimum atau vigor merupakan suatu kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman yang berproduksi normal dalam keadaan lingkungan yang suboptimum dan berproduksi tinggi dalam keadaan optimum atau mampu disimpan dalam kondisi simpan yang suboptimum dan tahan simpan lama dalam kondisi yang optimum.

Menurut Heydecker (1972) dalam Sutopo (2004) rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Genetis

Ada kultivar-kultivar tertentu yang lebih peka terhadap keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan, ataupun tidak mampu untuk tumbuh cepat dibandingkan dengan kultivar lainnya.

2. Fisiologis

Kondisi fisiologis dari benih yang dapat menyebabkan rendahnya vigor adalah kurang masaknyanya benih pada saat panen dan kemunduran benih selama penyimpanan

3. Morfologis

Dalam mutu kultivar biasanya terjadi peristiwa bahwa benih-benih yang lebih kecil menghasilkan bibit yang kurang memiliki kekuatan tumbuh dibandingkan dengan benih besar

4. Sitologis

Kemunduran benih yang disebabkan antara lain oleh aberasi kromosom

5. Mekanis

Kerusakan mekanis yang terjadi pada benih baik pada saat panen, ataupun penyimpanan sering pula mengakibatkan rendahnya vigor pada benih

6. Mikroba

Mikroorganisme seperti cendawan atau bakteri yang terbawa oleh benih akan lebih berbahaya bagi benih pada kondisi penyimpanan yang tidak memenuhi syarat ataupun pada kondisi lapangan yang memungkinkan berkembangnya patogen-patogen tersebut. Hal ini akan mengakibatkan penurunan vigor benih.

2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Viabilitas Benih Dalam Penyimpanan

Menurut Kuswanto (1996) dan Sutopo (2004) viabilitas benih dalam penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

a) Kandungan air benih

Benih yang akan disimpan sebaiknya memiliki kandungan air yang optimal, yaitu 20% pada benih ortodok (seperti benih kapas). Semakin tinggi

kandungan air dalam benih selama penyimpanan maka akan cepat sekali mengalami kemunduran viabilitas benih.

b) Viabilitas awal benih

Benih yang akan disimpan harus mempunyai viabilitas awal yang semaksimum mungkin untuk mencapai waktu simpan yang lama. Karena selama masa penyimpanan yang terjadi hanyalah kemunduran dari viabilitas awal tersebut. Benih-benih dengan viabilitas awal yang tinggi lebih tahan terhadap kelembaban serta temperatur tempat penyimpanan yang kurang baik dibandingkan dengan benih-benih yang memiliki viabilitas awal yang rendah.

c) Temperatur

Temperatur yang terlalu tinggi pada saat penyimpanan dapat mengakibatkan kerusakan pada benih. Karena akan memperbesar terjadinya penguapan zat cair dari dalam benih, sehingga benih akan kehilangan daya imbibisi dan kemampuan untuk berkecambah. Temperatur yang optimum untuk penyimpanan benih jangka panjang $0^{\circ} - 32^{\circ}\text{C}$. Antara kandungan air benih dan temperatur terdapat hubungan yang sangat erat dan timbal balik. Jika salah satu tinggi maka yang lain harus rendah.

d) Kelembaban

Kelembaban lingkungan selama penyimpanan juga sangat mempengaruhi viabilitas benih. Kelembaban nisbi lingkungan simpan harus diatur sehingga berkeseimbangan dengan kandungan air benih pada keadaan yang menguntungkan untuk jangka waktu simpan yang panjang. Kebanyakan jenis benih kelembaban nisbi antara 50% - 60% adalah cukup baik untuk

mempertahankan viabilitas benih paling tidak untuk jangka waktu penyimpanan selama setahun.

e) Gas disekitar Benih

Adanya gas disekitar benih dapat mempertahankan viabilitas benih, misalnya gas CO_2 yang akan mengurangi konsentrasi O_2 sehingga respirasi benih dapat dihambat.

f) Mikroorganisme

Kegiatan mikroorganisme yang tergolong dalam hama dan penyakit gudang dapat mempengaruhi viabilitas benih yang disimpan. Jenis-jenis insekta yang termasuk hama perusak benih dalam simpanan seperti; *Calandra* sp, sedangkan hama gudang seperti *Tribolium* sp.

2.5 Perkecambahan Biji

2.5.1 Definisi Perkecambahan Biji

Menurut Sastroutomo (1990) perkecambahan adalah sebagai awal dari pertumbuhan suatu biji/organ perbanyakkan vegetatif. Sedangkan menurut Abidin (1987) perkecambahan adalah aktifitas pertumbuhan yang sangat singkat suatu embrio dalam perkecambahan dari biji menjadi tanaman muda. Perkecambahan merupakan pengaktifan kembali embrionik axis biji yang terhenti untuk kemudian membentuk bibit (*seedling*) (Kamil, 1987).

Perkecambahan adalah pertumbuhan embrio yang dimulai kembali setelah penyerapan air/imbibisi, dalam hal ini biji akan berkecambah setelah mengalami masa dorman yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal seperti embrio

masih berbentuk rudimen atau belum masak, kulit biji yang tahan impermeabel atau adanya penghambat tumbuh (Hidayat, 1995).

Perkecambahan dapat terjadi apabila substrat (karbohidrat, protein, lipid) berperan sebagai penyedia energi yang akan digunakan dalam proses morfologi (pemunculan organ-organ tanaman seperti akar, daun dan batang). Dengan demikian kandungan zat kimia dalam biji merupakan faktor yang sangat menentukan dalam perkecambahan biji (Ashari, 1995). Tipe pertumbuhan awal kecambah kapas adalah plumul dimana munculnya radikel diikuti dengan memanjangnya hipokotil secara keseluruhan dan membawa serta kotiledon dan plumula keatas permukaan tanah (Hidayat, 1995).

2.5.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perkecambahan

Sadjad (1995) dalam Syahrir (2000) menyatakan bahwa perkecambahan benih ditentukan oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik yang berpengaruh meliputi susunan kimia benih dan berhubungan pula dengan lamanya benih itu hidup. Sifat ketahanan hidup ini mencakup kadar air benih, kegiatan enzim dalam benih, dan sifat – sifat fisik ataupun kimia pada kulit benih. Adapun faktor – faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap proses perkecambahan benih adalah air, oksigen, suhu, dan cahaya.

Menurut Abidin (1987), Kuswanto (1996), dan Sutopo (2002) perkecambahan benih dipengaruhi oleh dua faktor yaitu :

1. Faktor Dalam

a. Tingkat Kematangan Benih

Kematangan biji sangat berpengaruh pada proses perkecambahan karena cadangan makanan yang terdapat dalam endosperm yang belum masak masih belum cukup bagi pertumbuhan embrio dibanding dengan endosperm pada biji yang matang.

b. Ukuran Benih

Dalam jaringan penyimpanan cadangan makanan pada biji terdapat karbohidrat, protein, lemak dan mineral. Benih yang berukuran besar dan berat mempunyai cadangan makanan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan benih yang berukuran kecil.

c. Dormansi.

Dormansi adalah kemampuan benih untuk menangguhkan perkecambahan sampai pada saat dan tempat yang menguntungkan baginya untuk tumbuh. Biji yang mengalami dormansi sebenarnya viable (hidup) tetapi tidak berkecambah meskipun diletakkan pada lingkungan yang memenuhi syarat bagi perkecambahannya.

d. Suplai hormon

Hormon yang terdapat di dalam endosperm atau kotiledon berfungsi sebagai pemacu pembentukan enzim hidrolitik selain itu memberikan kemampuan dinding sel untuk mengembang sehingga sifatnya menjadi elatis.

Perkecambahan benih terhambat karena:

- 1) Inhibitor, inhibitor akan menghambat perkecambahan benih baik didalam maupun dipermukaan benih. Zat ini akan menghambat perkecambahan pada konsentrasi tertentu, seperti *coffenic acid*
- 2) Larutan dengan nilai osmotik tinggi, perkecambahan benih akan terhambat jika benih berimbibisi pada larutan tinggi, misalnya NaCl atau manitol
- 3) Bahan yang menghambat lintasan metabolik atau menghambat pernafasan, antara lain: sianida, flourida, caumarin, herbisidi, dll.

2. Faktor Luar

Menurut Kuswanto (1996) dan Santoso (1990) faktor luar yang dapat mempengaruhi perkecambahan benih antara lain:

1. Air

Air merupakan kebutuhan dasar yang utama dan sangat penting untuk perkecambahan. Kebutuhan air berbeda-beda tergantung dari spesies tanaman. Fungsi air adalah: (1) untuk melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperm membengkak yang menyebabkan retaknya kulit benih, (2) sebagai pertukaran gas sehingga suplai oksigen kedalam benih terjadi, (3) mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses metabolisme di dalam benih, (4) mentranslokasikan cadangan makanan ketitik tumbuh yang memerlukan.

2. Suhu

Suhu merupakan syarat penting bagi perkecambahan biji. Suhu yang diperlukan dalam perkecambahan biji kebanyakan biji berkisar antara $26,5^{\circ}C - 35^{\circ}C$. Di luar kondisi tersebut biji akan gagal berkecambah atau terjadi kerusakan yang menghasilkan kecambah abnormal.

Pengaruh suhu terhadap perkecambahan benih dapat dicerminkan melalui suhu kardinal yaitu suhu minimum, optimum dan maksimum. Suhu minimum adalah suhu terendah dimana perkecambahan dapat terjadi secara normal, dan di bawah suhu itu benih tidak berkecambah dengan baik. Suhu optimum yaitu suhu yang paling sesuai untuk perkecambahan, dan suhu maksimum adalah suhu tertinggi dimana perkecambahan dapat terjadi, diatas suhu maksimum ini benih tidak berkecambah normal

3. Oksigen

Dalam perkecambahan O_2 digunakan untuk respirasi, konsentrasi O_2 yang diperlukan untuk perkecambahan adalah 20 %.

4. Cahaya

Cahaya memegang peranan yang sangat penting dalam perkecambahan. Pada umumnya kualitas cahaya terbaik untuk perkecambahan dinyatakan dengan panjang gelombang berkisar antara 660 nm – 700 nm. Biji yang dikecambahkan dalam keadaan gelap dapat menghasilkan kecambah yang mengalami etiolasi yaitu pemanjangan yang tidak normal pada hipokotilnya atau epikotilnya, kecambah warna pucat, dan lemah. Meskipun pada beberapa tanaman perkecambahannya tidak memerlukan cahaya, seperti kopi.

5. Medium

Medium yang baik bagi perkecambahan harus memiliki sifat yang baik seperti gembur, mempunyai kemampuan menyimpan air, dan bebas dari organisme penyebab penyakit terutama cendawan.

2.6 Mekanisme Perkecambahan Biji

Menurut Sutopo (2004) proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian dari perubahan – perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma. Tahap kedua dimulai dengan kegiatan – kegiatan sel dan enzim – enzim serta naiknya tingkat respirasi benih. Tahap ketiga merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan – bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk – bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik – titik tumbuh. Tahap keempat adalah asimilasi dari bahan – bahan yang telah diuraikan tadi di daerah meristematik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pembentukan sel – sel baru. Tahap kelima adalah pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, perbesaran dan pembagian sel – sel pada titik tumbuh. Sementara daun belum dapat berfungsi sebagai fotosintesa maka pertumbuhan kecambah sangat tergantung pada persediaan makanan yang ada dalam biji.



Gambar 2.6 Mekanisme Perkecambahan Biji (Anonymous, 2009).

Kamil (1979) menyatakan bahwa pada perkecambahan terjadi proses-proses yang meliputi : penyerapan air, hidrolisis cadangan makanan, pengangkutan zat makanan, pembentukan dari bahan-bahan yang telah terurai (asimilasi), pernapasan, dan pertumbuhan.

2.7 Peranan Air dalam Proses Perkecambahan

Air merupakan faktor lingkungan yang sangat diperlukan dalam perkecambahan. Kehadiran air sangat penting untuk aktifitas enzim serta penguraian cadangan makanan, trasnlokasi zat makanan, dan proses fisiologis lainnya (Abidin, 2000).

Secara fisik air berpengaruh pada pelunakan kulit biji sehingga embrio mampu menembusnya. Sebagian besar air dalam protoplasma sel biji hilang sewaktu biji mengalami pemasakan sempurna dan lepas dari induknya, sejak itu hampir semua metabolisme sel berhenti sampai perkecambahan dimulai. Secara biokimia air mempengaruhi perkembangan sel dimana dengan air fungsi dari

organel-organel akan kembali aktif (Loveless, 1989). Selain itu Ashari (1995) menyatakan bahwa air juga berfungsi sebagai pelunak kulit biji, melarutkan cadangan makanan, saran transportasi makanan terlarut, serta bersama-sama dengan hormon mengatur pemanjangan dan pengembangan sel.

2.8 Kapas Dalam Pandangan Islam

Dalam Q.S Al-A'raf ayat 26 dijelaskan tentang kegunaan kapas sebagai bahan pakaian :

يٰۤاٰدَمُ قَدْ اَنْزَلْنَا عَلَيْكَ لِبَاسًا يُّوْرِى سَوْءَتِكَمْ وَرِيشًا ط وَلِبَاسٌ اَلْتَّقْوٰى
 ذٰلِكَ خَيْرٌ ذٰلِكَ مِّنْ ءَايٰتِ اللّٰهِ لَعَلَّهُمْ يَذَّكَّرُوْنَ ﴿٢٦﴾

Artinya :

“Hai anak Adam¹ Sesungguhnya kami Telah menurunkan kepadamu pakaian untuk menutup auratmu dan pakaian indah untuk perhiasan. dan pakaian taqwa² Itulah yang paling baik. yang demikian itu adalah sebahagian dari tanda-tanda kekuasaan Allah, Mudah-mudahan mereka selalu ingat” (Al-A'raf:26).

Dari ayat tersebut mengandung pengertian bahwa Allah telah menurunkan bahan untuk membuat pakaian (kapas), sehingga manusia dapat menutup auratnya, dengan menutup aurat umat manusia tidak telanjang. Bahan yang digunakan sebagai pakaian itu salah satunya adalah kapas.

Menurut Shihab (2002) dijelaskan bahwa pesan ayat ini merupakan penyampaian Ilahi tentang nikmat-Nya, antara lain ketersediaan pakaian yang dapat menutup “aurat” mereka. Ayat ini berpesan Hai anak-anak Adam, yakni manusia putra-putri Adam sejak putra pertama hingga anak terakhir dari

¹ Maksudnya ialah: umat manusia

² Maksudnya ialah: selalu bertakwa kepada Allah.

keturunannya sesungguhnya Kami Tuhan Yang Maha Kuasa telah menurunkan kepada kamu pakaian, yakni menyiapkan bahan pakaian (yakni kapas) untuk menutupi aurat-aurat kamu, yakni aurat lahiriyah. Serta menyiapkan pula bulu, yakni bahan-bahan pakaian indah untuk menghiasi diri kamu.

Dalam tafsir Al-Misbah kata (لباس) *libas* dalam Q.S Al-A'raf ayat 26 menegaskan segala sesuatu yang dipakai, baik penutup badan, kepala, atau yang dipakai di jari dan lengan seperti cincin dan gelang. Sedangkan kata (ريش) *risy* pada mulanya berarti bulu, dan karena bulu binatang merupakan hiasan dan hingga kini dipakai oleh sementara orang sebagai hiasan, baik di kepala maupun melilit leher, maka kata tersebut dipahami dalam arti pakaian yang berfungsi sebagai hiasan (Shihab, 2002).

Dari sini dapat dipahami dua fungsi dari sekian banyak fungsi pakaian. Pertama, sebagai penutup bagian-bagian tubuh yang dinilai oleh agama dan atau dinilai oleh seseorang atau masyarakat sebagai buruk bila dilihat, dan yang kedua adalah sebagai hiasan yang menambah keindahan pemakainya. Ini memberi isyarat bahwa agama memberi peluang yang cukup luas untuk memperindah diri dan mengekspresikan keindahan (Shihab, 2002).

Sedangkan Dalam tafsir Nurul Qur'an dijelaskan bahwa kegunaan pakaian yang Allah berikan pada kita itu bukan hanya untuk menutupi tubuh dan bagian-bagian tertentu (aurat) kita saja, tetapi juga bisa sebagai perhiasan. Pakaian bisa merupakan bagian keindahan dan perhiasan tersendiri yang akan membuat kemegahan pada seseorang sehingga tampak lebih indah ketimbang apa yang sebenarnya (Imani, 2004).

Menurut tafsir Al-Maragi dijelaskan bahwa Allah menyeru kepada anak cucu Adam, dan menyebutkan anugerah-Nya kepada mereka. Yakni tentang nikmat yang Dia anugerahkan kepada mereka berupa pakaian yang bermacam-macam tingkat dan kualitasnya, dari sejak pakaian rendah yang digunakan untuk menutup aurat, sampai dengan pakaian yang paling tinggi, berupa perhiasan-perhiasan yang menyerupai bulu burung dalam memelihara tubuh dari panas dan dingin, disamping merupakan keindahan dan keelokan. Maksud diturunkannya hal-hal dari langit ialah diturunkannya bahan berupa kapas, wool bulu sutera, bulu burung dan lainnya, yang ditimbulkan oleh kebutuhan dan manusia telah terbiasa memakainya, setelah mereka mempelajari cara-cara membuatnya, berkat naluri dan sifat yang Allah adakan dalam diri mereka. Dengan naluri dan sifat-sifat tersebut, mereka dapat memintal, menenun dan merajut semua itu dengan berbagai cara, lalu menjahitnya menurut bentuk yang beragam (Mustofa, 1993).

Dalam tafsir Fi Zilalil Qur'an kata لبس dalam surat Al-A'raf: 26 adakalanya diartikan dengan untuk menutup aurat yang berupa pakaian dalam, sedangkan ريش adakalanya diartikan dengan pakaian untuk menutup dan menghiasi tubuh, yaitu pakaian luar. Disini terdapat relevansi antara pensyariatan pakaian untuk menutup aurat dan perhiasan, dengan takwa. Keduanya adalah pakaian, yang ini untuk menutup aurat hati dan menghiasinya, dan yang itu untuk menutup aurat fisik dan menghiasinya. Keduanya memiliki relevansi, dari rasa takwa kepada Allah dan malu kepadanya, lahirlah perasaan jijik dan malu kalau bertelanjang. Barangsiapa yang tidak malu kepada Allah dan tidak bertakwa kepada-Nya, maka ia tidak akan peduli untuk berpenampilan telanjang atau

menyerukan ketelanjangan. Yakni, telanjang dari rasa malu dan takwa, dan telanjang dari pakaian dan membuka aurat. Quthb (2002) juga menjelaskan Allah mengingatkan anak Adam terhadap nikmat yang diberikannya kepada mereka didalam mensyariatkan pengenaan pakaian dan menutup aurat, untuk melindungi kemanusiaan mereka agar tidak terjerumus kedalam tradisi binatang.

Dalam tafsir Al-Misbah kata (لباس التقوي) *libasut-taqwa* dalam Q.S Al-A'raf ayat 26 dibaca oleh imam Nafi, Ibnu Amir, Al-Kisai dan Abu Ja'fat dengan nashab (dibaca; *libasat-taqwa*) bukan berarti *libasut-taqwa* sebagaimana bacaan yang lain). Ini berarti pakaian dimaksud yakni pakaian takwa termasuk juga pakaian yang diturunkan Allah, dan jika demikian, tentu ia tidak berupa sesuatu yang abstrak, melainkan konkrit. Karena itu jika demikian bacaan takwa yang dimaksud di sini bukan takwa dalam pengertian agama yang populer, yakni upaya melaksanakan perintah Allah dan menjauhi larangan-Nya, tetapi maknanya adalah makna kebahasaan yaitu *pemeliharaan / perlindungan*. Dari sini dipahami bahwa *libasut-taqwa* adalah pakaian yang dapat memelihara dan melindungi seseorang, dalam bentuk perisai, yang digunakan dalam peperangan untuk menghindarkan pemakaiannya dari luka atau kematian (Shihab, 2002).

Menurut tafsir Al-Maragi dijelaskan bahwa yang dimaksud (لباس التقوي) *libasut-taqwa* ialah pakaian ma'nawi, bukan pakaian kongkrit, sedangkan menurut riwayat dari Abbas, bahwa yang dimaksud ialah iman dan amal saleh, karena iman dan amal saleh itu lebih baik dari perhiasan-perhiasan pakaian. Disamping itu ada riwayat Zain bin Ali bin Ali-Husain, bahwa yang dimaksud ialah pakaian perang (Mustofa, 1993).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial atau *Completely Random Design* pola faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 (K) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan. Faktor kedua ialah lama perendaman (L) di dalam larutan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang terdiri dari 3 taraf perlakuan. Perlakuan dalam penelitian adalah hasil kombinasi antar faktor dari seluruh taraf perlakuan.

Penentuan ulangan perlakuan menggunakan rumus Hanafiah (1993) yaitu :

$$(t-1)(r-1) \geq 15 \quad \text{Keterangan : } t = \text{treatment / perlakuan}$$

$$r = \text{replikasi / ulangan}$$

Dengan demikian berdasarkan rumus tersebut, perlakuan dalam penelitian masing – masing dilakukan dalam 3 kali ulangan, sehingga keseluruhan menghasilkan 36 kombinasi perlakuan, yaitu $3 \times 3 \times 4$ unit percobaan.

Faktor I adalah konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 (K), diantaranya :

$$K0 = 0 \text{ ppm}, \quad K2 = 5 \text{ ppm dan}$$

$$K1 = 3 \text{ ppm}, \quad K3 = 7 \text{ ppm}$$

Faktor II lama perendaman (L) adalah sebagai berikut :

$$L1 = 3 \text{ jam}$$

$$L2 = 6 \text{ jam}$$

$$L3 = 9 \text{ jam}$$

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan lama perendaman

Konsentrasi (K)	Lama perendaman (L)		
	L1	L2	L3
K0	K0L1	K0L2	K0L3
K1	K1L1	K1L2	K1L3
K2	K2L1	K2L2	K2L3
K3	K3L1	K3L2	K3L3

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret - April 2009. Bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim (MALIKI) Malang, Jalan Gajayana 50 Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : timbangan analitik, beker gelas 200 ml dan 250 ml, gelas ukur 20 ml, penggaris, oven, sendok, bak, kamera, pengaduk kaca, pipet tetes, kertas merang steril berukuran 20 x 30 cm dan lembaran plastik ukuran 20 x 30 cm.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kapas (*Gossypium hirsutum* L) yang mengalami viabilitas menurun, *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 dan Aquadest.

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah : konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 dan lama perendaman.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah persentase daya kecambah (*germination percentage*), panjang hipokotil, berat kering dan waktu berkecambah.

3.5 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa prosedur yang akan dilakukan yakni :

1. Menyiapkan benih

Pemilihan benih dilakukan dengan melihat data daya kecambah yang ada di Balittas sehingga mengetahui benih yang benar – benar mengalami viabilitas menurun sekitar 60 – 70 %. Dengan cara memilih benih yang sudah tersimpan cukup lama kira – kira 1 sampai 3 tahun tetapi masih memiliki daya kecambah.

2. Penyiapan larutan

Dalam penentuan pembuatan larutan PEG 6000 menurut Mulyono (2006), mengikuti rumus sebagai berikut : $N1.V1 = N2.V2$.

Terlebih dahulu membuat larutan stok (larutan induk) PEG 6000, yaitu dengan membuat larutan 100 ppm PEG 6000 = 500 mg atau 0.5 g PEG yang dilarutkan dalam 500 ml air.

Tabel 3.5 Pengenceran PEG 6000 menjadi beberapa konsentrasi

N1	V1	N2	V2	Penambahan
100 ppm PEG	ml	ppm	Volume air	Air (ml)
100 ppm	0	0	200 ml	200 ml
100 ppm	6	3	200 ml	194 ml
100 ppm	10	5	200 ml	190 ml
100 ppm	14	7	200 ml	186 ml

3. Perendaman biji dan perlakuan dengan *Polyethylene Glycol*.

Penelitian ini menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000. Benih direndam dalam larutan PEG selama 3 jam, 6 jam dan 9 jam dengan konsentrasi PEG = 0 ppm, 3 ppm, 5 ppm dan 7 ppm.

4. Menyiapkan media tanam

Penelitian ini menggunakan teknik pengujian daya berkecambah dengan metode UKDdp (Uji Kertas Digulung dalam plastik) benih kapas dikecambahkan pada substrat kertas merang dengan ukuran 20 cm x 30 cm.

5. Pengujian benih kapas

Pengujian dilakukan dengan 3 kali ulangan setiap perlakuan benih yakni dengan cara :

- 3 lembar kertas merang dibasahi dengan air, tujuannya agar kertas merang lembab sehingga benih akan mampu menyerap air dan tidak mengalami kekeringan pada saat berkecambah.
- 2 lembar kertas merang disiapkan dengan diletakkan diatas sehelai plastik yang berukuran 20 cm x 30 cm.

- c) Mengambil 25 butir benih kapas yang sudah direndam dalam larutan PEG 6000 sesuai perlakuan. Disusun sedemikian rupa sehingga memberi kesempatan setiap benih untuk tumbuh bebas dengan akar primer ke bawah.
- d) Ditutup dengan 1 lembar kertas merang yang sudah dibasahi, dan digulung dengan rapi. Selanjutnya diikat dengan gelang karet di bagian tengah gulungan, kemudian gulungan diletakkan dengan posisi berdiri pada bak.

6. Pengamatan

Pengamatan perkecambahan dilakukan pada waktu kecambah berumur 7 Hari Setelah Tanaman (HST) (Balittas, 2009). Parameter yang diamati meliputi :

- a. Persentase daya berkecambah (% DB) dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ DB} = \frac{\sum KN}{\sum TB} \times 100\%$$

Ket : %DB = Persentase daya berkecambah

$\sum KN$ = Jumlah kecambah normal

$\sum TB$ = Jumlah total benih yang dikecambahkan (BSN, 2004).

- b. Panjang hipokotil (cm)

Pengukuran panjang hipokotil, diukur mulai dari ujung akar sampai pangkal leher hipokotil.

- c. Berat kering (gram)

Berat kering kecambah dilakukan dengan cara hipokotil dan akar dipisahkan, sedangkan daun kecambah dibuang. Kecambah

dimasukkan kedalam amplop (sesuai tempat) secara terpisah dan dimasukkan kedalam oven (Herehaus) dengan suhu 80 °C selama 2 x 24 jam (Salisbury dan Ross, 1985).

d. Waktu Berkecambah

Pengamatan pada waktu berkecambah ini dilakukan mulai hari ke-3, ke-5 dan ke-7 HST. Dengan menghitung lama waktu berkecambah oleh satuan hari. Dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rata - Rata} = \frac{N1.T1 + N2.T2 + + Nx.Tx}{\sum Total}$$

Dimana :

N = Jumlah biji yang berkecambahkan pada saat waktu tertentu

T = Menunjukkan jumlah antara awal pengujian sampai dengan akhir dari interval tertentu suatu pengamatan

Σ total = Jumlah keseluruhan benih yang berkecambahkan

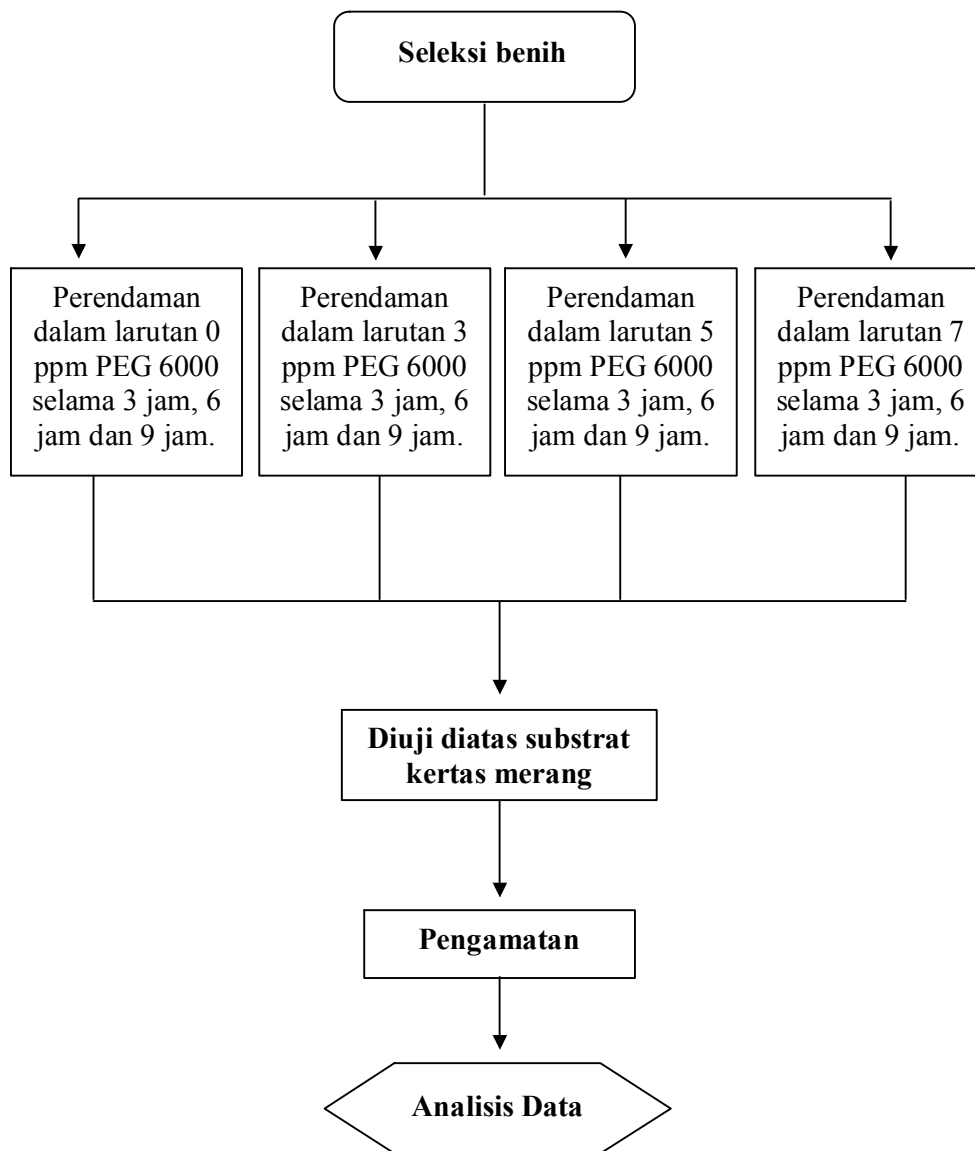
(Sutopo, 2004).

3.6 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan analisis variansi (ANOVA) ganda. Apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 %.

3.7 Desain Penelitian

Secara diagramatis, bagan alur penelitian ini dapat terangkum pada gambar bagan dibawah ini :



Gambar 3.7 Bagan alur penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

4.1.1 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, yang berarti terdapat pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap persentase daya berkecambah benih Kapas. Data hasil pengamatan dengan parameter persentase daya berkecambah selengkapnya dicantumkan pada lampiran 1 (b). Selanjutnya hasil uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.1.1 :

Tabel 4.1.1 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata Persentase Kecambah (%)	Notasi UJD 5%
K0 (0 ppm)	54.78	a
K3 (7 ppm)	77.00	b
K2 (5 ppm)	81.78	bc
K1 (3 ppm)	85.78	c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Bedasarkan uji lanjut dengan DMRT 5% pada tabel 4.1.1 menunjukkan bahwa perlakuan K0 (0 ppm) memberikan nilai terendah sedangkan K1 (3 ppm), K2 (5 ppm) dan K3 (7 ppm) memberikan nilai terbaik, masing – masing memiliki nilai persentase daya kecambah yaitu 85.78 %, 81.78 % dan 77.00 %. Terlihat

dari tabel tersebut juga diketahui bahwa semakin rendah konsentrasi PEG, maka semakin tinggi nilai daya kecambah benih kapas. Hal ini menunjukkan bahwa PEG mampu membantu meningkatkan daya kecambah benih kapas yang ditunjukkan dengan tingginya nilai persentase daya berkecambah pada semua konsentrasi dibandingkan dengan perlakuan yang tidak menggunakan PEG, tetapi tidak membutuhkan konsentrasi PEG yang tinggi. Karena dengan konsentrasi yang tinggi akan membuat enzim dan substrat yang bereaksi menjadi encer sehingga metabolisme menjadi lambat. Daya kecambah benih merupakan variabel dalam menduga viabilitas benih (Sutopo, 2004).

Dari hasil analisis di atas, dapat diketahui bahwa konsentrasi PEG yang lebih efektif adalah konsentrasi PEG 3 ppm. Hal ini disebabkan karena konsentrasi PEG 3 ppm merupakan konsentrasi paling sedikit secara statistik menghasilkan nilai yang sama tinggi dengan konsentrasi PEG 5 ppm dan 7 ppm pada persentase daya kecambah, konsentrasi PEG 3 ppm dapat digunakan sebagai acuan rekomendasi konsentrasi PEG yang optimal dalam perlakuan *priming* benih kapas sebelum tanam.

Menurut Azhari (1995) semakin tinggi konsentrasi PEG maka kemungkinan benih akan mengimbibisi air lebih cepat. Air merupakan syarat utama dalam proses perkecambahan. Proses awal perkecambahan adalah proses imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih melalui proses difusi dan osmosis sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu. Proses imbibisi dapat memacu hormon untuk aktif. Akibat serapan air tersebut maka hormon giberelin terangsang, dan selanjutnya mendorong aktivitas enzim yang berfungsi

merombak zat cadangan makanan yang terdapat pada kotiledon ataupun endosperma. Zat makanan terlarut dari hasil kerja enzim tersebut belum dapat digunakan secara langsung untuk aktivitas tumbuh, akan tetapi memerlukan perombakan lebih lanjut dengan bantuan oksigen. Sebagai contoh, proses perombakan glukosa menjadi energi melalui proses respirasi.

Menurut Kamil (1979) proses perkecambahan melalui beberapa tahap yaitu; (1) penyerapan air, proses penyerapan air merupakan proses pertama kali terjadi pada perkecambahan suatu biji yang diikuti oleh pelunakan kulit biji dan pengembangan. (2) pencernaan, pada proses pencernaan terjadi pemecahan zat atau senyawa bermolekul besar, kompleks menjadi senyawa bermolekul lebih kecil, kurang kompleks, larut dalam air dan dapat diangkut melalui membran dan dinding sel. (3) pengangkutan makanan, cadangan makanan yang telah dicerna dengan hasilnya asam amino, asam lemak dan gula diangkut dari daerah jaringan penyimpanan makanan ke daerah yang membutuhkan yaitu titik-titik tumbuh. (4) Asimilasi, asimilasi merupakan tahap terakhir dalam penggunaan cadangan makanan dan merupakan suatu proses pembangunan kembali. Pada proses asimilasi protein yang telah dirombak oleh enzim protease menjadi asam amino dan diangkut ke titik-titik tumbuh dan disusun kembali menjadi protein baru. (5) Respirasi, respirasi pada perkecambahan biji sama halnya dengan respirasi biasa yang terjadi pada bagian tumbuhan lainnya, yaitu proses perombakan sebagian cadangan makanan menjadi senyawa lebih sederhana seperti energi. (6) Proses pertumbuhan, pengembangan biji yang disebabkan penyerapan air dan pertumbuhan segera diikuti oleh pecahnya kulit biji. Suplai air yang cukup,

makanan sudah dicerna dan suplai oksigen untuk pernapasan maka embrio akan tumbuh dengan cepat. Pertumbuhan ini adalah suatu proses yang memerlukan energi, dan energi ini berasal dari pernapasan.

4.1.2 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, berarti terdapat pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap waktu berkecambah benih kapas. Data hasil pengamatan dengan parameter waktu berkecambah selengkapnya dicantumkan pada lampiran 4 (b). Selanjutnya hasil uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.1.2 :

Tabel 4.1.2 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata Waktu Berkecambah (Hari)	Notasi UJD 5%
K1 (3 ppm)	4.22	a
K2 (5 ppm)	5.16	b
K3 (7 ppm)	5.68	c
K0 (0 ppm)	6.06	c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% pada tabel 4.1.2 dapat dijelaskan bahwa perlakuan K1 (3 ppm) memberikan waktu berkecambah paling cepat (4.22 hari), diikuti oleh K2 (5 ppm) dengan lama waktu berkecambah 5.16 hari. Sedangkan K3 (7 ppm) dan K0 (0 pm) memberikan waktu berkecambah paling lama yaitu 5.68 hari dan 6.06 hari. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi K1 (3 ppm)

memberikan pengaruh yang paling baik terhadap waktu berkecambah benih kapas. Hal ini diduga karena PEG dalam konsentrasi yang rendah mampu mempercepat waktu berkecambah, sehingga konsentrasi PEG 3 ppm membantu benih untuk memudahkan dalam penyerapan air sehingga perkecambahan dapat terjadi dengan cepat, karena dengan konsentrasi yang optimal maka reaksi metabolisme akan semakin cepat begitu juga sebaliknya. Menurut Ching (1972) dalam Sutopo (2002) menyatakan bahwa tahap awal dalam perkecambahan kebutuhan air terus meningkat sampai jaringan dalam biji memiliki kandungan air 70% - 90%.

Hardegree dan Emmerich (1992) menjelaskan *Polyethylene Glycol* (PEG) adalah salah satu senyawa yang digunakan dalam *priming* di mana PEG mempunyai sifat dalam mengontrol imbibisi dan hidrasi benih. Air merupakan faktor lingkungan yang sangat diperlukan dalam perkecambahan. Kehadiran air sangat penting untuk aktifitas enzim serta penguraian cadangan makanan, translokasi zat makanan, metabolisme/biosintesis, pembelahan sel, pertumbuhan dan proses fisiologis lainnya (Abidin, 2000).

Secara fisik air berpengaruh pada pelunakan kulit biji sehingga embrio mampu menembusnya. Sebagian besar air dalam protoplasma sel biji hilang sewaktu biji mengalami pemasakan sempurna dan lepas dari induknya, sejak itu hampir semua metabolisme sel berhenti sampai perkecambahan dimulai. Secara biokimia air mempengaruhi perkembangan sel dimana dengan air fungsi dari organel-organel akan kembali aktif (Loveless, 1989). Selain itu Ashari (1995) menyatakan bahwa air juga berfungsi sebagai pelunak kulit biji, malarutkan

cadangan makanan, transportasi makanan terlarut, serta bersama-sama dengan hormon mengatur pemanjangan dan pengembangan sel.

4.1.3 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Berdasarkan hasil Analisis Varian (ANOVA) terdapat pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap panjang hipokotil Kapas. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05. Data hasil pengamatan dengan parameter panjang hipokotil selengkapnya dicantumkan pada lampiran 2 (b). Uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.1.3 :

Tabel 4.1.3 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata Panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
K0 (0 ppm)	130.20	a
K2 (5 ppm)	189.42	b
K3 (7 ppm)	202.58	bc
K1 (3 ppm)	224.71	c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Berdasarkan uji DMRT pada tabel 4.1.3 menunjukkan pengaruh konsentrasi terhadap panjang hipokotil kapas pada ke-7 hst menunjukkan bahwa K1 (3 ppm) memberikan nilai yakni 224.71 cm dan diikuti K3 (7 ppm) dan K2 (5 ppm) yaitu 202.58 cm dan 189.42 cm. Sedangkan hasil terendah diperoleh pada perlakuan K0 (0 ppm) yakni 130.20 cm. Hal ini menunjukkan bahwa PEG mampu membantu meningkatkan panjang hipokotil, tetapi tidak dibutuhkan dengan konsentrasi PEG

yang tinggi. Karena dengan konsentrasi yang tinggi akan membuat enzim dan substrat yang bereaksi menjadi encer sehingga metabolisme menjadi lambat.

Dari tabel 4.1.3 secara statistik perlakuan K2 (5 ppm) menghasilkan panjang hipokotil yang sama dengan perlakuan K3 (7 ppm), hal ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh faktor eksternal yang tidak terkontrol pada penelitian misalnya cahaya ruangan yang tidak merata. Padahal cahaya memegang peranan yang sangat penting dalam perkecambahan. Menurut Santoso (1990) pada umumnya kualitas cahaya terbaik untuk perkecambahan dinyatakan dengan panjang gelombang berkisar antara 660 nm – 700 nm. Biji yang dikecambahkan dalam keadaan gelap dapat menghasilkan kecambah yang mengalami etiolasi yaitu pemanjangan yang tidak normal pada hipokotilnya atau epikotilnya, kecambah warna pucat, dan lemah.

Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa konsentrasi PEG 3 ppm dan 7 ppm sama-sama memberikan nilai tertinggi pada variabel panjang hipokotil. Akan tetapi perlakuan yang lebih efektif adalah konsentrasi PEG 3 ppm. Hal ini disebabkan karena konsentrasi PEG 3 ppm merupakan konsentrasi paling sedikit secara statistik menghasilkan nilai yang sama tinggi dengan konsentrasi PEG 7 ppm pada panjang hipokotil, konsentrasi PEG 3 ppm dapat digunakan sebagai acuan rekomendasi konsentrasi PEG dalam perlakuan *priming* benih kapas sebelum tanam.

Masuknya air dalam biji dapat membantu mempercepat pengaktifan enzim hidrolisa sehingga degradasi cadangan makanan dapat berlangsung lebih cepat. Loveless (1989) mengemukakan bahwa masuknya air, oksigen ke dalam biji akan

mengakibatkan protoplasma menjadi lebih encer sehingga metabolisme sel akan meningkat.

Menurut Pranoto (1990) fungsi air adalah untuk (1) melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperma membengkak yang menyebabkan retaknya kulit benih, (2) memungkinkan pertukaran gas sehingga suplai oksigen ke dalam benih, (3) mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses-proses metabolisme di dalam benih, dan (4) mentranslokasikan cadangan makanan ke titik tumbuh yang memerlukan. Sebagaimana telah dijelaskan oleh Kamil (1979) *Polyethylene Glycol* (PEG) sangat berperan penting dalam proses perkecambahan karena bersifat membantu dalam proses penyerapan air oleh benih.

4.1.4 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Kecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Hasil analisis data menggunakan analisis variansi (ANAVA) diketahui bahwa terdapat pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap berat kering kecambah benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L). Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3 (b). Hasil uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% variabel berat kering kecambah disajikan pada tabel 4.1.4 :

Tabel 4.1.4 Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Kecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata Berat Kering (gram)	Notasi UJD 5%
K0 (0 ppm)	0.22	a
K2 (5 ppm)	0.33	b
K1 (3 ppm)	0.34	b
K3 (7 ppm)	0.37	b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Dari tabel 4.1.4 uji DMRT diatas dapat diketahui bahwa berat kering kecambah tertinggi sama-sama diperoleh perlakuan K3 (7 ppm) 0.37 g, K1 (3 ppm) 0.34 g dan K2 (5 ppm) 0.33 g. Sedangkan kecambah dengan berat kering terendah ialah pada perlakuan k0 (0 ppm) sebesar 0.22 g. Hal ini menunjukkan bahwa PEG mampu membantu meningkatkan berat kering kecambah.

Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa konsentrasi PEG 3 ppm, 5 ppm dan 7 ppm sama-sama memberikan nilai tertinggi pada variabel berat kering. Namun perlakuan yang lebih efektif adalah konsentrasi PEG 3 ppm. Hal ini disebabkan karena konsentrasi PEG 3 ppm merupakan konsentrasi yang paling sedikit secara statistik menghasilkan nilai yang sama tinggi dengan konsentrasi PEG 5 ppm dan 7 ppm pada berat kering. PEG dengan konsentrasi 3 ppm memberikan pemenuhan kebutuhan air yang optimal pada benih kapas, sehingga memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim dan reaksi metabolisme akan semakin cepat pada pembelahan sel. Pembelahan sel hipokotil ini terjadi setelah imbibisi, dengan adanya imbibisi maka penambahan jumlah dan ukuran sel hipokotil bertambah.

Lakitan (1996) menyatakan bahwa berat kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa-senyawa organik yang merupakan hasil sintesa tanaman dari senyawa anorganik yang berasal dari air dan karbondioksida sehingga memberikan kontribusi terhadap berat kering tanaman.

4.2 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

4.2.1 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, berarti terdapat pengaruh lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap variabel persentase daya berkecambah. Data hasil pengamatan dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 1 (b). Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.2.1 :

Tabel 4.2.1 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Lama Perendaman	Rata – rata Persentase Kecambah (%)	Notasi UJD 5%
L3 (9 Jam)	71.00	a
L1 (3 Jam)	76.33	b
L2 (6 Jam)	77.17	b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Berdasarkan uji DMRT pada tabel 4.2.1 terlihat bahwa terdapat dua perlakuan yang mendapatkan nilai persentase daya kecambah tertinggi yakni

perendaman 6 jam dan 3 jam, memberikan nilai masing-masing yaitu sebesar 77.17 % dan 76.33 %. Sedangkan untuk perlakuan perendaman selama 9 jam dalam larutan PEG menghasilkan nilai terendah yakni 71.00 %. Hal ini disebabkan karena perendaman dengan waktu yang lama akan menyebabkan semakin banyak masuknya materi PEG ke dalam benih, sehingga benih akan menyerap air lebih banyak dan menyebabkan enzim dan substrat lebih encer sehingga reaksi metabolisme menjadi lambat. Dengan demikian untuk bisa memasukkan molekul PEG ke dalam benih dalam jumlah yang sesuai, tidak memerlukan perendaman yang lama dalam membantu proses perekecambahan benih.

Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa lama perendaman dalam PEG selama 6 jam dan 3 jam sama-sama memberikan nilai tertinggi pada variabel persentase kecambah. Akan tetapi perlakuan yang lebih efektif adalah lama perendaman dalam PEG selama 3 jam. Perendaman selama 3 jam memberikan pemenuhan kebutuhan air yang optimal pada benih kapas, sehingga reaksi metabolisme pada benih akan semakin cepat dan memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim dan pembelahan sel.

Perlakuan perendaman dalam larutan PEG 6000 dapat membantu mempercepat proses imbibisi. Kamil (1979) menyatakan bahwa proses awal perkecambahan adalah proses imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu. Air diperlukan dengan jumlah yang optimal dalam suatu proses perkecambahan. Penyerapan air ini dilakukan oleh kulit benih melalui proses difusi dan osmosis. Besarnya jumlah

air yang dapat diserap oleh benih dalam perlakuan *priming* dengan PEG, kemungkinan tergantung dari banyaknya jumlah materi PEG yang diserap benih selama perlakuan. Semakin lama perendaman benih dalam PEG maka semakin banyak materi PEG yang terserap kedalam benih, sehingga kemungkinan benih akan mengimbibisi air secara cepat dan berlebihan.

Perendaman benih dalam PEG 9 jam tidak memberikan hasil yang baik pada variabel persentase daya berkecambah. Penyerapan air yang berlebihan akan mengakibatkan reaksi metabolisme semakin lambat. Sel yang terlalu berlebihan menyerap air diperkirakan dapat mengurangi konsentrasi enzim, sehingga aktivitas enzim semakin lambat begitu juga sebaliknya. Selain itu adanya air yang berlebihan pada sel juga berpengaruh terhadap proses respirasi karena kehilangan oksigen.

Utomo (2006) menyatakan bahwa air mutlak diperlukan untuk perkecambahan, meskipun demikian perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan anoksia (kehilangan oksigen), sehingga membatasi proses respirasi. Respirasi merupakan suatu tahapan proses perkecambahan yang terjadi setelah proses penyerapan air. Apabila proses respirasi terbatas maka proses perkecambahan akan berjalan lambat. Menurut Azhari (1995) peranan oksigen dalam proses perkecambahan adalah untuk mengoksidasi cadangan makanan seperti karbohidrat, lemak dan lainnya. Disamping itu oksigen juga berperan sebagai oksidator dalam perombakan gula atau respirasi. Untuk memperoleh persentase kecambah biji yang tinggi maka dalam proses perkecambahan tersedia

air yang cukup, namun tidak terlalu basah yang mengakibatkan kondisi oksigen menjadi rendah, sehingga biji tidak mampu berkecambah.

4.2.2 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05 berarti terdapat pengaruh lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap waktu berkecambah benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L). Data hasil pengamatan dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 4 (b). Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.2.2 :

Tabel 4.2.2 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Perlakuan Lama Perendaman	Rata – rata waktu berkecambah (Hari)	Notasi UJD 5%
L1 (3 Jam)	4.64	a
L2 (6 Jam)	5.16	b
L3 (9 Jam)	6.04	c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Berdasarkan dari hasil uji DMRT 5% pada tabel 4.2.2 dapat dijelaskan bahwa perendaman yang paling cepat terhadap waktu berkecambah benih kapas adalah pada perlakuan L1 (3 jam) yakni 4.64 hari, hal ini sesuai dengan hasil terbaik pada parameter daya kecambah tabel 4.2.1. Sedangkan untuk perlakuan yang mendapatkan hasil waktu berkecambah paling lama adalah perlakuan L3 (9 jam) dengan waktu berkecambah 6.04 hari. Hal ini menunjukkan bahwa PEG mampu membantu meningkatkan waktu berkecambah, tetapi tidak dibutuhkan

dengan perendaman yang lama. Karena dengan perendaman yang lama akan membuat materi PEG yang masuk ke dalam benih semakin banyak sehingga air yang diserap oleh benih menjadi banyak dan membuat enzim dan substrat yang bereaksi menjadi encer sehingga metabolisme menjadi lambat.

Semakin lama perendaman benih dalam PEG maka semakin banyak materi PEG yang terserap ke dalam benih, sehingga kemungkinan benih akan mengimbibisi air secara cepat dan berlebihan. Penyerapan air yang berlebihan akan mengakibatkan reaksi metabolisme semakin lambat. Sel yang terlalu berlebihan menyerap air diperkirakan dapat mengurangi konsentrasi enzim, sehingga aktivitas enzim semakin lambat begitu juga sebaliknya. Selain itu adanya air yang berlebihan pada sel juga berpengaruh terhadap proses respirasi karena kehilangan oksigen

Hal ini diduga karena lama perendaman 3 jam memberikan pemenuhan kebutuhan air yang optimal pada benih kapas, sehingga reaksi metabolisme pada benih akan semakin cepat dan memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim, dengan mengaktifkan enzim maka terjadilah pembelahan sel, pembelahan sel hipokotil ini terjadi setelah imbibisi, dengan adanya imbibisi maka penambahan jumlah dan ukuran sel hipokotil bertambah. Dengan konsentrasi yang optimal maka reaksi metabolisme akan semakin cepat begitu juga sebaliknya. Sehingga lama perendaman selama 3 jam dapat digunakan sebagai acuan rekomendasi perendaman dalam perlakuan *priming* benih kapas sebelum tanam.

4.2.3 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Hasil analisis data menggunakan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05 diketahui bahwa terdapat pengaruh lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap panjang hipokotil benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L). Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2 (b). Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.2.3 :

Tabel 4.2.3 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Lama Perendaman	Rata – rata Panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
L2 (6 Jam)	171.41	a
L1 (3 Jam)	176.69	a
L3 (9 Jam)	212.08	b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Berdasarkan uji DMRT pada tabel 4.2.3 menunjukkan hasil analisis variabel panjang hipokotil bertolak belakang dengan hasil pada variabel peresentase daya berkecambah dan waktu berkecambah dimana nilai panjang hipokotil paling tinggi yaitu pada perlakuan konsentrasi L3 (9 Jam) yakni 212.08 cm, sedangkan untuk perlakuan L1 (3 jam) dan L2 (6 Jam) memperoleh nilai terendah yakni sebesar 176.69 cm dan 171.41 cm. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh pengaruh perlakuan tetapi kemungkinan disebabkan ada pengaruh faktor eksternal yang di luar kontrol pada penelitian yang kurang sesuai, misalnya cahaya yang tidak merata pasca perkecambahan, cahaya digunakan dalam proses fotosintesis sehingga pertumbuhan kecambah tidak sama dengan yang lain.

Menurut Santoso (1990) pada umumnya kualitas cahaya terbaik untuk perkecambahan dinyatakan dengan panjang gelombang berkisar antara 660 nm – 700 nm. Biji yang dikecambahkan dalam keadaan gelap dapat menghasilkan kecambah yang mengalami etiolasi yaitu pemanjangan yang tidak normal pada hipokotilnya atau epikotilnya, kecambah warna pucat, dan lemah. Sehingga lama perendaman selama 3 jam dapat digunakan sebagai acuan rekomendasi perendaman dalam perlakuan *priming* benih kapas sebelum tanam. Karena lama perendaman 3 jam memberikan pemenuhan kebutuhan air yang optimal pada benih kapas, sehingga reaksi metabolisme pada benih akan semakin cepat dan memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim, dengan mengaktifkan enzim maka terjadilah pembelahan sel, pembelahan sel hipokotil ini terjadi setelah imbibisi, dengan adanya imbibisi maka penambahan jumlah dan ukuran sel hipokotil bertambah.

4.2.4 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan analisis variansi (ANAVA) diketahui menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap berat kering benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L). Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3 (b). Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.2.4 :

Tabel 4.2.4 Pengaruh Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Berat Kering Kecambah kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Lama Perendaman	Rata – rata Berat Kering (gram)	Notasi UJD 5%
L2 (6 Jam)	0.29	a
L1 (3 Jam)	0.31	ab
L3 (9 Jam)	0.34	b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Pada tabel 4.2.4 terlihat bahwa hasil analisis variabel berat kering bertolak belakang dengan hasil pada variabel peresentase daya berkecambah dan waktu berkecambah dimana perendaman L1 (3 jam), L2 (6 jam) dan L3 (9 jam) memberikan nilai notasi yang sama yakni 0.31 g, 0.29 g dan 0.34 g. Hal ini disebabkan kemungkinan ada pengaruh faktor eksternal yang di luar kontrol pada penelitian yang kurang sesuai, misalnya cahaya yang tidak merata pasca perkecambahan.

Lama perendaman selama 3 jam dapat digunakan sebagai acuan rekomendasi perendaman dalam perlakuan *priming* benih kapas sebelum tanam. Karena lama perendaman 3 jam memberikan pemenuhan kebutuhan air yang optimal pada benih kapas, sehingga reaksi metabolisme pada benih akan semakin cepat dan memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim, dengan mengaktifkan enzim maka terjadilah pembelahan sel, pembelahan sel hipokotil ini terjadi setelah imbibisi, dengan adanya imbibisi maka penambahan jumlah dan ukuran sel hipokotil bertambah. Sedangkan perendaman yang lama akan membuat materi PEG yang masuk ke dalam benih semakin banyak sehingga air yang diserap oleh benih menjadi banyak dan membuat enzim dan substrat yang bereaksi menjadi encer sehingga metabolisme menjadi lambat.

Menurut Arief (2004) perubahan respirasi pada benih yang telah lama disimpan juga dapat menyebabkan penurunan berat kering. berat kering kecambah dipengaruhi oleh lamanya pertumbuhan sejak permulaan sampai akhir proses perkecambahan yang telah ditentukan. Bila benih butuh waktu yang lama untuk tumbuh maka hasil kecambah yang diperoleh adalah kecambah pendek, ukuran daun kecambah kecil, hipokotilnya pendek, dan volume akar kecil sehingga menghasilkan berat kering relatif rendah. Akan tetapi dengan permulaan perkecambahan yang lebih cepat maka akan memberi kontribusi terhadap tingginya berat kering kecambah (Ardian, 2008). Harjadi (1988) menambahkan bahwa pertambahan ukuran dan berat kering suatu organisme menunjukkan bertambahnya protoplasma akibat bertambahnya ukuran dan jumlah sel.

4.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) terhadap viabilitas benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L) hanya terjadi interaksi pada variabel persentase daya berkecambah, panjang hipokotil, dan waktu berkecambah. Sedangkan untuk variabel berat kering tidak ada interaksi karena dari hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan $F_{hitung} < F_{tabel}$ 0,05 yakni $1.707 < 2.51$, sehingga tidak dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3 (b). Hal ini dapat disimpulkan bahwa untuk variabel berat kering antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman bekerja secara terpisah dan tidak saling mempengaruhi.

4.3.1 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Hasil analisis data menggunakan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05 diketahui bahwa terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap persentase daya berkecambah benih kapas (*Gossypium hirsutum* L). Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1 (b). Selanjutnya hasil uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.3.1 :

Tabel 4.3.1 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Persentase Daya Berkecambah Benih kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman	Rata – rata Persentase Kecambah (%)	Notasi UJD 5%
L3K0	45.33	a
L1K0	55.00	ab
L2K0	64.00	b
L3K3	74.33	c
L2K3	75.00	c
L1K2	77.67	c
L3K1	81.00	cd
L1K3	81.67	cd
L3K2	83.33	cd
L2K2	84.33	cd
L2K1	85.33	cd
L1K1	91.00	d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Pada tabel 4.3.1 terlihat bahwa perlakuan yang paling efektif dan paling tinggi dihasilkan oleh L1K1 (lama perendaman 3 jam dengan konsentrasi 3 ppm) yakni 91 % dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Diduga pada perlakuan L1K1 larutan PEG bekerja secara optimal dalam proses imbibisi, memacu aktivitas enzim dan mampu memberikan kondisi optimum bagi setiap kegiatan metabolisme kecambah sehingga masih memberikan kontribusi persentase kecambah yang baik. Hal ini disebabkan karena kombinasi perlakuan L1K1 dapat memacu aktifitas metabolisme perkecambahan benih kapas. Metabolisme sel-sel embrio dimulai setelah menyerap air yang terdiri dari reaksi-reaksi perombakan dan sintesa komponen-komponen sel untuk pertumbuhan. Proses ini akan berlangsung terus-menerus dan merupakan pendukung pertumbuhan kecambah. Sedangkan perlakuan L3K0 (lama perendaman 9 jam dengan konsentrasi 0 ppm) memberikan nilai persentase perkecambahan terendah yaitu 45.33 %.

Lakitan (1996) menyatakan bahwa proses perkecambahan diawali dengan kegiatan enzim untuk menguraikan cadangan makanan seperti karbohidrat, protein dan lemak. Menurut Johanes dalam Ma'arif (2003) proses perkecambahan dimulai dengan terabsorbsinya air dari tanah ke dalam biji. Hal ini mengakibatkan embrio menghasilkan giberellin, kemudian giberellin mendifusi ke dalam lapisan aleuron yang melapisi endosperm sebagai gudang makanan, sehingga menghasilkan sitokinin dan auksin untuk pertumbuhan embrio. Sedangkan menurut Trenggono (1990) proses perkecambahan dimulai dari proses penyerapan air, pencernaan, pengangkutan zat makanan, asimilasi, pernafasan dan yang terakhir adalah proses pertumbuhan.

4.3.2 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Hasil analisis data menggunakan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05 diketahui bahwa terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap waktu berkecambah benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L). Hasil analisis data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4 (b). Selanjutnya hasil uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.3.2 :

Tabel 4.3.2 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Waktu Berkecambah Benih kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman	Rata – rata Waktu Berkecambah (Hari)	Notasi UJD 5%
L1K1	3.03	a
L2K1	3.87	ab
L1K2	4.50	bc
L1K3	5.22	cd
L2K3	5.33	cd
L2K2	5.39	cde
L3K2	5.59	def
L3K1	5.77	def
L1K0	5.82	def
L2K0	6.06	def
L3K0	6.31	ef
L3K3	6.50	f

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Pada tabel 4.3.2 terlihat bahwa perlakuan L1K1 dan L2K1 sama – sama memberikan hasil waktu berkecambah paling cepat yakni rata-rata 3.03 hari dan 3.81 hari dibandingkan dengan perlakuan interaksi yang lain. Namun perlakuan yang paling efektif dihasilkan oleh L1K1 (3 jam dengan 3 ppm). Hal ini disebabkan karena perlakuan L1K1 merupakan perlakuan yang paling sedikit secara statistik menghasilkan nilai yang sama dengan perlakuan L2K1 pada waktu berkecambah. Sedangkan perlakuan paling lama dihasilkan oleh L3K3 yaitu 6.50 hari. Dari tabel 4.3.2 terlihat bahwa semakin lama perendaman maka materi PEG akan semakin banyak yang masuk kedalam benih sehingga membuat benih semakin aktif untuk menyerap banyak air, padahal pemenuhan kebutuhan air yang tidak optimal akan memperlambat reaksi metabolisme pada benih sehingga benih akan lambat untuk berkecambah.

Perlakuan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman yang sesuai akan mempercepat proses imbibisi dalam benih dan memacu aktivitas enzim dalam proses metabolisme. Proses penguraian bahan-bahan makanan yang dari endosperm menjadi lebih tersedia dan semakin aktif, sehingga pembesaran sel dan perpanjangan sel berjalan lebih cepat. Hal ini diduga karena perlakuan kombinasi L1K1 (3 jam dan 3 ppm) bekerja secara optimal dalam proses imbibisi. Memacu aktivitas enzim dan terjadinya pembelahan sel yang semakin cepat dan diikuti dengan penambahan jumlah sel dan ukuran sel. Kombinasi perlakuan L1K1 (3 jam dan 3 ppm) telah mampu menguraikan cadangan makanan seperti lemak, pati dan protein yang terkandung dalam kotiledon menjadi bahan-bahan terlarut. Proses penguraian cadangan makanan ini dipengaruhi oleh aktifitas enzim sebagai

katalisator Enzim-enzim yang berperan dalam proses metabolisme menjadi lebih aktif dengan cara merombak bahan cadangan makanan dalam biji, sehingga terjadi perubahan-perubahan biokimia, fisiologi dan morfologi dari biji.

Sutopo (1998) menambahkan bahwa air memegang peranan yang penting dalam proses perkecambahan biji. Masuknya air ke dalam benih dengan peristiwa difusi dan osmosis. Fungsi air dalam perkecambahan adalah untuk aktivasi enzim, melunakkan kulit biji, memberikan fasilitas masuknya oksigen, mengaktifkan fungsi protoplasma dan sebagai alat transport makanan dari endosperm ke kotiledon. Lakitan (1996), menyatakan bahwa proses perkecambahan juga diawali dengan kegiatan enzim untuk menguraikan cadangan makanan seperti karbohidrat, protein dan lemak.

Perlakuan benih secara fisiologis untuk memperbaiki perkecambahan benih melalui imbibisi air telah menjadi dasar dalam *priming* benih. Saat ini perlakuan *priming* merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi mutu benih yang rendah yaitu dengan cara memperlakukan benih sebelum tanam untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme benih sehingga benih siap memasuki fase perkecambahan (Khan, 1992; Sutariati, 2002).

4.3.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05, yang berarti terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman di dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap panjang

hipokotil benih kapas. Data hasil pengamatan dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 2 (b). Selanjutnya uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% disajikan pada tabel 4.3.3 :

Tabel 4.3.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman di Dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih kapas (*Gossypium hirsutum* L)

Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman	Rata – rata panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
L3K0	109.67	a
L2K0	124.87	a
L1K2	144.30	ab
L1K0	156.67	ab
L2K3	157.53	ab
L2K2	184.70	bc
L1K3	191.27	bcd
L1K1	214.53	cde
L2K1	218.53	cde
L3K2	239.37	de
L3K1	241.07	e
L3K3	258.93	e

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Pada tabel 4.3.3 terlihat bahwa perlakuan L1K1, L2K1, L3K2, L3K1, dan L3K3 sama – sama memberikan hasil panjang hipokotil yang bagus. Namun perlakuan yang paling efektif dihasilkan oleh L1K1 (3 jam dengan 3 ppm). Hal ini disebabkan karena perlakuan L1K1 merupakan perlakuan yang paling sedikit secara statistik menghasilkan nilai yang sama dengan perlakuan L2K1, L3K2, L3K1, dan L3K3 pada panjang hipokotil. Diduga pada L1K1 larutan PEG bekerja secara optimal dalam proses imbibisi, sehingga memacu aktivitas enzim dan

terjadi pembelahan sel semakin cepat yang diikuti dengan penambahan jumlah sel dan ukuran sel. Kombinasi perlakuan L1K1 mampu memberikan peluang masuknya air ke dalam benih dengan peristiwa difusi, osmosis dan imbibisi. Menurut Sutopo (1998) air memegang peranan yang penting dalam proses perkecambahan biji. Masuknya air ke dalam benih dengan peristiwa difusi, osmosis dan imbibisi. Fungsi air dalam perkecambahan biji adalah untuk aktivasi enzim *amylase*, melunakkan kulit biji, memberikan fasilitas masuknya oksigen, mengaktifkan fungsi protoplasma dan sebagai alat transport makanan dari endosperm ke kotiledon.

Perlakuan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman yang sesuai akan mempercepat proses imbibisi dalam benih, sehingga akan memacu aktivitas enzim dalam proses metabolisme di dalam benih. Proses penguraian bahan-bahan makanan yang dari endosperm menjadi lebih tersedia dan semakin aktif, pembesaran sel dan perpanjangan sel berjalan lebih cepat.

4.4 Peningkatan Viabilitas Benih Kapas Dalam Pandangan Islam

Dari hasil penelitian ini seluruh parameter pengamatan menunjukkan bahwa *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 dapat meningkatkan viabilitas benih kapas (*Gossypium hirsutum* L). Dengan demikian produksi kapas sebagai bahan dasar dari pakaian akan semakin bertambah dan kebutuhan kapas akan terpenuhi. Dengan meningkatnya produksi kapas ini maka produksi pakaian akan semakin meningkat dan manusia akan mudah untuk menjalankan perintah Allah dalam hal menutup aurat dengan berpakaian yang sesuai dengan syariat Islam. Sebagaimana telah diperintahkan Allah dalam dalam QS. Al-A'raf: 26

يَبْنِيْ ءَادَمَ قَدْ اَنْزَلْنَا عَلَيْكُمْ لِبَاسًا يُوَارِيْ سَوْءَاتِكُمْ وَرِيشًا وَلِبَاسُ التَّقْوَى
 ذٰلِكَ خَيْرٌ ذٰلِكَ مِنْ ءَايَتِ اللّٰهِ لَعَلَّهُمْ يَذَّكَّرُوْنَ ﴿٦٦﴾

Artinya :

“Hai anak Adam, sesungguhnya kami telah menurunkan kepadamu pakaian untuk menutup auratmu dan pakaian indah untuk perhiasan. dan pakaian takwa Itulah yang paling baik. yang demikian itu adalah sebahagian dari tanda-tanda kekuasaan Allah, Mudah-mudahan mereka selalu ingat”.

Pakaian (sandang) adalah salah satu kebutuhan pokok manusia di samping makanan (pangan) dan tempat tinggal (papan). Selain berfungsi menutup tubuh, pakaian juga dapat merupakan pernyataan lambang status seseorang dalam masyarakat. Sebab berpakaian ternyata merupakan perwujudan dari sifat dasar manusia yang mempunyai rasa malu sehingga berusaha selalu menutupi tubuhnya. Shihab (2002) menjelaskan fungsi lain dari pakain yaitu petunjuk identitas, atau diferensiasi, yakni pembeda antara identitas seseorang atau satu suku dan bangsa, dengan lainnya. Dalam ajaran Islam, pakaian bukan semata-mata masalah budaya dan mode. Islam menetapkan batasan-batasan tertentu untuk laki-laki maupun perempuan, khusus untuk muslimah memiliki pakaian khusus yang menunjukkan jatidirinya sebagai seorang muslimah.

Menurut Syarifuddin (1994) ada beberapa kriteria yang dapat dijadikan standar mode busana muslim, yakni :

1. Pakaian harus menutup aurat.
2. Tekstil yang dijadikan bahan busana tidak tipis atau transparan (tembus-pandang). Karena kain yang demikian akan memperlihatkan bayangan kulit secara remang-remang.

3. Modelnya tidak ketat
4. Tidak menyerupai laki-laki
5. Bahannya, juga modelnya tidak terlalu mewah, berlebihan atau menyolok mata, dengan warna aneh-aneh hingga menarik perhatian orang. Apalagi jika menimbulkan rasa sombong.

Begitu hebatnya pengaruh budaya dan mode dalam berpakaian, membuat manusia lupa memahami hakekat dari fungsi adanya pakaian. Dalam hal ini Islam sebagai agama yang *salih li kulli zaman wa makan* memberikan perhatian yang besar terhadap fungsi berpakaian. Menurut ajaran Islam, sebagaimana dijelaskan oleh Allah di dalam Al-Qur'an Surat Al-A'raaf : 26, pakaian mempunyai tiga fungsi utama yaitu :

1. Sebagai penutup aurat.
2. Sebagai perhiasan. Maksudnya adalah sebagai perhiasan untuk memperindah penampilan dihadapan Allah dan sesama manusia. Sebagai perhiasan, seseorang bebas merancang dan membuat bentuk atau mode serta warna pakaian yang dianggap indah, menarik, serta menyenangkan, selama tidak melanggar batas-batas yang telah ditentukan.
3. Sebagai pelindung tubuh dari hal-hal yang merusak, seperti panas, dingin, angin kencang, sengatan matahari dan sebagainya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 berpengaruh terhadap viabilitas benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L), yaitu meningkatkan variabel persentase daya berkecambah, panjang hipokotil, berat kering kecambah, dan waktu berkecambah. Konsentrasi PEG 6000 yang efektif adalah 3 ppm.
2. Lama perendaman *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 berpengaruh terhadap viabilitas benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L), yaitu meningkatkan variabel persentase daya berkecambah, panjang hipokotil, berat kering kecambah, dan waktu berkecambah. Lama perendaman yang efektif adalah 3 jam.
3. Interaksi konsentrasi dan lama perendaman *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L), yaitu meningkatkan variabel persentase daya berkecambah, panjang hipokotil, dan waktu berkecambah. Perlakuan dengan perendaman PEG 3 ppm selama 3 jam memberikan nilai viabilitas yang tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dikemukakan saran yaitu perlu penelitian lanjutan dengan konsentrasi PEG 6000 yang lebih rendah dari 3 ppm dan perendaman dibawah 3 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1987. *Dasar – Dasar Pengetahuan Ilmu Tanaman*, Bandung : Angkasa.
- Alatas, F. dkk. 2006. *Pengaruh Konsentrasi Peg 4000 Terhadap Laju Disolusi Ketoprofen Dalam Sistem Dispersi Padat Ketoprofen-PEG 4000*. Jurnal Majalah Farmasi Indonesia, 17(2), 57 – 62, 2006.
- Anonymous.2009.tanamankapas.
http://www.multiply.online.net/2009_02_01_archive.html. Akses tanggal 26 februari 2009.
- Anonymous.2009.mekanisme_perkecambahan_benih_image.http://google.image.multiply.online.net/2009_02_01_archive.html. Akses tanggal 26 februari 2009.
- Ardian. 2008. *Pengaruh Perlakuan Suhu dan Waktu Pemanasan terhadap Perkecambahan Kopi Arabika (Coffea arabica)*. Riau: Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau. Jurnal Akta Agrosia.11: 25-33.
- Ashari, S. 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta : UI - Press.
- Avanti, Christina. 2007. *Pembentukan Larutan Padat-Padat Tretinoin-Peg 6000 Dalam Upaya Meningkatkan Laju Disolusi Tretinoin*. Jurnal Penelitian Fakultas Farmasi Universitas Surabaya.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2004. *Benih Kapas (Gossypium hirsutum L.) Kelas Benih Dasar (BD), Benih Pokok (BP), dan Benih Sebar (BR). Edisi I* : Bogor.
- Baharuddin, Amir. 2004. *Pengamatan Penting Pada Beberapa Fase Perkembangan Tanaman Kapas (Gossypium Hirsutum L.)*. Transgenik Bt Di Lahan Sawah Dan Lahan Kering, Jurnal Balai Penelitian Tanaman Industri Diakses Tanggal 23 Desember 2008.
- Balittas, 2001. *Kapas*. Buku 1 No. 7. Monograf. Malang.
- Basu, R.N. and A.B. Rudrapal, 1982. *Post Harvest Seed Physiology And Seed Invigoration Treatments*. Proccedings of the Indian Statistical Institute Golden Jubilee International Conference on Frontiers of Research in Agriculture. Calcuta. India.

- Bewley, J. D dan Black, M. 1986. *Seed Physiology Of Development And Germination*. New York And London : Plenum Press.
- Bradford K.J. 1984. *Seed Priming: Techniques To Speed Seed Germination*. Proc. Oregon Hort. Soc. 25: 227 - 233.
- Chiou, W. L., Riegelman, S. 1971, *Pharmaceutical Application of Solid Dispersion System*, Journal. Pharm.Sci :1281-94.
- Gardner, Franklin P. dkk. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan Herawati Susilo. Jakarta : UI – Press.
- Goldberg A. 1974, *A Method Of Increasing Dissolution Rate*, In : Lesson, L.J., Cartensen J.T., *Dissolution Technology*, Washington : The Industrial Pharmaceutical Section of Academy of Pharmaceutical Science.
- Golonder, C. 1992. *Properties Of Immobilized PEG Film And The Interaction With Protein*. Plenum press : New York. 185p.
- Haris, M. J. 1997. *Polyethylene Glicol Chemistry, Biotechnical And Biomedical Applications*, online (www.interscience.wiley.com/app). Diakses tanggal 14 Maret 2009.
- Hidayat, E. B. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung : ITB Bandung.
- Imani, Faqih, K, A. 2004. *Tafsir Nurul Qur'an*. Jakarta : Al-Huda.
- Justice, Oren L dan Bass, Louis N. 2002. *Prinsip Dan Praktek Penyimpanan Benih*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih*. Padang: Angkasa Raya.
- Kanisius A.A. 1986. *Bertanam Kapas*. Yogyakarta.: Yayasan Kanisius.
- Karim, A, Z. dkk. 2008. *Pengaruh Penambahan Tween 80 Dan Polietilen Glikol 400 Terhadap Absorpsi Piroksikam Melalui Lumen Usus In Situ*. Jurnal Penelitian Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Khan A. 1992. *Matricconditioning Of Vegetable Seeds To Improve Stand Establishment In Early Field Plantings*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (1): 41 – 47.
- Kuswanto, H.1996. *Dasar-dasar Teknologi Produksi dan Sertifikasi Benih*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Lakitan, B. 1993. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

- Lawyer, D. W. 1970. *Absorption Of Polyethylene Glikol By Plant Enther Effect On Plant Growth*. *New Physiol.* 69 : 501 – 513.
- Loveless, A. R. 1989. *Prinsip – Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik*. Jakarta : PT. Gramedia.
- Mauney, Jack R. 1986. *Cotton Physiology*. Memphis : USA.
- Morris, K. 1992, “*Structural Properties of Polyethylene-glycol-Polysorbate 80 Mixture, a Solid Dispersion Vehicle*, *J.Pharm.Sci*, 81, 12, 1185–1188.
- Munifah, S., 1997. *Pengaruh Vigor Awal Benih Dan Priming Terhadap Viabilitas Dan Produksi Benih Kedelai (Glycine max (L.) Merr.)*. Skripsi. Faperta IPB. Bogor. 46 hal.
- Mustafa, Ahmad. 1993. *Tafsir Al-Margi*. Semarang : CV. Toha Putra Semarang.
- Nappu, Basir. Dkk. 2004. *Pengembangan Kapas Nontransgenik Di Sulawesi Selatan*, Jurnal Balai Penelitian Tanaman Industri. Diakses Tanggal 23 Desember 2008.
- Pirenaning, Sih. 1998. *Pengaruh Tingkat Vigor dan Konsentrasi GA₃ terhadap Viabilitas Benih Kenaf (Hibiscus cannabinus L), Rosela (Hibiscus sabdariffa L) Yute (Corohorus capsularis L)*. skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama.
- Pranoto, Hari. Dkk. 1990. *Biologi benih*. Bogor : IPB Press.
- Quthb, Sayyid. 2002. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an*. Jakarta : Gema Insani.
- Rohaeti, Eli. Surdia. 2003. *Pengaruh Variasi Berat Molekul Polietilen Glikol terhadap Sifat Mekanik Poliuretan*. Jurnal Matematika dan Sains. Departemen Kimia FMIPA ITB. Dan Jurdik Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rosen, M. J. 1978, *Surfaktan and Interfacial Phenomena*, 83 – 85, 100 – 119, 125 – 130, John Willey and Sons, Inc., New York.
- Rusmin, Devi. 2008. *Peningkatkan Viabilitas Benih Jambu Mente (Anacardium occidentale L.) Melalui Invigorasi*. Jurnal Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Santoso, U dan fatimah, N. 2003. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang : UMM – Press.

- Sadjud, S. 1980. *Panduan Mutu Benih Tanaman Kehutanan Di Indonesia*. Bogor:IPB.
- Shihab. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta : Lentera Hati.
- Sudjaswadi, R. 1994, “Perubahan Ketersediaan Hayati Sulfamethazin dalam Campuran Poli-etilen glikol 1000 –Tween 80 (1:1), *M.F.I.*, vol.5, no.3, 126–132.
- Sudjaswadi, R. 1996, “Campuran Padat Amoksisilin – Poli-etilen Glikol (PEG) 4000 – Tween 80: Daya Hambat terhadap *Staphylococcus aureus* dan Penggunaannya dalam Tablet Cetak Langsung”, *M.F.I.*, vol. 7, no.2, 87–99.
- Sudjaswadi, R. 1999, “Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri Hasil Disolusi Dispersi Padat Ampisilin dan Amoksisilin – Poli-etilen Glikol (PEG) 4000”, *Majalah Farmaseutik*, vol. 3, no.1, 14–18.
- Sudjaswadi, R. 2006. *Peningkatan efek bakteriostatika dispersi padat tetrasiklin HCl–polietilen glikol 6000–tween 80 (PT)*. *Jurnal Majalah Farmasi Indonesia*, 17(2), 98 – 103.
- Supriyanto. 2006. *Penelitian Dan Pengembangan Alsin Prosesing Benih Kapas*, online (<http://mekanisme.litbag.deptan.go.id>). Diakses Tanggal 23 Desember 2008.
- Sutanto, Edi. 2008. *Jurnal Penelitian Kapas*. Undergraduate Theses dari Jupair. Diakses tanggal 23 Desember 2008.
- Sutopo, Lita. 2004. *Teknologi Benih*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Syahrir. 2000. *Pengaruh Lama Perendaman Dan Konsentrasi Ga^{3+} Terhadap Perkecambahan Biji Palem Raja*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : UNIBRAW Malang.
- Szafirowska, A Dkk. 1991. *Osmoconditioning Of Carrot Seeds To Improve Seedling Establishment And Yield In Cold Soil*. *Agronomy Journal*, Vol. 73: 845 – 848.
- Utomo, Budi. 2006. *Karya Ilmiah Ekologi Benih*. Universitas Sumatera Utara Medan.

Lampiran 1.

A. Data Hasil Persentase Daya Berkecambah (% DB)

Data hasil penelitian untuk parameter persentase daya berkecambah. Pengamatan ini dilakukan pada hari ke-7 HST dari masing-masing perlakuan pada benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) adalah sebagai berikut :

Data Hasil Penelitian Persentase Kecambah (%)

PERLAKUAN		ULANGAN			TOTAL	Rata - Rata (δ)
Lama Perendaman	Konsentrasi	I	II	III		
L1 (3 Jam)	K0 (0 ppm)	55	58	52	165.00	55.00
	K1 (3 ppm)	92	89	92	273.00	91.00
	K2 (5 ppm)	88	65	80	233.00	77.67
	K3 (7 ppm)	86	80	79	245.00	81.67
L2 (6 Jam)	K0 (0 ppm)	68	64	60	192.00	64.00
	K1 (3 ppm)	86	80	90	256.00	85.33
	K2 (5 ppm)	70	96	87	253.00	84.33
	K3 (7 ppm)	76	76	73	225.00	75.00
L3 (9 Jam)	K0 (0 ppm)	42	50	44	136.00	45.33
	K1 (3 ppm)	84	79	80	243.00	81.00
	K2 (5 ppm)	84	80	86	250.00	83.33
	K3 (7 ppm)	70	76	77	223.00	74.33
TOTAL		901.00	893.00	900.00	2694.00	

B. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Persentase Daya Berkecambah (% DB)

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK) :

$$FK = \frac{(\delta)^2}{r \times n} = \frac{(2694.00)^2}{36} = 201601.00$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a) JK Total = $(55)^2 + (58)^2 + \dots + (77)^2 - FK = 6883.00$

b) JK Ulangan = $\frac{(901.00)^2 + (893.00)^2 + (900.00)^2}{12} - FK$

$$= 3.17$$

c) JK Perlak Kombinasi = $\frac{(165.00)^2 + (273.00)^2 + \dots + (223.00)^2}{3} - FK = 6024.33$

d) JK Galat = JK Total - JK Perlak Kombinasi = $6883.00 - 6024.33 = 858.67$

Karena merupakan perlakuan kombinasi, maka JK perlakuan kombinasi harus diuraikan menjadi komponennya (JK lama perendaman dan JK konsentrasi PEG) dan JK Interaksi lama perendaman dan konsentrasi PEG. Untuk dapat menghitung JK lama perendaman, JK konsentrasi dan JK Interaksi, maka dibuat daftar dwi kasta antara faktor Lama perendaman dan Konsentrasi PEG.

Tabel Persentase Daya Berkecambah antara Faktor I dan faktor II :

lama perendaman	Konsentrasi				Σ Lama perendaman	δ
	K0	K1	K2	K3		
L1	165.00	273.00	233.00	245.00	916	76.33
L2	192.00	256.00	253.00	225.00	926	77.17
L3	136.00	243.00	250.00	223.00	852	71.00
Σ konsentrasi PEG	493	772	736	693	2694	
δ	54.78	85.78	81.78	77.00		

$$\begin{aligned} \text{e) } JK_{\text{Lama Perendaman}} &= \frac{(\Sigma \text{ lama perendaman})^2}{3 \times 3} - FK \\ &= \frac{(916)^2 + (926)^2 + (852)^2}{9} - FK = 268.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) } JK_{\text{Konsentrasi}} &= \frac{(\Sigma \text{ Konsentrasi})^2}{4 \times 3} - FK \\ &= \frac{(493)^2 + (772)^2 + (736)^2 + (693)^2}{12} - FK \\ &= 5174.33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) } JK_{\text{Interaksi}} &= JK_{\text{Perlak Kombinasi}} - (JK_{\text{Lama Perendaman}} + JK_{\text{Konsentrasi}}) \\ &= 6024.33 - (268.67 + 5174.33) = 581.33 \end{aligned}$$

3. Menghitung Nilai db (derajat bebas):

- a) db Ulangan = $3 - 1 = 2$
- b) db Perlakuan = $12 - 1 = 11$
- c) db Lama perendaman = $3 - 1 = 2$
- d) db konsentrasi = $4 - 1 = 3$
- e) db Interaksi = db lama perendaman x db konsentrasi
= $3 \times 2 = 6$
- f) db Galat = $(\Sigma \text{ konsentrasi} \times \Sigma \text{ Lama perendaman}) \times (\text{Ulangan} - 1)$
= $(4 \times 3) (3 - 1) = 24$
- g) db Total = n Perlakuan - 1
= $36 - 1 = 35$

Tabel Analisis Varians Persentase Daya Berkecambah (% DB) :

SK (Sumber Keragaman)	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Ulangan	2	3.167	1.583		
Perlakuan :	11	6024.333	547.667	15.307	
Lam perndaman	2	268.667	134.333	3.755*	3.40
Konsentrasi	3	5174.333	1724.778	48.208**	3.01
Interaksi Lama perendaman*Konsentrasi	6	581.333	96.889	2.708*	2.51
Galat	24	858.667	35.778		
Total	35	6883.000			

Keterangan: * = menunjukkan berpengaruh nyata
 ** = menunjukkan berpengaruh sangat nyata
 ns = non signifikan / tidak ada pengaruh

1. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Konsentrasi PEG 6000 :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{lama perendaman}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{35.778}{3 \times 3}} = 2.92 \times 1.99 = 11.61 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 4 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 4 – 2 = 2 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 1.99 = 5.82$
3	1	$3.07 \times 1.99 = 6.11$
4	2	$3.15 \times 1.99 = 6.27$

Notasi UJD 5% untuk Konsentrasi :

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata Persentase Kecambah (%)	Notasi UJD 5%
K0	54.78	a
K3	77.00	b
K2	81.78	bc
K1	85.78	c

2. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Lama Perendaman :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{Konsentrasi}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{35.778}{3 \times 4}} = 2.92 \times 1.73 = 5.06 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 3 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 3 – 2 = 1 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 1.73 = 5.06$
3	1	$3.07 \times 1.73 = 5.31$

Notasi UJD 5% untuk Lama Perendaman :

Perlakuan Lama Perendaman	Rata – rata Persentase Kecambah (%)	Notasi UJD 5%
L3	71.00	a
L1	76.33	b
L2	77.17	b

3. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Interaksi :

$$UJD_{0.05} = rp \text{ (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{ulangan}} = 2.92 \times \sqrt{\frac{35.778}{3}} = 2.92 \times 3.45 = 10.09$$

Karena yang dibandingkan ada 12 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 12 – 2 = 10 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	2.92 x 3.45 = 10.09
3	1	3.07 x 3.45 = 10.59
4	2	3.15 x 3.45 = 10.87
5	3	3.22 x 3.45 = 11.12
6	4	3.28 x 3.45 = 11.32
7	5	3.31 x 3.45 = 11.42
8	6	3.34 x 3.45 = 11.52
9	7	3.37 x 3.45 = 11.63
10	8	3.38 x 3.45 = 11.66
11	9	3.39 x 3.45 = 11.69
12	10	3.41 x 3.45 = 11.76

Notasi UJD 5% untuk Interaksi :

Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman	Rata – rata Persentase Kecambah (%)	Notasi UJD 5%
L3K0	45.33	a
L1K0	55.00	ab
L2K0	64.00	b
L3K3	74.33	c
L2K3	75.00	c
L1K2	77.67	c
L3K1	81.00	cd
L1K3	81.67	cd
L3K2	83.33	cd
L2K2	84.33	cd
L2K1	85.33	cd
L1K1	91.00	d

C. Uji Analisis Dengan SPSS 15.0 Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Persentase Daya Berkecambah (% DB)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi	1	K0 (0 ppm)	9
	2	K1 (3 ppm)	9
	3	K2 (5 ppm)	9
	4	K3 (7 ppm)	9
Perndaman	1	L1 (3 Jam)	12
	2	L2 (6 Jam)	12
	3	L3 (9 Jam)	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6024.333 ^a	11	547.667	15.307	.000
Intercept	201601.000	1	201601.000	5634.811	.000
Konsentrasi	5174.333	3	1724.778	48.208	.000
Perndaman	268.667	2	134.333	3.755	.038
Konsentrasi * Perndaman	581.333	6	96.889	2.708	.038
Error	858.667	24	35.778		
Total	208484.000	36			
Corrected Total	6883.000	35			

a. R Squared = .875 (Adjusted R Squared = .818)

**Post Hoc Tests
Konsentrasi
Homogeneous Subsets**

Data

Duncan ^{a,b}

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
K0 (0 ppm)	9	54.78		
K3 (7 ppm)	9		77.00	
K2 (5 ppm)	9		81.78	81.78
K1 (3 ppm)	9			85.78
Sig.		1.000	.103	.169

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 35.778.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Perendaman Homogeneous Subsets

Data

Duncan^{a,b}

Perndaman	N	Subset	
		1	2
L3 (9 Jam)	12	71.00	
L1 (3 Jam)	12		76.33
L2 (6 Jam)	12		77.17
Sig.		1.000	.736

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 35.778.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

Data

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
L3K0	3	45.33			
L1K0	3	55.00	55.00		
L2K0	3		64.00		
L3K3	3			74.33	
L2K3	3			75.00	
L1K2	3			77.67	
L3K1	3			81.00	81.00
L1K3	3			81.67	81.67
L3K2	3			83.33	83.33
L2K2	3			84.33	84.33
L2K1	3			85.33	85.33
L1K1	3				91.00
Sig.		.059	.078	.061	.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 2.

A. Data Hasil Panjang Hipokotil (cm)

Data hasil penelitian untuk parameter panjang hipokotil (cm). Pengamatan ini dilakukan pada hari ke-7 HST dari masing-masing perlakuan pada benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.) adalah sebagai berikut

Data Hasil Penelitian Panjang Hipokotil (cm)

PERLAKUAN		ULANGAN			Total	Rata-Rata (δ)
Lama Perendaman	Konsentrasi	I	II	III		
L1 (3 Jam)	K0 (0 ppm)	140.00	160.00	170.00	470.00	156.67
	K1 (3 ppm)	221.00	217.00	205.60	643.60	214.53
	K2 (5 ppm)	155.30	137.60	140.00	432.90	144.30
	K3 (7 ppm)	197.00	139.00	237.80	573.80	191.27
L2 (6 Jam)	K0 (0 ppm)	110.50	118.30	145.80	374.60	124.87
	K1 (3 ppm)	205.00	284.00	166.60	655.60	218.53
	K2 (5 ppm)	181.00	184.50	188.60	554.10	184.70
	K3 (7 ppm)	177.20	175.00	120.40	472.60	157.53
L3 (9 Jam)	K0 (0 ppm)	110.00	106.00	111.20	110.00	109.667
	K1 (3 ppm)	253.00	244.20	226.00	723.20	241.07
	K2 (5 ppm)	255.80	232.50	229.50	717.80	239.27
	K3 (7 ppm)	276.00	254.00	246.80	776.80	258.93
TOTAL		2281.80	2252.10	2188.30	6505.00	

B. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Panjang Hipokotil (cm)

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK) :

$$FK = \frac{(\delta)^2}{r \times n} = \frac{(6505.00)^2}{36} = 1255221.47$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a) JK Total = $(140.00)^2 + (160.00)^2 + \dots + (246.80)^2 - FK = 95384.59$

b) JK Ulangan = $\frac{(2281.80)^2 + (2252.10)^2 + (2188.30)^2}{12} - FK$

$$= 380.41$$

c) JK Perlak Kombinasi = $\frac{(470.00)^2 + (643.60)^2 + \dots + (776.80)^2}{3} - FK = 78450.89$

d) JK Galat = JK Total – JK Perlak Kombinasi
 $= 95384.59 - 78450.89$
 $= 16933.71$

Karena merupakan perlakuan kombinasi, maka JK perlakuan kombinasi harus diuraikan menjadi komponennya (JK lama perendaman dan JK konsentrasi PEG) dan JK Interaksi lama perendaman dan konsentrasi PEG. Untuk dapat menghitung JK lama perendaman, JK konsentrasi dan JK Interaksi, maka dibuat daftar dwi kasta antara faktor Lama perendaman dan Konsentrasi PEG.

Tabel Panjang Hipokotil (cm) antara Faktor I dan faktor II :

lama perendaman	Konsentrasi				Σ Lama perendaman	δ
	K0	K1	K2	K3		
L1	470.00	643.60	432.90	573.80	2120.30	176.69
L2	374.60	655.60	554.10	472.60	2056.9	171.41
L3	327.20	723.20	717.80	776.80	2545	212.08
Σ konsentrasi PEG	1171.8	2022.4	1704.8	1823.2	6722.2	
δ	130.20	224.71	189.42	202.58		

$$\begin{aligned} \text{e) } JK_{\text{Lama Perendaman}} &= \frac{(\sum \text{lama perendaman})^2}{3 \times 3} - FK \\ &= \frac{(2120.30)^2 + (2056.9)^2 + (2545)^2}{9} - FK = 11739 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) } JK_{\text{Konsentrasi}} &= \frac{(\sum \text{Konsentrasi})^2}{4 \times 3} - FK \\ &= \frac{(1171.8)^2 + (2022.4)^2 + (1704.8)^2 + (1823.2)^2}{12} - FK \\ &= 44069.45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) } JK_{\text{Interaksi}} &= JK_{\text{Perlak Kombinasi}} - (JK_{\text{Lama Perendaman}} + JK_{\text{Konsentrasi}}) \\ &= 78450.89 - (11739 + 44069.45) = 22641.8 \end{aligned}$$

3. Menghitung Nilai db (derajat bebas):

- a) db Ulangan = $3 - 1 = 2$
- b) db Perlakuan = $12 - 1 = 11$
- c) db Lama perendaman = $3 - 1 = 2$
- d) db konsentrasi = $4 - 1 = 3$
- e) db Interaksi = db lama perendaman x db konsentrasi
= $3 \times 2 = 6$
- f) db Galat = $(\Sigma \text{ konsentrasi} \times \Sigma \text{ Lama perendaman}) \times (\text{Ulangan} - 1)$
= $(4 \times 3) (3 - 1) = 24$
- g) db Total = n Perlakuan - 1
= $36 - 1 = 35$

Tabel Analisis Varians Panjang Hipokotil (cm) :

SK (Sumber Keragaman)	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Ulangan	2	380.411	190.205		
Perlakuan :	11	78450.886	7131.899	10.108	
Lam perndaman	2	11739.757	5869.879	8.319**	3.40
Konsentrasi	3	44069.452	14689.817	20.820**	3.01
Interaksi Lama perendaman*Konsentrasi	6	22641.676	3773.613	5.348*	2.51
Galat	24	16933.707	705.571		
Total	35	95384.592			

Keterangan: * = menunjukkan berpengaruh nyata

** = menunjukkan berpengaruh sangat nyata

ns = non signifikan / tidak ada pengaruh

4. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Konsentrasi PEG 6000 :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{lama perendaman}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{705.571}{3 \times 3}} = 2.92 \times 8.85 = 25.85 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 4 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan - 2) = 4 - 2 = 2 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	2.92 x 8.85 = 25.85
3	1	3.07 x 8.85 = 27.17
4	2	3.15 x 8.85 = 27.88

Notasi UJD 5% untuk Konsentrasi :

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
K0	130.20	a
K2	189.42	b
K3	202.58	bc
K1	224.71	c

5. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Lama Perendaman :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{Konsentrasi}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{705.571}{3 \times 4}} = 2.92 \times 7.67 = 22.4 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 3 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan - 2) = 3 - 2 = 1 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	2.92 x 7.67 = 22.4
3	1	3.07 x 7.67 = 23.55

Notasi UJD 5% untuk Lama Perendaman :

Perlakuan Lama Perendaman	Rata – rata panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
L2	171.41	a
L1	176.69	a
L3	212.08	b

6. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Interaksi :

$$UJD_{0.05} = rp \text{ (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{ulangan}} = 2.92 \times \sqrt{\frac{705.571}{3}} = 2.92 \times 15.34 = 44.79$$

Karena yang dibandingkan ada 12 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 12 – 2 = 10 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 15.34 = 44.79$
3	1	$3.07 \times 15.34 = 47.09$
4	2	$3.15 \times 15.34 = 48.321$
5	3	$3.22 \times 15.34 = 49.39$
6	4	$3.28 \times 15.34 = 50.31$
7	5	$3.31 \times 15.34 = 50.77$
8	6	$3.34 \times 15.34 = 51.24$
9	7	$3.37 \times 15.34 = 51.69$
10	8	$3.38 \times 15.34 = 51.85$
11	9	$3.39 \times 15.34 = 52.01$
12	10	$3.41 \times 15.34 = 52.31$

Notasi UJD 5% untuk Interaksi :

Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman	Rata – rata panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
L3K0	109.667	a
L2K0	124.87	a
L1K2	144.30	ab
L1K0	156.67	ab
L2K3	157.53	ab
L2K2	184.70	bc
L1K3	191.27	bcd
L1K1	214.53	cde
L2K1	218.53	cde
L3K2	239.37	de
L3K1	241.07	e
L3K3	258.93	e

C. Uji Analisis Dengan SPSS 15.0 Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Panjang Hipokotil (cm)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi	1	K0 (0 ppm)	9
	2	K1 (3 ppm)	9
	3	K2 (5 ppm)	9
	4	K3 (7 ppm)	9
Perndaman	1	L1 (3 Jam)	12
	2	L2 (6 Jam)	12
	3	L3 (9 Jam)	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	78450.886 ^a	11	7131.899	10.108	.000
Intercept	1255221.468	1	1255221.468	1779.015	.000
Konsentrasi	44069.452	3	14689.817	20.820	.000
Perndaman	11739.757	2	5869.879	8.319	.002
Konsentrasi * Perndaman	22641.676	6	3773.613	5.348	.001
Error	16933.707	24	705.571		
Total	1350606.060	36			
Corrected Total	95384.592	35			

a. R Squared = .822 (Adjusted R Squared = .741)

**Post Hoc Tests
Konsentrasi
Homogeneous Subsets**

Data

Duncan ^{a,b}

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
K0 (0 ppm)	9	130.2000		
K2 (5 ppm)	9		189.4222	
K3 (7 ppm)	9		202.5778	202.5778
K1 (3 ppm)	9			224.7111
Sig.		1.000	.304	.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 705.571.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Perndaman Homogeneous Subsets

Data

Duncan^{a,b}

Perndaman	N	Subset	
		1	2
L2 (6 Jam)	12	171.4083	
L1 (3 Jam)	12	176.6917	
L3 (9 Jam)	12		212.0833
Sig.		.631	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 705.571.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

Data

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
L3K0	3	109.0667				
L2K0	3	124.8667				
L1K2	3	144.3000	144.3000			
L1K0	3	156.6667	156.6667			
L2K3	3	157.5333	157.5333			
L2K2	3		184.7000	184.7000		
L1K3	3		191.2667	191.2667	191.2667	
L1K1	3			214.5333	214.5333	214.5333
L2K1	3			218.5333	218.5333	218.5333
L3K2	3				239.2667	239.2667
L3K1	3					241.0667
L3K3	3					258.9333
Sig.		.055	.062	.166	.052	.077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 3.

A. Data Hasil Berat Kering (gram)

Data hasil penelitian untuk parameter berat kering (gram). Pengamatan ini dilakukan pada hari ke-7 HST dari masing-masing perlakuan pada benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) adalah sebagai berikut :

Data Hasil Penelitian Berat Kering (gram)

PERLAKUAN		ULANGAN			Total	Rata-Rata ($\bar{y}$)
Lama Perendaman	Konsentrasi	I	II	III		
L1 (3 Jam)	K0 (0 ppm)	0.16	0.24	0.21	0.61	0.20
	K1 (3 ppm)	0.35	0.35	0.39	1.09	0.36
	K2 (5 ppm)	0.33	0.26	0.37	0.96	0.32
	K3 (7 ppm)	0.33	0.34	0.39	1.06	0.35
L2 (6 Jam)	K0 (0 ppm)	0.14	0.18	0.25	0.57	0.19
	K1 (3 ppm)	0.36	0.37	0.28	1.01	0.34
	K2 (5 ppm)	0.31	0.32	0.33	0.96	0.32
	K3 (7 ppm)	0.42	0.30	0.23	0.95	0.32
L3 (9 Jam)	K0 (0 ppm)	0.30	0.28	0.26	0.84	0.28
	K1 (3 ppm)	0.32	0.34	0.30	0.96	0.32
	K2 (5 ppm)	0.39	0.32	0.31	1.02	0.34
	K3 (7 ppm)	0.44	0.44	0.40	1.28	0.43
TOTAL		3.85	3.74	3.72	11.31	

B. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Berat Kering (gram)

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK) :

$$FK = \frac{(\bar{y})^2}{r \times n} = \frac{(11.31)^2}{36} = 3.55$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a) JK Total = $(0.16)^2 + (0.24)^2 + \dots + (0.40)^2 - FK = 0.19$

b) JK Ulangan = $\frac{(3.85)^2 + (3.74)^2 + (3.72)^2}{12} - FK$

$$= 0.001$$

c) JK_{Perlak Kombinasi} = $\frac{(0.61)^2 + (1.09)^2 + \dots + (1.28)^2}{3} - FK = 0.14$

d) JK Galat = JK Total – JK_{Perlak Kombinasi}
 $= 0.19 - 0.14$
 $= 0.05$

Karena merupakan perlakuan kombinasi, maka JK perlakuan kombinasi harus diuraikan menjadi komponennya (JK lama perendaman dan JK konsentrasi PEG) dan JK Interaksi lama perendaman dan konsentrasi PEG. Untuk dapat menghitung JK lama perendaman, JK konsentrasi dan JK Interaksi, maka dibuat daftar dwi kasta antara faktor Lama perendaman dan Konsentrasi PEG.

Tabel Berat Kering (gram) antara Faktor I dan faktor II :

lama perendaman	Konsentrasi				Σ Lama perendaman	δ
	K0	K1	K2	K3		
L1	0.61	1.09	0.96	1.06	3.72	0.31
L2	0.57	1.01	0.96	0.95	3.49	0.29
L3	0.84	0.96	1.02	1.28	4.1	0.34
Σ konsentrasi PEG	2.02	3.06	2.94	3.29	11.31	
δ	0.22	0.34	0.33	0.37		

$$\begin{aligned} \text{e) } JK_{\text{Lama Perendaman}} &= \frac{(\Sigma \text{ lama perendaman})^2}{3 \times 3} - FK \\ &= \frac{(3.72)^2 + (3.49)^2 + (4.1)^2}{9} - FK = 0.02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) } JK_{\text{Konsentrasi}} &= \frac{(\Sigma \text{ Konsentrasi})^2}{4 \times 3} - FK \\ &= \frac{(2.02)^2 + (3.06)^2 + (2.94)^2 + (3.29)^2}{12} - FK \\ &= 0.10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) } JK_{\text{Interaksi}} &= JK_{\text{Perlak Kombinasi}} - (JK_{\text{Lama Perendaman}} + JK_{\text{Konsentrasi}}) \\ &= 0.14 - (0.02 + 0.10) \\ &= 0.02 \end{aligned}$$

3. Menghitung Nilai db (derajat bebas):

$$\begin{aligned} \text{a) db Ulangan} &= 3 - 1 = 2 \\ \text{b) db Perlakuan} &= 12 - 1 = 11 \\ \text{c) db Lama perendaman} &= 3 - 1 = 2 \\ \text{d) db konsentrasi} &= 4 - 1 = 3 \\ \text{e) db Interaksi} &= \text{db lama perendaman} \times \text{db konsentrasi} \\ &= 3 \times 2 = 6 \\ \text{f) db Galat} &= (\Sigma \text{ konsentrasi} \times \Sigma \text{ Lama perendaman}) \times (\text{Ulangan} - 1) \\ &= (4 \times 3) (3 - 1) = 24 \\ \text{g) db Total} &= n \text{ Perlakuan} - 1 \\ &= 36 - 1 = 35 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Varians Berat Kering (gram) :

SK (Sumber Keragaman)	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Ulangan	2	0.001	0.000		
Perlakuan :	11	0.140	0.013	6.272	
Lam perndaman	2	0.016	0.008	3.889*	3.40
Konsentrasi	3	0.104	0.035	16.989**	3.01
Interaksi Lama perendaman*Konsentrasi	6	0.021	0.003	1.707 ^{ns}	2.51
Galat	24	0.049	0.002		
Total	35	0.189			

Keterangan: * = menunjukkan berpengaruh nyata
 ** = menunjukkan berpengaruh sangat nyata
 ns = non signifikan / tidak ada pengaruh

4. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Konsentrasi PEG 6000 :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{lama perendaman}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{0.002}{3 \times 3}} = 2.92 \times 0.015 = 0.044 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 4 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 4 – 2 = 2 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 0.015 = 0.044$
3	1	$3.07 \times 0.015 = 0.046$
4	2	$3.15 \times 0.015 = 0.047$

Notasi UJD 5% untuk Konsentrasi :

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata Berat Kering (gram)	Notasi UJD 5%
K0	0.22	a
K2	0.33	b
K1	0.34	b
K3	0.37	b

5. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Lama Perendaman :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{Konsentrasi}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{0.002}{3 \times 4}} = 2.92 \times 0.013 = 0.038 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 3 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 3 – 2 = 1 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 0.013 = 0.038$
3	1	$3.07 \times 0.013 = 0.039$

Notasi UJD 5% untuk Lama Perendaman:

Perlakuan Lama Perendaman	Rata – rata Berat Kering (gram)	Notasi UJD 5%
L2	0.29	a
L1	0.31	ab
L3	0.34	b

C. Uji Analisis Dengan SPSS 15.0 Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Berat Kering (gram)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi	1	K0 (0 ppm)	9
	2	K1 (3 ppm)	9
	3	K2 (5 ppm)	9
	4	K3 (7 ppm)	9
Perndaman	1	L1 (3 Jam)	12
	2	L2 (6 Jam)	12
	3	L3 (9 Jam)	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.140 ^a	11	.013	6.272	.000
Intercept	3.553	1	3.553	1747.488	.000
Konsentrasi	.104	3	.035	16.989	.000
Perndaman	.016	2	.008	3.889	.034
Konsentrasi * Perndaman	.021	6	.003	1.707	.163
Error	.049	24	.002		
Total	3.742	36			
Corrected Total	.189	35			

a. R Squared = .742 (Adjusted R Squared = .624)

Post Hoc Tests
Konsentrasi
Homogeneous Subsets

Data

Duncan^{a,b}

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
K0 (0 ppm)	9	.2244	
K2 (5 ppm)	9		.3267
K1 (3 ppm)	9		.3400
K3 (7 ppm)	9		.3656
Sig.		1.000	.095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .002.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Perndaman
Homogeneous Subsets

Data

Duncan^{a,b}

Perndaman	N	Subset	
		1	2
L2 (6 Jam)	12	.2908	
L1 (3 Jam)	12	.3100	.3100
L3 (9 Jam)	12		.3417
Sig.		.308	.098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .002.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 4.

A. Data Hasil Waktu Berkecambah (Hari)

Data hasil penelitian untuk parameter waktu berkecambah. Pengamatan ini dilakukan mulai hari ke-3, ke-5 dan hari ke-7 dari masing-masing perlakuan pada benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) adalah sebagai berikut :

Data Hasil Waktu Berkecambah

PERLAKUAN		ULANGAN			Total	Rata-Rata (δ)
Lama Perendaman	Konsentrasi	I	II	III		
L1 (3 Jam)	K0	5.63	5.76	6.06	17.45	5.82
	K1	3.06	2.86	3.16	9.08	3.03
	K2	4.66	4.16	4.68	13.50	4.50
	K3	5.34	5.13	5.19	15.66	5.22
L2 (6 Jam)	K0	5.96	5.66	6.56	18.18	6.06
	K1	3.76	4.23	3.62	11.61	3.87
	K2	5.65	5.54	4.98	16.17	5.39
	K3	5.86	4.63	5.49	15.98	5.33
L3 (9 Jam)	K0	6.87	5.23	6.84	18.94	6.31
	K1	5.64	6.79	4.87	17.30	5.77
	K2	5.06	6.03	5.69	16.78	5.59
	K3	6.23	6.51	6.77	19.51	6.50
TOTAL		63.72	62.53	63.91	190.16	

B. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Waktu Berkecambah (Hari)

4. Menghitung Faktor Koreksi (FK) :

$$FK = \frac{(\delta)^2}{r \times n} = \frac{(190.16)^2}{36} = 1004.47$$

5. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a) JK Total = $(5.63)^2 + (5.76)^2 + \dots + (6.77)^2 - FK = 40.74$

b) JK Ulangan = $\frac{(63.72)^2 + (62.53)^2 + (63.91)^2}{12} - FK$

$$= 0.09$$

c) JK Perlak Kombinasi = $\frac{(17.45)^2 + (9.08)^2 + \dots + (19.51)^2}{3} - FK = 34.46$

d) JK Galat = JK Total - JK Perlak Kombinasi = $40.74 - 34.46 = 6.28$

Karena merupakan perlakuan kombinasi, maka JK perlakuan kombinasi harus diuraikan menjadi komponennya (JK lama perendaman dan JK konsentrasi PEG) dan JK Interaksi lama perendaman dan konsentrasi PEG. Untuk dapat menghitung JK lama perendaman, JK konsentrasi dan JK Interaksi, maka dibuat daftar dwi kasta antara faktor Lama perendaman dan Konsentrasi PEG.

Tabel Waktu Berkecambah antara Faktor I dan faktor II :

lama perendaman	Konsentrasi				Σ Lama perendaman	δ
	K0	K1	K2	K3		
L1	17.45	9.08	13.50	15.66	55.69	4.64
L2	18.18	11.61	16.17	15.98	61.94	5.16
L3	18.94	17.30	16.78	19.51	72.53	6.04
Σ konsentrasi PEG	54.57	37.99	46.45	51.15	190.16	
δ	6.06	4.22	5.16	5.68		

$$\begin{aligned} \text{e) } JK_{\text{Lama Perendaman}} &= \frac{(\Sigma \text{ lama perendaman})^2}{3 \times 3} - FK \\ &= \frac{(55.69)^2 + (61.94)^2 + (72.53)^2}{9} - FK = 12.08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) } JK_{\text{Konsentrasi}} &= \frac{(\Sigma \text{ Konsentrasi})^2}{4 \times 3} - FK \\ &= \frac{(54.57)^2 + (37.99)^2 + (46.45)^2 + (51.15)^2}{12} - FK \\ &= 17.20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) } JK_{\text{Interaksi}} &= JK_{\text{Perlak Kombinasi}} - (JK_{\text{Lama Perendaman}} + JK_{\text{Konsentrasi}}) \\ &= 34.46 - (12.08 + 17.20) = 5.18 \end{aligned}$$

6. Menghitung Nilai db (derajat bebas):

- a) db Ulangan = $3 - 1 = 2$
- b) db Perlakuan = $12 - 1 = 11$
- c) db Lama perendaman = $3 - 1 = 2$
- d) db konsentrasi = $4 - 1 = 3$
- e) db Interaksi = db lama perendaman x db konsentrasi
= $3 \times 2 = 6$
- f) db Galat = $(\Sigma \text{ konsentrasi} \times \Sigma \text{ Lama perendaman}) \times (\text{Ulangan} - 1)$
= $(4 \times 3)(3 - 1) = 24$
- g) db Total = n Perlakuan - 1
= $36 - 1 = 35$

Tabel Analisis Varians Waktu Berkecambah:

SK (Sumber Keragaman)	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Ulangan	2	0.093	0.047		
Perlakuan :	11	34.463	3.133	11.976	
Lam perndaman	2	12.078	6.039	23.085**	3.40
Konsentrasi	3	17.205	5.735	21.923**	3.01
Interaksi Lama perendaman*Konsentrasi	6	5.180	0.863	3.300*	2.51
Galat	24	6.278	0.262		
Total	35	40.741			

Keterangan: * = menunjukkan berpengaruh nyata
 ** = menunjukkan berpengaruh sangat nyata
 ns = non signifikan / tidak ada pengaruh

4. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Konsentrasi PEG 6000 :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{lama perendaman}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{0.262}{3 \times 3}} = 2.92 \times 0.17 = 0.50 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 4 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 4 – 2 = 2 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 0.17 = 0.50$
3	1	$3.07 \times 0.17 = 0.52$
4	2	$3.15 \times 0.17 = 0.53$

Notasi UJD 5% untuk Konsentrasi :

Perlakuan Konsentrasi	Rata – rata Waktu Berkecambah (Hari)	Notasi UJD 5%
K1	4.22	a
K2	5.16	b
K3	5.68	c
K0	6.06	c

5. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Lama Perendaman :

$$\begin{aligned} \text{UJD}_{0.05} &= \text{rp (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{n \text{ ulangan} \times \text{Konsentrasi}}} \\ &= 2.92 \times \sqrt{\frac{0.262}{3 \times 4}} = 2.92 \times 0.15 = 0.44 \end{aligned}$$

Karena yang dibandingkan ada 3 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 3 – 2 = 1 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 0.15 = 0.44$
3	1	$3.07 \times 0.15 = 0.46$

Notasi UJD 5% untuk Lama Perendaman :

Perlakuan Lama Perendaman	Rata – rata Waktu Berkecambah (Hari)	Notasi UJD 5%
L1	4.64	a
L2	5.16	b
L3	6.04	c

6. Menguji dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5 % untuk Interaksi :

$$UJD_{0.05} = rp \text{ (db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{ulangan}} = 2.92 \times \sqrt{\frac{0.262}{3}} = 2.92 \times 0.30 = 0.88$$

Karena yang dibandingkan ada 12 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji DMRT = (n perlakuan – 2) = 12 – 2 = 10 :

Banyaknya Perlakuan	Selangan	UJD 5%
2	0	$2.92 \times 0.30 = 0.88$
3	1	$3.07 \times 0.30 = 0.92$
4	2	$3.15 \times 0.30 = 0.94$
5	3	$3.22 \times 0.30 = 0.97$
6	4	$3.28 \times 0.30 = 0.98$
7	5	$3.31 \times 0.30 = 0.99$
8	6	$3.34 \times 0.30 = 1.002$
9	7	$3.37 \times 0.30 = 1.011$
10	8	$3.38 \times 0.30 = 1.014$
11	9	$3.39 \times 0.30 = 1.017$
12	10	$3.41 \times 0.30 = 1.023$

Notasi UJD 5% untuk Interaksi :

Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman	Rata – rata Waktu Berkecambah (Hari)	Notasi UJD 5%
L1K1	3.03	a
L2K1	3.87	ab
L1K2	4.50	bc
L1K3	5.22	cd
L2K3	5.33	cd
L2K2	5.39	cde
L3K2	5.59	def
L3K1	5.77	def
L1K0	5.82	def
L2K0	6.06	def
L3K0	6.31	ef
L3K3	6.50	f

C. Uji Analisis Dengan SPSS 15.0 Pengaruh Konsentrasi, Lama Perendaman Dan Interaksi Terhadap Waktu Berkecambah (Hari)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi	1	K0 (0 ppm)	9
	2	K1 (3 ppm)	9
	3	K2 (5 ppm)	9
	4	K3 (7 ppm)	9
Perndaman	1	L1 (3 Jam)	12
	2	L2 (6 Jam)	12
	3	L3 (9 Jam)	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	34.463 ^a	11	3.133	11.976	.000
Intercept	1004.467	1	1004.467	3839.789	.000
Konsentrasi	17.205	3	5.735	21.923	.000
Perndaman	12.078	2	6.039	23.085	.000
Konsentrasi * Perndaman	5.180	6	.863	3.300	.016
Error	6.278	24	.262		
Total	1045.208	36			
Corrected Total	40.741	35			

a. R Squared = .846 (Adjusted R Squared = .775)

**Post Hoc Tests
Konsentrasi
Homogeneous Subsets**

Data

Duncan ^{a,b}

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
K1 (3 ppm)	9	4.2211		
K2 (5 ppm)	9		5.1611	
K3 (7 ppm)	9			5.6833
K0 (0 ppm)	9			6.0633
Sig.		1.000	1.000	.128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .262.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Perendaman Homogeneous Subsets

Data

Duncan^{a,b}

Perendaman	N	Subset		
		1	2	3
L1 (3 Jam)	12	4.6408		
L2 (6 Jam)	12		5.1617	
L3 (9 Jam)	12			6.0442
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .262.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

Data

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
L1K1	3	3.0267					
L2K1	3	3.8700	3.8700				
L1K2	3		4.5000	4.5000			
L1K3	3			5.2200	5.2200		
L2K3	3			5.3267	5.3267		
L2K2	3			5.3900	5.3900	5.3900	
L3K2	3				5.5933	5.5933	5.5933
L3K1	3				5.7667	5.7667	5.7667
L1K0	3				5.8167	5.8167	5.8167
L2K0	3				6.0600	6.0600	6.0600
L3K0	3					6.3133	6.3133
L3K3	3						6.5033
Sig.		.055	.144	.061	.090	.061	.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 5.

A. Perhitungan Konsentrasi PEG 6000

Terlebih dahulu membuat larutan stok (larutan induk) PEG 6000, yaitu dengan membuat larutan 100 ppm PEG 6000 = 500 mg atau 0.5 g PEG yang dilarutkan dalam 500 ml air.

B. Perhitungan Pengenceran

Dalam penentuan pembuatan larutan PEG 6000 menurut Mulyono (2006), mengikuti rumus sebagai berikut:

$$N1.V1 = N2.V2$$

Keterangan :

N1 = Jumlah PEG yang dijadikan larutan induk (ppm)

N2 = Jumlah PEG yang dijadikan larutan penelitian (ppm)

V1 = Volume larutan PEG dari larutan induk (ml)

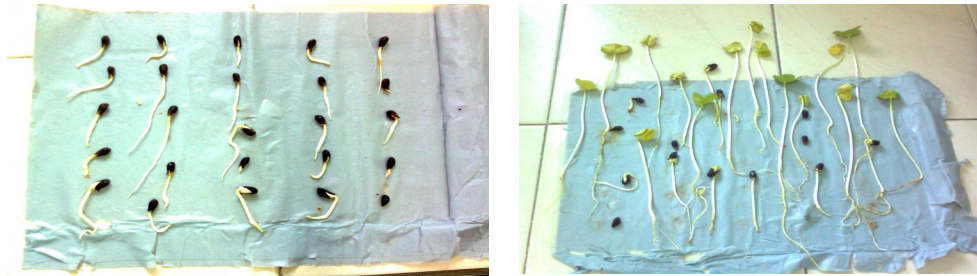
V2 = Volume air yang akan dilarutkan dalam larutan PEG (ml)

1. Pengenceran 0 ppm $N1.V1 = N2.V2$
 $100 \times V1 = 0 \times 200$
 $V1 = 0$
2. Pengenceran 3 ppm $N1.V1 = N2.V2$
 $100 \times V1 = 3 \times 200$
 $V1 = \frac{600}{100} = 6 \text{ ml}$
3. Pengenceran 5 ppm $N1.V1 = N2.V2$
 $100 \times V1 = 5 \times 200$
 $V1 = \frac{1000}{100} = 10 \text{ ml}$
4. Pengenceran 7 ppm $N1.V1 = N2.V2$
 $100 \times V1 = 7 \times 200$
 $V1 = \frac{1400}{100} = 14 \text{ ml}$

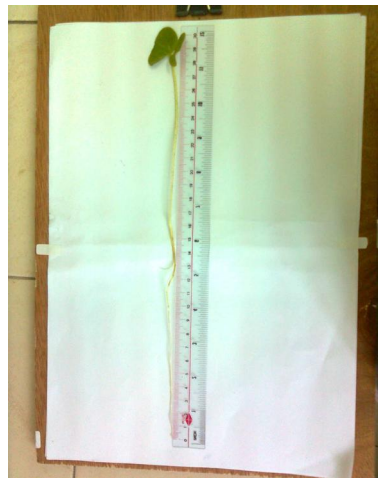
Tabel Pengenceran PEG 6000 Menjadi Beberapa Konsentrasi

N1	V1	N2	V2	Penambahan
100 ppm PEG	ml	ppm	Volume air	Air (ml)
100 ppm	0	0	200 ml	200 ml
100 ppm	6	3	200 ml	194 ml
100 ppm	10	5	200 ml	190 ml
100 ppm	14	7	200 ml	186 ml

Lampiran 6.

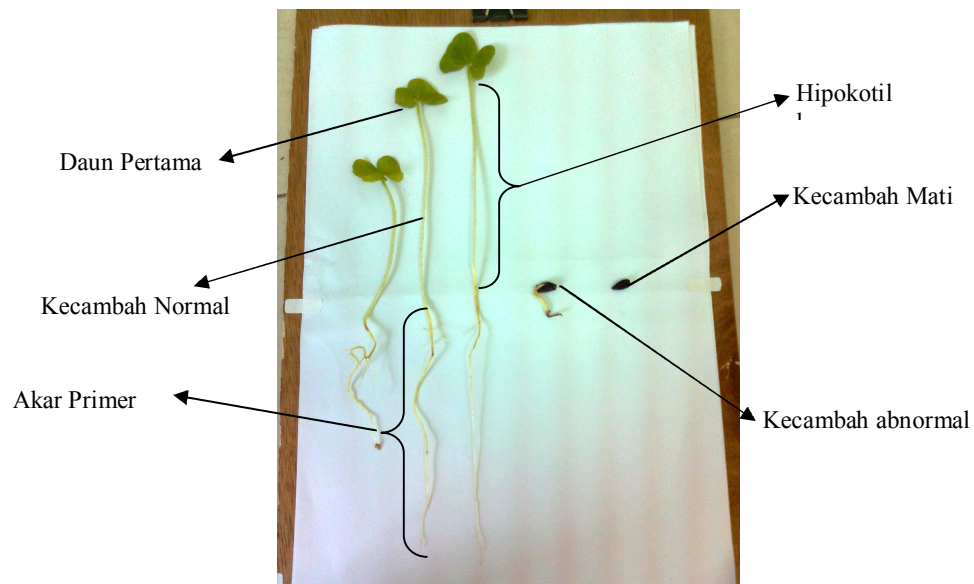


Gambar Perkecambahan Umur 3 HST dan 5 HST



Gambar Pengukuran Panjang Kecambah

A. Gambar Kriteria Kecambah



Gambar 6 Kriteria dan Bagian – bagian dari Kecambah