

**PENGARUH *OSMOCONDITIONING* DENGAN LARUTAN PEG  
(*Polyethylene Glycol*) 6000 TERHADAP VIABILITAS BENIH BUNGA  
MATAHARI (*Helianthus annus L.*)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**KHOIRUL MUFID**

**NIM. 10620092**



**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2017**

**PENGARUH *OSMOCONDITIONING* DENGAN LARUTAN PEG  
(*Polyethylene Glycol*) 6000 TERHADAP VIABILITAS BENIH BUNGA  
MATAHARI (*Helianthus annus L.*)**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:

**KHOIRUL MUFID**

**NIM. 10620092**

**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2017**

**PENGARUH OSMOCONDITIONING DENGAN LARUTAN PEG  
(Polyethylene Glycol) 6000 TERHADAP VIABILITAS BENIH BUNGA  
MATAHARI (*Helianthus annus L.*)**

**SKRIPSI**

Oleh:

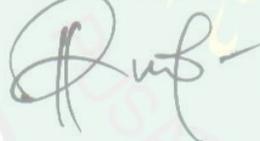
**KHOIRUL MUFID**

**NIM. 10620092**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

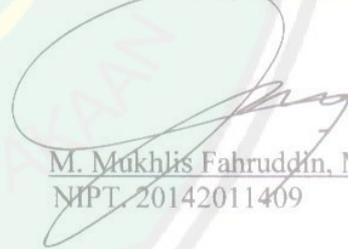
Tanggal: 9 Juni 2017

Pembimbing I,



Ruri Siti Resmisari, M.Si  
NIDT. 19790123 20160801 2 063

Pembimbing Agama II,



M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I  
NPT. 20142011409

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



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

**PENGARUH OSMOCONDITIONING DENGAN LARUTAN PEG  
(Polyethylene Glycol) 6000 TERHADAP VIABILITAS BENIH BUNGA  
MATAHARI (*Helianthus annuus* L.)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**KHOIRUL MUFID**

**NIM. 10620092**

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

Tanggal: 16 Juni 2017

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



Ketua Penguji : Suyono, M.P  
NIP. 19710622 200312 1 001



Sekretaris Penguji : Ruri Siti Resmisari, M.Si  
NIDT. 19790123 20160801 2 063



Anggota Penguji : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I  
NIPT. 20142011409



Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khoirul Mufid

NIM : 10620092

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pengaruh *Osmoconditioning* Dengan Larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Bunga Matahari (*Helianthus Annus L.*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil pemikiran atau tulisan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber cuplikan beserta daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti dan dibuktikan skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta diproses sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 17 Juli 2017

Yang membuat pernyataan,



Khoirul Mufid  
NIM. 10620092

## *MOTTO*

*“Kesuksesan bukan diukur dari seberapa cepat mencapainya  
melainkan seberapa keras memperjuangkannya”*

*“Studies is the initial step to be recognize the word”*

*“For as long as there confidence, all will be possible”*



## PERSEMBAHAN

*Puji syukur Alhamdulillah yang tidak terhingga ya Ilahi Robbi telah memberikan rahmat, cinta dan sayang-Nya kepada hambaMu, karena dengan kehendakMu hamba dapat menyelesaikan karya tulis ini.*

*Solawat serta salam saya limpahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. yang telah membawa kita kejalan yang terang seperti sekarang ini*

*Saya persembahkan karya tulis ini kepada orang tercinta: Ayahanda Muarib, S.PdI dan Ibunda Hodaimah yang telah mencurahkan kasih dan sayangnya serta support do'a, motivasi, moril dan materiil. Kepada istriku tersayang Fitri yang tidak hentinya memberikan semangat serta dukungan moril demi kesuksesanku. Kepada adikku Rifki yang secara tidak langsung memberikan semangat abangnya ketika termenung memikirkannya.*

*Terimakasih kepada Ibu Ruri, Bapak Yono, Ibu Evika dan Bapak Mukhlis yang telah membimbingku, memberikan dukungan dan masukannya. Kepada Mas Soleh, Mb lil, Mas Ismail dan Mas Basyar terimakasih atas bantuannya selama ini.*

*Serta terimakasih kepada Sahabatku Alfyan Sy, Darajat, Rahman, Hamdan, Toni dan sahabat-sahabat yang lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu saya ucapkan banyak terimakasih atas dukungannya selama ini*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul **“Pengaruh Osmoconditioning dengan Larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)”**. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan kita Nabi Besar 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. Mudji Raharjo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ruri Siti Resmisari, M.Si, selaku dosen pembimbing utama, karena atas bimbingan, pengarahan dan kesabaran beliau penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
5. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan pengarahan dan kesabaran beliau dalam memberi masukan tentang integrasi sains dan agama islam.
6. Segenap jajaran sivitas akademika Jurusan Biologi, terutama seluruh dosen, terimakasih atas ilmu yang disampaikan, kesabaran dan bimbingannya.

7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Muarib, S.PdI dan Hodaimah, Adik penulis Rifki dan Istri penulis Fitri Y. Terimakasih atas sambungan do'a, dukungan, saran dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
8. Serta semua sahabat dan pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang memberikan do'a, semangat, dukungan, saran dan pemikiran sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Demikian pengantar yang dapat penulis sampaikan dimana penulis pun sadar bahwasannya penulis hanyalah seorang manusia yang tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, sedangkan kesempurnaan hanya milik Tuhan yang maha Esa, sehingga dalam penulisan dan penyusunannya masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif akan senantiasa penulis nanti dalam upaya evaluasi diri.

Semoga Allah memberikan balasan atas segala bantuan spiritual dan material yang telah diberikan kepada penulis. Akhir kata, penulis berharap buah karya ini bermanfaat dan dapat menjadi inspirasi bagi peneliti lain serta menambah khasanah ilmu pengetahuan bagi semua elemen masyarakat. Amin.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Malang, 17 Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Arab.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	8
1.3 Tujuan Penelitian .....	9
1.4 Hipotesis.....	9
1.5 Manfaat Penelitian .....	10
1.6 Batasan Masalah.....	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Perkecambahan Perspektif Al-Qur'an.....	11
2.2 Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ).....	13
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ) .....	13

2.2.2 Morfologi Tanaman Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ).....	14
2.2.3 Adaptasi Bunga Matahri ( <i>Helianthus annus L.</i> ).....	15
2.2.4 Kegunaan Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ).....	16
2.3 Viabilitas Benih.....	17
2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Viabilitas Benih dalam Penyimpanan....	19
2.5 Perkecambahan Benih.....	22
2.5.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan.....	26
2.5.2 Tipe Perkecambahan.....	29
2.5.3 Kriteria Kecambah.....	30
2.6 Kemunduran Benih.....	31
2.6.1 Ciri-Ciri Kemunduran Benih.....	32
2.6.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemunduran Benih.....	33
2.6.3 Pengendalian Kemunduran Benih.....	34
2.7 Invigorasi.....	35
2.7.1 Osmoconditioning.....	36
2.8 Penggunaan PEG ( <i>Polyethylene Glycol</i> ) 6000 untuk Invigorasi Benih.....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	41
3.2 Variabel Penelitian.....	42
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	43
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	43
3.5 Subjek Penelitian.....	43
3.6 Prosedur Penelitian.....	44
3.6.1 Pembuatan Larutan PEG 6000.....	44
3.6.2 Perendaman Benih dan Perlakuan dengan PEG 6000.....	44
3.6.3 Pengujian Daya Kecambah.....	44
3.7 Variabel Pengamatan.....	45

3.8 Analisis Data .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan PEG ( <i>Polyethylene Glycol</i> ) 6000 Terhadap Daya Berkecambah Benih Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ) .....	47
4.2 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan PEG ( <i>Polyethylene Glycol</i> ) 6000 Terhadap Panjang Akar Benih Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ) .....	52
4.3 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dengan PEG ( <i>Polyethylene Glycol</i> ) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ) .....	53
4.4 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dengan PEG ( <i>Polyethylene Glycol</i> ) 6000 Terhadap Berat Basah Kecambah Benih Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ).....	59
4.5 Peningkatan Viabilitas Biji Bunga Matahari ( <i>Helianthus annus L.</i> ) dengan Larutan PEG ( <i>Polyethylenr Glycol</i> ) 6000 Menurut Pandangan Islam .....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman dan Biji Bunga Matahari .....	15
Gambar 2.2 Kriteria Kecambah .....	31
Gambar 2.3 Struktur Molekul PEG 6000.....	38
Gambar 4.1 Performa Daya Kecambah Benih Bunga Matahari .....	47
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap daya Kecambah .....	50
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap panjang hipokotil .....	54
Gambar 4.4 Grafik Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman Terhadap Panjang Hipokotil.....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Konsentrasi dan Lama Perendaman .....	42
Tabel 4.1 Hasil ANAVA Daya Berkecambah Benih Bunga Matahari .....	48
Tabel 4.2 Hasil Uji DMRT Konsentrasi Daya Berkecambah Benih Bunga Matahari .....	49
Tabel 4.3 Hasil ANAVA Panjang Akar Benih Bunga Matahari .....	52
Tabel 4.4 Hasil ANAVA Panjang Hipokotil Benih Bunga Matahari .....	53
Tabel 4.5 Hasil Uji DMRT Konsentrasi Panjang Hipokotil Benih Bunga Matahari .....	54
Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman Benih Bunga Matahari .....	57
Tabel 4.7 Hasil ANAVA Berat Basah Kecambah .....	59

## DATA LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Data Pengamatan.....	71
Lampiran 2 Hasil Analisis.....	75
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian.....	79



## ABSTRAK

**Mufid, Khoirul. 2017. Pengaruh *Osmoconditioning* dengan Larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*). Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.**

Dosen Pembimbing: Ruri Siti Resmisari. M,Si, M. Mukhlis Fahrudin. M,SI

**Kata Kunci:** *Osmconditioning* dengan larutan PEG 6000, Viabilitas, Benih bunga matahari (*Helianthus annuus L.*)

*Primming* merupakan metode pengontrolan untuk mempercepat dan menyeragamkan perkecambahan, jenis *priming* yang digunakan adalah *osmoconditioning*, yakni perendaman benih dalam larutan dengan tekanan osmotik tinggi untuk mengikat air dan mampu memperbaiki sifat fisik, mutu fisiologis serta biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan. Salah satu senyawa dalam *osmoconditioning* adalah dengan menggunakan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 yang berperan dalam mengimbibisi air pada benih sampai mencapai keseimbangan. Viabilitas merupakan daya hidup benih, dalam meningkatkan viabilitas pada benih bunga matahari (*Helianthus annuus L.*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi dan lama perendaman dengan larutan PEG 6000 tertentu terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus L.*), meliputi daya berkecambah, panjang akar, panjang hipokotil dan berat basah kecambah.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2017 di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 yang terdiri dari 0% (kontrol), 1%, 2%, 3% dan 4%. Faktor kedua adalah lama perendaman dalam PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 yang terdiri dari 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan Analisis Varian (ANOVA) dan apabila terdapat pengaruh signifikan maka dilanjut dengan Uji Duncam Multiple Range Test (DMRT).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Terdapat pengaruh konsentrasi terhadap parameter daya kecambah (1%) dan parameter panjang hipokotil (1%). Sedangkan pada parameter panjang akar dan berat basah kecambah tidak terdapat pengaruh pada benih bunga matahari. Tidak terdapat pengaruh lama perendaman terhadap semua parameter, baik parameter daya kecambah, panjang akar, panjang hipokotil dan berat basah kecambah benih bunga matahari. Tidak terdapat pengaruh Interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman terhadap parameter daya kecambah, panjang akar dan berat basah kecambah. Sedangkan terdapat pengaruh Interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman pada parameter panjang hipokotil (1% dan 1 jam) benih bunga matahari.

## ABSTRACT

**Mufid, Khoirul. 2017. The Influence of *Osmoconditioning* Solution with PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Seed Viability of Sunflower (*Helianthus annus L.*). Thesis. Department of Biology Faculty of Science and Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.**

Advisor: Ruri Siti Resmisari. M,Si, M. Mukhlis Fahrudin. M,SI

**Keyword:** *Osmconditioning* with PEG 6000 solution, Viability, Sunflower Seed (*Helianthus annuus L.*)

*Priming* is a method of control to accelerate and uniform germination, the type of *priming* used is *osmoconditioning*, It soaking the seeds in a solution with high osmotic pressure to bind water and able to improve physical properties, physiological quality and biochemistry in the seed during germination delay. One of the compounds in *osmoconditioning* is by using PEG (Polyethylene Glycol) 6000 which plays a role in seeding water to the seed until it reaches equilibrium. Viability is the life-force of seeds, in increasing viability in sunflower seeds (*Helianthus annuus L.*). The purpose of this study was to determine the concentration and duration of immersion with a certain PEG 6000 solution to viability of sunflower seeds (*Helianthus annuus L.*), Including germination, root length, hypocotyl length and heavy wet sprouts.

This research was conducted in February 2017 at Plant Culture Tissue Laboratory Biology Department Faculty of Science and Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. This research is an experimental research using Factorial Random Design (RAL) with 2 factors. The first factor was the concentration of PEG (Polyethylene Glycol) 6000 solution consisting of 0% (control), 1%, 2%, 3% and 4%, The second factor is the long immersion in PEG (Polyethylene Glycol) 6000 which consists of 1 hour, 2 hours and 3 hours. Data obtained from this study were analyzed by Variant Analysis (ANAVA) and if there is significant influence then continued with Duncam Multiple Range Test Test (DMRT).

The results showed that there was influence of concentration to germination parameter (1%) and hypocotyl length parameter (1%). While on the root length and wet weight of the sprouts, there is no influence on the sunflower seed. There is no effect of immersion on all parameters, both germination parameters, root length, hypocotyl length and wet weight of sunflower seed sprouts. There was no effect of interaction between concentration and duration of immersion on germination parameters, root length and wet weight of sprouts. While there is influence Interaction between concentration and duration of immersion on hypocotyl length parameter (1% and 1 hour) seed sunflower.

## مختصر البحث

مفيد، خيرل. 2017. تأثير الحل أوزموكونديتيونينغ مع (البولي ايثيلين جلايكول) 6000 البذور صلاحية عباد الشمس (هيليانثوس أنوس ل.). أطروحة. قسم البيولوجيا كلية العلوم والتكنولوجيا الجامعة الإسلامية الدولية مولانا مالك إبراهيم مالانج.

المشرف: روري ستي ريسميساري, M.Si, مجلس فهردين, M.S.I.

الكلمة الرئيسية: أوزموكونديتيونينغ مع حل بيج 6000، الجدوى، بذور عباد الشمس (هيليانثوس أنوس ل.).

فتيلة هو وسيلة للسيطرة على تسريع وإنبات موحد، ونوع من فتيلة المستخدمة هو أوسموكونديتيونينغ، إي تمرغ البذور في حل مع الضغط الاسموزي عالية لربط المياه وقادرة على تحسين الخصائص الفيزيولوجية والجودة الفسيولوجية والكيمياء الحيوية في البذور أثناء الإنبات تأخير. واحدة من المركبات في تكييف الهواء هو باستخدام بيج (البولي ايثيلين جلايكول) 6000 الذي يلعب دورا في بذر الماء إلى البذور حتى تصل إلى التوازن. الجدوى هي قوة الحياة من البذور، في زيادة البقاء على قيد الحياة في بذور عباد الشمس (هيليانثوس أنوس ل.). وكان الغرض من هذه الدراسة تحديد تركيز ومدة الغمر مع بعض الحلول بيج 6000 لبقاء بذور عباد الشمس (هيليانثوس أنوس ل.) بما في ذلك الإنبات وطول الجذر وطول الهيبوكوتيل والبزاعم الرطبة الثقيلة

أجري هذا البحث في شباط / فبراير 2017 في قسم زراعة الأنسجة النباتية مختبر البيولوجيا كلية العلوم والتكنولوجيا الدولية الإسلامية جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج. هذا البحث هو بحث تجريبي باستخدام تصميم عشوائي عامل (رال) مع 2 العوامل. وكان العامل الأول هو تركيز محلول (بوي ايثيلين جلايكول) 6000 يتكون من 0٪ (السيطرة)، 1٪، 2٪، 3٪ و 4٪، والعامل الثاني هو الغمر الطويل في بيج (البولي ايثيلين جلايكول) 6000 والذي يتكون من 1 ساعة، 2 ساعة و 3 ساعات. تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة من خلال تحليل متغير (أنافا) وإذا كان هناك تأثير كبير ثم استمر مع اختبار اختبار مجموعة متعددة دنكام (دم رت).

وأظهرت النتائج أن هناك زيادة في بقاء بذور عباد الشمس (هيليانثوس أنوس ل.) التي شهدت تدهور. وهذا يعني زيادة النسبة المئوية لقدرة الإنبات وطول الجذر وطول الهيبوكوتيل والنباتات الرطبة الثقيلة عند تركيز 1٪ ووقت غمر 1

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan tanaman yang mempunyai banyak manfaat, sejak tahun 1970-an tanaman bunga matahari awal mulanya dikenal sebagai tanaman hias, kemudian berkembang, baik sebagai bahan baku industri makanan berupa kwaci dan penghasil minyak nabati (Atjung, 1981).

Biji-bijian sudah banyak disebutkan dalam firman Allah SWT dalam beberapa ayat Al-Qur'an salah satunya QS. Ar-Rahman/55 : 10-12 sebagai berikut:

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

Artinya: “Dan Allah telah meratakan bumi untuk makhluk(Nya). Dibumi itu ada buah-buahan dan pohon-pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang. Dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum baunya” (QS. Ar-Rahman/55: 10-12).

Surat Ar-Rahman ayat 10-12 di atas menjelaskan bahwa Allah SWT mengemukakan kekuasaan-Nya menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji-bijian yang berkulit dan juga berbunga seperti tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.). Biji-biji yang terdapat pada bunga inilah yang nantinya akan terus beregenerasi menjadi tumbuhan baru.

Biji bunga matahari merupakan penghasil minyak yang mengandung mineral, vitamin B kompleks (melancarkan peredaran darah dan mengoptimalkan aktivitas otak), vitamin E (mengatasi berbagai masalah kulit), karoten (nutrisi pada mata, jantung, sendi dan pencernaan), dan serat (*dietary fibre*) (penyerapan glukosa). Di Negara Eropa dan Amerika, minyak nabati dari bunga matahari cukup bersaing seperti halnya minyak nabati dari tumbuhan lain (Dalimartha, 2008).

Selain itu bungkil atau ampas hasil pemerasan minyak mengandung 13-20% protein, yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Misalnya biji bunga matahari termasuk golongan minyak rendah kolesterol menyaingi minyak jagung, minyak kacang tanah dan minyak kedelai, sehingga sangat baik untuk kesehatan (Rukmana, 2004).

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) diperbanyak dengan benih sehingga benih yang digunakan harus bermutu tinggi karena mutu yang tinggi merupakan dasar bagi produktivitas pertanian yang baik, akan tetapi dengan penanganan yang kurang baik, seperti kesalahan ketika panen, penyimpanan benih yang terlalu lama sehingga mengalami kemunduran atau deteriorasi juga akan mempengaruhi pertumbuhannya. Selain itu yang harus diperhatikan dalam produksi benih berkualitas ini membutuhkan proses yang panjang, dimana proses ini dimulai dari pemilihan bahan tanaman, pemeliharaan tanaman, panen serta penanganan setelah panen. Supaya produksi benih berhasil, selain mempertimbangkan faktor genetik juga faktor-faktor lain harus diperhatikan,

seperti iklim, lokasi produksi, isolasi, ketersediaan serangga penyerbuk, tenaga yang terampil dan murah serta transportasi yang memadai (Hasanah, 2002).

Diantara permasalahan yang ada dalam pengembangan tanaman, salah satunya adalah tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) dimana produksi minyak biji bunga matahari merupakan salah satu jenis minyak nabati yang pegembangannya masih terbatas di Indonesia. Beberapa industri di Indonesia masih harus mengimpor minyak biji bunga matahari, tingginya impor minyak biji bunga matahari di Indonesia disebabkan kurangnya pasokan dari dalam negeri, kualitas yang belum memadai, dan kontinuitas hasil yang belum dapat diandalkan (Guenther, 1990).

Satu diantara berbagai faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup tumbuhan adalah air. Air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup yang harus ada. Sehubungan dengan peranan air bagi kehidupan. Allah SWT berfirman dalam QS. An-Naba'/78: 15 sebagai berikut:

لِّنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا ﴿١٥﴾

Artinya: “Untuk Kami mengeluarkan dengan air itu, biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan” (QS. An-Naba'/78: 15).

Dari ayat yang tersebut mengajak kita untuk mempelajari bagaimana air dapat menumbuhkan biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan. Menurut Ash-Shiddieqy dalam tafsir An-Nur (2000) menyatakan bahwa Dialah Allah yang telah mengeluarkan air, lalu dengan air itulah dijadikan segala benda yang hidup. Allah menumbuhkan bermacam-macam tumbuhan dengan air. Dia mengeluarkan dari yang hidup itu biji yang kering, keras dan tersusun satu sama lain dalam tandan.

Peran air sangat penting untuk pertumbuhan, terutama tumbuh-tumbuhan yang diawali dengan perkecambahan benih. sehingga dengan demikian tumbuhan dapat berlangsung kehidupannya apabila ada interaksi antara benih dengan air. Interaksi tersebut memicu reaksi biokimia yang dikenal dengan perkembangan enzim yang kemudian akan terjadi proses perkecambahan. Akan tetapi kemampuan air untuk berimbibisi ke dalam benih juga berpengaruh untuk menentukan kelangsungan hidup suatu benih. Menurut Kuswanto (1996) kadar air pada benih merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam penyimpanan benih. Kadar air benih yang terlalu rendah 3-5% dapat menyebabkan penurunan laju perkecambahan benih dan benih menjadi keras, sehingga pada waktu perkecambahan benih tidak dapat berimbibisi dan embrio akan mati. Begitupun dengan kadar air benih yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penurunan viabilitas sehingga kilit luar biji menjadi lembab dan akan menyebabkan mikroorganisme tumbuh.

Schmid (2002) menyatakan bahwa penurunan viabilitas benih selama penyimpanan dapat di sebabkan oleh banyak hal, diantaranya serangga, jamur atau kerusakan secara alami selama penyimpanan. faktor suhu dan kelembapan juga berpengaruh dalam kualitas benih, sehingga benih harus dijaga dengan baik demi jangka panjang penyimpanan benih.

Penurunan mutu benih yang diakibatkan oleh lama penyimpanan dan kesalahan dalam penanganan benih merupakan persoalan yang utama dalam pengembangan tanaman. Penurunan mutu benih dapat menimbulkan perubahan fisik, sehingga benih menjadi rusak. Faktor fisiologis lain yang mempengaruhi

seperti kurang masaknya benih saat panen maupun biokimia yang menyebabkan enzim menjadi aktif sehingga viabilitas benih menjadi menurun (Rusmin, 2004).

Untuk mempercepat dan menyeragamkan perkecambahan terdapat metode *priming* atau pengontrolan, dimana dengan metode ini maka perkecambahan dapat terjadi. Jenis *priming* yang sangat umum adalah *osmoconditioning*, yakni perendaman benih dalam larutan dengan tekanan osmotik tinggi untuk mengikat air, kebanyakan menggunakan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 (Utomo, 2006).

Benih yang telah mengalami kemunduran (*deteriorasi*) dapat ditingkatkan perkecambahannya, salah satunya dengan menggunakan perlakuan benih sebelum tanam yang disebut dengan *osmoconditioning*. Menurut Khan (1992) *osmoconditioning* adalah perbaikan mutu fisiologis dan biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan oleh potensial osmotik rendah dan potensial matrik. Tujuan dari *osmoconditioning* adalah mempercepat dan menyerampakkan perkecambahan serta perbaikan potensial perkecambahan. Sadjad (1994) mengemukakan bahwa prinsip kerja dari proses *osmoconditioning* adalah dimulai pada saat benih menyerap air sampai potensial air dalam benih dan media pengimbibisi sama (dicapai keseimbangan potensial air). Satu di antara teknik *osmoconditioning* adalah penggunaan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000.

Senyawa PEG 6000 mempunyai sifat yang tidak meracuni benih karena berat molekul yang besar sehingga tidak meresap ke dalam jaringan benih dan tidak akan mengganggu benih. Larutan ini pula dapat membentuk lapisan yang membatasi jumlah air yang diabsorpsi oleh benih, sehingga tidak memungkinkan benih berkecambah selama *osmoconditioning* (Kuswanto,1996).

Penggunaan PEG dibawah 6000 dalam penelitian tidak digunakan karena dengan berat molekul di bawah 6000 itu sulit masuk ke pori-pori benih karena air yang diikat jumlahnya masih kurang untuk membantu mengimbibisi air, sedangkan PEG dengan berat molekul diatas 6000 akan menyebabkan cekaman kekeringan yang disebabkan semakin pekat konsentrasi PEG semakin banyak subunit etilen mengikat air, sehingga menahan masuknya air kedalam jaringan tanaman. Akibat dari hal itu akar tanaman semakin sulit untuk menyerap air kalau secara terus menerus menyebabkan kematian sel (Husni dkk, 2003).

Berdasarkan sifat fisik dan berat molekul PEG tersedia dalam berbagai formulasi tetapi yang paling umum digunakan dalam penelitian fisiologi tanaman adalah PEG 6000. PEG bersifat mempertahankan potensi osmotik sel yang dapat digunakan untuk membatasi perubahan kadar air dan O<sub>2</sub> pada medium perkecambahan atau penyimpanan sehingga molekul PEG yang berada diluar membrane sel benih akan membentuk lapisan tipis yang melindungi benih dan berfungsi sebagai penyangga kadar air benih dan keluar masuknya oksigen (Rahardjo,1986).

Menurut Szafirowska *et al* (1991) yang telah melakukan perlakuan invigorasi pada benih dari 2 kultivar wortel dengan melembabkan benih dengan larutan PEG 6000 (2,5%) dapat meningkatkan daya berkecambah, jumlah bibit yang muncul dan meningkatkan keseragaman pertumbuhan serta produksi di lapang. Selanjutnya Rusmin dan Wahab (1994) melakukan penelitian invigorasi pada benih kayu manis yaitu dengan perlakuan perendaman benih dengan PEG 6000 (20%) selama 24 jam dapat meningkatkan daya berkecambah, berat kering

kecambah, kecepatan berkecambah dan panjang bibit kayu manis yang telah turun mutunya akibat kesalahan dalam prosesing benih.

Berdasarkan penelitian Susanti (2014) penggunaan larutan PEG 6000 pada tanaman knaf (*Hibiscus Cannabinus L.*) efektif untuk meningkatkan persentase daya berkecambah, persentase keserempakan tumbuh dan kadar air kecambah adalah 3%. Lama perendaman yang efektif untuk meningkatkan panjang kecambah adalah 2 jam. Menurut Rouhi dan Surki (2011) menyatakan bahwa dengan menggunakan PEG yang dilakukan pada benih kedelai menunjukkan bahwa *osmoconditioning* sangat berpengaruh terhadap daya berkecambah, laju perkecambahan, panjang kecambah dan vigor kecambah perlakuan terbaik adalah dengan perendaman selama 12 jam dalam larutan dengan potensial osmotik -12 bar. Konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 terhadap viabilitas benih rosella (*Hibiscus Sabdariffa*) dengan meningkatkan variabel persentase daya berkecambah, persentase keserempakan tumbuh, panjang kecambah dan berat kering kecambah. Konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 yang efektif adalah 5% dengan perendaman 6 jam.

Sofinoris (2009) menyatakan konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG 6000 berpengaruh terhadap viabilitas benih kapas (*Gossypium Hirsutum L.*), yaitu meningkatkan variabel persentase daya berkecambah, panjang hipokotil, berat kering kecambah dan waktu kecambah. Konsentrasi PEG 6000 yang efektif adalah 3 ppm dengan lama perndaman 3 jam.

Perlakuan pada penelitian ini adalah PEG 6000 yang dikombinasikan dengan lama perendaman yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan karena lama

perendaman akan mempengaruhi banyaknya larutan PEG yang terserap kedalam benih sehingga benih dapat berimbibisi. Konsentrasi PEG yang terlalu tinggi akan membuat enzim dan substrat yang bereaksi menjadi encer sehingga metabolisme menjadi lambat (Azhari,1995).

Upaya peningkatan viabilitas benih dapat dilakukan dengan berbagai banyak cara, salah satunya dengan menggunakan larutan PEG 6000. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat meningkatkan viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) dapat ditanam dan tumbuh, sehingga di Indonesia pemanfaatan biji bunga matahari dapat terealisasi untuk menambah nilai ekonomis masyarakat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh konsentrasi dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)?
2. Apakah terdapat pengaruh lama perendaman dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)?
3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)
2. Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)

### 1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh konsentrasi dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)
2. Terdapat pengaruh lama perendaman dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)
3. Terdapat pengaruh interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bermanfaat untuk pengembangan dan menambah wawasan ilmu pengetahuan teknologi benih mengingat manusia sebagai kholifah di muka bumi, khususnya benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)
2. Memberikan informasi kepada petani untuk mengatasi penurunan viabilitas benih atau deteriorasi, khususnya benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)

## 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) yang digunakan berasal dari BALITTAS Karangploso yang dipanen pada bulan Agustus 2014
2. Teknik invigorasi menggunakan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000
3. Konsentrasi larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) adalah 0%, 1%, 2%, 3% dan 4%
4. Media yang digunakan adalah kertas merang
5. Lama perendaman adalah 1 jam, 2 jam dan 3 jam.
6. Viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) diamati 6 hari setelah tanam
7. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah persentase perkecambahan, panjang akar, panjang hipokotil dan berat basah kecambah

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Perkecambahan Perspektif Al-Qur'an

Benih sudah banyak disebut dan dijelaskan dalam Al-qur'an, yakni "Habban" yang berarti biji-bijian, sehingga apa yang dibicarakan oleh ilmu pengetahuan mengenai biji-bijian sebenarnya telah diisyaratkan sebelum ilmu pengetahuan berkembang, sebagaimana Allah SWT telah menyebutkan dalam beberapa ayat Al-Qur'an yang salah satunya QS. An-Naba': 14-15 sebagai berikut:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجًا ۖ لِنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا ﴿١٥﴾

Artinya: "Dan Kami turunkan dari awan air yang banyak tercurah, supaya Kami tumbuhkan dengan air itu biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan" (QS. An-Naba': 14-15)

Surat An-Naba' ayat 14-15 di atas menjelaskan bahwa Allah SWT mengemukakan kekuasaan-Nya menumbuhkan butir biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan seperti halnya bunga matahari (*helianthus annus* L). Benih adalah simbol dari suatu permulaan yang merupakan inti dari kehidupan dan alam semesta. Sedangkan seperti yang kita ketahui bahwa benih diartikan sebagai biji tanaman yang tumbuh menjadi tanaman muda (bibit), kemudian tumbuh menjadi tanaman dewasa dan menghasilkan bunga. Melalui proses penyerbukan dan pembuahan akan terbentuk biji kembali.

Perkecambahan bahwasannya sudah diatur oleh Allah SWT sebelum ilmu pengetahuan itu ada, hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Al-Qaaf/50: 9 yang berbunyi sebagai berikut:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبْرَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ ﴿٩﴾

Artinya: *“Dan kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam”* (QS. Al-Qaaf: 9).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menurunkan air dari langit yang banyak manfaatnya, dengan air tersebut maka tumbuhlah berbagai macam tumbuh-tumbuhan. Kemudian ayat di atas menjelaskan bahwa biji-bijian itu dapat tumbuh dengan adanya air, maka tumbuhlah berbagai macam biji-bijian termasuk di dalamnya biji bunga matahari yang akan mengalami proses perkecambahan setelah adanya air. Proses perkecambahan merupakan fase awal perkembangan tanaman berbiji, yaitu pertumbuhan embrio yang dimulai kembali setelah penyerapan air atau imbibisi. Pada waktu imbibisi, kandungan air mula-mula meningkat dengan cepat, kemudian lebih lambat. Metabolisme jaringan menjadi aktif sehingga menyebabkan embrio memproduksi sejumlah kecil giberelin. Selanjutnya hormon ini berdifusi ke dalam selapis sel aleuron yang mengelilingi sel cadangan makanan endosperm. Sel-sel endosperm akan membentuk enzim, yaitu amilase, protease dan lipase untuk mencerna dan menggunakan berbagai bahan cadangan makanan yang tersimpan. Kemudian sel-sel endosperm mengalami penguraian dan menjadi bentuk-bentuk terlarut. Pada proses sitokinin

dan auksin terbentuk yang kemudian merangsang pertumbuhan embrio dan membuat sel-selnya membelah dan membesar (Butarbutar, 2010).

## 2.2 Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

Bunga matahari (*Helianthus annus L.*) sering disebut bunga semusim. *Heli* berarti matahari dan *annus* berarti semusim. Tanaman ini berasal dari Amerika utara, yakni Meksiko. Tanaman ini telah dibudidayakan secara besar-besaran pada abad ke-18 di berbagai Negara di benua Amerika. Sementara pada tahun 1907 tumbuhan ini diperkenalkan di Indonesia oleh seorang ahli pertanian asal Belanda (Neti, 2013).

Bunga matahari dapat tumbuh di daerah dingin maupun daerah kering pada ketinggian sampai 1,500m dpl. Tanah berpasir hingga tanah liar yang baik dan tidak asam atau asin. Udara yang kering setelah terbentuknya biji sangat penting untuk membuat masak biji bunga matahari (Neti, 2013).

### 2.2.1 Klasifikasi Tanaman Bunga Matahari

Klasifikasi tanaman bunga matahari (*Helianthus annus L.*) sebagai berikut (Neti, 2013):

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliopyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Asterales
Family	: Astereceae
Genus	: <i>Helianthus</i>
Spesies	: <i>Helianthus annus L.</i>

### 2.2.2 Morfologi Tanaman Bunga Matahari

Bunga matahari mempunyai sistem akar tunggang, berwarna putih kotor. Diameter akar tanaman ini tidak terlalu besar (Ardiyansyah, 2010). Batang bunga matahari kuat, bulat, biasanya berdiameter 3 cm tetapi kadang-kadang mencapai 10 cm, menghasilkan rambut-rambut kasar dan memiliki punggung longitudinal yang ramping. Kayu bagian luar terisi kaku oleh kambium dan semakin lama menjadi cekung oleh waktu. Unsur pokok dari batang pada bunga matahari dari mesir memiliki 53 % selulosa, 17 % Lignin, 17 % pentosan, 3 % protein kasar, dan 8 % abu (Erian *and* Moawad ,1979 *dalam* Weiss, 1983).

Daun berselang-seling, sempit berlawanan pada batang terbawah dan berselang diatas, besar, ovate, cordate, kebanyakan berat dan ditopang oleh tangkai yang panjang (Weiss, 1983). Daun tunggal berbentuk jantung sepanjang 15 sentimeter panjang dan 12 sentimeter lebar dengan gagang daunnya yang panjang kemas tersusun pada batang pokoknya yang keras dan berbulu (Ardiyansyah, 2010).

Bunga dari capitulum memiliki 2 tipe: sebaris luar yang memiliki warna cerah, steril, bunga pita, yang biasanya berwarna kuning tetapi bisa berubah dari kuning tua menjadi merah dan coklat atau piringan bunga keunguan. Bunga biasa menjadi 1000-4000 per bunga, yang tersusun atas lingkaran spiral yang teratur di tengah dari bunga majemuk dan matang secara progresif dari bagian terluar ke bagian tangan dari piringan. ini telah tertentu bahwa lingkaran ini mengikuti sebuah rangkaian angka fibonacci secara matematis adalah susunan alami yang sangat kompleks(Weiss, 1983).

Buah pada bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) kecil, bentuk tabung, diameter  $\pm 3$  mm, dan berwarna putih kotor. Sedangkan morfologi biji (Semen) pada bunga matahari memiliki ujung lancip, pipih, berbulu, bergaris putih, panjang 10 mm, lebar  $\pm 7$  mm, dan berwarna hitam (Ardiyansyah, 2010). Biji bervariasi cukup besar pada ukuran dan berat, tetapi secara umum padat, berbujur rata, dengan potongan kerucut atas dan tempat dasar, potongan diaman yang kasar pada belahan dan biasanya pada kisaran panjang 10-25 mm, lebar 7.5-15 mm dan ketebalan 3-7.5. berat 1000 biji berubah-ubah dari 50 g pada berbagai waktu. Tentang perhitungan susunan minyak, muncul bahwa ada sedikit perbedaan antara varietas berisi minyak rendah dengan minyak tinggi, tetapi total isi biji tergantung dengan perhitungan susunan sel kotiledon (Weiss, 1983).



A

B

Gambar 2.1, a) Tanaman bunga matahari, b) Biji bunga matahari (Neti, 2013)

### 2.2.3 Adaptasi Bunga Matahari

Bunga matahari memiliki daerah adaptasi yang luas dan membutuhkan daerah yang panas dengan sinar matahari penuh, namun dalam pertumbuhannya tidak dipengaruhi oleh fotoperiodisme. Pertumbuhan bunga matahari yang optimal dicapai pada suhu di atas  $10^{\circ}\text{C}$  dengan ketinggian tempat sedang sampai

tinggi (Chapman *and* Carter, 1975). Di Indonesia tanaman ini dapat tumbuh pada ketinggian tempat sampai 1000 m dpldengan curah hujan 50-80 mm/bulan (Hasanah *and* Wikardi, 1989).

Bunga matahari tumbuh dari daerah khatulistiwa sampai 55<sup>0</sup> LS. Pada daerah tropis tumbuh baik pada ketinggian sedang sampai tinggi, namun toleran pada daerah dataran rendah kering dan tidak toleran terhadap naungan. Tanaman ini mempunyai sistem perakaran yang efisien sehingga dapat tumbuh di area yang sangat kering. Bagi kebanyakan tanaman, cukup resisten terhadap kekeringan kecuali selama pembungaan. Di Afrika Selatan tipe pendek ditanam pada lahan dengan curah hujan 250 mm/tahun, sedangkan untuk tipe besar membutuhkan kondisi yang lebih basah. Tanaman ini dapat ditanam pada rentang kondisi tanah yang luas termasuk tanah miskin yang berdrainase baik (Duke, 1983). Ciri khas dari bunga ini setiap berbunga akan mengikuti arah cahaya matahari. Daunnya bertangkai panjang dan besar seperti bunganya dan saling berhadap-hadapan atau selang seling. (Neti,2013).

#### **2.2.4 Kegunaan Bunga Matahari**

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan tanaman penghasil minyak yang mengandung mineral, vitamin B kompleks (melancarkan peredaran darah dan mengoptimalkan aktivitas otak), vitamin E (mengatasi berbagai masalah kulit), karoten (nutrisi pada mata, jantung, sendi dan pencernaan), dan serat (*dietary fibre*) (penyerapan glukosa) yang berasal dari bijinya. Di Negara Eropa dan Amerika, minyak nabati dari bunga matahari cukup bersaing seperti halnya minyak nabati dari tumbuhan lain (Dalimartha ,2008).

Bungkil atau ampas hasil pemerasan minyak mengandung 13-20% protein, yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Misalnya biji bunga matahari termasuk golongan minyak rendah kolesterol menyaingi minyak jagung, minyak kacang tanah dan minyak kadelai, sehingga sangat baik untuk kesehatan (Rukmana, 2004). Biji bunga matahari bisa berguna merangsang pengeluaran campak, membantu mencegah asma, menurunkan tekanan darah tinggi, mencegah sakit kepala migrain, antioksidan, menurunkan resiko serangan jantung, stroke dan penyumbatan pembuluh darah pada penderita hiperlipidemia, mengeluarkan racun dari tubuh, peluruh kencing, mengatasi sakit kepala, disentri berdarah, reumatik gout, pegal linu (Neti, 2013).

### **2.3 Viabilitas Benih**

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 hal ini benih mempunyai persediaan sumber energi karena terjadi perombakan senyawa makro seperti lemak dan karbohidrat menjadi senyawa metabolik yang lebih sederhana (Pirenaning, 1998).

Sadjad (1994), viabilitas benih dibagi menjadi 2 macam, yaitu viabilitas optimum (viabilitas potensial) dan viabilitas suboptimum (vigor). Viabilitas Optimum (Viabilitas potensial) yaitu apabila benih lot memiliki pertumbuhan

normal pada kondisi optimum. Benih memiliki kemampuan potensial, sebab lapangan produksi tidak selalu dalam kondisi optimum. Sutopo (2004) menjelaskan bahwa viabilitas optimum disebut juga daya kecambah karena yang digunakan dalam kecambah. Hal ini berdasarkan pada pengertian bahwa struktur tumbuh pada kecambah normal mempunyai kesempurnaan tumbuhnya yang dapat dilihat dari bobot keringnya. Selain bobot kering kecambah dan daya kecambah, untuk deteksi parameter viabilitas potensial juga digunakan indikasi tidak langsung yang berupa gejala metabolisme yang ada kaitannya dengan pertumbuhan benih. Viabilitas Sub optimum (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.

Rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu faktor genetik, fisiologis, morfologis, mekanis dan mikroba. Faktor genetik yakni terdapat kultivar-kultivar tertentu yang lebih peka terhadap keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan, ataupun tidak mampu untuk tumbuh cepat dibandingkan dengan kultivar lainnya. Faktor fisiologis adalah kondisi fisiologis dari benih yang dapat menyebabkan rendahnya vigor dimana kurang masakannya benih pada saat panen dan kemunduran benih selama penyimpanan. Faktor morfologis dalam mutu kultivar biasanya terjadi peristiwa bahwa benih-benih yang lebih kecil menghasilkan bibit yang kurang memiliki kekuatan tumbuh dibandingkan dengan benih besar. Faktor mekanis adalah kerusakan secara

mekanis yang terjadi pada benih baik pada saat panen, ataupun penyimpanan sering pula mengakibatkan rendahnya vigor pada benih. Faktor yang terakhir ialah faktor mikroba, dimana 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 (Sutopo, 2004).

#### **2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Viabilitas Benih dalam Penyimpanan**

Viabilitas benih dalam penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: jenis dan sifat benih, viabilitas awal benih, kandungan air benih, temperatur, kelembaban, gas disekitar benih serta mikroorganisme. Jenis dan sifat benih ini berhubungan dengan asal benih dari tanaman daerah tropis, sedang atau dingin yang bersifat hidrofit, mesofit atau xerofit sehingga memudahkan dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan. Cara dan tempat penyimpanan harus ditentukan sesuai dengan jenis dan sifat benih yang disimpan (Sutopo, 2004).

Viabilitas awal benih yaitu benih yang disimpan harus mempunyai viabilitas awal semaksimal mungkin untuk dapat mencapai waktu simpan yang lama. 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, dimana penyimpanan mempengaruhi viabilitas benih, hal ini disebabkan

karena sifat benih yang higroskopis yaitu selalu menyesuaikan diri dengan lingkungan disekitarnya. Kandungan air yang tinggi dalam benih dengan kelembaban udara yang rendah menyebabkan penguapan air dari dalam benih dan mempertinggi kelembaban udara di sekitar benih begitu juga sebaliknya bila kandungan air dalam benih rendah sedangkan kelembaban udara di sekitar benih tinggi akan mengakibatkan terjadinya penyerapan air oleh benih dan penurunan kelembaban udara sekitar benih sampai tercapai tekanan yang seimbang. Kelembaban ruang simpan harus diatur sehingga kadar air benih pada keadaan yang menguntungkan untuk jangka waktu simpan yang panjang. Pada kebanyakan jenis benih, kelembaban nisbi ruang penyimpanan antara 50-60%, dan suhu 0-10°C adalah cukup baik untuk mempertahankan viabilitas benih, paling tidak untuk jangka waktu penyimpanan selama 1 tahun (Sutopo, 2004).

Kandungan air benih yang akan disimpan sebaiknya memiliki kandungan air yang optimal, yaitu kandungan air tertentu di mana benih tersebut dapat disimpan lama tanpa mengalami penurunan viabilitas benih. Makin tinggi kandungan air benih makin tidak tahan benih tersebut untuk disimpan lama (Sutopo, 2004).

Temperatur yang terlalu tinggi pada saat penyimpanan dapat mengakibatkan kerusakan pada benih, karena akan memperbesar terjadinya penguapan zat cair dari dalam benih, hingga benih akan kehilangan daya imbibisi dan kemampuan untuk berkecambah. Temperatur optimum untuk penyimpanan jangka panjang terletak antara -18-0 C. Suhu udara dapat mempengaruhi proses biokimia maupun organisme lainnya untuk aktif. Proses biokimia serta aktivitas

serangga, jamur dan bakteri dapat terhambat pada kondisi di bawah 8-10°C. Pada kondisi demikian dapat mengakibatkan kerja enzim yang terkandung di dalam benih dalam fase istirahat, sehingga dengan demikian baik enzim yang terdapat di dalam benih, serangga, bakteri maupun jamur tidak aktif. Sehingga benih aman apabila dikondisikan pada suhu tersebut. Tekanan oksigen diperlukan benih untuk melakukan proses respirasi. Benih yang disimpan sebaiknya mempunyai tekanan yang cukup untuk mempertahankan viabilitas benih. Tekanan yang terlalu rendah kurang baik bagi benih karena dengan tekanan yang rendah disertai kadar air yang tinggi dapat merangsang aktivitas jamur dan bakteri anaerob, sedangkan tekanan yang tinggi juga dapat mengakibatkan respirasi berlebih yang dapat menyebabkan benih menjadi “kopong” (semacam “hampa”) akibat cadangan makanan habis digunakan untuk proses respirasi (Sutopo, 2004).

Selama penyimpanan, metabolisme dalam benih tetap berlangsung. Sehingga terjadi perombakan cadangan makanan secara terus-menerus terhadap simpanan cadangan makanan yang akan menghasilkan energi ATP dan unsur hara. Cadangan makanan ini bisa habis sebelum berkecambah. Kelembaban lingkungan selama penyimpanan juga mempengaruhi viabilitas benih, ketika kandungan air yang tinggi dalam benih dan kelembaban rendah maka akan menyebabkan penguapan air dalam benih dan begitu juga sebaliknya ketika kandungan air benih rendah dan kelembaban tinggi maka akan menyebabkan penyerapan air. Kelembaban nisbi lingkungan simpan harus diatur sehingga keseimbangan dengan kandungan air benih pada keadaan yang menguntungkan untuk jangka waktu simpan yang panjang. Bagi kebanyakan jenis benih

kelembaban nisbi antar 50-60% temperatur antara 0°-10°C adalah cukup baik untuk mempertahankan viabilitas benih paling tidak untuk jangka waktu penyimpanan selama setahun (Sutopo, 2004).

Gas disekitar benih dapat mempertahankan viabilitas benih, misalnya gas CO<sub>2</sub> yang akan mengurangi konsentrasi O<sub>2</sub> sehingga respirasi benih dapat dihambat atau menggantikan O<sub>2</sub> dengan gas nitrogen. Kegiatan mikroorganisme yang tergolong dalam hama dan penyakit gudang dapat mempengaruhi viabilitas benih yang disimpan. Menurut Sutopo (2004) ada dua macam kapang yang menyerang benih yaitu: a) *Field fungi* (cendawan lapangan) adalah cendawan yang menyerang benih sebelum dipanen atau sesudah panen pada waktu menanti proses pengeringan. Kerusakan yang terjadi adalah menurunkan kualitas benih yang meliputi warna, rasa dan bau. b) *Storage fungi* (cendawan di penyimpanan) adalah cendawan yang menyerang benih pada waktu penyimpanan. Cendawan ini mengadakan kontaminasi pada benih saat di lapangan dan terbawa benih sampai penyimpanan, jika tempat penyimpanan memungkinkan cendawan akan tumbuh cepat dan menginfeksi benih.

## **2.5 Perkecambahan Benih**

Perkecambahan adalah berkembangnya struktur penting dari embrio yang ditadai dengan munculnya struktur embrio dengan menembus kulit benih (Suena, 2009). Perkecambahan dapat terjadi apabila substrat (karbohidrat, protein dan lipid) berperan sebagai penyedia energi yang akan digunakan dalam proses morfologi (pemunculan organ-organ tanaman). Dengan demikian kandungan

bahan kimia yang terdapat dalam biji merupakan faktor yang sangat menentukan dalam perkecambahan biji (Azhari, 1995).

Menurut Susilo (1991) perkecambahan adalah permulaan munculnya pertumbuhan aktif yang menghasilkan pecahnya kulit biji dan munculnya semai. Perkecambahan meliputi peristiwa-peristiwa fisiologis dan morfologis berikut : 1) imbibisi dan absorpsi air, 2) hidrasi jaringan, 3) absorpsi O<sub>2</sub>, 4) pengaktifan enzim dan pencernaan, 5) transport molekul yang terhidrolisir ke sumbu embrio, 6) peningkatan respirasi dan asimilasi, 7) inisiasi pembelahan dan pembesaran sel dan 8) munculnya embrio.

Menurut Sutopo (2004) proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan-perubahan morfologis, fisiologis dan biokimia. Tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunakkan kulit benih dan hidrasi dari protoplasma. Tahap kedua dimulai dengan kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat 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 di meristematik untuk menghasilkan energi untuk pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru. Tahap kelima adalah pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran dan pembagian sel-sel pada titik tumbuh.

Menurut Kamil (1979) penyerapan air merupakan proses yang pertama sekali terjadi pada perkembangan benih, diikuti dengan pelunakan kulit benih, dan pengembangan benih (*sweling of the seed*). Penyerapan air ini dilakukan oleh kulit biji (*seed coat*), melalui peristiwa imbibisi dan osmosis. Proses ini tidak memerlukan energi. Penyerapan air oleh embrio dan endosperma menyebabkan pembengkakan kedua struktur tersebut, mendesak kulit benih yang lunak sampai pecah dan memberikan ruang untuk keluar akar.

Penurunan kadar air (saat benih dikeringkan) dan rehidrasi benih cukup memberikan tekanan pada komponen sel-sel. Pada benih yang viabilitasnya rendah, ketika benih berimbibisi ada kebocoran zat telatut keluar sel yang menunjukkan perubahan permeabilitas membran sel. Organ seperti mitokondria rusak dan berkurang jumlahnya bahkan DNA juga mengalami kerusakan, sehingga diperlukan pemberian enzim dan senyawa tertentu untuk mengantisipasi, membatasi dan memperbaiki kerusakan sel (Nonogaki *et al.* 2010 dalam Cempaka 2011).

Perkembangan perkecambahan terkait dengan proses penyerapan air yang diawali dengan imbibisi hingga benih berkecambah dibagi dalam tiga tahap. Tahap I, diawali dengan imbibisi hingga benih sampai semua matriks dan isi sel terhidrasi. Tahap II adalah periode serapan air yang terbatas dan telah terjadi pertumbuhan awal kecambah, serta tahap III terjadi peningkatan penyerapan air yang berkaitan dengan penyelesaian perkecambahan (Nonogaki *et al dalam* Cempaka 2011).

Pada umumnya cadangan makanan disimpan dalam benih dalam bentuk pati, hemiselulosa, lemak dan protein yang tidak larut di dalam air (*water insoluble*) atau berupa senyawa koloid. Cadangan makanan ini umumnya terdapat di dalam endosperm (pada monokotil) dan di dalam kotiledon (pada dikotil), merupakan senyawa kompleks bermolekul besar dan tidak bisa diangkut (*immobile*) ke daerah yang memerlukan yaitu poros embrio (*embryonic axis*). Sebagian kecil cadangan makanan ini juga terdapat di poros embrio, tetapi segera habis pada awal perkecambahan benih. Cadangan makanan dalam jaringan penyimpanan (*storage tissue*) tidak bisa diangkut dari sel-sel yang lain dan dipakai untuk pembentukan protoplasma serta dinding sel sebelum zat-zat tersebut diubah menjadi zat atau senyawa yang lebih sederhana, bermolekul lebih kecil, larut dalam air dan dapat melakukan difusi (Kamil, 1979).

Benih yang mengalami penurunan kadar air, aktivitas enzimnya akan berkurang, akibat terjadinya perombakan enzim yang selanjutnya akan menghambat atau menyebabkan benih kehilangan kemampuan untuk berkecambah. Salisbury & Ross (1995) mengemukakan bahwa, segera setelah benih berkecambah, sistem akar dan tajuk muda mulai menggunakan hara mineral, lemak pati dan protein yang terdapat di sel penyimpanan pada benih. Kecambah muda bergantung pada cadangan makanan ini sebelum mampu menyerap garam mineral dari tanah dan sebelum dapat memanjangkan sistem tajuknya menuju cahaya. Kecambah menghadapi kesulitan dengan lemak, polisakarida dan protein sebab molekul tersebut tidak dapat dipindahkan.

Proses terjadinya pemecahan zat atau senyawa bermolekul kompleks, menjadi senyawa sederhana yang larut dalam air dan dapat diangkut melalui membran serta dinding sel, membutuhkan agen pencerna (*digestive agents*) yaitu enzim. Setelah penyerapan air, terjadi aktivasi termasuk aktivasi enzim, kemudian menguraikan cadangan makanan berupa endosperm menjadi senyawa yang larut air. Endosperm cair kemudian ditransfer ke bagian embrio yang sedang berkembang sehingga terjadi pertumbuhan plumula dan radikula yang menandai terjadinya perkecambahan (Kamil, 1979). Salah satu enzim yang diperlukan dalam proses pencernaan ini adalah  $\alpha$ -amilase yang menghidrolisis pati (Salisbury & Ross, 1995).

### **2.5.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan**

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkecambahan dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut (Sutopo, 2004): a) Faktor Dalam (Faktor Internal). Faktor dalam yang mempengaruhi perkecambahan benih antara lain tingkat kemasakan benih, ukuran benih dan dormansi. Tingkat kemasakan benih yang dipanen sebelum tingkat kemasakan fisiologisnya tercapai tidak mempunyai viabilitas yang tinggi karena belum mempunyai cadangan makanan yang cukup serta pembentukan embrio belum sempurna (Sutopo, 2002). Pada umumnya sewaktu kadar air biji menurun dengan cepat sekitar 20 %, maka benih tersebut juga telah mencapai masak fisiologisnya atau masak fungsional dan pada saat itu benih mencapai berat kering maksimum, daya tumbuh maksimum (*vigor*) dan daya kecambah maksimum (*viabilitas*) atau dengan kata lain benih mempunyai mutu tertinggi (Kamil, 1979).

Cadangan makanan pada endosperm yang belum masak masih belum tersedia bagi pertumbuhan embrio dibandingkan pada endosperm yang masak. Ukuran benih yang besar dan berat mengandung cadangan makanan yang lebih banyak dibandingkan dengan ukuran benih yang kecil pada jenis yang sama. Cadangan makanan yang terkandung dalam jaringan penyimpanan digunakan sebagai sumber energi bagi embrio pada saat perkecambahan (Sutopo, 2002). Di dalam benih terdapat protein, karbohidrat, lemak dan mineral yang digunakan sebagai bahan baku dan energi untuk perkecambahan benih. Ukuran benih menentukan cadangan makanan yang digunakan untuk pertumbuhan perkecambahan, makin besar ukuran benih makin besar pula proteinnya. Faktor selanjutnya adalah dormansi, benih dikatakan dormansi apabila benih tersebut sebenarnya hidup tetapi tidak berkecambah walaupun diletakkan pada keadaan yang secara umum dianggap telah memenuhi persyaratan bagi suatu perkecambahan atau juga dapat dikatakan dormansi benih menunjukkan suatu keadaan dimana benih-benih sehat (viabel) namun gagal berkecambah ketika berada dalam kondisi yang secara umum normal (Sutopo, 2002).

Benih yang dikecambahkan tidak dapat berkecambah meski lingkungan mendukung untuk terjadinya perkecambahan. Benih akan berkecambah jika diberi rangsangan secara fisik, mekanis maupun biologis. b) Faktor Luar. Faktor luar utama yang mempengaruhi perkecambahan diantaranya: air, suhu, oksigen, cahaya dan media perkecambahan. Penyerapan air oleh benih dipengaruhi oleh sifat benih itu sendiri terutama kulit pelindung dan jumlah air yang tersedia pada media disekitarnya, sedangkan jumlah air yang diperlukan bervariasi tergantung

kepada jenis benih. Tingkat pengambilan air juga dipengaruhi oleh suhu (Sutopo, 2002). Benih tanaman mempunyai kemampuan berkecambah pada kisaran air yang cukup selama imbibisi, dan air tersebut dapat mencapai embrio serta endosperm.

Suhu merupakan syarat penting kedua bagi perkecambahan biji. Tetapi tidak bersifat mutlak sebagaimana kebutuhan air (Sutopo, 2002). Suhu optimum bagi kebanyakan benih adalah 48-63°C. Suhu ini berkaitan dengan kerja enzim yang mempunyai suhu optimum, yaitu ketika enzim tersebut dapat bekerja dengan baik. Semakin jauh dari suhu optimum, kerja enzim semakin tidak baik. Sehubungan dengan pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim, semakin meningkat suhu aktivasi enzim akan semakin meningkat. Pada pemanasan tinggi, enzim yang merupakan suatu protein akan mengalami denaturasi sehingga aktivitas kerjanya menjadi nol.

Oksigen berkaitan dengan proses respirasi, saat berlangsungnya perkecambahan, proses respirasi akan meningkat disertai dengan meningkatnya pengambilan oksigen dan pelepasan CO<sub>2</sub>, air dan energi panas. Terbatasnya oksigen yang dapat dipakai akan menghambat proses perkecambahan benih (Sutopo, 2002). Oksigen diperlukan untuk sintesis dan degradasi. Hasil degradasi gula akan berupa energi.

Cahaya diperlukan saat proses perkecambahan, ada benih yang membutuhkan cahaya, terutama benih yang memiliki pigmen pada kulit benihnya, karena pigmen akan berfungsi sebagai fotosel yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi (Suena, 2009). Hubungan antara pengaruh cahaya dan

perkecambahan benih dikontrol oleh pigmen yang disebut phytochrome. Phytochrome memiliki dua bentuk yang sifatnya bolak-balik yaitu: phytochrome merah yang mengabsorpsi sinar infra merah. Bila pada benih yang sedang berimbibisi diberikan cahaya merah maka akan menyebabkan phytochrome merah menjadi phytochrome infra merah, yang turut berperan menimbulkan reaksi perkecambahan (Sutopo, 2002).

Media perkecambahan yang baik untuk perkecambahan benih haruslah mempunyai sifat fisik yang baik, gembur, mempunyai kemampuan menyimpan air dan bebas dari organisme penyebab penyakit terutama cendawan (Sutopo, 2004). Kondisi fisik media mempengaruhi proses perkecambahan, karena jika kondisi fisik padat maka benih akan berusaha keras untuk menembus ke permukaan tanah sebaliknya jika kondisi fisik gembur benih mudah menembus permukaan tanah.

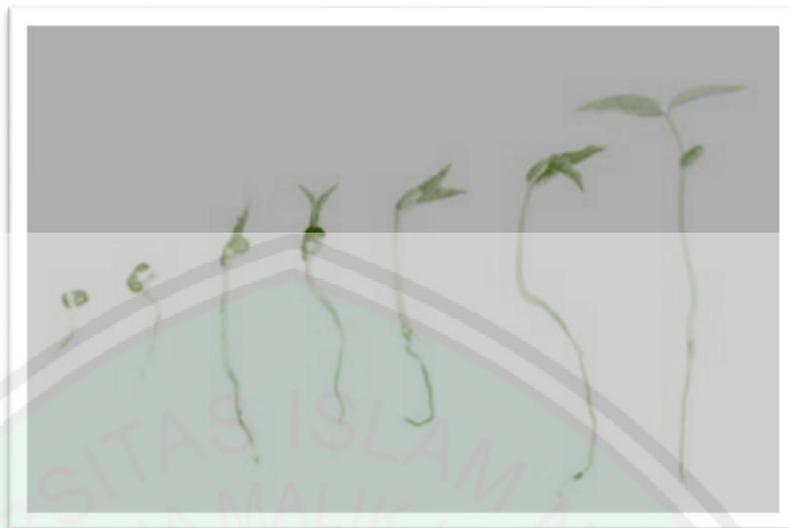
### **2.5.2 Tipe Perkecambahan**

Tipe perkecambahan menurut Sueno (2002) dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut: a) Perkecambahan di atas tanah (epigeal) merupakan perkecambahan yang terjadi karena panjang hypokotil dan daun lembaga (cotyledon) terangkat ke atas, muncul di atas permukaan tanah. Munculnya radikel diikuti dengan memanjangnya hipokotil secara keseluruhan dan membawa kotiledon ke permukaan tanah. b) Perkecambahan di bawah tanah (hypogeal) merupakan perkecambahan yang terjadi bila daun lembaga (endosperm/cotyledon) tinggal di dalam kulit biji, dan tetap di dalam tanah, epycotyls memanjang.

Munculnya radikel diikuti pemanjangan plumula, hipokotil tidak memanjang ke atas permukaan tanah dan kotiledon tetap berada di bawah permukaan tanah.

### **2.5.3 Kriteria Kecambah**

Kriteri kecambah menurut Sutopo (2002) adalah sebagai berikut: a) Kecambah normal kuat adalah kecambah yang memperlihatkan kemampuan berkembang terus hingga menjadi tanaman normal jika ditumbuhkan dalam kondisi optimum. Perakaran berkembang baik dan diikuti akar primer tumbuh panjang dan ada akar sekunder, hipokotil panjangnya minimum empat kali panjang kotiledon dan tumbuh baik tanpa ada kerusakan. Kotiledon ada dua buah dan tidak ada kerusakan. b) Kecambah normal lemah adalah kecambah yang memperlihatkan kemampuan berkembang terus hingga menjadi tanaman normal jika ditumbuhkan dalam kondisi optimum, perakaran berkembang baik dan akar primer tumbuh panjang dan atau tidak ada akar sekunder. Tidak ada akar primer tetapi ada akar sekunder dan tumbuh kuat. Hipokotil panjangnya empat kali panjang kotiledon dan tumbuh baik, ada kerusakan tetapi tidak sampai ke jaringan pengangkut. c) Kecambah Abnormal adalah kecambah mempunyai ciri tumbuh tidak mempunyai akar primer atau akar primer pendek tanpa ada akar sekunder. Hipokotil membengkok atau pendek. Kotiledon busuk atau tidak ada



Gambar 2.2 Kriteria kecambah normal kuat, normal lemah dan abnormal (Sadjad, 1994)

## 2.6 Kemunduran Benih

Menurut Rusmin (2004) kemunduran benih merupakan proses mundurnya mutu fisiologis benih yang menimbulkan perubahan yang menyeluruh dalam benih baik secara fisik, fisiologis maupun biokimia yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih. Nugroho (2012) menjelaskan bahwa Kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu benih secara berangsurangsur dan kumulatif serta tidak dapat kembali pada kondisi awal (irreversible) akibat perubahan fisiologis dari dalam benih. Proses kemunduran kondisi benih pasca masak fisiologis itulah juga biasa disebut *deteriorasi*.

Kualitas benih terbaik didapatkan saat benih mencapai masak fisiologis, yang dicirikan berat kering, viabilitas dan vigor benih maksimum serta kadar air benih yang minimum. Berat kering benih menunjukkan kemampuan benih dalam membentuk biomassa kecambah. Viabilitas benih bisa dilihat dari kemampuan

benih untuk berkecambah normal. Kadar air merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan saat pemanenan, pengemasan, penyimpanan dan pemindahan benih (Nugroho, 2012).

Waktu panen terbaik diperoleh saat kadar air benih minimum. Setelah tercapai masak fisiologis, pada umumnya benih mengalami kemunduran bertahap yang pada akhirnya benih tersebut kehilangan viabilitas maupun vigornya dan berujung mati. Vigor benih adalah kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal pada kondisi sub optimum di lapang, atau sesudah disimpan dalam kondisi simpan yang sub optimum dan ditanam dalam kondisi lapang yang optimum (Utomo, 2006).

Proses penuaan atau mundurnya vigor benih dapat dicirikan dengan menurunnya daya berkecambah, meningkatnya jumlah kecambah abnormal, penurunan perkecambahan di lapangan, terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim sehingga menurunkan produktivitas di lapangan (Utomo, 2006).

### **2.6.1 Ciri-Ciri Kemunduran Benih**

Ciri-ciri benih yang mengalami kemunduran (Utomo, 2006 ) sebagai berikut: a) Banyak kecambah abnormal sehingga benih yang mengalami deteriorasi akan mengalami peningkatan jumlah kecambah yang abnormal. Sehingga persentase viabilitas benih menjadi turun. b) Enzim menjadi aktif akibat adanya penurunan aktivitas benih yang sudah mengalami deteriorasi, sehingga terjadi penguraian enzim yang berdampak pada terhambatnya proses perkecambahan benih. c) Terjadinya perubahan permeabilitas membran sel benih

dimana benih yang mengalami deteriorasi bila mengalami imbibisi akan terjadi kebocoran membran sel sehingga banyak unsur dari benih yang lepas. Hal ini menyebabkan benih kekurangan materi yang diperlukan untuk melakukan perkecambahan. d) Keragaman benih meningkat yang ditunjukkan dengan adanya keragaman fenotipe yang besar. e) Perubahan warna benih. Umumnya hal ini menjadi tolok ukur pertama untuk menduga bahwa benih telah mengalami deteriorasi misalnya benih yang semula nampak segar berubah menjadi kusam. f) Laju perkecambahan lambat dan umumnya tidak merata. g) Benih tidak berkecambah. Benih yang mengalami deteriorasi tingkat akut bisa tidak berkecambah, meskipun sebenarnya benih tersebut belum mati. h) Mati merupakan akhir dari benih yang telah mengalami kemunduran.

### **2.6.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemunduran Benih**

: 1) Faktor internal benih. Mencakup kondisi fisik dan keadaan fisiologinya. Contoh : benih yang retak, luka dan tergores akan lebih cepat mengalami kemunduran. Faktor induced Menurut Copeland dan Donald (1985) faktor-faktor yang mempengaruhi kemunduran benih, antara lain selama perkembangan benih di lapangan mempengaruhi kondisi fisiologisnya, contohnya terjadinya kekurangan mineral (seperti N, K, Ca), air, dan suhu ekstrim di lapangan. 2) Faktor kelembaban nisbi (relative humidity/RH) dan temperature. RH mempengaruhi kadar air benih, dan kadar air benih mempengaruhi respirasi benih. RH lingkungan dipengaruhi oleh suhu (T) lingkungan. RH dan T saling berkaitan dan mempengaruhi kemunduran benih. 3) Suhu ruang simpan berperan dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan, yang dipengaruhi

oleh kadar air benih, suhu dan kelembaban nisbi ruangan. Pada suhu rendah respirasi berjalan lambat disbanding suhu tinggi. Dalam kondisi tersebut viabilitas benih dapat dipertahankan lebih lama. Pada periode simpan 0 minggu, benih belum mengalami masa penyimpanan, dan kadar air ditetapkan sebagai kadar air awal penyimpanan. Kadar air benih diukur dengan metode langsung yakni melalui proses pengovenan suhu 103°C selama 18 jam. Perhitungan perkiraan kadar air benih dilakukan berdasarkan basis basah, yaitu bobot akhir benih setelah dioven dibagi bobot awal (basah) benih sebelum dioven dikali 100 persen.

### **2.6.3 Pengendalian Kemunduran Benih**

Kemunduran benih tidak bisa dihentikan, namun hanya bisa diperlambat. Beberapa teknik yang bisa digunakan sebagai alternatif dalam upaya memperlambat deteriorasi, antara lain Nugroho (2012): 1) Pemanenan saat benih mencapai masak fisiologis. Waktu panen yang tepat sangat mempengaruhi mutu benih. Benih yang dipanen lewat masak fisiologis menyebabkan benih sudah mengalami penurunan, sehingga secara otomatis viabilitasnya juga turun. Oleh karena itu informasi mengenai tercapainya masak fisiologis perlu diketahui. 2) Proses benih yang benar. Penanganan benih sangat berbeda dengan penanganan biji biasa untuk dikonsumsi. Perlakuan yang baik dimaksudkan untuk mempertahankan vigor awal benih. Setelah pengolahan benih berlangsung maka benih yang dihasilkan harus terjamin mutunya, dan tetap memenuhi standar yang ditentukan, seperti kadar air, daya berkecambah, kemurnian benih, kesehatan benih, dan sebagainya. 3) Penyimpanan benih dilakukan terhadap benih yang tidak langsung digunakan. Supaya tidak mengalami *deteriorasi* maka benih harus

disimpan dengan suhu, kadar air dan kelembaban tertentu. RH mempengaruhi kadar air benih, dan kadar air benih mempengaruhi respirasi benih. RH lingkungan dipengaruhi oleh suhu (T) lingkungan. RH dan T saling berkaitan dan mempengaruhi kemunduran benih, dimana setiap penurunan kadar air 1% meningkatkan masa hidup dua kali, dan setiap penurunan suhu ruang simpan 5° C akan meningkatkan masa hidup benih dua kali.

### 2.7 Invigorasi

Perlakuan benih secara fisiologis untuk memperbaiki perkecambahan benih melalui proses imbibisi telah menjadi dasar dalam invigorasi benih. Saat ini perlakuan invigorasi 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. Selama proses invigorasi, terjadi peningkatan kecepatan dan keserempakan perkecambahan. Invigorasi dimulai pada saat benih diimbibisi dalam larutan osmotik berpotensi air rendah. Setelah keseimbangan air tercapai, selanjutnya kandungan air dalam benih dipertahankan (Khan, 1992).

Invigorasi didefinisikan sebagai salah satu perlakuan fisik, fisiologik dan biokimia untuk mengoptimalkan viabilitas benih, sehingga benih mampu tumbuh cepat, dan serempak pada kondisi yang beragam. Perlakuan invigorasi dapat berupa *osmoconditioning*, *matricconditioning*, dan *hidrasi-dehidrasi* (Basu dan Rudrapal, 1982).

Invigorasi terdapat 3 macam, yakni: 1) *Osmoconditioning* merupakan perbaikan fisiologis dan biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan

oleh potensial osmotik rendah dan potensial matrik yang diabaikan dari media imbibisi. Perbaikan berhubungan dengan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta perbaikan dan peningkatan potensial perkecambahan (Bradford, 1984). 2) *Matriconditioning* merupakan invigorasi yang dilakukan dengan menggunakan media padat yang dilembabkan. Bahan-bahan yang digunakan untuk *matriconditioning* diantaranya adalah serbuk gergaji, abu gosok, zeolite, vermikulit dan micro-Cel E (Khan, 1992). 3) *Hidrasi-dehidrasi* merupakan suatu perlakuan pelembaban benih dalam suatu periode tertentu yang diikuti dengan pengeringan benih sampai kembali pada berat semula (Basu dan Rudrapal, 1982 dalam Rusmin, 2004).

### **2.7.1 Osmoconditioning**

*Osmoconditioning* merupakan perbaikan fisiologis dan biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan oleh potensial osmotik rendah dan potensial matrik yang diabaikan dari media imbibisi. Perbaikan berhubungan dengan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta perbaikan dan peningkatan potensial perkecambahan (Bradford, 1984). Rusmin (2004) menambahkan bahwa *osmoconditioning* dimulai pada saat benih diimbibisi dalam pelarut dengan potensial air rendah dan kandungan air dapat ditahan setelah mencapai keseimbangan.

Tujuan dari *osmoconditioning* adalah mempercepat waktu perkecambahan, menyerempakkan perkecambahan dan memperbaiki presentase perkecambahan dan penampakan di lapang. *Osmoconditioning* akan lebih efektif dengan mengatur

konsentrasi larutan osmotik sampai pada tingkat dimana kecambah belum muncul (Khan, 1992).

*Osmoconditioning* dimulai pada saat benih diimbibisi dalam suatu pelarut dengan potensial air rendah dan kandungan air ini dapat ditahan setelah mencapai keseimbangan. Khan (1992) menyatakan bahwa *osmoconditioning* akan berlangsung sekitar 2-21 hari pada suhu 15-20°C dengan kisaran potensial -0.8-1,6 Mpa, tergantung pada jenis tanaman. Keberhasilan *osmoconditioning* ditentukan oleh jumlah air yang masuk ke dalam benih, potensial osmotik dan jenis larutan yang digunakan (Bradford, 1984). Larutan yang biasa digunakan adalah PEG, KNO<sub>3</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, NaCl, gliserol dan manitol (Khan, 1992).

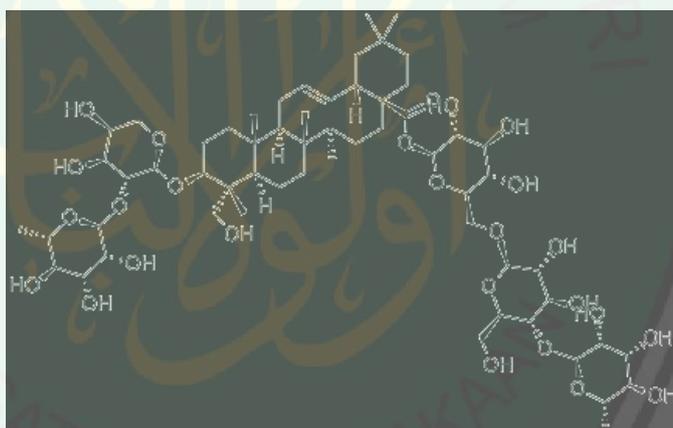
## **2.8 Penggunaan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 untuk Invigorasi Benih**

*Polietilena glikol* (PEG) adalah senyawa polimer non ionik hidrofilik yang banyak digunakan pada industri dan biokimia. PEG mempunyai karakter non toksik sehingga digunakan pula pada kosmetik, makanan, dan produk obat-obatan (Sa'diyah 2009). Sekilas polimer yang diketahui sebagai polietilena atau PEG ini merupakan molekul sederhana. PEG adalah molekul yang sangat linier dan bercabang, polieter netral, larut dalam air dan larutan organik. Molekul ini banyak diminati dalam bioteknik dan biomedika (Haris dalam Rachmawati 2010).

PEG adalah suatu senyawa yang larut dalam air, bisa masuk dalam sel, dan digunakan dalam perlakuan invigorasi. Perlakuan invigorasi dengan PEG dapat membantu mempercepat proses imbibisi karena senyawa ini mampu mengikat air. 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.

Sifat PEG sangat efektif di lingkungan yang berair. Sifat ini diartikan sebagai penolakan protein, pembentukan dua fase sistem polimer yang berbeda. Selain itu, polimer tidak bersifat racun dan tidak membahayakan protein aktif atau sel walaupun polimer sendiri berinteraksi dengan membran sel. Hal ini tergantung pada penyiapan modifikasinya secara kimia dan keterikatannya pada molekul lain dan permukaan. Ketika melekat pada molekul polimer lainnya memiliki pengaruh pada sifat kimia dan kelarutan molekul tersebut (Rohaeti, 2003).



Gambar 2.3 Struktur *Polyethylene Glycol* (Rohaeti, 2003)

Beberapa kelebihan dari PEG yaitu mempunyai sifat dalam proses penyerapan air sebagai *selective agent* (pembawa materi air) 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 (intraselular) dan juga dapat digunakan sebagai osmotikum pada jaringan, sel ataupun organ (Plaut dkk, 1985).

Kemampuan PEG dalam mengikat air ini akan digunakan untuk imbibisi. Menurut Tjitrosomo (2010), proses awal perkecambahan adalah proses imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu. Dengan adanya air, kulit luar benih akan pecah karena adanya proses imbibisi. Setelah terjadi proses tersebut sel-sel pertumbuhan yang ada didalam benih akan membelah dan mengalami berbagai reaksi biokimia yang akhirnya benih akan berkembang menjadi tumbuhan.

Berdasarkan sifat fisik dan berat molekulnya PEG tersedia dalam berbagai formulasi tetapi yang paling umum digunakan dalam penelitian fisiologi tanaman ialah PEG 6000. PEG bersifat mempertahankan potensial osmotik yang dapat digunakan untuk membatasi perubahan kadar air dan O<sub>2</sub> pada medium perkecambahan atau penyimpanan sehingga molekul PEG yang berada di luar membran sel benih akan membentuk lapisan tipis yang melindungi benih dan berfungsi sebagai penyangga kadar air benih dan keluar masuknya oksigen (Ghassemi, 2008).

Selanjutnya Rusmin dan Sukarman (2001) telah melakukan penelitian tentang invigorasi pada benih jambu mete yang telah disimpan sampai 10 bulan penyimpanan. Pada benih jambu mete yang telah mengalami penyimpanan mulai dari 6 sampai 10 bulan, ternyata pelembaban dalam larutan PEG telah memberikan pengaruh terhadap daya berkecambah benih. Setelah disimpan selama 10 bulan pelembaban dalam larutan PEG 10% ternyata dapat meningkatkan daya berkecambah. Meningkatnya daya berkecambah benih jambu mete yang telah turun viabilitasnya selama penyimpanan, dengan perlakuan

invigorasi dengan PEG 10 %, dikarenakan pada proses imbibisi pada perlakuan tersebut air masuk secara teratur dan terkontrol sehingga mampu memperbaiki sistem sel dalam benih, meningkatkan aktivitas mitokondria, sehingga mampu meningkatkan daya berkecambah benih. PEG bekerja secara optimal dengan mempercepat proses masuknya air ke dalam benih.

Sutopo (2002) menambahkan bahwa air memegang peranan 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.

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 (Ghassemi,2008).

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 (K) yang terdiri dari lima taraf dan faktor kedua adalah lama perendaman dalam PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 (L) yang terdiri dari tiga taraf. Perlakuan dalam penelitian ini adalah hasil kombinasi antara faktor dari seluruh taraf perlakuan. Dengan demikian, penelitian ini terdapat 5x3 kombinasi adalah 15 kombinasi.

1. Faktor 1 adalah konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 (K) terdiri dari 5 taraf, yaitu :

K0 = 0% (kontrol)

K1 = 1%

K2 = 2%

K3 = 3%

K4 = 4%

2. Faktor 2 adalah lama perendaman *Polyethylene Glycol* (PEG) (L) terdiri dari 3 taraf, yaitu :

L1 = 1 jam

L2 = 2 jam

L3 = 3 jam

Perlakuan dalam penelitian ini, masing-masing dilakukan 3 kali ulangan, sehingga secara keseluruhan menghasilkan 5x3x3 kombinasi dengan jumlah keseluruhan 45 unit pengamatan.

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan lama perendaman

Konsentrasi (K)	Lama Perendaman (L)		
	L1	L2	L3
K0%	K0%L1	K0%L2	K0%L3
K1%	K1%L1	K1%L2	K1%L3
K2%	K2%L1	K2%L2	K2%L3
K3%	K3%L1	K3%L2	K3%L3
K4%	K4%L1	K4%L2	K4%L3

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang diteliti dari variabel bebas dan variabel terikat, yaitu sebagai berikut :

- a. Variabel bebas meliputi : Lama perendaman terdiri dari L1 = 1 jam, L2 = 2 jam, L3 = 3 jam, dan konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terdiri dari K0 = 0% (kontrol), K1 = 1%, K2 = 2%, K3 = 3% dan K4 = 4%
- b. Variabel terikat meliputi : Viabilitas benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) yang terdiri dari persentase daya kecambah, panjang akar, panjang hipokotil dan kadar air kecambah.

### 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang “ Pengaruh *Osmoconditioning* dengan Larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)” dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juni 2017 di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian tentang “ Pengaruh *Osmoconditioning* dengan Larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Bunga Matahari” ini meliputi : Bak perkecambahan, Pinset, Beaker Glass 100 ml, Pipet, Penggaris, Pengaduk Kaca, Kertas Merang, Timbangan Analitik, botol selai (kultur). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : benih bunga matahari (*Helianthus annus L.*), PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000, aquades, tisu, karet, plastik dan kertas label.

### 3.5 Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan sekitar 1.125 biji bunga matahari yang diambil dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS) Karangploso Malang varietas Ha 1 yang dipanen tahun 2014. Penentuan jumlah biji bunga matahari berdasarkan jumlah keseluruhan unit percobaan sebanyak 15 kombinasi dengan 3 kali ulangan. Tiap ulangan terdapat 225 biji, jadi secara keseluruhan dibutuhkan 1.125 biji bunga matahari.

### **3.6 Prosedur Penelitian**

#### **3.6.1 Pembuatan Larutan PEG 6000**

Cara membuat larutan PEG 6000, yakni tentukan dahulu berapa persen konsentrasi yang dibutuhkan, kemudian timbang PEG 6000 ke dalam mg. Untuk membuat konsentrasi 1% yaitu dengan menimbang PEG 6000 sebanyak 1 mg kemudian dicampur dengan aquades 100 ml, begitupun dengan konsentrasi 2% = 2 mg PEG 6000 dicampur aquades 100 ml, 3% = 3 mg PEG 6000 dicampur aquades 100 ml dan 4% = 4 mg PEG 6000 dicampur aquades 100 ml.

#### **3.6.2 Perendaman Benih dan Perlakuan dengan PEG 6000**

Benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), yang telah dipilih sebagai penelitian direndam dalam larutan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 dengan konsentrasi larutan 0%, 1%, 2%, 3% dan 4% selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

#### **3.6.3 Pengujian Daya Kecambah**

Daya berkecambah benih yaitu kemampuan benih untuk dapat berkecambah normal pada kondisi lingkungan yang optimum dalam waktu tertentu. Biasanya dinyatakan dalam persen. Pengujian dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan lingkungan yang optimum dengan menggunakan beberapa metode pengujian (SNI, 2006).

Menurut ISTA (2006), pengujian daya kecambah bunga matahari dilakukan pada substrat kertas merang yaitu metode UKDdp (*uji kertas digulung dalam plastik*) atau substrat pasir, kemudian menghitung persentase kecambah normal dari 25 benih murni pada metode UKDdp. Prosedur pegujiannya adalah sebagai berikut:

1. Kertas merang disemprot dengan aquades menggunakan sprayer sampai kertas terbasahi secara merata
2. Sebanyak 3 lembar kertas merang diletakkan di atas nampan
3. Selanjutnya sebanyak 25 butir benih ditanam/diletakkan berbaris (lebih kurang 5 baris @ 5 butir ) di atas kertas merang, kemudian ditutup dengan 1 lembar kertas merang dan digulung
4. Gulungan kertas merang dan dimasukkan kedalam plastik kemudian diikat karet gelang bagian atas plastik dan disusun dalam bak kecambah
5. Pengamatan daya berkecambah dilakukan pada hari ke 6 HST.

### **3.7 Variabel Pengamatan**

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi. Data diperoleh pada waktu kecambah berumur 6 hari setelah tanam (HST). Setelah berumur 6 hari, kecambah dikeluarkan dari media dan dihitung :

#### **a. Persentase Daya Berkecambah (DB)**

Daya berkecambah diamati pada hari ke-6 HST. Cara menghitung persentase daya berkecambah dihitung berdasarkan rumus ISTA (2006) sebagai berikut :

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

Keterangan:

%DB = Persentase daya berkecambah

$\Sigma$  KN = Jumlah kecambah normal

$\Sigma$  TB = Jumlah total benih yang dikecambahkan

Benih bunga matahari lulus pengujian jika nilai daya berkecambah memenuhi standar pengujian yaitu 80% . Kriteria benih yang berkecambah normal adalah kecambah yang struktur utamanya (sistem perakaran, poros embrio yang disebut epikotil dan hipokotil, serta kotiledon) menunjukkan kemampuan untuk berkembang menjadi tanaman normal apabila ditanam di lapangan pada lingkungan yang sesuai (BSN, 2004).

b. Panjang Akar

c. Panjang Hipokotil

d. Berat basah Kecambah

### 3.8 Analisis Data

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

## BAB IV

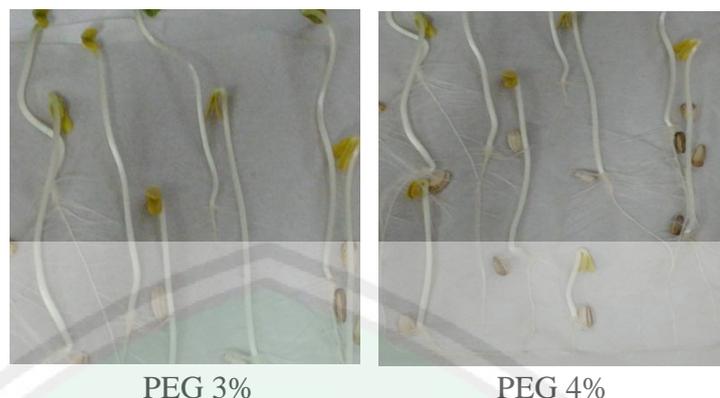
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dengan PEG

##### *(Polyethylene Glycol) 6000 Terhadap Daya Berkecambah Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)*

Daya berkecambah adalah persentase dari jumlah proporsi benih yang telah menghasilkan perkecambahan dalam kondisi dan periode tertentu. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap parameter daya berkecambah benih bunga matahari (*Helianthus annus L.*) menunjukkan hasil yang berbeda setiap perlakuan. Seperti gambar 4.1





Gambar 4.1 Pengaruh larutan PEG 6000 terhadap performa daya berkecambah benih bunga matahari

Berdasarkan hasil analisis varians yang telah dilakukan terhadap parameter daya berkecambah benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) ditunjukkan pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil ANAVA Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dalam PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Daya Berkecambah Benih Bunga Matahari (*Hibiscus cannabinus* L.)

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	124.444	4	31.111	4.605	2.69	.005
Lama Perendaman	19.911	2	9.956	1.474	3.32	.245
Konsentrasi*Lama Perendaman	22.756	8	2.844	.421	2.27	.899
Galat	202.667	30	6.756			
Total	430592.000	45				

Keterangan: Nilai F<sub>hitung</sub> > F<sub>tabel</sub> menunjukkan adanya pengaruh, sedangkan nilai F<sub>hitung</sub> < F<sub>tabel</sub> menunjukkan tidak adanya pengaruh.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi PEG 6000 terhadap parameter daya berkecambah benih bunga matahari, sedangkan lama perendaman dan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 tidak berpengaruh terhadap daya

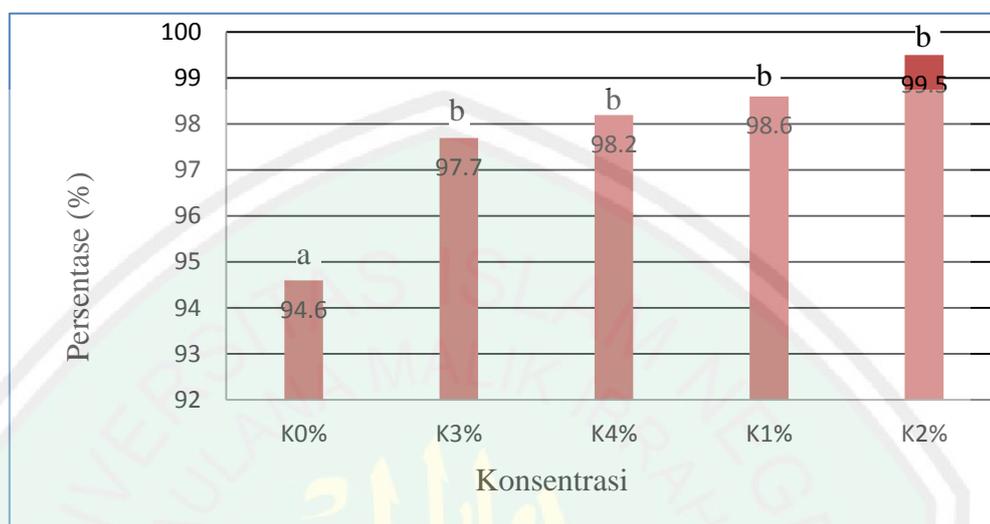
berkecambah biji bunga matahari. Konsentrasi PEG 6000 menunjukkan terdapat pengaruh, artinya berbeda nyata, sehingga dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%. Hasil uji lanjut ditunjukkan pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Uji DMRT Konsentrasi PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Daya Berkecambah Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

Konsentrasi	Rata-rata Daya Berkecambah (%)	Notasi UJD 5%
K0%	94.6	a
K1%	97.7	b
K2%	98.2	b
K3%	98.6	b
K4%	99.5	b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa antara kontrol (tidak ada perlakuan) dan perlakuan berbeda nyata, yaitu K0% memberikan nilai terendah yaitu 94.6%, sedangkan K4% memberikan nilai tertinggi yaitu 99.5%. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa antara konsentrasi K0% berbeda nyata dengan K1%, K2%, K3% dan K4%.



Gambar 4.2 Pengaruh konsentrasi terhadap persentase daya berkecambah

Hasil di atas menunjukkan bahwa tanpa adanya perlakuan konsentrasi PEG 6000 terhadap daya berkecambah benih bunga matahari berbeda nyata dengan yang menggunakan perlakuan. Sedangkan dengan perlakuan, baik konsentrasi 1%, 2%, 3% dan 4% tidak berbeda nyata. Sehingga konsentrasi 1% sudah optimum untuk meningkatkan daya kecambah benih bunga matahari. Karena benih yang sudah mengalami deteriorasi menurut Nugroho (2012), merupakan proses penurunan mutu benih secara berangsur-angsur dan kumulatif serta tidak dapat kembali pada kondisi awal (irreversible) akibat perubahan fisiologis dari dalam benih. Perbedaan signifikan terhadap daya berkambah biji bunga matahari dengan perlakuan *osmoconditioning* dengan PEG 6000 dan kontrol (tidak menggunakan perlakuan *osmoconditioning* dengan PEG 6000 ), karena benih yang diberi perlakuan *osmoconditioning* dengan PEG 6000 mampu

mempercepat waktu perkecambahan, menyerempakkan perkecambahan dan memperbaiki presentase perkecambahan dan penampakan di lapang. *Osmoconditioning* dengan PEG 6000 akan lebih efektif dengan mengatur konsentrasi larutan osmotik sampai pada tingkat dimana kecambah belum muncul (Khan, 1992).

Menurut Ruliansyah (2011), perbedaan berkecambah serta keserempakan tumbuh antara benih yang diberikan perlakuan dengan kontrol, karena benih yang diberikan perlakuan invigorasi mengalami imbibisi air yang terkontrol sehingga air masuk kedalam benih secara perlahan sampai terjadi keseimbangan. Imbibisi yang terkontrol ini memungkinkan benih mengoptimalkan faktor internalnya untuk memulai perkecambahan seperti pemulihan integritas membran, karena benih yang telah *deteriorasi* (penurunan mutu benih) membrannya mengalami kerusakan. Kerusakan membran ini juga mengakibatkan kerusakan dinding sel sehingga terjadi kebocoran jika benih berimbibisi.

Kemampuan PEG dalam mengikat air ini akan digunakan untuk imbibisi. Menurut Tjitrosomo (2010), proses awal perkecambahan adalah proses imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu. Dengan adanya air, kulit luar benih akan pecah karena adanya proses imbibisi. Setelah terjadi proses tersebut sel-sel pertumbuhan yang ada di dalam benih akan membelah dan mengalami berbagai reaksi biokimia yang akhirnya benih akan berkembang menjadi tumbuhan.

#### 4.2 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Panjang Akar Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap parameter panjang akar benih bunga matahari (*Helianthus annus L.*). Hasil analisis variansi (ANOVA) ditunjukkan pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil ANOVA Pengaruh Konsentrasi dan Lama perendaman dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Panjang Akar Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	16.468	4	4.117	2.178	2.69	.096
Lama Perendaman	.375	2	.188	.099	3.32	.906
Konsentrasi*Lama Perendaman	11.527	8	1.441	.762	2.27	.638
Galat	56.700	30	1.890			
Total	2380.580	45				

Keterangan: Nilai Fhitung > Ftabel menunjukkan adanya pengaruh, sedangkan nilai Fhitung < Ftabel menunjukkan tidak adanya pengaruh.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada konsentrasi nilai F hitung lebih kecil (2.178) dari pada nilai F tabel (2.69), lama perendaman F hitung lebih kecil (.099) lebih kecil dari F tabel (3.32) dan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman F hitung lebih kecil (.762) dari F tabel (2.27). Dengan ini dapat diketahui bahwa pemberian beberapa konsentrasi PEG 6000 dan lama perendaman tidak berpengaruh terhadap panjang akar benih bunga matahari. Sehingga tidak dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

### 4.3 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap parameter panjang hipokotil benih bunga matahari (*Helianthus annus L.*). Hasil analisis variansi (ANOVA) ditunjukkan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil ANOVA Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	91.143	4	22.786	25.919	2.69	.000
Lama Perendaman	4.161	2	2.081	2.367	3.32	.111
Konsentrasi*La ma Perendaman	27.054	8	3.382	3.847	2.27	.003
Galat	26.373	30	.879			
Total	3487.260	45				

Keterangan: Nilai F<sub>hitung</sub> > F<sub>tabel</sub> menunjukkan adanya pengaruh, sedangkan nilai F<sub>hitung</sub> < F<sub>tabel</sub> menunjukkan tidak adanya pengaruh.

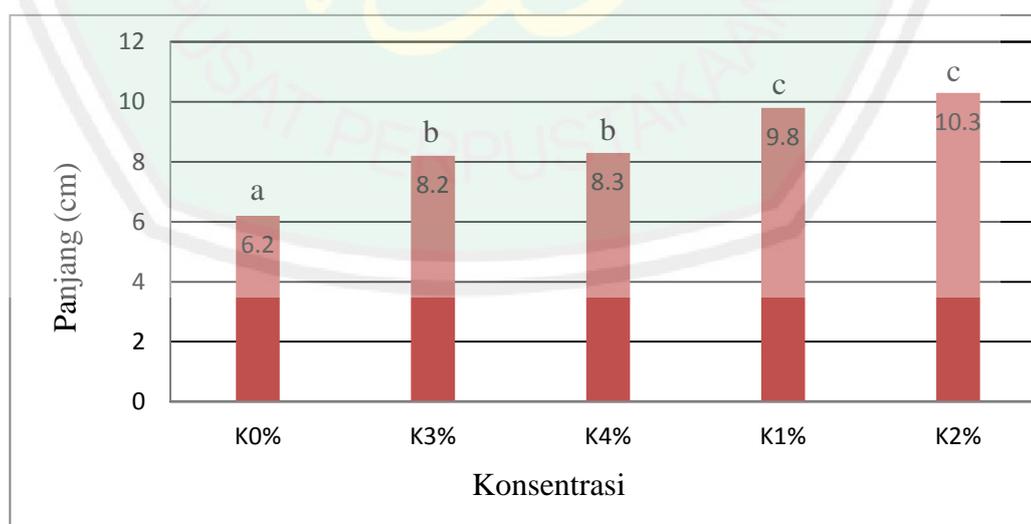
Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi dan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 terhadap parameter panjang hipokotil benih bunga matahari, sedangkan lama perendaman PEG 6000 tidak berpengaruh terhadap panjang hipokotil. Konsentrasi dan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 menunjukkan pengaruh, artinya berbeda nyata, sehingga dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%. Hasil uji lanjut ditunjukkan pada tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Uji DMRT Konsentrasi PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

Konsentrasi	Rata-rata Panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
K0%	6.2	a
K3%	8.2	b
K4%	8.3	b
K1%	9.8	c
K2%	10.3	c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa antara kontrol (tidak ada perlakuan) dan perlakuan berbeda nyata, yaitu K0% memberikan nilai terendah yaitu 6.2cm, sedangkan K2% memberikan nilai tertinggi yaitu 10.3cm. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa antara konsentrasi K0% berbeda nyata dengan K3%, K4%, K1% dan K2%.



Gambar 4.3 Pengaruh Konsentrasi Terhadap Panjang Hipokotil

Gambar 4.3 di atas menunjukkan bahwa tanpa adanya perlakuan konsentrasi PEG 6000 terhadap panjang hipokotil benih bunga matahari berbeda nyata dengan konsentrasi 3% dan 4%. Sedangkan konsentrasi 3% dan 4% berbeda nyata dengan konsentrasi 1% dan 2%. Konsentrasi yang paling optimum dalam perlakuan konsentrasi benih bunga matahari adalah 1%. Sehingga tidak perlu untuk meningkatkan ke konsentrasi yang lebih tinggi. Menurut Sakhabudinova (2003), perlakuan *osmoconditioning* dengan PEG 6000 tidak hanya meningkatkan rata-rata perkecambahan dan waktu perkecambahan akan tetapi mampu meningkatkan vigor yang diindikasikan dengan panjang akar dan hipokotil. Panjang hipokotil diakibatkan oleh pembelahan sel pada meristem apikal pada daerah batang juga diakibatkan oleh peningkatan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan batang juga dipengaruhi oleh hormon seperti sitokinin.

Panjang hipokotil erat kaitannya dengan waktu berkecambah. Hal ini disebabkan katabolisme zat-zat organik berjalan lambat ataupun cepat. Menurut Ardiana (2008), jika bennih membutuhkan waktu yang lama untuk tumbuh, maka hasil yang diperoleh yaitu kecambah ukuran daun kecil, hipokotil pendek dan volume akar kecil, akan tetapi dengan permulaan perkecambahan yang cepat maka panjang kecambah, ukuran daun, panjang hipokotil dan volume akar akan tumbuh dengan optimal

Pemberian perlakuan PEG dengan konsentrasi tertentu dapat meningkatkan viabilitas biji bunga matahari dengan ditunjukkan pada variabel, daya berkecambah, panjang akar dan panjang hipokotil. Viabilitas benih

merupakan keadaan yang menggambarkan sifat benih secara umum, seperti kecepatan tumbuh, panjang akar dan panjang hipokotil (Sutopo, 2004).

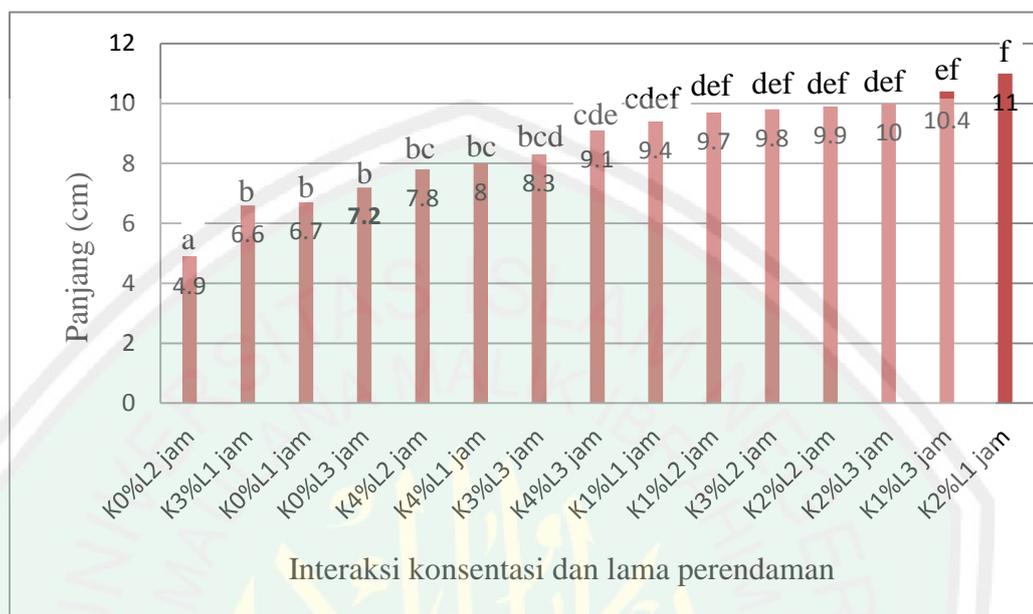
Tabel 4.6 Uji DMRT Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Panjang Hipokotil Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

Konsentrasi*Lama Perendaman	Rata-rata Panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
K0%L2 jam	4.9	a
K3%L1 jam	6.6	b
K0%L1 jam	6.7	b
K0%L3 jam	7.2	b
K4%L2 jam	7.8	bc
K4%L1 jam	8.0	bc
K3%L3 jam	8.3	bcd
K4%L3 jam	9.1	cde
K1%L1 jam	9.4	cdef
K1%L2 jam	9.7	def
K3%L2 jam	9.8	def
K2%L2 jam	9.9	def
K2%L3 jam	10.0	def
K1%L3 jam	10.4	ef
K2%L1 jam	11.0	f

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil tabel 4.6 di atas menunjukkan bahwa kontrol (tanpa perlakuan) pada kombinasi konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 terhadap panjang hipokotil benih bunga matahari berbeda nyata dengan perlakuan pada kombinasi konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000. Sedangkan dengan

semua pelakuan pada kombinasi konsentrasi dan lama perendaman tidak berbeda nyata.



Gambar 4.4 Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman Terhadap Panjang Hipokotil

Berdasarkan gambar 4.4 di atas bahwa kombinasi konsentrasi 1% dan lama perndaman 1 jam sudah optimum untuk meningkatkan panjang hipokotil benih bunga matahari, sehingga tidak perlu untuk meningkatkan ke konsentrasi dan lama perendaman yang lebih tinggi dan lama. Kombinasi perlakuan tanpa PEG 6000 dan lama perendaman memberikan nilai terendah untuk semua variabel pengamatan, karena tidak ada materi PEG 6000 yang masuk ke dalam benih untuk membantu mempercepat proses imbibisi biji dan aktivitas enzim dalam proses metabolisme dalam proses penguraian bahan-bahan makanan yang dari endosperm lebih aktif, pembesaran sel dan perpanjangan sel berjalan lebih cepat.

Proses perkecambahan diawali dengan kegiatan enzim untuk menguraikan cadangan makanan seperti karbohidrat, protein dan lemak. Metabolisme sel-sel embrio dimulai setelah menyerap air yang terdiri dari reaksi-reaksi perombakan dan sintesa komponen-komponen sel untuk pertumbuhan yaitu 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. Proses ini akan berlangsung terus-menerus dan merupakan pendukung pertumbuhan kecambah (Lakitan, 1993).

Benih yang mengalami penurunan kadar air, aktivitas enzimnya akan berkurang, akibat terjadinya perombakan enzim yang selanjutnya akan menghambat atau menyebabkan benih kehilangan kemampuan untuk berkecambah. Salisbury & Ross (1995) mengemukakan bahwa, segera setelah benih berkecambah, sistem akar dan tajuk muda mulai menggunakan hara mineral, lemak pati dan protein yang terdapat di sel penyimpanan pada benih. Kecambah muda bergantung pada cadangan makanan ini sebelum mampu menyerap garam mineral dari tanah dan sebelum dapat memanjangkan sistem tajuknya menuju cahaya. Kecambah menghadapi kesulitan dengan lemak, polisakarida dan protein sebab molekul tersebut tidak dapat dipindahkan.

#### 4.4 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Berat Basah Kecambah Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap persentase berat basah kecambah bunga matahari (*Helianthus annus L.*). Hasil analisis variansi (ANOVA) ditunjukkan pada tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil ANOVA Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Berat Basah Kecambah Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	8.275	4	2.069	1.004	2.69	.421
Lama Perendaman	4.188	2	2.094	1.016	3.32	.374
Konsentrasi*Lama Perendaman	17.503	8	2.188	1.062	2.27	.415
Galat	61.806	30	2.060			
Total	117.267	45				

Keterangan: Nilai Fhitung > Ftabel menunjukkan adanya pengaruh, sedangkan nilai Fhitung < Ftabel menunjukkan tidak adanya pengaruh.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada konsentrasi nilai F hitung lebih kecil (1.004) dari pada nilai F tabel (2.69), lama perendaman F hitung lebih kecil (1.016) lebih kecil dari F tabel (3.32) dan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman F hitung lebih kecil (1.062) dari F tabel (2.27). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi PEG dan lama perendaman serta interaksi konsentrasi dan lama perendaman tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat basah kecambah bunga matahari. Sehingga tidak dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

#### 4.5 Peningkatan Viabilitas Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*) dengan Larutan PEG (*Polyethylenr Glycol*) 6000 Menurut Pandangan Islam

Penelitian dalam meningkatkan viabilitas benih bunga matahari, melihat biji yang digunakan sudah tersimpan cukup lama, sehingga dimungkinkan biji dapat mengalami deteriorasi atau kemunduran sehingga biji sudah tidak produktif lagi untuk dikecambahkan. Namun dengan penggunaan *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 menunjukkan hasil yang optimal, Karena kemampuan PEG dalam mengikat air dan dapat membantu mempercepat proses perkecambahan benih bunga matahari. Semakin panjang rantai PEG maka semakin banyak pula air yang diikat. Penggunaan PEG dalam jangka waktu yang panjang pada tanaman relatif aman, karena PEG 6000 tidak dapat masuk ke dalam jaringan akar tanaman atau dinding selulosa.

Berdasarkan uraian di atas bahwa penggunaan PEG 6000 sungguh penting, akan tetapi segala sesuatunya harus sesuai dengan takarannya agar terjadi keseimbangan dan ketepatan. Allah SWT berfirman dalam surat Al-Anbiyaa' ayat 30:

أُولَٰئِكَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۗ وَجَعَلْنَا مِنَ

الْمَاءِ كُلِّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya: “Dan Apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya dan dari air Kami jadikan

*segala sesuatu yang hidup. Maka Mengapakah mereka tiada juga beriman?” (Q.S Al-Anbiyaa’:30)*

Ayat di atas, kata *مِنَ الْمَاءِ كُلِّ شَيْءٍ* yang artinya “*dari air Kami jadikan*

*segala sesuatu yang hidup*”, tersebut dengan jelas dan tidak dapat dipungkiri bahwasanya tumbuhan dapat tumbuh dengan peran air, karena air memiliki peran penting dalam pertumbuhan suatu tanaman. Sesuai dengan penelitian biji bunga matahari yang sebelum dikecambahkan sudah 3 tahun disimpan sehingga kualitasnya dimungkinkan sudah menurun. Akan tetapi teknik *osmoconditioning* PEG 6000 dengan perlakuan beberapa konsentrasi dan lama perendaman dengan waktu tertentu mampu membantu biji bunga matahari dalam mengimbibisi air, sehingga dapat memicu enzim untuk melakukan aktivitas dalam proses perkecambahan. Perlakuan konsentrasi dan lama perendaman yang optimal mampu meningkatkan viabilitas biji bunga matahari. begitupula sebaliknya, apabila terlalu lama perendaman dalam PEG 6000 maka akan terlalu banyak materi PEG 6000 yang masuk kedalam benih, sehingga benih akan mengimbibisi air secara berlebihan. Terlalu banyaknya air yang masuk kedalam benih akan menyebabkan kekurangan oksigen, sehingga metabolisme menjadi lambat dan mengakibatkan pertumbuhan juga akan semakin lambat.

Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini yakni modifikasi konsentrasi dan lama perendaman . Konsentrasi PEG 6000 yang digunakan diantaranya yaitu 1%, 2%, 3% dan 4%. Lama perendamannya yaitu 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Dari beberapa konsentrasi PEG 6000 dan lama perendaman yang efektif untuk meningkatkan viabilitas biji bunga matahari adalah dengan

konsentrasi 1% dan lama perendaman 1 jam telah mampu memberikan pemenuhan kebutuhan air yang optimal pada biji bunga matahari, sehingga memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim. Enzim berperan dalam proses metabolisme benih, diantaranya perubahan lipid yang dicerna menjadi gliserol dan asam lemak. Hasil dari pencernaan ini larut dalam air sehingga dapat langsung diangkut dan dipergunakan untuk proses perkecambahan. Dengan pemenuhan air yang optimum maka konsentrasi enzim stabil dan tidak menjadi encer sehingga reaksi metabolisme, seperti katabolisme yang memecah karbohidrat menjadi glukosa, protein menjadi asam amino dan lain sebagainya, sehingga dapat di translokasikan ke titik tumbuh yang membutuhkan, hasil dari katabolisme tersebut akan dilanjutkan dengan reaksi anabolisme yaitu menyusun kembali produk-produk dari katabolisme sebagai bahan-bahan penyusun sel yang baru pada pembelahan sel. Pembelahan sel ini terjadi setelah imbibisi, dengan adanya imbibisi maka penambahan jumlah dan ukuran sel bertambah. Konsentrasi dan lama perendaman ini dapat dijadikan rekomendasi dalam perlakuan invigorasi pada biji bunga matahari dan tolak ukur untuk tumbuhan lain. Dari penelitian ini dapat diambil pelajaran bahwa dalam menggunakan sesuatu harus sesuai dengan takarannya dan tidak berlebihan, karena sesuatu yang berlebihan itu sungguh tidak baik. Allah berfirman dalam surat Al-Furqaan ayat 2:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي

الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: “Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya” (Q.S Al-Furqaan:2).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatunya sesuai dengan ukuran dan serapi-rapinya. Ayat tersebut menarik pandangan manusia kepada semua ciptaanNya yang sangat rapi dan sesuai ukuran, baik langit, bumi dan seisinya yang secara tidak langsung Allah SWT mengajak manusia untuk mengetahui dan memikirkan tentang kesempurnaan ciptaan Allah SWT yang sangat rapi dan sesuai dengan ukuran. Sehingga mampu memberikan kebaikan dan menambah iman manusia dimuka bumi. Terkait dengan ciptaan Allah SWT mengenai ukuran dan kerapiannya terbukti nyata pada benih. Yakni benih yang memiliki embrio yang besar akan mengalami proses perkecambahan yang lebih cepat dan proses perkecambahan dari awal, proses pemecahan senyawa bermolekul besar dan kompleks menjadi senyawa bermolekul yang lebih lebih kecil, sederhana, larut dalam air dan dapat melalui membran dan dinding sel, sehingga proses itu begitu rapi. Berkaitan dengan pentingnya “ukuran” pada penelitian ini, baik itu konsentrasi maupun lama perendaman sehingga dapat dikorelasikan dengan surat Al-Furqaan ayat 2. Sesuai dengan hasil penelitian dimana konsentrasi 1% dan lama perendaman 1 jam mampu meningkatkan viabilitas biji bunga matahari.

Kita sebagai kholifah dimuka bumi yang bertugas memelihara, melestarikan alam, memanfaatkan dan mengelolanya dengan sebaik mungkin agar terwujud kedamaian dan kesejahteraan umat manusia dan makhluk hidup lainnya serta dengan penelitian ini pula dapat menambah keimanan dan ketakwaan kita kepada Allah SWT. Implementasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *osmoconditioning* dengan larutan PEG 6000 terhadap viabilitas benih bunga matahari, sehingga dengan hasil dan informasi yang diperoleh di dalamnya menjadi referensi dan dapat dipertimbangkan untuk dibudidayakan, karena secara manfaat, baik sebagai obat, tanaman hias dan nilai ekonomis dari bijinya tinggi. Sehingga hal ini menjadi peluang besar dan sangat menguntungkan melihat masih minimnya budidaya bunga matahari di Indonesia dan.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat pengaruh konsentrasi terhadap parameter daya kecambah (1%) dan parameter panjang hipokotil (1%). Sedangkan pada parameter panjang akar dan berat basah kecambah tidak terdapat pengaruh pada benih bunga matahari
2. Tidak terdapat pengaruh lama perendaman terhadap semua parameter, baik parameter daya kecambah, panjang akar, panjang hipokotil dan berat basah kecambah benih bunga matahari
3. Tidak terdapat pengaruh Interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman terhadap parameter daya kecambah, panjang akar dan berat basah kecambah. Sedangkan terdapat pengaruh Interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman pada parameter panjang hipokotil (1% dan 1 jam) benih bunga matahari.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pada benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), maka perlu ditindak lanjuti dengan pembibitan dan budidaya, mengingat masih kurangnya budidaya benih bunga matahari di Indonesia



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Gajayana No. 50 Malang Telp./Fax. (0341) 558933**

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

**Nama** : Koirul Mufid  
**NIM** : 10620092  
**Fakultas/Jurusan** : Sains dan Teknologi/ Biologi  
**Judul Skripsi** : Pengaruh *Osmoconditioning* dengan Larutan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*)  
**Pembimbing I** : Ruri Siti Resmisari, M.Si  
**Pembimbing II** : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan	
1	25 Januari 2017	Pengajuan Judul		
2	30 Januari 2017	Acc Judul		
3	7 Februari	Konsultasi BAB I, II dan III	3	
4	8 Februari 2017	Konsultasi Agama BAB I dan II		4
5	9 Februari 2017	Revisi BAB I-III	5	
6	9 Februari 2017	Revisi Agama BAB I, II		6
7	14 Februari 2017	Seminar Proposal	7	
8	18 Februari 2017	Revisi BAB I-III		8
9	27 Maret 2017	Konsultasi BAB IV-V	9	
10	5 April 2017	Revisi BAB IV		10
11	15 Mei 2017	Konsultasi BAB IV	11	
12	22 Mei 2017	Revisi BAB IV		12
13	9 Juni 2017	Konsultasi Agama BAB IV	13	
14	16 Juni 2017	Revisi BAB IV-V		14
15	16 Juni 2017	Revisi Agama BAB IV	15	
16	14 Juli 2017	Revisi BAB IV		16
17	14 Juli 2017	Revisi Agama BAB IV	17	
18	17 Juli 2017	Acc Agama BAB IV		18
19	17 Juli 2017	Acc Keseluruhan	19	

Malang, 17 Juli 2017

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiana. 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.
- As-Shidieqy. 2000. *Tafsir An-Nur*. Jakarta : Pustaka Azzam
- Atjung. 1981. *Tanaman yang Menghasilkan Minyak dan Tepung Gula*. Jakarta: Yasaguna.
- Azhari, S. 1995. *Hortikultura Aspek Budaya*. Jakarta: UI Press.
- Basu, R.N. and A.B. Rudrapal. 1982. *Post harvest seed physiology and seed invigoration treatments. Proceedings of the Indian Statistical Institute Golden Jubilee International Conference on Frontiers of Research in Agriculture*. Calcuta. India.
- Bradford K.J. 1984. *Seed Priming: Techniques To Speed Seed Germination*. Proc. Oregon Hort. Soc. 25: 227 233.
- Butarbutar, R. dan Tondais S. Ai S. 2010. Evaluasi Indikator Toleransi Cekaman Kekeringan Pada Fase Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Biologi XIV* (1): 50-54.
- Cempaka, G.I. 2011. Periode *After-Ripening* dan Respon Perlakuan Pematangan Dormansi Pada Benih Padi Merah dan Padi Hibrida (*Oriza sativa* L.). *Tesis*. Tidak dipublikasikan. Bogor. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Copeland. L.O. dan M.B. Mc. Donald. 1985. "Principles of Seed Science and Technology". Burgess Publishing Company. New York. 369
- Dalimartha, S. 2008. *Care Your Self Hipertensi*. Jakarta: Penebar Plus
- Guenther, E. 1990. *Minyak Atsiri*. Jilid I. Jakarta: UI Press.

- Hasanah, M. 2002. Peran mutu fisiologik benih dan pengembangan industri benih tanaman industri. *Jurnal Litbang Pertanian* 21(3):84–91.
- Husni, A., Hutami, S., Kosmiatin, M., dan Mariska, I. 2003. Regenerasi Massa Sel Embriogenik Kedelai yang Diseleksi dengan *Polyethylen Glicol* (PEG) 6000. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*. Hal: 273-274.
- ISTA. 2006. *International rules for seed testing. Edition 2006*. Switzerland.
- Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih*. Padang: Angkasa Raya.
- Khan *et al.*, 1992. Matricconditioning of Vegetable Seeds to Improve Stand Establishment in Early Field Plantings. *J. Amer. Soc. Hort. Science*. 117 (1): 41-47.
- Kuswanto H. 1996. *Dasar-dasar Teknologi, Produksi dan Sertifikasi Benih*, Yogyakarta: Andi Offset.
- Lakitan, B. 1996. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Nonogaki, H. Bassel GW, Bawley JD. 2010. Germination-Still a mystery. *Plant Science*. 210:1-8.
- Nugroho, Cahyo Artho SP. 2012. Invigorasi Upaya Peningkatan Kualitas Benih Bermutu Rendah. Diakses dari [www.ditjenbun.deptan.go.id](http://www.ditjenbun.deptan.go.id) pada tanggal 6 Oktober 2016.
- Pireaning, S. 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.

- Plaut, Z. dkk. 1985. A simple Procedure to Overcome Polyethylene Glycol Toxicity on Whole Plants. *Plant physiol.* 79: 559-561.
- Rachmawati, Eka, E. 2010. Peningkatan Viabilitas (*Priming*) Benih Juwawut (*Setaria italica* L.) P. Beauvois) Dengan Polyethylene Glicol (PEG) 6000. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Rahardjo, P. 1986. Penggunaan *Polyethylene Glycol* (PEG) Sebagai Medium Penyimpanan Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Pelita Perkeb.*, 2 (3): 103–108.
- Rohaeti, E. dan Surdia, N.M. 2003. Pengaruh Variasi Berat Molekul Polietilen Glikol terhadap Sifat Mekanik Poliuretan. *Jurnal Matematika dan Sains*: 8 (2): 63 – 66.
- Rukmana, R. 2004. *Budidaya Bunga Matahari*. Semarang: Aneka Ilmu.
- Ruliansyah, A. Peningkatan Performansi Benih Kacangan Dengan Perlakuan Invigorasi. *Jurnal Perkebunan dan PSDL*: 1 : 13-18.
- Rusmin, D. 2004. Peningkatan Viabilitas Benih Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) Melalui Invigorasi. Balai Penelitian Obat dan Aromatik.
- Rusmin, D. dan Wahab. 1994. Pengaruh Metode Ekstraksi dan Perlakuan *Osmoconditioning* terhadap Viabilitas Benih Kayu Manis. *Keluarga Benih*. 5 (1): 80-86.
- Rusmin, D. dan Sukarman. 2001. Viabilitas Benih Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) pada beberapa Metode Invigorasi. *Jurnal Ilmiah Pertanian Gakuryoku Persada*. Vol. VII: 4.
- Sadjad, S. 1994. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Jakarta: Grasindo.
- Sadjad S. 1993. *Dari Benih kepada Benih*. Jakarta: Grasindo.

- Salisbury, F.B. dan Ross, C.V 1992. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB Press.
- Sa'diyah, H. 2009. *Pengaruh Invigorasi Menggunakan Polietilena Glikol (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Rosela (Hibiscus sabdariffa var. altissima)*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Malang Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri. Malang.
- Sofinoris. 2009. *Peningkatan Viabilitas (Priming) Benih Kapas (Gossypium hirsutum L.) Dengan Polyethylene Glycol (PEG) 6000*. Skripsi diterbitkan. Malang : UIN Maliki Malang.
- Schmidt, L. 2002. *Pedoman penanganan benih tanaman hutan tropis dan subtropis 2000*. Jakarta: Direktorat jendral rehabilitasi lahan dan perhutanan sosial, Departemen kehutanan.
- SNI. 2006. Standart Nasional Indonesia benih bunga matahari (*Helianthus annus* L.) kelas benih dasar (BD), benih pokok (BP) dan benih sebar (BR). BSN, Jakarta
- Suena, Wayan. 2009. *Teknologi Benih*. Modul I.
- Susanti, Evi. 2014. *Pengaruh Osmoconditioning Dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Knaf (Hibiscus cannabinus L.)*. Skripsi diterbitkan. Malang: UIN Maliki Malang
- Susilo, Herawati. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta : UI Press
- Sutopo, Lita. 2002. *Teknologi Benih*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sutopo, Lita. 2004. *Teknologi Benih*. Jakarta: PT Raja Gtafindo Persada.
- Szafirowska, A., Anwar. 1991. Osmoconditioning of carrot seed to improve seedling establishment and Yield in cold soil. *Agronomy Journal*. Vol. 73: 845-848.63.
- Tjitrosomo, S.S. 1983. *Botani Umum I*. Bandung: Angkasa.

Utomo, Budi. 2006. *Karya Ilmiah Ekologi Benih*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Wahab, M.I., dan D. Rusmin, M. Hasanah, 1993. Pengaruh perlakuan imbibisi dalam air dan larutan osmotikum terhadap viabilitas be-nih jambu mete. *Bul. Littro*. 8 (2) : 80 – 84.



## Lampiran 1 Data Hasil Data Pengamatan

### 1. Data Pengamatan Daya Kecambah

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K0L1	92	96	96	284	94.67
K1L1	96	100	100	296	98.67
K2L1	100	96	96	292	97.33
K3L1	100	100	96	296	98.67
K4L1	100	96	100	296	98.67
K0L2	92	96	92	280	93.33
K1L2	100	100	92	292	97.33
K2L2	100	96	96	296	98.67
K3L2	100	100	92	292	97.33
K4L2	100	100	100	300	100
K0L3	96	96	96	288	96
K1L3	100	92	100	292	97.33
K2L3	100	100	100	300	100
K3L3	100	100	100	300	100
K4L3	100	100	100	300	100
Total	1476	1468	1456	4984	1.468

### 2. Panjang Akar

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K0L1	6	8.2	6	20.2	6.73
K1L1	6.6	7.2	7	20.8	6.93
K2L1	7.4	8.2	6.8	22.4	7.47
K3L1	7.6	7	6.2	20.8	6.93
K4L1	8.6	6.8	8.6	24	8
K0L2	8.3	4.3	5	17.6	5.87

K1L2	6.6	6	9	21.6	7.2
K2L2	10.4	5.8	7.8	24	8
K3L2	8.8	6.6	8.6	24	8
K4L2	5.6	5.4	7	18	6
K0L3	6	5	5.4	16.4	5.47
K1L3	6.4	6.8	8.8	22	7.33
K2L3	5.8	8.6	9.4	23.8	7.93
K3L3	6.6	7.6	8.6	22.8	7.6
K4L3	8.2	9.2	5.6	23	7.67
Total	108.9	102.7	109.8	321.4	107.13

### 3. Panjang Hipokotil

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K0L1	6.3	7.4	6.4	20.1	6.7
K1L1	9.8	9.2	9.4	28.4	9.47
K2L1	11.4	12.4	9.2	32	10.67
K3L1	5.6	7.6	6.6	19.8	6.6
K4L1	7.4	8.8	7.8	23.8	7.93
K0L2	6.8	3.9	4	14.7	4.9
K1L2	9.8	10.6	8.8	29.2	9.73
K2L2	9	10.6	10.2	29.8	9.93
K3L2	9.4	11.2	8.8	29.4	9.8
K4L2	8	7.6	8	23.6	7.88
K0L3	7	6.4	8.4	21.8	7.28
K1L3	10.8	10	10.6	30.6	10.2
K2L3	10	10.2	9.8	30	10
K3L3	8.6	7.8	8.8	25.5	8.4
K4L3	8.2	9	10.2	27.4	9.13
Total	128.1	132.7	127	386.1	1184.95

4. Kadar Air Kecambah

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K0L1	0.438	0.936	0.476	1.31	0.44
K1L1	0.482	0.594	0.566	1.642	0.55
K2L1	0.666	0.622	0.574	1.862	0.63
K3L1	0.402	0.466	0.508	1.376	0.46
K4L1	0.418	0.584	0.466	1.468	0.46
K0L2	0.41	0.274	0.344	1.028	0.35
K1L2	0.566	0.512	0.584	1.662	0.55
K2L2	0.544	0.626	0.638	1.808	0.61
K3L2	0.536	0.638	0.64	1.814	0.61
K4L2	0.48	0.582	0.54	1.602	0.54
K0L3	0.436	0.394	0.482	1.312	0.44
K1L3	0.512	0.512	0.62	1.644	0.55
K2L3	0.586	0.654	0.56	1.8	0.6
K3L3	0.536	0.5	0.588	1.624	0.55
K4L3	0.552	0.628	0.576	1.756	0.59
Total	7.564	8.522	8.162	23.708	7.93

## Lampiran 2 Tabel Hasil Analisis

### 1. Hasil ANAVA Daya Berkecambah

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	124.444	4	31.111	4.605	2.69	.005
Lama Perendaman	19.911	2	9.956	1.474	3.32	.245
Konsentrasi*Lama Perendaman	22.756	8	2.844	.421	2.27	.899
Galat	202.667	30	6.756			
Total	430592.000	45				

### 2. Uji DMRT Daya Berkecambah

Konsentrasi	Rata-rata Daya Berkecambah (%)	Notasi UJD 5%
K0%	94.6	a
K1%	97.7	b
K2%	98.2	b
K3%	98.6	b
K4%	99.5	b

### 3. Hasil ANAVA Panjang Akar

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	16.468	4	4.117	2.178	2.69	.096
Lama Perendaman	.375	2	.188	.099	3.32	.906
Konsentrasi*Lama Perendaman	11.527	8	1.441	.762	2.27	.638
Galat	56.700	30	1.890			
Total	2380.580	45				

## 4. Hasil ANAVA Panjang Hipokotil

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	91.143	4	22.786	25.919	2.69	.000
Lama Perendaman	4.161	2	2.081	2.367	3.32	.111
Konsentrasi*Lama Perendaman	27.054	8	3.382	3.847	2.27	.003
Galat	26.373	30	.879			
Total	3487.260	45				

## 5. Uji DMRT Konsentrasi PEG 6000 Terhadap Panjang Hipokotil

Konsentrasi	Rata-rata Panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
K0%	6.2	a
K3%	8.2	b
K4%	8.3	b
K1%	9.8	c
K2%	10.3	c

## 6. Uji DMRT Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman PEG 6000 Terhadap Panjang Hipokotil

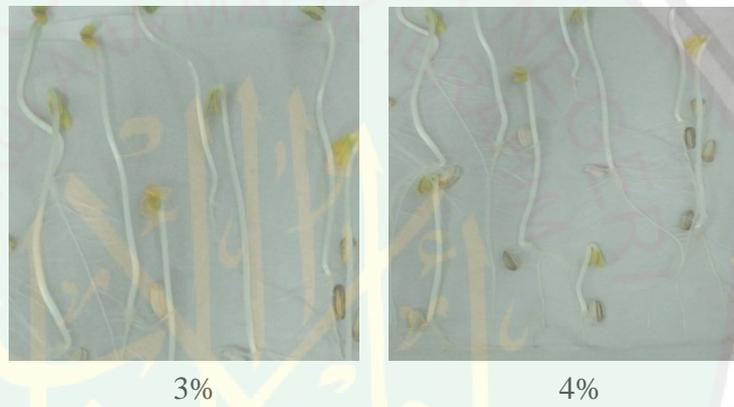
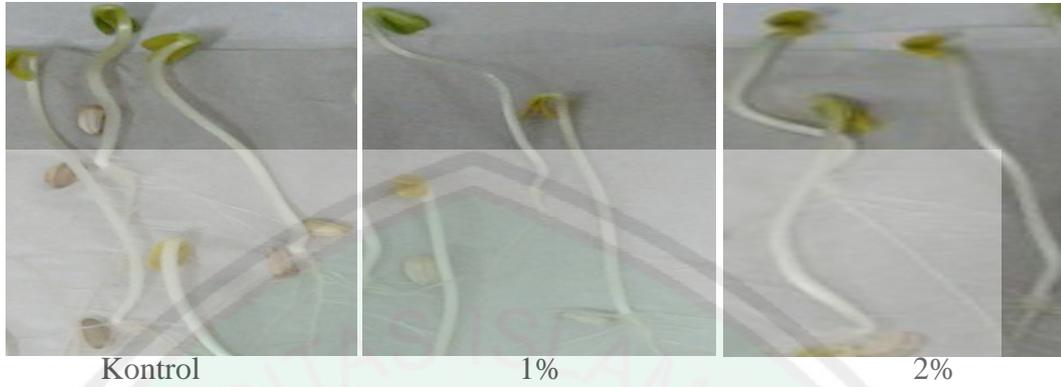
Konsentrasi*Lama Perendaman	Rata-rata Panjang Hipokotil (cm)	Notasi UJD 5%
K0%L2 jam	4.9	a
K3%L1 jam	6.6	b
K0%L1 jam	6.7	b
K0%L3 jam	7.2	b
K4%L2 jam	7.8	bc
K4%L1 jam	8.0	bc
K3%L3 jam	8.3	bcd

K4%L3 jam	9.1	cde
K1%L1 jam	9.4	cdef
K1%L2 jam	9.7	def
K3%L2 jam	9.8	def
K2%L2 jam	9.9	def
K2%L3 jam	10.0	def
K1%L3 jam	10.4	ef
K2%L1 jam	11.0	f

7. Hasil ANAVA Berat Basah Kecambah

SK	JK	db	KT	F <sub>Hitung</sub>	F <sub>Tabel 5%</sub>	Sig
Konsentrasi	8.275	4	2.069	1.004	2.69	.421
Lama Perendaman	4.188	2	2.094	1.016	3.32	.374
Konsentrasi*Lama Perendaman	17.503	8	2.188	1.062	2.27	.415
Galat	61.806	30	2.060			
Total	117.267	45				

### Lampiran 3 Dokumentasi



Pembuatan larutan



Perendaman



Pembasahan kertas



Penanaman pada kertas



Pembungkusan ke dalam plastik



Perkecambahan terlihat



Pengukuran hipokotil



Pengukuran Akar



Penimbangan kecambah

