

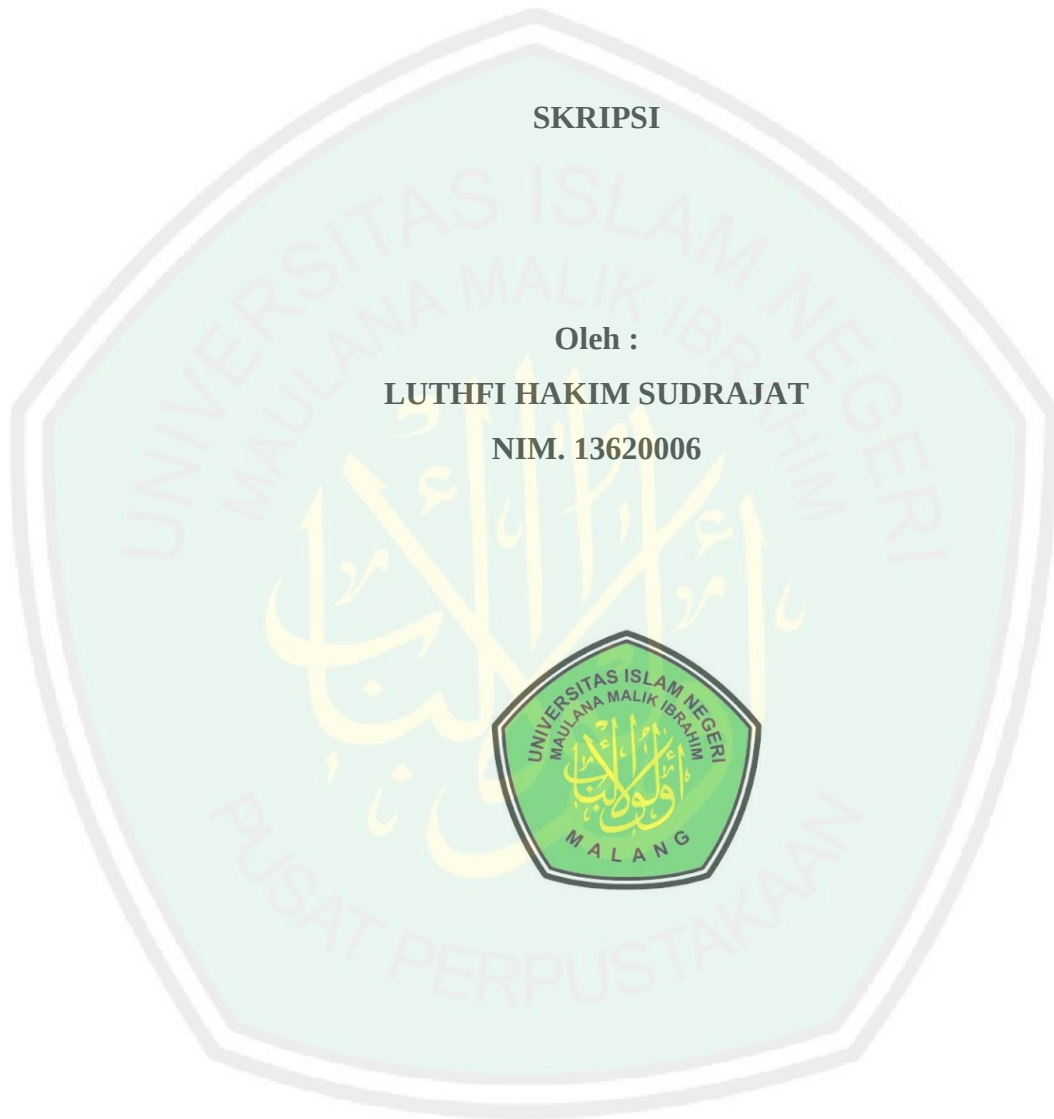
**PENGARUH OSMOCONDITIONING MENGGUNAKAN
POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) 6000 TERHADAP
VIABILITAS BENIH PEPAYA GUNUNG
(*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)**

SKRIPSI

Oleh :

LUTHFI HAKIM SUDRAJAT

NIM. 13620006



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**PENGARUH OSMOCONDITIONING MENGGUNAKAN
POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) 6000 TERHADAP
VIABILITAS BENIH PEPAYA GUNUNG
(*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)**

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:

LUTHFI HAKIM SUDRAJAT

NIM. 13620006

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**PENGARUH OSMOCONDITIONING MENGGUNAKAN POLIETHYLENE GLIKOL (PEG) 6000
TERHADAP VIABILITAS BENIH PEPAYA GUNUNG (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)**

SKRIPSI

Oleh :
LUTHFI HAKIM SUDRAJAT
NIM. 13620006

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: Juni 2018

Dosen Pembimbing I


Suyono, M.P
NIP. 19710622 200312 1 002

Dosen Pembimbing II


Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212 199803 1 001

Tanggal,

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi




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

**PENGARUH OSMOCONDITIONING MENGGUNAKAN
POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) 6000 TERHADAP
VIABILITAS BENIH PEPAYA GUNUNG
(*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)**

SKRIPSI

Oleh:

LUTHFI HAKIM SUDRAJAT

NIM. 13620006

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 26 Juni 2018**

Penguji Utama	Dr. Eko Budi Minarno M.Pd NIP. 19630114 199903 1 001
Ketua Penguji	Dr. Evika Sandi Savitri M.P NIP. 19741018 200312 2 002
Sekretaris Penguji	Suyono, M.P NIP. 19710622 200312 1 002
Anggota Penguji	Dr. H. Ahmad Barizi, M.A NIP. 19731212 199803 1 001

[Handwritten signatures of the examiners]



Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi

Romaidi, M. Si., D. Sc

NIP. 19810201 200901 1 019

**SURAT PERNYATAAN
ORISINIL PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luthfi Hakim Sudrajat

NIM : 13620006

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi

Judul Penelitian : Pengaruh Osmoconditioning Menggunakan Poliethilene Glikol (PEG) 6000 terhadap Viabilitas Benih Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir/skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, Juni 2018

Yang Membuat Pernyataan



Luthfi Hakim Sudrajat

NIM. 13620006

MOTTO

“Hidup sekali, berarti lalu mati”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan Rahmat-Nya, kini telah terselesaikan karya kecilku ini. Ananda tidak bisa berkata apa-apa kecuali ananda persembahkan karya tulis ini untuk keluarga tercinta:

1. Ayahanda (Sholihin) dan Ibunda (Tatik Muawanah) tercinta, dua orang yang sangat aku sayangi dan hormati, sumber kekuatanku selama ini, terima kasih ananda haturkan untuk semua yang telah kalian berikan baik berupa dukungan moril maupun materil. Maafkan jika sampai saat ini ananda belum bisa membahagiakan kalian.
2. Adikku (Alfian Rizqi Ramadhan) dan (Abdul Jabbar Albaihaqi) tersayang, terima kasih telah menjadi penghibur hatiku disaat galau dalam proses penulisan karya sederhana ini.
3. Sahabat terbaikku Danang, Huda, Aris, Rizal, Ucha, Arman, Arsen terima kasih telah setia menemaniku mulai awal sampai saat ini. Maafkan jika aku sengaja atau tak sengaja pernah menyakitimu.
4. Seseorang yang telah menyayangiku setulus hati, terima kasih atas dukungan, suka dan duka, senyum, tawa dan tangis yang telah kau bagi denganku selama ini. Maafkan bila selama ini aku sering merepotkanmu.
5. Keluarga besar Jurusan Biologi UIN Maliki Malang, khususnya angkatan 2013. Terima kasih atas dukungan kalian, semoga kita semua sukses dunia akhirat. Aamiin
6. Keluarga besar Ad-Dholam yang telah mengajarkan keberanian kepadaku.

7. Dan semua pihak yang tidak bisa ku sebutkan satu persatu. Terima kasih banyak, semoga Allah membalas semua kebaikan kalian.



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamiin, segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Pengaruh Osmoconditioning Menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)”** Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan, *Jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Mulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Mulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si. D.Sc, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Mulana Malik Ibrahim Malang.
4. Suyono, M.P dan Dr. H. Ahmad Barizi, MA selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing agama, karena atas bimbingan, pengarahan dan kesabaran beliau penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan saran dan nasehat yang berguna.

6. Segenap Bapak Ibu Dosen dan Sivitas Akademika Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Mulana Malik Ibrahim Malang.
7. Bapak Sholihin dan Ibu Tatik Muawanah serta keluarga besar tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah dan dengan sepenuh hati memberikan dukungan moril maupun materil serta ketulusan do'a sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Laboran dan Staff administrasi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Keluarga Besar Biologi, khususnya angkatan 2013 terima kasih atas dukungan dan keakraban yang telah terjalin.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan do'a, semangat, dukungan, saran, dan pemikiran sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

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

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Malang, Juni 2018

Luthfi Hakim Sudrajat

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
المخلص	xx
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Hipotesis	9
1.5 Manfaat Penelitian	10
1.6 Batasan Masalah	10
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 12
2.1 Benih dan Perkecambahan dalam Perspektif Islam	12
2.2 Botani Tanaman Pepaya Gunung	16
2.2.1 Klasifikasi Pepaya Gunung	16
2.2.2 Morfologi Pepaya Gunung	17
2.2.3 Syarat Tumbuh Pepaya Gunung	17

2.2.4 Karakteristik Benih Pepaya Gunung	18
2.3 Viabilitas Benih dan Deteriorasi Benih	19
2.4 Perkecambahan Benih dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya.....	22
2.5 Perlakuan Benih Pratanam (<i>Priming</i>) untuk Peningkatan Viabilitas	25
2.6 <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) dan Penggunaannya dalam <i>Priming</i> Perkecambahan berbagai Benih.....	26
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Rancangan Penelitian	31
3.2 Variabel Penelitian	32
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	33
3.5 Sampel Penelitian.....	33
3.6 Prosedur Penelitian	33
3.6.1 Persiapan dan Seleksi Benih Kangkung Darat.....	33
3.6.2 Pembuatan Larutan PEG 6000	34
3.6.3 Perendaman Benih dan Perlakuan dengan PEG 6000.....	35
3.6.4 Penyiapan Media Tanam.....	35
3.6.5 Pengujian Benih Pepaya Gunung.....	35
3.7 Variabel Pengamatan	36
3.8 Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Pengaruh Konsentrasi PEG terhadap Perkecambahan <i>Carica pubescens</i>	39
4.2 Pengaruh Lama Perendaman PEG terhadap Perkecambahan <i>Carica pubescens</i>	50
4.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman PEG terhadap Perkecambahan <i>Carica pubescens</i>	60
4.4 Peningkatan Viabilitas Benih Pepaya Gunung Menggunakan <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 dalam Pandangan Islam.....	68

BAB V PENUTUP	73
----------------------------	-----------

5.1 Kesimpulan	73
----------------------	----

5.2 Saran.....	73
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN - LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Perkecambahan Biji.....	13
Gambar 2.2 Morfologi Pepaya Gunung.....	17
Gambar 2.3 Proses Perkecambahan	22
Gambar 2.4 Kriteria Kecambah	23
Gambar 2.5 Struktur Kimia <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG)	28
Gambar 4.1.1 Grafik Hasil DMRT 5%.....	40
Gambar 4.1.2 Kurva Pengaruh Konsentrasi Terhadap Persentase Daya Berkecambah.....	42
Gambar 4.1.3 Kurva Pengaruh Konsentrasi Terhadap Persentase Panjang Kecambah.....	45
Gambar 4.1.4 Kurva Pengaruh Konsentrasi Terhadap Persentase Laju Perkecambahan.....	46
Gambar 4.1.5 Gambar Kecambah Antar Perlakuan Hari ke 25.....	48
Gambar 4.1.6 Kurva Pengaruh Konsentrasi Terhadap Persentase Berat Kering Kecambah.....	49
Gambar 4.2.1 Grafik Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Daya Berkecambah	51
Gambar 4.2.2 Kurva Lama Perendaman Terhadap Daya Berkecambah	52
Gambar 4.2.3 Panjang Kecambah pada Perlakuan K0L2, K1L2, K4L2, K2L2....	54
Gambar 4.2.4 Kurva Lama Perendaman Terhadap Panjang Kecambah	55
Gambar 4.2.5 Kurva Lama Perendaman Terhadap Laju Perkecambahan	57
Gambar 4.2.6 Kurva Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Berat Kering Kecambah	58
Gambar 4.3.1 Grafik Hasil Analisis Lanjut DMRT 5% Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman.....	61
Gambar 4.3.2 Kurva Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Daya Berkecambah	62
Gambar 4.3.3 Grafik Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Panjang Kecambah	64
Gambar 4.3.4 Kurva Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Laju Perkecambahan	65

Gambar 4.3.5 Kurva Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Berat Kering Kecambah.....67



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Konsentrasi dan Lama Perendaman	32
Tabel 3.2 Pengenceran <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG) 6000 Menjadi 5 Konsentrasi	35
Tabel 4.1.1 Hasil Analisis Variasi Konsentrasi PEG 6000 terhadap Perkecambahan Pepaya Gunung.....	39
Tabel 4.1.2 Hasil Uji DMRT 5% Konsentrasi PEG 6000 terhadap Perkecambahan Pepaya Gunung	40
Tabel 4.2.1 Hasil Analisis Variasi Lama Perendaman PEG 6000 Terhadap Perkecambahan Biji Pepaya Gunung.....	50
Tabel 4.2.2 Hasil Uji DMRT 5% Terhadap Perkecambahan Pepaya Gunung.....	51
Tabel 4.3.1 Hasil Analisis Variasi Interaksi Antara Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Perkecambahan Biji Pepaya Gunung	60
Tabel 4.3.2 Hasil Uji DMRT 5% Terhadap Perkecambahan Biji Pepaya Gunung	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Persentase Daya Berkecambah

Lampiran 2 Laju Perkecambahan

Lampiran 3 Panjang Kecambah

Lampiran 4 Berat Kering Kecambah

Lampiran 5 Perhitungan

Lampiran 6 Foto Penelitian



ABSTRAK

Luthfi Hakim Sudrajat. 2018. **Pengaruh Osmoconditioning Menggunakan Polyethylene Glycol (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Linn K. Koch)**. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Suyono, MP. (II) Dr. H. Ahmad Barizi, MA.

Kata kunci: *Osmoconditioning*, *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000, Viabilitas, Benih Pepaya Gunung (*Carica pubescens*)

Pepaya gunung (*Carica pubescens*) merupakan salah satu tanaman yang bernilai ekonomi dan penyebarannya terbatas. Selain itu, pepaya gunung memiliki kandungan gizi yang lengkap. Namun, produksi pepaya gunung di Indonesia masih rendah. Peningkatan produksi pepaya gunung terkendala oleh ketersediaan benih yang terbatas karena kemunduran benih pepaya gunung oleh penyimpanan. Viabilitas benih diduga bisa ditingkatkan dengan teknik *osmoconditioning* menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *osmoconditioning* menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Green House Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Agustus-Desember 2017. Eksperimen ini didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi PEG 6000 terdiri dari 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Faktor kedua adalah perlakuan lama perendaman, meliputi 3 jam, 6 jam, dan 9 jam. Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan analisis varian (anava) apabila terdapat pengaruh maka dilanjutkan dengan uji regresi korelasi untuk mengetahui konsentrasi dan lama perendaman yang optimum.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari perlakuan *osmoconditioning* menggunakan PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*). Perlakuan konsentrasi PEG 6000 yang efektif adalah 4%. Perlakuan lama perendaman dalam PEG 6000 yang efektif adalah 6 jam. Interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman berpengaruh pada semua parameter perkecambahan, perlakuan yang efektif yakni pada konsentrasi 4% dengan lama perendaman 6 jam.

ABSTRACT

Luthfi Hakim Sudrajat. 2018. **The Influence of Osmoconditioning Using Polyethylene Glycol (PEG) 6000 towards the Viability of Papaya mountain (*Carica pubescens* Linn K. Koch).** Thesis. Biology Department, Faculty of Science and Technology Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Suyono, MP. (II) Dr. H. Ahmad Barizi, MA.

Key words: *Osmoconditioning, Polyethylene Glycol (PEG) 6000, Viability, Papaya mountain Seeds (*Carica pubescens* Linn K. Koch.)*

Papaya mountain (*Carica pubescens* Linn K. Koch.) that have economic value and its spread is quite widespread in the Southeast Asian region. In addition, papaya mountain also have nutrient content. However, the production of papaya mountain in Indonesia is still low. Increased production has been hampered by the availability of land cress seeds are often limited due to the decline of papaya mountain seeds by storage. Seed viability can be enhanced by the technique of osmoconditioning using Polyethylene Glycol (PEG) 6000. This research aims to know the influence of osmoconditioning using Polyethylene Glycol (PEG) 6000 towards the viability of papaya mountain seeds (*Carica pubescens*).

This research was carried out in the palnt physiology laboratory and green house of Biology Department, Science and technology Faculty of State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang in August-December 2017. The experiment was designed using Completely Randomize Design (RAL) with 2 factor treatment repeated 3 times. The first factor is the concentration of PEG 6000 consists of 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Second factor is the long soaking treatment, includes 3 hours, 6 hours and 9 hours. Data obtained from this research are analyzed with the analysis Variant (anava) if there is influence then followed by correlation regression test to know the optimum of concentration and long soaking treatment.

The result of the research shows that there is significant influence of osmoconditioning using PEG 6000 towards the viability of papaya mountain seeds (*Carica pubescens*). The effective concentration treatment of PEG 6000 is 4%. The effective long soaking treatment in PEG 6000 is 6 hours. Interaction between concentration and long soaking effect on all germinations parameters, the effective treatment is 4% concentration during 6 hours of immersion.

الملخص

لطفي حكيم سودراجات. ٢٠١٨. تأثير أوسمكونديتيونينج استخداما البولي ايثيلين جلايكول (PEG) ٦٠٠٠ بالجدوى بذرة البابايا جبل (*Carica pubescens* Linn K. Koch). البحث العلمي. قسم الأحياء كلية العلوم و التكنولوجيا جامعة مالانج الحكومية الاسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. تحت اشراف: (١) سويونو الماجستير. (٢) د. هـ. أحمد بريزي الماجستير.

الكلمة المفتاح: فتيلة، البولي ايثيلين جلايكول (PEG) ٦٠٠٠، الجدوى، بذرة بابايا الجبل (*Carica pubescens*)

بابايا الجبل (*Carica pubescens*) هو واحد من النباتات ذات القيمة الاقتصادية وإداعته محدودة. إضافة إلى ذلك، بابايا الجبل يحتوي على غذائي كامل. ولكن، إنتاج بابايا الجبل في إندونيسيا منخفضًا. تكاثر الإنتاج بابايا الجبل عراقيل على توافر البذور منخفض لأنه تنكس التخزين البذرة بابايا جبل. الجدوى البذرة يستطيع أن يتكاثر مع تقنية فتيلة باستخدام البولي ايثيلين جلايكول (PEG) ٦٠٠٠. يهدف هذا البحث إلى علم تأثير فتيلة باستخدام البولي ايثيلين جلايكول (PEG) ٦٠٠٠ على جدوى بذرة بابايا الجبل (*Carica pubescens*).

عمل هذا البحث في مختبر فسيولوجيا النبات والبيت الأخضر قسم الأحياء بكلية العلوم والتكنولوجيا جامعة الحكومية الاسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج في أغسطس-ديسمبر عام ٢٠١٧. يستخدم هذا البحث المنهج تصميم كامل العشوائية (RAL) مع تكررت ٢ العامل ٣ مرات التكرار. العامل الأول هو تركيز PEG ٦٠٠٠ تتكون من ٠٪ و ٢٪ و ٤٪ و ٦٪ و ٨٪. العامل الثاني هو علاج الغمر، الذي يغطي ٣ ساعات و ٦ ساعات و ٩ ساعات. تحليل المعلومات هذا البحث هي تحليل المتغيرات (ANAVA) عندما يكون هناك تأثير ثم تلبها الانحدار والارتباط لتحديد تركيز من الوقت تمرغ الأمثل.

نتائج هذا البحث يدل على تأثير فتيلة باستخدام PEG ٦٠٠٠ على الجدوى بذور بابايا الجبل (*Carica pubescens*). كان العلاج الفاعل لتركيز PEG ٦٠٠٠ هو ٤٪. العلاج الفاعل لتركيز في PEG ٦٠٠٠ هو ٦ ساعات. أما بالنسبة للتفاعل بين التركيز والوقت تمرغ فقط لا يوجد تفاعل على طول براعم، والعلاج الفعال هو التركيز من ٤٪ إلى ٦ ساعات تمرغ الوقت.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Satu di antara 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-Naml/27 : 60

أَمَّنْ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ حَدَائِقَ ذَاتَ
بَهْجَةٍ مَا كَانَ لَكُمْ أَنْ تُنْبِتُوا شَجَرَهَا ۗ أَلَيْسَ اللَّهُ بِلَهُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ ﴿٦٠﴾

Artinya: “atau siapakah yang telah menciptakan langit dan bumi dan yang menurunkan air untukmu dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu kebun-kebun yang berpemandangan indah, yang kamu sekali-kali tidak mampu menumbuhkan pohon-pohonnya? Apakah disamping Allah ada Tuhan (yang lain)? Bahkan (sebenarnya) mereka adalah orang-orang yang menyimpang (dari kebenaran)” (QS. An Naml/27 : 60).

Firman Allah SWT وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ حَدَائِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ Dan yang menurunkan air untukmu dari langit-langit lalu kami tumbuhkan dengan air itu hada-iq,” yaitu dijadikanNya rizki bagi hambah-hambahNya yaitu kebun-kebun yang berpemandangan indah sekaligus berbentuk megah. مَا كَانَ لَكُمْ أَنْ تُنْبِتُوا شَجَرَهَا. yaitu kalian tidak akan sanggup melakukan hal itu semua kecuali atas izin Allah Maha Pencipta dan maha pemberi rizki yang berdiri sendiri dan Esa dalam hal tersebut, tanpa butuh yang lainNya di antara para berhala, seperti yang diakui oleh orang-orang musyrik. Allah SWT berfirman dalam ayatNya yang lain dalam Q.S Az-Zukhruf/43:87 “Dan sungguh jika kamu bertanya kepada mereka.” Siapakah yang menciptakan mereka, niscaya mereka menjawab: “Allah” (Q.S Az-

Zukhruf/43:87). Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT yang menurunkan hujan dan menumbuhkan tumbuh-tumbuhan. Kehidupan tumbuhan diawali dengan perkecambahan biji. Perkecambahan biji terjadi ketika biji mendapatkan air yang cukup dari lingkungannya yang diserap melalui proses imbibisi. Imbibisi menjadi titik awal terjadinya reaksi biokimia atau enzimatik, pencernaan dan translokasi nutrisi dan energi ke titik tumbuh jaringan embrio yaitu plumula dan radikula. Proses interaksi air dan benih tergantung pada kemampuan air untuk berimbibisi ke dalam benih. Imbibisi merupakan proses yang menentukan kelangsungan hidup dan produksi tumbuhan, dan tidak semua benih memiliki kemampuan yang sama dalam melakukan imbibisi.

Allah menciptakan bermacam-macam tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Dari berbagai tumbuhan yang diciptakan oleh Allah memiliki kemanfaatan yang beraneka ragam. Berdasarkan manfaatnya bagi manusia tumbuh-tumbuhan ada yang dimanfaatkan sebagai bahan sandang, pangan, papan, hingga untuk kebutuhan obat-obatan dan untuk tujuan estetika. Allah Swt berfirman pada surat Ali Imron (3) 190–191:

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

Artinya : “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.”

Diantara berbagai tumbuhan yang terdapat di bumi, pepaya gunung (*Carica pubescens*) merupakan tumbuhan yang mempunyai banyak manfaat dalam dunia fitofarmaka. Hasil penelitian Simirgiotis (2009) ditemukan 19 senyawa fenol dalam buah pepaya yang tumbuh di daerah Chili. Buah dari tanaman pepaya mengandung senyawa antioksidan yang bisa menangkal adanya radikal bebas serta mengandung beberapa enzim pencernaan yang dapat meningkatkan kinerja sistem pencernaan, absorbs nutrisi, dapat menurunkan stress pencernaan, pH stabil, kesehatan usus terjaga dan menyeimbangkan enzim alami dalam tubuh (Pock, 2009). *Carica pubescens* kaya akan vitamin C, serat, dan juga enzim papain seperti yang terdapat dalam *Carica pepaya*, membantu sistem pencernaan, lambung serta usus besar (Hochman, 2007).

Carica pubescens merupakan satu diantara tanaman khas di daerah dataran tinggi di Indonesia yang memiliki kadar vitamin C tertinggi yang memiliki potensi sebagai bahan alami untuk penyembuhan mukosa mulut. Di Indonesia, biasa disebut dengan “karika”, dapat ditemui di daerah Cangar & Bromo Jawa Timur, dan Jawa Tengah khususnya Dataran Tinggi Dieng. Termasuk ke dalam anggota dari famili Caricaceae, sehingga memiliki kemiripan yang cukup tinggi secara fenotip. Lain dengan pepaya pada umumnya, *Carica pubescens* hanya tumbuh di daerah dengan ketinggian 1.400-2.400 m di atas permukaan laut (mdpl), bersuhu rendah, dengan intensitas hujan tinggi menyebabkan penduduk sekitar sering menyebutnya dengan pepaya gunung (Fitriiningrum, 2013).

Carica pubescens diperbanyak dengan menanam biji. Petani pepaya gunung di sekitar datatan tinggi Dieng lebih sering menyimpan benih yang digunakan sebagai cadangan benih yang nantinya akan ditanam di kemudian hari untuk meremajakan kebun. Secara alamiah benih *Carica pubescens* bila disimpan akan mengalami kemunduran viabilitas (penurunan daya kecambah serta vigor). Dapat disebabkan karena penyimpanan dalam kurun waktu yang lama, tingginya suhu ruang, peningkatan respirasi yang menyebabkan turunnya cadangan makanan. Viabilitas menurun seringkali terjadi karena biji yang mengeras akibat penyimpanan pada suhu dingin menyebabkan sulitnya mengimbibisi air. Satu diantara cara untuk mempercepat daya kecambah yaitu invigorasi yang menurut Rusmin (2004) dapat dilakukan beberapa teknik yaitu invigorasi dengan cara perendaman benih dalam larutan osmotikum (yang dapat mengontrol jumlah serta kecepatan dalam penyerapan air). Cara tersebut adalah perlakuan supaya lebih cepat terjadi perkecambahan yang diawali imbibisi yang cepat yang mengakibatkan proses selanjutnya terjadi lebih awal, misalnya kulit benih pecah, aktivasi hormon dan enzim, perombakan cadangan makanan, keluarnya radikel dan translokasi nutrisi.

Perbaikan kualitas benih melalui teknik invigorasi banyak digunakan dalam pengoptimalan viabilitas dari benih, mengakibatkan tumbuh dengan cepat dan seragam dalam lingkungan yang beragam. Perlakuan tersebut digunakan dalam peningkatan viabilitas benih dalam penelitian ini yaitu teknik *osmoconditioning*. Khan (1992) menyatakan bahwa *osmoconditioning* merupakan perbaikan kualitas biokimia dan fisiologis pada benih selama terjadi penundaan

perkecambahan. Tujuan *osmoconditioning* yaitu mempercepat serta menyerempakkan perkecambahan dan perkecambahan benih mengalami perbaikan potensial. Sadjad (1994) menyebutkan bahwa prinsip kerja dari teknik *osmoconditioning* yaitu dimulai saat benih mengimbibisi air hingga potensial air di dalam benih sama dengan media pengimbibisi (tercapai kesetimbangan potensial air). Satu diantara teknik *osmoconditioning* yaitu digunakannya *Polietilena glikol* (PEG).

Berlandaskan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada beberapa benih, teknik *osmoconditioning* dengan menggunakan PEG efektif dalam meningkatkan perkecambahan benih yang memiliki viabilitas rendah. Penggunaan PEG mampu mempersingkat waktu perkecambahan. PEG merupakan suatu senyawa yang mampu mengurangi potensial osmotik larutan dengan cara mengikat air. *Osmoconditioning* menggunakan PEG telah berhasil dilakukan pada benih padi, wortel, kedelai dan jambu mete (Rusmin, 2004).

PEG merupakan senyawa yang dapat larut didalam air, dapat masuk kedalam sel sehingga bisa digunakan untuk invigorasi. PEG berpotensi mengikat air yang dapat membantu benih dalam mengimbibisi air. Perlakuan invigorasi dilakukan secara fisiologis untuk meningkatkan perkecambahan melalui imbibisi air menjadi dasar dalam teknik invigorasi benih. Wahab (1993) menyebutkan bahwa teknik invigorasi merupakan perlakuan pada benih dengan menggunakan larutan osmotik yang bertujuan memperbaiki kecepatan serta keseragaman selama proses perkecambahan.

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dikatakan bahwa *osmoconditioning* menggunakan PEG 6000 berpotensi dalam peningkatan viabilitas benih. Szafirowska *et al* (1991) menyebutkan telah memberikan perlakuan invigorasi pada benih 2 kultivar wortel dengan cara melembabkan benih menggunakan larutan PEG 6000 konsentrasi 2,5% selama 9 jam terbukti mampu meningkatkan daya kecambah, jumlah bibit serta meningkatkan keserempakan tumbuh dan produksi di lapang. Rusmin dan Wahab (1994) juga melakukan penelitian mengenai invigorasi terhadap benih kayu manis dengan perlakuan perendaman benih dalam PEG 6000 konsentrasi 20% selama 24 jam terbukti mampu meningkatkan daya kecambah dan panjang dari bibit tanaman kayu manis yang mengalami kemunduran kualitas dikarenakan kesalahan dalam memproses benih. Rusmin dan Sukarna (2001) juga melakukan penelitian yang sama mengenai invigorasi benih jambu mete yang disimpan selama 10 bulan. Benih tersebut direndam dengan larutan PEG 6000 konsentrasi 10% dalam waktu 6 jam mampu meningkatkan daya perkecambahan.

Konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG perlu diteliti, mengingat konsentrasi dan lama perendaman akan menentukan jumlah air yang dapat diterima biji. Konsentrasi berhubungan dengan jumlah air yang dapat diikat oleh PEG, sedangkan lama perendaman berhubungan dengan pemberian kesempatan kepada molekul air untuk bergerak menuju molekul OH pada rantai polimer PEG. Terlalu banyak air dalam biji akan menyebabkan berkurangnya tempat oksigen yang dapat menyebabkan penurunan respirasi yang berarti terjadi penurunan jumlah energi yang digunakan untuk perkecambahan.

Konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG dipilih yang sesuai, karena setiap biji mempunyai ukuran dan kemampuan yang berbeda-beda dalam perkembangannya, seperti biji pepaya gunung. Pada penelitian ini digunakan PEG 6000 karena PEG memiliki kemampuan dalam mengikat air bila dibandingkan dengan molekul lain yang lebih rendah karena memiliki ukuran molekul 6000 yang digunakan dalam pengikatan air, panjangnya rantai PEG berbanding lurus dengan banyaknya air yang diikat. Senyawa PEG dapat mengikat air yang mengakibatkan turunnya potensial air (jumlah air yang terkandung dalam suatu sel atau jaringan tumbuhan). Potensial media yang terdapat PEG bisa digunakan sebagai simulasi besarnya potensial air tanah. Penggunaan larutan PEG 6000 pada konsentrasi 2,5-7,5% diasumsikan dapat bekerja secara optimum dalam percepatan masuknya air ke dalam benih. Penelitian ini adalah penelitian yang bertujuan mengetahui respon morfologis (kecambah normal kuat) terhadap perbaikan vigor benih pada perkecambahan dalam larutan PEG 6000. Pengamatan tersebut dimaksudkan untuk mengetahui keefektifan PEG 6000 untuk membantu peningkatan vigor benih.

Penelitian ini menggunakan PEG 6000 dikarenakan PEG ini mempunyai kemampuan yang lebih dalam mengikat air dibandingkan dengan molekul yang lebih rendah, semakin panjang rantai PEG semakin banyak air yang diikat. Dalam penelitian ini tidak digunakan PEG dengan berat molekul di atas 6000 karena semakin besar molekul PEG yang digunakan akan semakin sulit untuk masuk dalam membran benih (Husni, 2003).

Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan dengan konsentrasi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12%. Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa pada konsentrasi 12% telah terjadi penurunan daya berkecambah sebesar 70% sehingga pada penelitian selanjutnya digunakan konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yang memiliki hasil terbaik pada perlakuan konsentrasi 3 ppm pada parameter daya kecambah sebesar 85.78% dan pada panjang kecambah sebesar 224.71 cm. Sedangkan pada perlakuan lama perendaman digunakan waktu yang sama dengan uji pendahuluan yaitu 3, 6, dan 9 jam.

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu daya berkecambah, panjang kecambah, laju perkecambahan, dan berat kering kecambah. Hal tersebut dilakukan dikarenakan parameter tersebut berbanding lurus. Daya berkecambah akan mempengaruhi laju perkecambahan, semakin tinggi daya berkecambah maka semakin tinggi laju perkecambahan. Jika laju perkecambahan tinggi maka panjang kecambah juga bertambah, jika ukuran kecambah membesar maka berat kering akan bertambah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka perlu dilakukannya penelitian tentang Pengaruh Invigorasi Menggunakan *Polietilena Glikol* (PEG) 6000 terhadap Viabilitas Benih Pepaya Gunung (*Carica pubescens* L.).

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang ada dalam penelitian ini adalah dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh konsentrasi (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*)?
2. Apakah ada pengaruh lama perendaman dalam (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*)?
3. Apakah ada pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).
2. Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dalam (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh konsentrasi (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).

2. Ada pengaruh lama perendaman dalam (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).
3. Ada pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam (*Polietilena Glikol*) PEG 6000 terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai informasi pengetahuan mengenai fisiologis benih pepaya gunung (*Carica pubescens*).
2. Sebagai informasi kepada masyarakat mengenai benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) dalam mengatasi permasalahan perkecambahan benih terutama akibat penyimpanan.
3. Sebagai alternatif peningkatan viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) untuk alternatif pangan sehat.

1.6 Batasan Masalah

1. Pepaya gunung (*Carica pubescens*) yang digunakan ini adalah benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) dari dataran tinggi Dieng yang sudah dikeringkan dan disimpan pada suhu 25⁰C selama satu tahun.
2. PEG (*Polietilena Glikol*) yang digunakan adalah PEG 6000.
3. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah daya berkecambah, laju perkecambahan, panjang kecambah dan berat kering kecambah.
4. Kriteria kecambah yang diamati adalah kecambah normal kuat (Kecambah dengan pertumbuhan sempurna, ditandai dengan akar dan batang yang berkembang baik, jumlah kotiledon sesuai, daun berkembang

baik dan berwarna hijau, dan mempunyai tunas pucuk yang baik), kecambah normal lemah (Kecambah dengan cacat ringan pada akar, hipokotil/ epikotil, kotiledon, daun primer, dan koleoptil) dan kecambah abnormal (Kecambah yang struktur pentingnya hilang atau rusak berat. Plumula atau radikula patah atau tidak tumbuh).

5. Media yang digunakan adalah tanah dengan campuran kompos dengan perbandingan 1:1.
6. Metode yang digunakan adalah metode uji daya kecambah secara langsung dengan substrat pasir dengan campuran tanah 1:1.
7. Jumlah benih pepaya gunung yang digunakan sebanyak 14 biji per ulangan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Benih dan Perkecambahan dalam Perspektif Al-Qur'an

Benih dalam al-Qur'an disebut dengan kata **حَبّ** yang berarti biji-bijian, sehingga apa yang dibicarakan oleh ilmu pengetahuan mengenai biji-bijian sebenarnya telah dijelaskan sebelum ilmu pengetahuan itu berkembang. Sebagaimana Allah SWT menyebutkan dalam beberapa ayat al-Qur'an, satu diantaranya adalah dalam Surah al-An'am/6: 95, yang juga menjelaskan bagaimana Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan. Ayat tersebut berbunyi:

﴿إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ ۚ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ۚ فَأَنَّىٰ تُؤْفَكُونَ ۚ﴾

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

Firman Allah **فالق الحب والنوى** “Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan.” Ditafsirkan dengan firmanNya **يخرج الحي من الميت** “Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup.” maksudnya, Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang hidup dari biji-bijian atau benih yang merupakan benda mati. Suatu benih dikatakan benda mati karena sejatinya benih tidak mengalami kehidupan yang berevolusi tanpa persediaan oksigen (O₂) kecuali benih tersebut telah berkecambah setelah mendapatkan air. Benih akan menyerap air hingga sel-selnya bertambah besar, lebih renggang dan lunak. Berdasarkan ayat di atas

jelastah bahwa dalam proses perkecambahan tumbuhan dibutuhkan air untuk membantu jaringan yang mati, sehingga menjadi larut dan bercampur. Setelah larut dan bercampur itulah maka benih itu berubah menjadi sel dan jaringan yang hidup, yang disebut dengan plasma nutfah atau gen.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah yang menguasai perjalanan biji (benih) yang kering dan inti yang diam, Allah telah menumbuhkan biji tumbuh-tumbuhan. Artinya, Allah telah membelahnya di dalam tanah (yang lembab), kemudian dari biji-bijian tersebut tumbuhlah berbagai jenis tumbuh-tumbuhan, satu diantaranya adalah tanaman pepaya. Dengan kekuasaan-Nya, Allah menghidupkan benih pepaya dengan beberapa proses. Pertama, benih ditanam setelah beberapa hari muncul *radicle* (akar) dari kulit benih kemudian diikuti oleh munculnya *plumule* (calon daun). Kedua, epikotil tumbuh memanjang serta membengkok dan menekan kotiledon terangkat kepermukaan atas tanah. Kotiledon yang telah disinari matahari tersebut adakalanya berubah menjadi hijau dan beberapa waktu akan melakukan proses fotosintesis (Kamil, 1979).



Gambar 2.1 Mekanisme Perkecambahan Biji (Anonymous, 2017)

Pernyataan Kamil (1979) di atas juga didukung oleh Ad-Dimasyqi dalam *Tafsir Ibnu Katsir* (2001) yang menyatakan bahwa Allah SWT. memberitahukan bahwa Dialah yang membelah biji-bijian dan semua bibit tanaman, yakni Dia membelahnya di dalam tanah, lalu menumbuhkan dari biji-bijian berbagai macam tanaman sedangkan dari bibit tanaman Dia keluarkan berbagai macam pohon yang menghasilkan buah-buahan yang berbeda-beda warna, bentuk, dan rasanya.

Firman Allah SWT dalam surah Al-An'am/6: 95 juga kembali diperjelas dalam surah Yā-Sin/36: 33, sebagai berikut:

وَأَيُّهُمْ هُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya: "Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka daripadanya mereka makan." (QS. Yā-Sin/36: 33)

Amiruddin dalam *Tafsir al-Qur'an kontemporer* (2004) menyatakan bahwa dalam ayat tersebut di atas, para ahli tafsir mengungkapkan tentang mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan demikian pula sebaliknya, dengan berbagai macam ungkapan yang semuanya saling berdekatan makna.

Pola pertumbuhan benih itu sendiri juga dijelaskan di dalam Al-Qur'an, benih yang ada di hamparan bumi ini akan ditumbuhkan dengan bantuan air hujan, dan dalam penyerbukannya dapat dibantu oleh angin. Air hujan membantu menumbuhkan suatu tanaman, dimulai sejak tanaman tersebut masih berupa benih. Air yang masuk ke dalam benih melalui proses imbibisi akan menyebabkan rentetan proses perkecambahan berikutnya. Proses perkecambahan benih merupakan suatu tahapan awal dari pertumbuhan tanaman. Mengenai prosesnya,

perkecambahan secara tersirat dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Al-Fath/48:29, sebagai berikut:

مُحَمَّدٌ رَسُولُ اللَّهِ ۚ وَالَّذِينَ مَعَهُ أَشِدَّاءُ عَلَى الْكُفَّارِ رُحَمَاءُ بَيْنَهُمْ ۖ تَرَاهُمْ رُكَّعًا سُجَّدًا يَبْتَغُونَ
فَضْلًا مِنَ اللَّهِ وَرِضْوَانًا ۖ سِيمَاهُمْ فِي وُجُوهِهِمْ مِّنْ أَثَرِ السُّجُودِ ۚ ذَٰلِكَ مَثَلُهُمْ فِي التَّوْرَةِ ۚ
وَمَثَلُهُمْ فِي الْإِنْجِيلِ كَرَرَجٍ أَخْرَجَ شَطْءَهُ فَكَازَرَهُ فَاسْتَغْلَظَ فَاسْتَوَىٰ عَلَىٰ سَوْقِهِ ۖ يُعِجِبُ الزُّرَّاعَ
لِيَغِظَ بِهِمُ الْكُفَّارَ ۗ وَعَدَ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ مِنْهُمْ مَغْفِرَةً وَأَجْرًا عَظِيمًا ﴿٢٩﴾

Artinya: “Muhammad itu adalah utusan Allah dan orang-orang yang bersama dengan dia adalah keras terhadap orang-orang kafir, tetapi berkasih sayang sesama mereka. Kamu lihat mereka ruku' dan sujud mencari karunia Allah dan keridhaan-Nya, tanda-tanda mereka tampak pada muka mereka dari bekas sujud. Demikianlah sifat-sifat mereka dalam Taurat dan sifat-sifat mereka dalam Injil, yaitu seperti tanaman yang mengeluarkan tunasnya maka tunas itu menjadikan tanaman itu kuat lalu menjadi besarlah dia dan tegak lurus di atas pokoknya; tanaman itu menyenangkan hati penanam-penanamnya karena Allah hendak menjengkelkan hati orang-orang kafir (dengan kekuatan orang-orang mukmin). Allah menjanjikan kepada orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal yang saleh di antara mereka ampunan dan pahala yang besar.” (QS. Al-Fath/48:29).

Ayat di atas menjelaskan tentang proses pertumbuhan tumbuhan, yaitu pada arti kata “.....tanaman yang mengeluarkan tunasnya maka tunas itu menjadikan tanaman itu kuat lalu menjadi besarlah dia dan tegak lurus di atas pokoknya.....”. Dalam proses perkecambahan, hipokotil akan membentuk bagian tubuh tumbuhan sehingga akan muncul akar tanaman yang berfungsi untuk menyerap unsur hara dari dalam tanah untuk membantu proses biokimia dalam sel dan secara keseluruhan akar tanaman menjaga keseimbangan berat dan menopang berdirinya suatu tumbuhan.

2.2 Botani Tanaman Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)

2.2.1 Klasifikasi Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)

Klasifikasi *C. pubescens* berdasarkan Cronquist tahun 1981 (Daisuki, 1991) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Subkelas : Dilleniidae

Ordo : Violales

Familia : Caricaceae

Genus : *Carica*

Spesies : *Carica pubescens* Lenne & K. Koch

Di Indonesia, *C. pubescens* disebut dengan pepaya mini atau pepaya gunung (Hidayat, 2000). Di kawasan Dataran Tinggi Dieng, *C. pubescens* memiliki tiga sebutan, yaitu: kates, gandul, dan karika. Dalam bahasa Jawa, kates & gandul memiliki arti sama yaitu pepaya (*C. papaya*). Di Colombia, Bolivia dan Peru, *C. pubescens* disebut *mountain paw paw*. Di Santiago, Chile, *C. pubescens* disebut *Chilean papaya* atau *mountain papaya*, di Inggris disebut *mountain papaya*, di Perancis disebut *papayer de montagne*, di Jerman disebut *bergpapaya*, dan di Spanyol disebut *chamburú chamburo chilucán, papaya de tierra fría* (Natural Resources Conservation Service, 2010).

2.2.2 Morfologi *Carica pubescens* Lenne & K. Koch

Carica pubescens termasuk pohon berukuran kecil atau perdu yang tidak memiliki kayu, hampir sama dengan *C. pepaya* tapi memiliki lebih banyak cabang serta semua bagian tanaman berukuran lebih kecil (Verhey & Coronel, 1997 dalam Wikipedia, 2011). Tinggi rata-rata antara 1-2 meter, bunga jantan mempunyai tangkai yang panjang sampai 15 cm dan bunga betina memiliki ukuran lebih besar, tangkai yang keras serta pendek (Hidayat, 2001 dalam Wikipedia, 2011). Buah dari *C. pubescens* berbentuk bulat telur dengan panjang 6-10 cm dengan diameter 3-4 cm (Hidayat, 2001 dalam Wikipedia, 2011). Buah *C. pubescens* memiliki tekstur daging yang keras, berwarna kuning-jingga, berasa agak masam tapi berbau harum, di sekeliling rongga ada banyak biji yang dibungkus oleh sarkotesta berwarna putih dan berair (Verhey & Coronel, 1997 dalam Wikipedia, 2011). Kulit buah *C. pubescens* berwarna hijau gelap ketika belum matang dan setelah matang berwarna kuning. Biji *C. pubescens* berwarna hitam memiliki jumlah banyak dan padat (Hidayat, 2001 dalam Wikipedia, 2011).



Gambar 2.2 Morfologi *C. pubescens*
(Sumber: dokumentasi pribadi)

2.2.3 Syarat Tumbuh Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)

Tanaman carica memerlukan syarat tumbuh yang spesifik, baik suhu, kelembaban maupun ketinggian tanah. Tanaman carica hanya bisa tumbuh

optimal serta berbuah dengan baik pada dataran dengan ketinggian 1.500 – 3.000 mdpl yang beriklim sejuk, dingin dan basah. Suhu udara rata-rata kurang dari 20 °C, kelembaban udara antara 60 – 70 persen dan dengan curah hujan > 2.000 mm/tahun. Selain itu, tanaman carica akan tumbuh optimal pada tanah yang subur mengandung banyak humus dengan pH tanah (derajat keasaman tanah) yang optimal antara 5,0 – 7,0 (Nazaruddin, 2000).

2.2.4 Karakteristik Benih *Carica pubescens* Lenne & K. Koch

Benih tanaman pepaya gunung (*C. pubescens*) termasuk benih ortodoks. Benih ortodoks merupakan benih yang saat masak fisiologis mempunyai kandungan air yang dapat dikatakan relatif rendah. Benih yang termasuk kelompok ortodoks dapat dicirikan oleh bijinya yang dapat dikeringkan tetapi tidak mengalami kemunduran. Viabilitas dari benih ortodoks tidak akan terjadi penurunan yang berarti apabila kadar air turun sampai di bawah 20%, sehingga benih tipe ortodoks bisa disimpan pada kondisi kadar air yang rendah (Pratama, 2015).

Apabila benih pepaya gunung disimpan dalam kadar air yang cukup tinggi maka akan meningkatkan laju kemunduran benih didalam tempat penyimpanan karena respirasi benih meningkat, panas dan air dihasilkan dari proses respirasi yang terjadi di dalam benih, kadar air benih yang meninggi menyebabkan proses respirasi juga semakin tinggi yang berakibat pada terjadinya proses perkecambahan dan munculnya organisme perusak, karena kelembaban lingkungan yang sesuai bagi organisme perusak, seperti jamur (Kartasapoetra, 1992). Laju kemunduran pada benih bisa diperlambat, dengan cara mengurangi

kadar air benih hingga kadar air benih optimum guna menekan respirasi dan aktivitas organisme perusak. Kadar air benih yang optimal, adalah kadar air tertentu dimana benih dapat disimpan lama tanpa mengalami penurunan kualitas benih. Kadar air yang optimum dalam penyimpanan benih kangkung darat adalah antara 6-9% dengan suhu optimum untuk penyimpanan benih pepaya gunung antara -18°C sampai 20°C (Sanur, 2014).

2.3 Viabilitas Benih dan Deteriorasi Benih

Viabilitas benih merupakan daya hidup dari benih yang dapat dilihat pada proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya. Viabilitas benih dibagi menjadi dua macam, Sadjad (1994) menyebutnya dengan viabilitas optimum (viabilitas potensial) dan viabilitas suboptimum (vigor). Sedangkan Sutopo (2004) menyebutnya dengan daya kecambah dan vigor.

Viabilitas potensial (Sadjad, 1994) atau daya kecambah (Sutopo, 2004) merupakan kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan kecambah yang normal dalam kondisi yang optimal. Dalam menentukan viabilitas potensial, digunakan daya kecambah dan berat kering kecambah. Sedangkan viabilitas suboptimum atau vigor adalah Kemampuan dari benih untuk dapat tumbuh secara normal pada kondisi lingkungan yang kurang mendukung.

Viabilitas benih secara alami akan terus mengalami penurunan sejalan dengan umur benih. Penurunan viabilitas merupakan perubahan fisik, fisiologis, dan biokimia pada benih selama mengalami penyimpanan. Pirenaning (1998) dalam Rismawati (2013) menjelaskan bahwa penurunan viabilitas merupakan terjadinya perubahan kandungan kimia beberapa senyawa yang dapat berfungsi

sebagai sumber energi karena terjadi perombakan senyawa makro seperti lemak & karbohidrat menjadi senyawa metabolit yang sederhana. Peristiwa penurunan hingga dapat menyebabkan kematian benih disebut sebagai poses deteriorasi.

Proses deteriorasi pada benih merupakan kerusakan membran pada benih yang menyebabkan perubahan sifat permeabilitas membran. Materi yang harusnya masuk ke dalam sel malah keluar dari sel begitu juga sebaliknya, yang mengakibatkan terjadinya proses biosintesis yang tidak seimbang (katabolisme dan anabolime tidak sesuai), selanjutnya terjadi penghambatan proses perkecambahan benih. Laju perkecambahan terlambat, tidak seragamnya perkembangan kecambah dan benih lebih rentan terhadap stress lingkungan (Sadjad, 1994).

Menurut Sutopo (2004) penurunan vibilitas benih dipengaruhi oleh faktor dari dalam dan faktor dari luar. Faktor dalam termasuk jenis serta sifat benih, viabilitas awal benih, dan juga kandungan air dalam benih. Sedangkan faktor luar yaitu temperatur, kelembaban, gas disekitar benih, serta mikroorganisme. Kamil (1979) menyatakan faktor luar yang mempengaruhi yaitu: a) Gangguan fisik: suhu, kelembaban, dan udara. b) Gangguan kimia: logam-logam berat seperti Hg, pelarut organik, dan pereduksi. c) Gangguan biologis: mikroorganisme. d) Gangguan mekanik: bentuk gesekan, benturan, dan perlukaan.

Rahayu (2007) melakukan penyimpanan benih caisin dengan suhu 26-31°C dan RH 64-80% terhadap daya kecambah benih. Dan hasilnya menunjukkan bahwa daya kecambah tidak mengalami penurunan sampai periode simpan 15 minggu hingga mencapai 99.33%. Simic (2007) juga melakukan pengujian

periode simpan (2002-2006) terhadap viabilitas masing-masing 2 kultivar benih jagung (OSSK 596 dan OSSK 602), kedelai (tisa dan kaja), dan bunga matahari (fakir dan apolon) pada suhu 25°C dan RH 75%. Hasil menunjukkan bahwa viabilitas pada 2 kultivar jagung tahun 2002 adalah 91% dan mengalami penurunan pada tahun 2006 menjadi 71% dan 70%. Viabilitas pada 2 kultivar kedelai tahun 2002 adalah 89% dan 88% menjadi 48% dan 42% pada tahun 2006. Sedangkan viabilitas pada 2 kultivar bunga matahari tahun 2002 adalah 90% dan 88% menjadi 41% dan 26% pada tahun 2006.

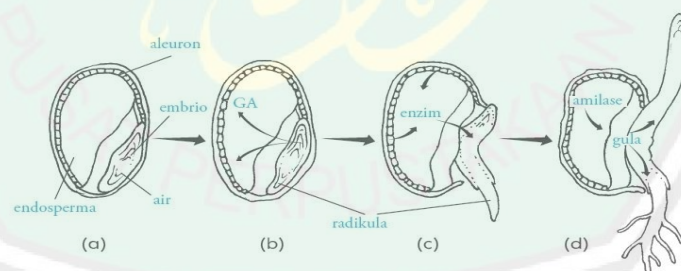
Kartahadimaja (2013) melakukan penyimpanan benih jagung pada suhu 3°C dengan viabilitas awal 98-100% selama empat tahun mampu mempertahankan daya kecambah 97.5% dan vigor 95%. Samuel (2011) menyimpan benih kedelai dengan kadar air 14% selama 4 bulan dengan suhu 29°C-30°C mengalami penurunan viabilitas benih dari 79.83% pada hari pertama menjadi 20% pada hari kelima belas. Tatipata (2008) juga melakukan penyimpanan benih kedelai dengan kadar air benih 12% pada kantong terigu selama 6 bulan mengalami penurunan dari 100% menjadi 87.75%. Sedangkan Hastuti (2015) menyimpan benih kedelai dengan kadar air awal 12.56% pada suhu 25.45°C dan RH 72.49% dapat menurunkan viabilitas benih dari 97% menjadi 18.53% pada 3 bulan penyimpanan.

Sahupala (2010) melakukan penelitian pengaruh suhu penyimpanan terhadap viabilitas benih merbau. Diketahui bahwa suhu optimum yang menghasilkan kecambah tertinggi 99.38% adalah -10°C sampai -15°C yang disimpan selama 16 minggu. Indartono (2011) juga melakukan penelitian

pengaruh suhu penyimpanan kedelai terhadap daya kecambah diketahui bahwa benih kedelai yang disimpan pada suhu 6°C memiliki viabilitas sebesar 90%. Sedangkan Purwanti (2004) melakukan penelitian pengaruh suhu terhadap kedelai hitam dan kedelai kuning yang disimpan dalam kantong plastic selama 6 bulan, yang menunjukkan viabilitas tertinggi pada yaitu pada kedelai hitam dengan suhu rendah sebesar 100%.

2.4 Perkecambahan Benih dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

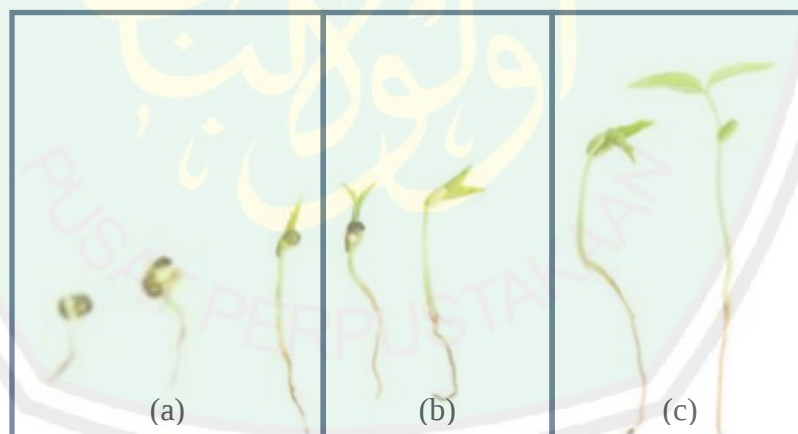
Perkecambahan benih merupakan muncul serta berkembangnya radikula dan plumula benih. Suatu benih yang berkecambah diketahui dari munculnya radikula dan plumula benih (Marthen, 2013). Perkecambahan merupakan proses pertumbuhan embrio serta komponen dari benih yang berkemampuan untuk dapat tumbuh normal menjadi individu baru (Ashari, 2006). Sedangkan Abidin (1987), perkecambahan yaitu aktivitas dari pertumbuhan yang cukup singkat dari suatu embrio dalam perkembangan dari benih hingga menjadi tanaman muda.



Gambar 2.3 Proses Perkecambahan (Campbell, 2003)

Kriteria kecambah menurut Hartati (1993) dibedakan menjadi kecambah normal kuat, kecambah normal lemah, dan kecambah abnormal. Kecambah normal kuat memiliki akar primer yang tumbuh memanjang dan terdapat akar sekunder. Hipokotil pada kecambah normal kuat panjang minimumnya adalah empat kali dari panjang kotiledon dan tumbuh dengan baik tanpa kerusakan.

Selain itu, juga mempunyai dua buah kotiledon dan tidak ada kerusakan. Kecambah normal lemah memiliki akar primer tumbuh panjang dan ada atau tidak ada akar sekunder, tidak ada akar primer tetapi ada akar sekunder dan tumbuh kuat. Hipokotil pada kecambah normal lemah memiliki panjang minimum empat kali dari panjang kotiledon dan tumbuh dengan baik, terdapat kerusakan tetapi tidak sampai ke jaringan pengangkut. Koteledon satu atau dua buah dan tidak boleh rusak lebih dari 50%. Sedangkan, kecambah abnormal tidak memiliki akar primer, atau akar primer pendek tanpa akar sekunder dengan hipokotil membengkak dan pendek, hipokotil cacat, pendek atau membengkak, hipokotil bercelah dalam atau luka-luka kecil. Kedua kotiledon pada kecambah abnormal biasanya busuk, rusak atau tidak ada kotiledon.



Gambar 2.4 (a) Kecambah abnormal, (b) Kecambah normal lemah dan (c) Kecambah normal kuat (Sadjad, 1994)

Terdapat beberapa faktor yang dibutuhkan untuk memulai perkecambahan benih, yang dibagi menjadi 2, yaitu faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar menurut Pranoto (1990) meliputi air, suhu, oksigen, cahaya. Sutopo (2004) menambahkan, pada faktor luar juga menambahkan media perkecambahan.

Sedangkan pada faktor dalam yang mempengaruhi perkecambahan benih menurut Sutopo (2004) meliputi tingkat kematangan benih, ukuran benih, dan dormansi benih.

Lubis (2014) melakukan penelitian pengaruh lama waktu perendaman dengan air terhadap daya berkecambah trembesi, dan hasil yang optimum adalah perendaman dengan air selama 72 jam yang menghasilkan 68.75% kecambah. Hastuti (2015) melaporkan perendaman benih sawo dengan air selama 24 jam memberikan hasil perkecambahan terbaik sebesar 93%. Marthen (2013) melakukan perendaman benih sengon dalam air bersuhu 6°C selama 2 menit dilanjutkan dengan perendaman air dingin selama 12 jam menghasilkan presentase perkecambahan sebesar 100%.

Perendaman benih dengan suhu tertentu mampu meningkatkan perkecambahan berbagai benih. Perendaman benih semangka pada suhu 30°C-32°C memberikan persentase perkecambahan optimal sebesar 70% (Nugrahini, 2015). Perlakuan suhu perendaman 23-25°C pada benih purwoceng memberikan daya kecambah tertinggi 44% (Rusmin, 2014). Sedangkan menurut Putra (2011) benih kopi Arabika memerlukan perendaman air dengan suhu mencapai 90°C untuk meningkatkan perkecambahan sebesar 77.71%

Tingkat kematangan benih berpengaruh terhadap viabilitas benih karena tingkat kematangan benih berhubungan dengan jumlah cadangan makanan yang terakumulasi dalam cadangan makanan benih baik kotiledon maupun endosperm. Darmawan (2014) melakukan penelitian pengaruh tingkat kemasakan benih terhadap pertumbuhan dan produksi cabai rawit dengan hasil optimum yaitu benih

yang dipanen pada 50 HSBM sebesar 89%. Sedangkan pada benih rosella menurut Syarovy (2013) tingkat kemasakan benih untuk menghasilkan daya kecambah yang optimum adalah pada 33 HSMB yaitu sebesar 73%.

2.5 Perlakuan Benih Pratanam (*Priming*) untuk Peningkatan Viabilitas

Perlakuan benih pratanam merupakan cara untuk memperbaiki kondisi fisiologis dan biokimia benih melalui perbaikan metabolik dan potensi untuk berkecambah (Khan, 1992). Kegiatan ini sering disebut dengan istilah *priming* (Zanzibar, 2007) atau menggunakan istilah invigorasi (Rusmin, 2004) yaitu pelakuan benih secara fisiologis untuk memperbaiki perkecambahan melalui imbibisi air secara terkontrol. Menurut Zanzibar (2007) teknik-teknik yang digunakan dalam *priming* ada dua, yaitu dengan bahan padatan lembab atau disebut *Matriconditiioning* dan larutan osmotikum atau disebut *Osmoconditioning*. Prinsip *priming* yaitu mengaktifkan segala sumber daya yang terdapat dalam benih ditambah dengan sumber daya dari luar untuk memaksimalkan perbaikan dari hasil tanaman.

Matriconditiioning diperlukan untuk *conditioning* benih dalam media yang padat serta lembab, dengan kekuatan matrik, tanpa pelarut osmotik dan yang membedakan ini dengan *osmoconditioning* yang menggunakan pelarut organik dan anorganik. Media yang biasa digunakan adalah jerami padi, serbuk gergaji, dan pasir. Tujuan utama dari *matriconditiioning* benih yaitu mengontrol penyerapan air benih secara perlahan, aktifitas metabolisme dan proses perkecambahan dimulai tetapi tidak sempurna karena radikel tidak muncul. Benih yang telah diberi perlakuan dikeringkan kembali sebelum digunakan dan akan

menunjukkan laju perkecambahan yang tinggi setelah diimbibisi kembali pada kondisi normal maupun stres (Fahmi, 2014).

Osmoconditoning yaitu perbaikan fisiologis serta biokimia benih selama penundaan perkecambahan oleh potensial osmotik rendah dan potensial matrik yang diabaikan oleh media imbibisi. Perbaikan berhubungan dengan kecepatan serta keserempakan perkecambahan, perbaikan serta meningkatkan potensial perkecambahan. Keberhasilan dari *osmoconditioning* bergantung pada jumlah air yang masuk ke dalam benih, potensial osmotik dan jenis larutan yang digunakan (Bradford, 1984). Larutan yang sering dipakai yaitu PEG, KNO_3 , K_3PO_4 , Mg SO_4 , NaCl , Gliserol, dan Manitol (Khan, 1992). Dalam penelitian ini bahan osmotikum yang digunakan adalah *Polyethylene Glycol* (PEG).

2.6 Polyethylene Glycol (PEG) dan Penggunaannya dalam Priming Perkecambahan berbagai Benih

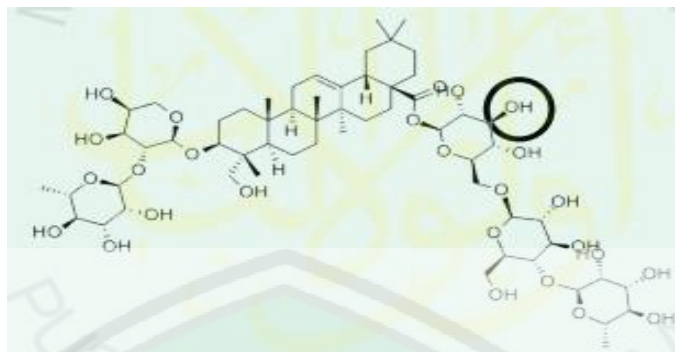
Polyethylene Glycol (PEG) yaitu senyawa polimer non ionik hidrofilik yang sering digunakan dalam industri dan biokimia. PEG berkarakter non toksik yang kemudian digunakan di dalam makanan, kosmetik, serta produk obat-obatan (Sa'diyah, 2009). *Polyethylene* atau PEG termasuk molekul sederhana. PEG merupakan molekul yang sangat linier dan bercabang, polieter netral, larut dalam air dan larutan organik (Rismawati, 2013).

PEG termasuk senyawa yang dapat larut dalam air, bisa masuk ke dalam sel, dan digunakan pada perlakuan invigorasi. Perlakuan invigorasi menggunakan PEG membantu mempercepat proses imbibisi karena mampu mengikat air. Sifat PEG efektif pada lingkungan yang banyak air. Sifat tersebut diartikan sebagai

penolakan terhadap protein, pembentukan dua fase sistem polimer yang berbeda. Polimer tidak bersifat racun serta tidak berbahaya bagi protein aktif maupun sel meskipun polimer berinteraksi dengan membran sel. Hal tersebut bergantung pada modifikasi secara kimia dan keterikatannya dengan molekul lain dan dengan permukaan. Ketika berlekatan dengan molekul polimer lainnya memiliki pengaruh terhadap sifat kimia dan kelarutan molekul (Roehati, 2003).

Kelebihan yang dimiliki PEG sebagai *selective agent* (pembawa materi air) yang tidak bersifat toksik pada tanaman, larut didalam air, dan digunakan untuk mengetahui pengaruh kelembaban terhadap perkecambahan benih tanaman budidaya, bisa masuk ke dalam sel (intraseluler) dan digunakan sebagai osmotikum pada sel, jaringan, maupun organ (Plaut, 1985).

PEG berperan dalam imbibisi air oleh benih. Selama penyimpanan, kadar air sangat mempengaruhi benih ortodoks, pada kadar air benih terlalu rendah dapat menyebabkan benih mengeras dan pada waktu dikecambahkan benih tidak dapat berimbibisi. Perlakuan invigorasi menggunakan PEG bisa membantu percepatan proses imbibisi karena kemampuan senyawa PEG dalam mengikat air. Pengikatan air terjadi ketika molekul OH berikatan dengan molekul H_2O melalui ikatan hidrogen. Keunggulan ikatan hidrogen yaitu ikatan tersebut terbentuk, terpisah, dan terbentuk kembali dengan sangat cepat. Sehingga senyawa PEG akan memberikan air ke dalam benih kemudian ikatan antara PEG putus sehingga senyawa PEG tidak ikut bereaksi hanya membantu pengikatan air kedalam benih.



Gambar 2.5 Struktur Kimia Polyethylene Glycol (PEG) (Rismawati, 2013)

Ikatan hidrogen terbentuk bila atom hidrogen yang secara kovalen terikat pada suatu atom yang elektronegatif tertarik ke arah atom elektronegatif lainnya. Ikatan-ikatan yang terbentuk, terpisah, dan dapat terbentuk kembali dengan cepat. Tiap ikatan hidrogen hanya dapat bertahan beberapa pikodetik (per triliun detik), tetapi molekulnya akan terus menerus menghasilkan ikatan baru. Oleh karenanya, dalam waktu yang singkat, molekul air akan berikatan dengan molekul terdekatnya (*polyethylene glycol*). Secara keseluruhan ikatan hidrogen menyatukan substansi tersebut (Campbell, 2004).

Senyawa PEG yang memiliki berat molekul 6000 dipilih karena PEG 6000 mampu mengikat air lebih banyak bila dibandingkan dengan molekul yang lebih rendah. Kemampuan larutan PEG dalam mengikat air bergantung pada berat molekul serta konsentrasi. Panjang rantai PEG berbanding lurus dengan air yang diikat. Senyawa PEG bisa mengikat air dan mengakibatkan turunnya potensial air. Potensial air dalam media yang terdapat PEG bisa digunakan untuk menurunkan potensial air dalam tanah. PEG 6000 bersifat sebagai polimer yang non-ionik yang bisa berikatan dengan molekul air melalui dua ikatan: ikatan hidrogen dan ikatan *van der waals* (menurunkan nilai potensial air).

Berdasarkan sifat fisik serta berat molekul, PEG terdapat dalam berbagai formula tapi yang paling sering digunakan dalam penelitian fisiologi tanaman adalah PEG 6000. PEG mempunyai sifat mempertahankan potensial osmotik yang bisa digunakan untuk membatasi perubahan kadar air dan O_2 pada media perkecambahan atau penyimpanan menyebabkan molekul PEG yang berada di luar membran sel benih akan membentuk lapisan tipis yang berfungsi melindungi benih dan sebagai penyangga kadar air benih serta keluar masuknya oksigen (Ghassemi, 2008).

Szafirowska (1981) dalam Rismawati (2013) telah memberi perlakuan invigorasi terhadap benih 2 kultivar wortel dengan cara melembabkan benih dalam larutan PEG 6000 (2.5%) dapat meningkatkan viabilitas kecambah, jumlah bibit yang muncul dan meningkatkan keseragaman pertumbuhan dan produksi. Yunasari (2015) melakukan invigorasi pada benih kedelai hitam yaitu dengan perlakuan perendaman benih dengan PEG 6000 (15%) selama 12 jam secara efektif menghasilkan nilai keserempakan tumbuh dan panjang hipokotil yang paling optimal. Nurmauli (2010) juga melakukan penelitian viabilitas dua lot benih kedelai yang telah disimpan selama sembilan bulan dengan PEG 6000 Hasil pengamatan menunjukkan bahwa persentase daya berkecambah dan keserempakan berkecambah pada lot 1 dan lot 2 terbesar pada konsentrasi 10% yaitu 75%-80% dari kontrol yang hanya 60%-65%.

Sa'diyah (2009) melakukan penelitian priming benih rosella dengan PEG 6000 terhadap persentase perkecambahan. Konsentrasi PEG 6000 10% merupakan konsentrasi optimum untuk menghasilkan persentase perkecambahan sebesar

71.50%. Lama perendaman optimum untuk menghasilkan persentase perkecambahan sebesar 73.07% adalah 12 jam, dan untuk interaksi optimum yang menghasilkan persentase sebesar 78.67% adalah konsentrasi PEG 6000 20% dan lama perendaman 12 jam. Sedangkan pada benih kenaf menurut Susanti (2014) konsentrasi efektif PEG 6000 adalah 9% menghasilkan daya kecambah 96% serta waktu perendaman yang efektif yaitu selama 2 jam.

Suprpto (2011) menambahkan bahwa konsentrasi PEG 6000 sebesar 5% menghasilkan persentase daya kecambah benih tembakau sebesar 79.1%, dan lama perendaman yang efektif terhadap persentase daya kecambah benih tembakau sebesar 74.4% adalah 3 jam. Interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman yang efektif terhadap persentase daya kecambah adalah 5% 3 jam yaitu sebesar 86.7%.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen, didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi PEG 6000 (*polyethylene glycol*) (K) yang terdiri 5 taraf perlakuan. Faktor kedua adalah lama perendaman (L) di dalam larutan PEG 6000 (*polyethylene glycol*) yang terdiri dari 3 taraf perlakuan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah kombinasi antar faktor dari seluruh taraf perlakuan. Dengan demikian, dalam penelitian ini terdapat 5 x 3 kombinasi atau 15 kombinasi perlakuan.

Faktor I adalah konsentrasi PEG (*polyethylene glycol*) 6000 terdiri dari 5 taraf yaitu:

K0 = Kontrol 0%

K1 = PEG 6000 konsentrasi 2 %

K2 = PEG 6000 konsentrasi 4 %

K3 = PEG 6000 konsentrasi 6 %

K4 = PEG 6000 konsentrasi 8 %

Faktor II adalah lama perendaman PEG (*polyethylene glycol*) 6000 terdiri dari 3 taraf yaitu:

L1 = 3 jam

L2 = 6 jam

L3 = 9 jam

Menurut Suryanullah (2016), penentuan banyaknya ulangan menggunakan rumus yaitu: $t(r-1) \geq 15$

Keterangan:

t = Treatment/perlakuan

r = Replication/ulangan

Berdasarkan rumus di atas dalam penelitian ini dilakukan dalam 3 kali ulangan, sehingga secara keseluruhan menghasilkan 45 kombinasi perlakuan, yaitu 3 x 15 kombinasi perlakuan atau 5 x 3 x 3 unit percobaan. Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Konsentrasi dan Lama Perendaman

Konsentrasi (K)	Lama Perendaman		
	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)
K0 (0%)	K0L1	K0L2	K0L3
K1 (2%)	K1L1	K1L2	K1L3
K2 (4%)	K2L1	K2L2	K2L3
K3 (6%)	K3L1	K3L2	K3L3
K4 (8%)	K4L1	K4L2	K4L3

3.2 Variabel Penelitian

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

- Variabel bebas meliputi: konsentrasi PEG 6000 yang terdiri dari K0 = 0% (kontrol), K1 = 2%, K2 = 4%, K3 = 6%, dan K4 = 8%, dan lama perendaman terdiri dari L1 = 3 jam, L2 = 6 jam, dan L3 = 9 jam.

- b. Variabel terikat meliputi: viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) yang terdiri dari persentase daya kecambah, waktu berkecambah, panjang kecambah, dan berat kering kecambah.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Green House Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi: Baki, oven, pinset, *beaker glass* 100 ml, gelas ukur, pipet tetes, sprayer, penggaris, pengaduk kaca, kertas merang, kantong plastik, kertas label, dan timbangan analitik. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji pepaya gunung (*Carica pubescens*), *polyethylene glycol* (PEG)6000, tanah, dan akuades.

3.5 Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan 630 benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) yang mempunyai viabilitas rendah, yang telah disimpan selama 1 tahun. Penentuan jumlah benih berdasarkan jumlah keseluruhan unit percobaan sebanyak 15 kombinasi dengan 3 kali ulangan dan tiap ulangan terdapat 14 benih pepaya gunung. Jadi dibutuhkan 630 (15 x 3 x 14) benih pepaya gunung.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan dan Seleksi Benih Pepaya Gunung

Benih pepaya gunung dipilih yang sudah masak dan berwarna coklat secara keseluruhan, kemudian diseleksi berdasarkan bentuknya yang lonjong tidak

keriput. Setelah itu direndam dalam air, benih yang digunakan adalah benih yang tenggelam sedangkan benih yang mengapung disisihkan. Setelah direndam, benih dikering-anginkan di atas tisu hingga kulit luarnya tidak lembab.

3.6.2 Pembuatan Larutan PEG 6000

Dalam pembuatan PEG, terlebih dahulu dihitung berapa gram PEG yang dibutuhkan dalam perlakuan, kemudian membuat larutan PEG dengan konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Menurut Rohaya (2014) dalam menghitung penentuan pengenceran larutan PEG (*Polyethylene glycol*) 6000 mengikuti rumus sebagai berikut:

$$V1.M1 = V2.M2$$

Keterangan: V1 = volume larutan stok yang diambil

M1 = konsentrasi larutan stok

V2 = volume larutan stok

M2 = konsentrasi yang diinginkan

Terlebih dahulu membuat larutan PEG (*Polyethylene glycol*) 6000 dengan membuat larutan 10% (diasumsikan sebagai larutan stok) yang membutuhkan sebanyak 10 gram PEG (*Polyethylene glycol*) 6000, kemudian dilarutkan dengan akuades hingga mencapai 100 ml. Larutan ini yang akan diencerkan menjadi beberapa konsentrasi sebagai tersaji dalam tabel 3.2

Tabel 3.2 Pengenceran *Polyethylne glycol* (PEG) 6000 menjadi 5 konstenrasi

V2 (ml)	M2 (%)	V1 (ml)	M1 (%)	Penambahan dengan air (ml)
100	0	0	10	100
100	2	20	10	80
100	4	40	10	60
100	6	60	10	40
100	8	80	10	20

3.6.3 Perendaman Benih dan perlakuan dengan PEG 6000

Benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) yang telah dipilih sebagai bahan penelitian direndam dalam larutan PEG (*Polyethylene glycol*) 6000 selama 3 jam, 6 jam, dan 9 jam dalam konsentrasi PEG 6000 konsentrasi (K0) 0% (kontrol), (K1) 2%, (K2) 4%, (K3) 6%, dan (K4) 8%.

3.6.4 Penyiapan Media Tanam

Metode yang digunakan untuk perkecambahan benih pepaya gunung ini adalah dengan menggunakan metode penanaman dalam media baki. .

3.6.5 Pengujian Benih Pepaya Gunung

Media tanam yang digunakan adalah media tanah yang telah dicampur pasir dengan perbandingan 1:1. Sebelum media tanam dimasukkan ke dalam baki perkecambahan, diatur media tanam dengan kelembaban sedemikian rupa sehingga apabila ditekan dengan kedua jari tangan maka dapat pecah dengan mudah. Tanamkan masing-masing 14 butir benih *Carica pubescens* pada

kedalaman 2 cm kemudian tutup media tanam yang digunakan adalah media tanah yang telah dicampur pasir dengan perbandingan 1:1. Sebelum media tanam dimasukkan ke dalam baki perkecambahan, diatur media tanam dengan kelembaban sedemikian rupa sehingga apabila ditekan dengan kedua jari tangan maka dapat pecah dengan mudah. Tanamkan masing-masing 14 butir benih *Carica pulescens* pada kedalaman 2 cm kemudian tutup dengan tanah lembab yang sama. Label diberikan pada masing-masing perlakuan dan diletakkan pada tempat yang telah ditentukan. Penyiraman dengan air dilakukan apabila media tanam terlihat kering, dalam kurun waktu lebih kurang 25 hari hingga benih tumbuh menjadi kecambah.

3.7 Variabel Pengamatan

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi. Data diperoleh pada waktu kecambah berumur 25 HST (Hari Setelah Tanam). Kemudian dari hasil pengumpulan data tersebut dihitung:

1. Persentase daya berkecambah (DB)

Persentase daya berkecambah menunjukkan jumlah kecambah normal kuat, normal lemah, dan abnormal yang dapat dihasilkan oleh benih pada kondisi lingkungan tertentu dalam jangka waktu yang telah ditentukan. Menurut Sutopo (2004), persentase daya kecambah yang baik yaitu diatas 80% dan cara menghitung persentase daya berkecambah digunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan: %DB = persentase daya kecambah

$\sum KN$ = jumlah kecambah normal

$\sum BT$ = jumlah total benih yang dikecambahkan

2. Laju Perkecambahan

Pengamatan waktu berkecambah dilakukan setiap hari sampai hari ketujuh setelah tanam. Perhitungan waktu berkecambah ini dilakukan apabila sudah muncul *plumule* atau *radicle* Menurut Sutopo (2004), cara menghitung waktu berkecambah digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju Perkecambahan} = \frac{n_1h_1 + n_2h_2 + \dots + n_ih_i}{\text{jumlah benih berkecambah}}$$

Keterangan: n_i = Jumlah benih yang berkecambah pada hari ke- i (butir)

h_i = Jumlah hari yang diperlukan untuk mencapai jumlah kecambah ke n_i

3. Panjang kecambah

Pengukuran panjang kecambah dimulai dari pangkal leher akar sampai pangkal kotiledon dengan menggunakan penggaris, pengukuran ini dilakukan setelah kecambah berumur 25 hari setelah tanam (HST).

4. Berat kering kecambah

Berat kering kecambah normal, ditentukan berdasarkan hasil pengukuran berat kering oven kecambah normal tanpa kotiledon (Rusmin, 2014). Pengukuran berat kering kecambah dilakukan karena struktur tumbuh pada kecambah normal tentu mempunyai kesempurnaan tumbuh yang dapat dilihat dari berat keringnya (Sadjad, 1994). Pengukuran berat kering kecambah dilakukan dengan cara kecambah dimasukkan ke dalam amplop yang telah diberi label perlakuan, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 2 x 24 jam dengan temperatur 80°C.

Setelah itu ditimbang berat kering kecambah dengan menggunakan timbangan analitik.

3.8 Analisis Data

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan dilakukan analisis variasi (anava) ganda. Dilanjutkan dengan uji DMRT 5% dan uji korelasi regresi untuk mengetahui konsentrasi dan lama perendaman yang optimum.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Konsentrasi PEG terhadap Perkecambahan *Carica pubescens*

Hasil analisis varian (anava) pengaruh konsentrasi PEG 6000 terhadap perkecambahan biji *Carica pubescens* disajikan pada tabel 4.1.1.

Tabel 4.1.1. Hasil Analisis Variasi Konsentrasi PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Daya Kecambah	291.26*	2.68
Panjang Kecambah	277.72*	2.68
Laju Perkecambahan	312.29*	2.68
Berat Kering Kecambah	180.57*	2.68

Keterangan*: F hitung lebih besar dari F tabel, menunjukkan bahwa konsentrasi PEG 6000 berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

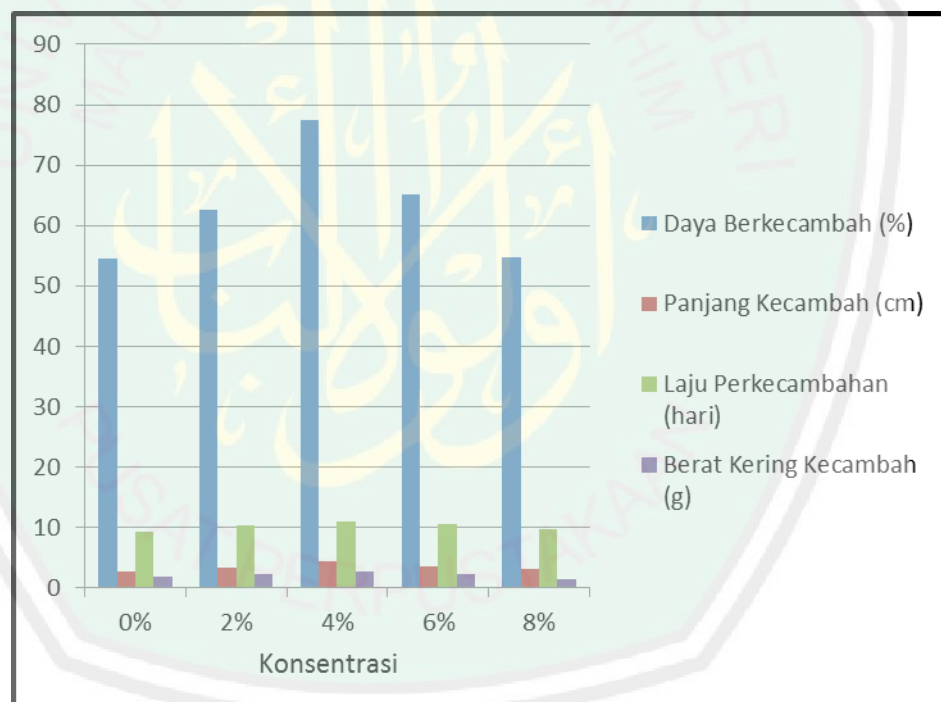
Berdasarkan hasil analisis varian (anava) terhadap semua variabel pengamatan menunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Konsentrasi PEG 6000 berpengaruh terhadap daya kecambah, panjang kecambah, laju perkecambahan, dan berat kering kecambah. Untuk melihat beda antar perlakuan analisis dilanjutkan dengan analisis lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% yang disajikan pada tabel 4.1.2. PEG 6000 berpengaruh nyata terhadap perkecambahan benih kapas (*Gossypium hirsutum*) dengan perlakuan konsentrasi 0 ppm, 3 ppm, 5 ppm, dan 7 ppm (Sofinoris, 2009).

Tabel 4.1.2 Hasil Analisis Lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% Pengaruh Konsentrasi PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

konsentrasi	DB	PK	LP	BKK
0%	54.44 a	2.73 a	9.37 a	1.73 b
2%	62.55 b	3.23 b	10.29 c	2.23 c
4%	77.55 d	4.48 d	10.93 e	2.64 d
6%	65.22 c	3.47c	10.53 d	2.31 c
8%	54.66 a	3.14 b	9.72 b	1.47 a

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

DB: Daya Berkecambah, PK: Panjang Kecambah, LP: Laju Perkecambahan, dan BKK: Berat Kering Kecambah.



Gambar 4.1.1 Grafik hasil Analisis Lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% Pengaruh Konsentrasi PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

Berdasarkan hasil analisis lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% menunjukkan bahwa perendaman benih *Carica pubescens* dengan

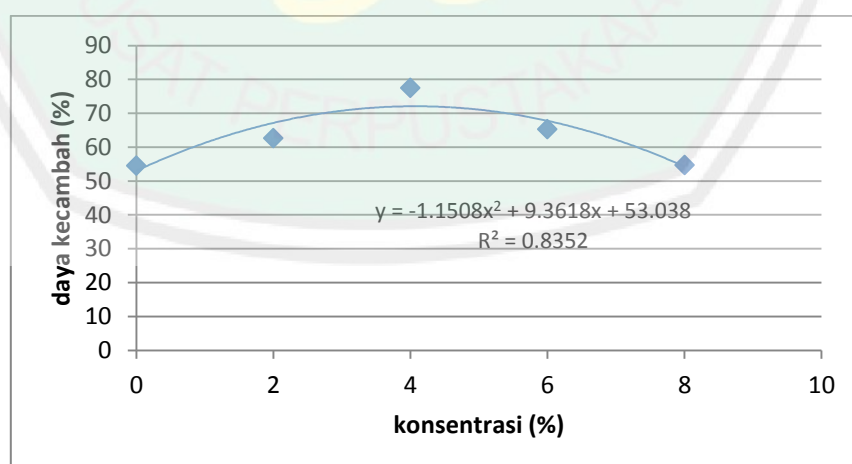
PEG 6000 hingga 6% mampu meningkatkan perkecambahan. Peningkatan perkecambahan terlihat pada semua variabel pengamatan yaitu daya berkecambah (DB), panjang kecambah (PK), laju perkecambahan (LP), dan berat kering kecambah (BKK). Parameter pertama yang diamati yaitu daya berkecambah, berdasarkan pada tabel 4.1.2 diperoleh hasil bahwa konsentrasi 0% dan 8% memiliki kecenderungan yang sama. Kedua perlakuan tersebut memberikan hasil terendah yaitu 54.444 % dan 54.667% sedangkan perlakuan konsentrasi 4% memberikan hasil yang tertinggi yaitu 77.556%. Perbedaan yang nyata secara umum antara benih yang diberikan perlakuan konsentrasi dengan benih perlakuan kontrol, karena benih yang diberikan perlakuan dengan berbagai konsentrasi PEG 6000 mengalami imbibisi air yang terkontrol sehingga air masuk ke dalam benih secara perlahan sampai terjadi keseimbangan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu konsentrasi 3 ppm efektif meningkatkan daya kecambah sebesar 85.78%. Menurut Ruliyansyah (2011) imbibisi yang dibantu dengan perlakuan *osmoconditioning* memungkinkan benih mengoptimalkan faktor internalnya untuk memulai perkecambahan seperti pemulihan integritas membran, karena benih yang telah terdeteriorasi membrannya mengalami perubahan permeabilitas membran.

Penggunaan PEG 6000 dengan konsentrasi K2 (4%) efektif untuk meningkatkan persentase daya berkecambah benih pepaya gunung, dimana persentase daya berkecambah benih sebelum *osmoconditioning* adalah 54.444%

dan setelah *osmoconditioning* mampu meningkatkan persentase daya berkecambah benih hingga 77.556%, artinya persentase daya berkecambah benih meningkat sebesar 23.112%. Setelah diberi perlakuan *osmoconditioning* dengan PEG 6000 konsentrasi 4% terjadi pemasukan air secara perlahan-lahan sehingga proses imbibisi air dapat berjalan dengan baik. Jika konsentrasi yang diberikan terlalu tinggi maka air yang diikat oleh molekul PEG juga akan semakin banyak sehingga dapat mengakibatkan kurangnya oksigen dalam benih yang dapat menghambat laju respirasi, sedangkan konsentrasi PEG yang rendah tidak mampu mengikat molekul air dengan maksimal yang mengakibatkan proses imbibisi dalam benih menjadi terhambat.

Pengaruh konsentrasi PEG 6000 terhadap persentase daya berkecambah dapat dilihat pada gambar hasil analisis korelasi regresi sehingga diketahui konsentrasi optimum PEG 6000 yang mampu meningkatkan persentase daya berkecambah benih pepaya gunung. Hasil analisis korelasi regresi dapat dilihat pada gambar 4.1.2.



Gambar 4.1.2 Kurva pengaruh konsentrasi PEG terhadap daya berkecambah *Carica pubescens*

Berdasarkan hasil analisis regresi pada gambar 4.1.2 untuk variabel pengamatan persentase daya berkecambah membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -1.1508x^2 + 9.3618x + 53.038$ dan determinasi $R^2 = 0.8352$, artinya terdapat hubungan yang erat antara perlakuan konsentrasi terhadap persentase daya berkecambah yaitu sebesar 83.52%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -1.1508x^2 + 9.3618x + 53.038$ bahwa perlakuan konsentrasi terhadap persentase daya berkecambah mencapai titik puncak optimum pada koordinat (4.07; 72.08) artinya bahwa konsentrasi yang efektif untuk meningkatkan persentase daya berkecambah adalah 4.07% dengan rata-rata persentase daya berkecambah 72.08%.

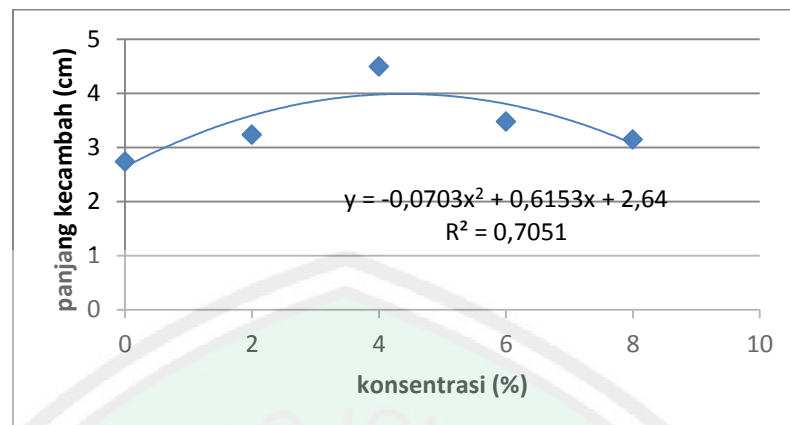
Gambar 4.1.2 menunjukkan bahwa konsentrasi diatas 4% atau semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka dapat menurunkan persentase daya berkecambah. Karena semakin pekat konsentrasi PEG 6000 yang diberikan maka akan semakin banyak pula air yang diikat untuk masuk ke dalam benih. Hal tersebut telah dijelaskan oleh Ashari (2006) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG maka kemungkinan benih akan mengimbibisi air lebih cepat sehingga air yang masuk kedalam benih juga semakin banyak. Jika air masuk ke dalam benih terlalu banyak maka dapat mengurangi tempat oksigen yang digunakan benih untuk berespirasi. Ketika respirasi terhambat maka pertumbuhan benih juga akan terhambat sehingga daya berkecambahnya pun juga akan menurun.

Parameter kedua yang diamati yaitu panjang kecambah, berdasarkan pada tabel 4.1.2 diperoleh hasil bahwa konsentrasi 2% dan 8% memiliki kecenderungan

yang sama. Memberikan hasil sebesar 3.233 cm dan 3.144 cm. Hasil tertinggi pada perlakuan konsentrasi 4% yaitu sebesar 4.489 cm sedangkan hasil terendah pada konsentrasi 0% (kontrol) yaitu 2.733 cm.

Konsentrasi 4% memberikan hasil panjang kecambah tertinggi karena pada konsentrasi tersebut PEG dapat mengikat air dengan optimal sehingga proses imbibisi benih dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan panjang kecambah tertinggi. Hal ini dikarenakan air yang masuk pada perlakuan *osmoconditioning* mampu mengorganisir membran sel yang ada, mengaktifkan enzim dan organel-organel terutama mitokondria. Bustamam (1989) dalam Susanti (2014) menyatakan bahwa dengan aktifnya mitokondria, proses respirasi akan segera berlangsung dan dipercepat oleh enzim-enzim yang akan merombak cadangan makanan yang ada dalam benih menjadi senyawa bermolekul sederhana yang akan ditranslokasikan ke *embryonicaxis* sehingga benih mampu berkecambah dengan baik.

Berikut adalah gambar hasil analisis korelasi regresi yang digunakan untuk mengetahui titik optimum konsentrasi PEG 6000 dalam meningkatkan panjang kecambah benih pepaya gunung. Hasil analisis korelasi regresi dapat dilihat pada gambar 4.1.3.



Gambar 4.1.3 hasil analisis regresi untuk variabel pengamatan panjang kecambah *Carica pubescens*

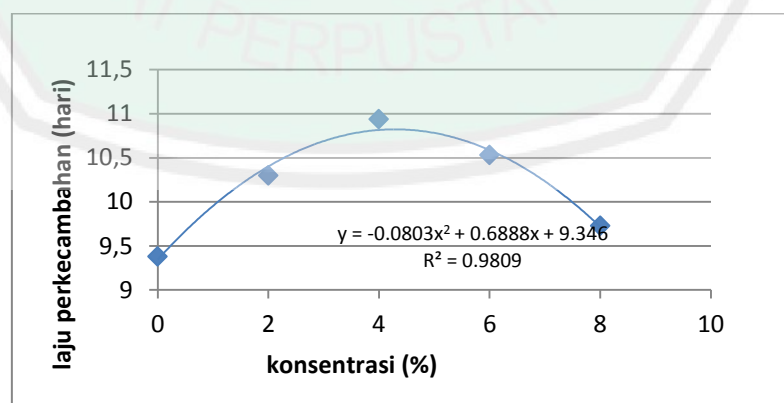
Perlakuan konsentrasi terhadap panjang kecambah membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -0.0703x^2 + 0.6153x + 2.64$ dengan determinasi $R^2 = 0.7051$, artinya terdapat hubungan yang erat antara perlakuan konsentrasi PEG terhadap panjang kecambah yaitu sebesar 70%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -0.0703x^2 + 0.6153x + 2.64$ bahwa perlakuan konsentrasi terhadap panjang kecambah mencapai titik optimum pada koordinat (4.3; 3.98) artinya bahwa konsentrasi yang efektif untuk panjang kecambah adalah 4.3 % dengan rata-rata panjang kecambah sebesar 3.98 cm.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.1.2 menunjukkan bahwa perendaman benih dalam PEG 6000 pada konsentrasi lebih dari 4% dapat menurunkan hasil panjang kecambah. Hal ini dikarenakan air yang masuk pada perlakuan *osmoconditioning* mampu mengorganisir membran sel yang ada, mengaktifkan enzim dan organel-organel terutama mitokondria. Bustamam (1989) dalam Susanti (2014) menyatakan bahwa dengan aktifnya mitokondria, proses respirasi akan segera berlangsung dan dipercepat oleh enzim-enzim yang akan merombak cadangan makanan yang ada dalam benih menjadi senyawa bermolekul sederhana yang

akan ditranslokasikan ke *embryonicaxis* sehingga benih mampu berkecambah dengan baik. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu konsentrasi 3 ppm efektif meningkatkan panjang kecambah sebesar 224.71 cm.

Parameter selanjutnya yang diamati yaitu laju perkecambahan, berdasarkan pada tabel 4.1.2 diperoleh hasil bahwa perlakuan konsentrasi 4% memberikan hasil tertinggi yaitu sebesar 10.937%, sedangkan hasil terendah pada perlakuan 0% yaitu sebesar 9.378%. Konsentrasi 4% memberikan hasil panjang kecambah tertinggi karena pada konsentrasi tersebut PEG dapat mengikat air dengan optimal sehingga proses imbibisi benih dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan laju perkecambahan tertinggi.

Berikut adalah gambar hasil analisis korelasi regresi yang digunakan untuk mengetahui titik optimum konsentrasi PEG 6000 dalam meningkatkan laju perkecambahan benih pepaya gunung. Hasil analisis korelasi regresi dapat dilihat pada gambar 4.1.4.



Gambar 4.1.4 hasil analisis regresi untuk variabel pengamatan laju perkecambahan *Carica pubescens*

Perlakuan konsentrasi terhadap laju perkecambahan membentuk garis kuadratik dengan persamaan sebagai berikut $y = -0.0803x^2 + 0.6888x + 9.346$ dengan determinasi $R^2 = 0.9809$, artinya terdapat hubungan yang erat antara perlakuan konsentrasi PEG terhadap laju perkecambahan yaitu sebesar 98%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -0.0803x^2 + 0.6888x + 9.346$ bahwa perlakuan konsentrasi terhadap laju perkecambahan mencapai titik optimum pada koordinat (4.26; 10.822) artinya bahwa konsentrasi yang efektif untuk laju perkecambahan adalah 4.26% dengan rata-rata laju perkecambahan 10.82 hari.

Hal tersebut dikarenakan konsentrasi yang rendah hanya mampu mengikat air dengan jumlah sedikit, sehingga air yang masuk kedalam benih juga sedikit. Kurangnya air dalam benih dapat menghambat proses metabolisme benih dan perombakan cadangan makanan yang digunakan untuk berkecambah sehingga waktu yang digunakan benih untuk berkecambah lebih lama. Menurut Pranoto (1990) air merupakan kebutuhan dasar yang utama untuk perkecambahan yang digunakan untuk melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperma membengkak yang menyebabkan retaknya kulit benih, selain itu juga digunakan sebagai alat untuk mentranslokasikan cadangan makanan ke titik tumbuh yang memerlukan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu konsentrasi 7 ppm efektif meningkatkan laju perkecambahan dengan rata-rata laju perkecambahan 5.68 hari.

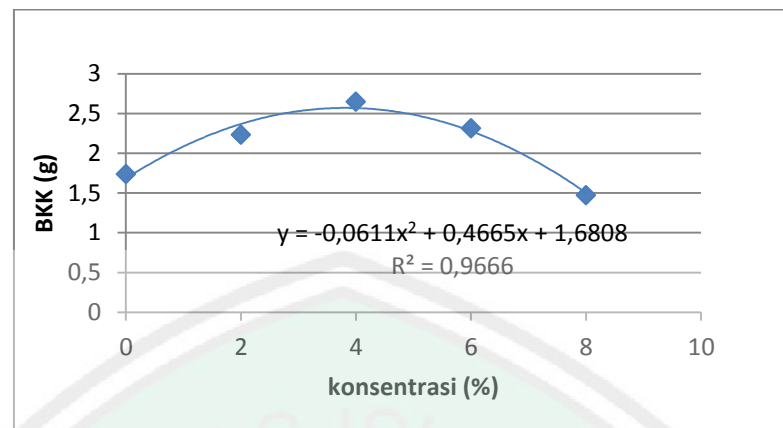
Berikut adalah gambar hasil pengamatan waktu berkecambah benih pepaya gunung yang paling cepat pada perlakuan K2 (4%) dengan lama perendaman 6 jam pada hari ke-25



Gambar 4.1.5 gambar kecambah antar perlakuan pada hari ke 25, dari kiri ke kanan K2L2, K3L2, K2L3, K1L3, K2L1, K3L3, K1L2, K1L1, K0L3, K0L1, K4L2, K4L3, K0L2, K3L1, dan K4L1

Parameter selanjutnya yang diamati yaitu berat kering kecambah, berdasarkan pada tabel 4.1.2 diperoleh hasil bahwa konsentrasi tertinggi yaitu pada perlakuan konsentrasi 4% yakni sebesar 2.647 g, sedangkan pada perlakuan konsentrasi 2% dan 6% memiliki kecenderungan yang sama, yakni sebesar 2.233 g dan 2.312 g. Hasil terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi 8% yaitu 1.472 g.

Berikut adalah gambar hasil analisis korelasi regresi yang digunakan untuk mengetahui titik optimum konsentrasi PEG 6000 dalam meningkatkan berat kering kecambah benih pepaya gunung. Hasil analisis korelasi regresi dapat dilihat pada gambar 4.1.6.



Gambar 4.1.6 hasil analisis regresi untuk variabel pengamatan berat kering kecambah *Carica pubescens*

Perlakuan konsentrasi terhadap berat kering kecambah membentuk garis kuadratik dengan persamaan sebagai berikut $y = -0.0611x^2 + 0.4665x + 1.6808$ dengan determinasi $R^2 = 0.9666$, artinya terdapat hubungan yang erat antara perlakuan konsentrasi PEG terhadap berat kering kecambah yaitu sebesar 96%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -0.0611x^2 + 0.4665x + 1.6808$ bahwa perlakuan konsentrasi terhadap berat kering kecambah mencapai titik optimum pada koordinat (3.81; 2.57) artinya bahwa konsentrasi yang efektif untuk berat kering kecambah adalah 3.81 % dengan rata-rata panjang kecambah sebesar 2.57 g.

Menurut Ardian (2008) dalam Sa'diyah (2009), berat kering kecambah dipengaruhi oleh lamanya pertumbuhan sejak permulaan sampai akhir proses perkecambahan yang telah ditentukan. Bila benih butuh waktu yang lama untuk tumbuh maka hasil kecambah yang diperoleh adalah kecambah pendek, ukuran daun kecambah kecil, hipokotilnya pendek, dan volume akar kecil sehingga menghasilkan berat kering relatif rendah. Lakitan (1996) menyatakan bahwa berat kering kecambah mencerminkan akumulasi senyawa-senyawa organik yang

merupakan hasil sintesa tanaman dari senyawa anorganik yang berasal dari air dan karbondioksida sehingga memberikan kontribusi terhadap berat kering kecambah atau tanaman. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu konsentrasi 7 ppm efektif meningkatkan berat kering kecambah sebesar 0.37 g.

4.2 Pengaruh Lama Perendaman terhadap Perkecambahan *Carica pubescens*

Hasil analisis varian (anava) pengaruh lama perendaman PEG 6000 terhadap perkecambahan biji *Carica pubescens* disajikan pada tabel 4.2.1.

Tabel 4.2.1. Hasil Analisis Variasi Lama Perendaman PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Daya Kecambah	19.54*	3.31
Panjang Kecambah	78.11*	3.31
Laju Perkecambahan	10.14*	3.31
Berat Kering Kecambah	22.73*	3.31

Keterangan*: F hitung lebih besar dari F tabel, menunjukkan bahwa lama perendaman PEG 6000 berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

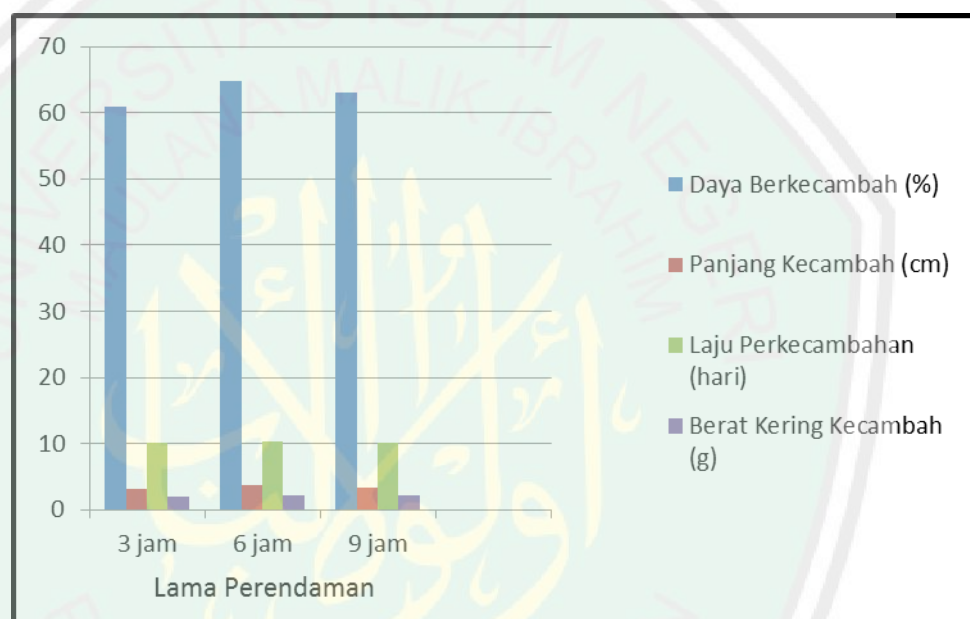
Berdasarkan hasil analisis varian (anava) terhadap semua variabel pengamatan menunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Lama perendaman PEG 6000 berpengaruh terhadap daya kecambah, panjang kecambah, laju perkecambahan, dan berat kering kecambah. Untuk melihat beda antar perlakuan analisis dilanjutkan dengan analisis lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% yang disajikan pada tabel 4.2.2.

Tabel 4.2.2. Hasil Analisis Lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% Pengaruh Lama Perendaman PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

Lama perendaman	DB	PK	LP	BKK
3 jam	60.93 a	3.18 a	10.09 a	1.94 a
6 jam	64.73 c	3.71 c	10.26b	2.19 c
9 jam	63.00 b	3.34 b	10.16 a	2.10 b

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

DB: Daya Berkecambah, PK: Panjang Kecambah, LP: Laju Perkecambahan, dan BKK: Berat Kering Kecambah.

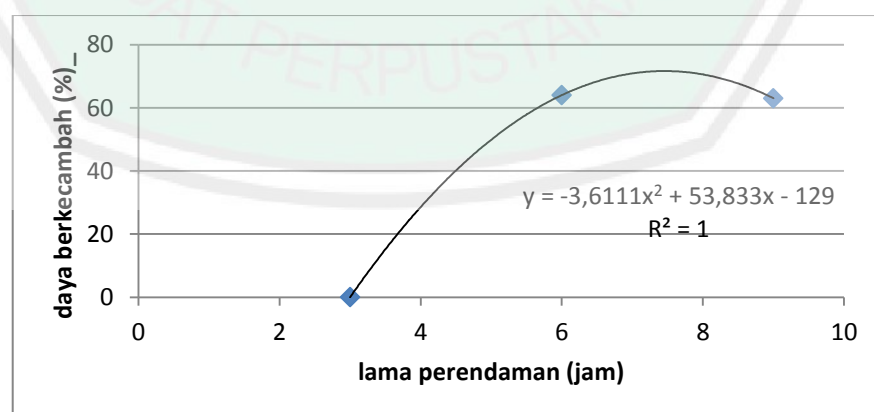


Gambar 4.2.1. Grafik Hasil Analisis Lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% Pengaruh Lama Perendaman PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

Berdasarkan hasil analisis lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% menunjukkan bahwa lama perendaman hingga 9 jam mampu meningkatkan perkecambahan. Peningkatan perkecambahan terlihat pada semua variabel pengamatan yaitu daya berkecambah (DB), panjang kecambah (PK), laju perkecambahan (LP), dan berat kering kecambah (BKK). Semua perlakuan lama perendaman 6 jam memperoleh nilai daya berkecambah (DB), panjang kecambah

(PK), laju perkecambahan (LP), dan berat kering kecambah (BKK) yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan 3 jam dan 9 jam. Tabel 4.2.2 menunjukkan hasil uji DMRT 5% bahwa perlakuan perendaman benih dalam larutan PEG 6000 selama 6 jam (L2) memberikan hasil yang tertinggi sebesar 64.7%. Sedangkan perlakuan perendaman selama 3 jam (L1) memberikan hasil yang rendah terhadap persentase daya berkecambah sebesar 60.9%.

Hasil beda nyata antara perlakuan perendaman benih pada L1 dengan L2 dan L3 dikarenakan oleh waktu perendaman benih dalam PEG 6000 pada perlakuan L1 masih belum optimal untuk pemberian kesempatan kepada molekul air untuk bergerak menuju molekul OH pada rantai polimer PEG atau dapat dikatakan lama perendaman benih dalam larutan PEG 6000 masih terlalu singkat. Namun perlu diingat bahwa perlakuan perendaman benih dalam PEG 6000 yang terlalu lama atau melewati batas optimum dapat menyebabkan pecahnya sel. Berikut ini adalah gambar kurva pengaruh lama perendaman terhadap persentase daya berkecambah benih pepaya gunung dengan analisis korelasi regresi



Gambar 4.2.2 Kurva pengaruh lama perendaman terhadap persentase daya berkecambah *Carica pubescens*

Gambar hasil analisis regresi untuk variabel pengamatan persentase daya berkecambah membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -3.6111x^2 + 53.833x - 129$ dengan determinasi $R^2 = 1$, artinya terdapat hubungan yang erat antara perlakuan lama perendaman terhadap persentase daya berkecambah yaitu sebesar 100%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -3.6111x^2 + 53.833x - 129$ bahwa perlakuan lama perendaman terhadap persentase daya berkecambah mencapai titik optimum pada koordinat (7.45; 70.34) artinya bahwa lama perendaman yang efektif untuk persentase daya berkecambah adalah 7.4 jam dengan rata-rata persentase daya berkecambah sebesar 70.34%. Berikut adalah gambar hasil pengamatan pengaruh pemberian konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG 6000 yang tertinggi pada daya berkecambah yaitu perlakuan K2 (4%) L2 (6 jam). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Yuanasari (2015) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap benih kedelai hitam yaitu lama perendaman 18 jam efektif meningkatkan daya perkecambahan sebesar 87.6%.

Proses awal perkecambahan adalah masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu atau yang biasa dikenal dengan imbibisi. Air diperlukan dalam jumlah yang optimal dalam proses perkecambahan. Penyerapan air dilakukan oleh kulit benih melalui proses difusi dan osmosis. Semakin lama benih dalam PEG maka semakin banyak PEG yang terserap masuk ke benih, sehingga kemungkinan benih akan mengimbibisi air dengan cepat dan berlebihan (Kamil, 1979).

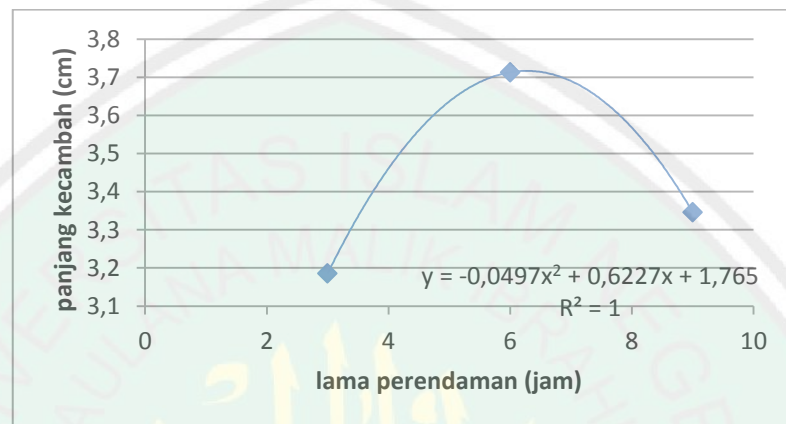


Gambar 4.2.3 Panjang kecambah pada perlakuan K0L2, K1L2, K4L2, dan K2L2 pada hari ke 25

Perendaman benih dalam larutan PEG 6000 dimaksudkan untuk memasukkan materi PEG ke dalam benih. PEG memiliki sifat dapat mengikat air sehingga bila terserap dalam benih dapat membantu proses imbibisi dan proses perkecambahan dapat dimulai. Berdasarkan gambar 4.2.2 terlihat bahwa kurva belum mengalami penurunan yang signifikan, sehingga diketahui bahwa lama perendaman yang diberikan masih terlalu singkat untuk meningkatkan persentase daya berkecambah benih karena permeabilitas kulit benih yang menurun akibat terlalu lama disimpan membuat proses penyerapan air berjalan lambat.

Parameter kedua yang diamati yaitu panjang kecambah. Hasil analisis lanjut untuk konsentrasi ditunjukkan pada tabel 4.2.2, sebagai berikut: berdasarkan pada tabel Tabel 4.2.2 menunjukkan hasil uji DMRT 5% bahwa perlakuan perendaman benih dalam larutan PEG 6000 selama 6 jam (L2) memberikan hasil panjang kecambah yang tertinggi sebesar 3.71 cm. Sedangkan perlakuan perendaman selama 3 jam (L1) memberikan hasil yang rendah terhadap panjang kecambah benih pepaya gunung sebesar 3.18 cm. Untuk mengetahui

pengaruh lama perendaman yang optimum terhadap panjang kecambah maka dilakukan analisis fungsi kuadrat sebagaimana yang tersaji pada gambar 4.2.3 berikut ini:



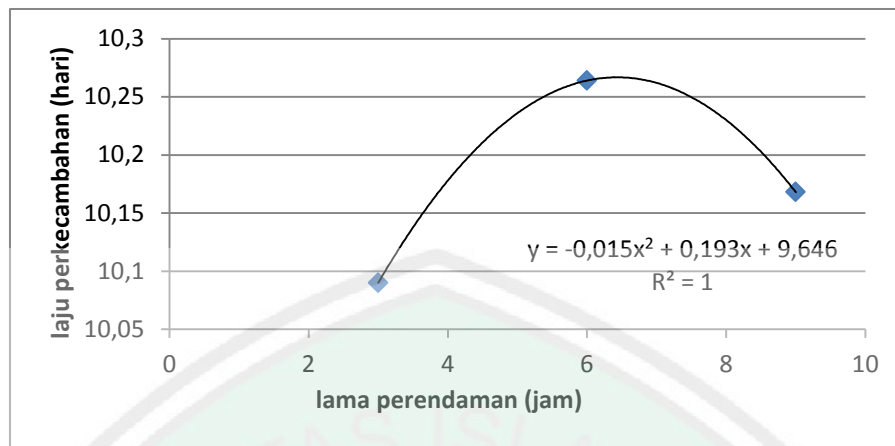
Gambar 4.2.4 Kurva pengaruh lama perendaman terhadap panjang kecambah *Carica pubescens*

Gambar 4.2.4 hasil analisis regresi untuk variabel pengamatan panjang kecambah membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -0.0497x^2 + 0.6227x + 1.765$ dengan determinasi $R^2 = 1$, artinya terdapat hubungan yang erat antara perlakuan lama perendaman terhadap panjang kecambah yaitu sebesar 100%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -0.0497x^2 + 0.6227x + 1.765$ bahwa perlakuan lama perendaman terhadap panjang kecambah mencapai titik optimum pada koordinat (6.26; 3.71) artinya bahwa lama perendaman yang efektif untuk panjang kecambah adalah 6.26 jam dengan rata-rata panjang kecambah sebesar 3.71 cm.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.2.4 menunjukkan bahwa perendaman benih dalam PEG 6000 yang terlalu singkat atau terlalu lama akan menurunkan panjang kecambah karena penyerapan air yang terlalu sedikit sulit untuk

melunakkan kulit benih sehingga proses perkecambahan berjalan lambat, sedangkan penyerapan air yang melebihi kapasitas sel berakibat pada pecahnya sel. Selain itu, menurut Rismawati (2013) semakin banyak air yang masuk ke dalam benih dapat menyebabkan benih kekurangan oksigen yang berkaitan dengan proses respirasi. Proses respirasi akan meningkat disertai dengan meningkatnya pengambilan oksigen dan pelepasan karbon dioksida, air dan energi yang berupa panas. Terbatasnya oksigen yang dipakai akan mengakibatkan terhambatnya proses perkecambahan sehingga mengakibatkan panjang kecambah benih juga menurun. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Yuanasari (2015) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap benih kedelai hitam yaitu lama perendaman 6 jam efektif meningkatkan panjang kecambah sebesar 9.67 cm.

Parameter ketiga yang diamati yaitu laju perkecambahan, Tabel 4.2.2 menunjukkan hasil uji DMRT 5% bahwa perlakuan perendaman benih dalam larutan PEG 6000 selama 4 jam (L2) memberikan hasil laju perkecambahan yang tertinggi sebesar 10.24%, sedangkan perendaman 3 jam (L1) tidak berbeda nyata dengan perendaman selama 6 jam (L3) berturut-turut yakni 10.09% dan 10.16%. Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman yang optimum terhadap laju perkecambahan maka dilakukan analisis fungsi kuadrat sebagaimana yang tersaji pada gambar 4.2.5 berikut ini:



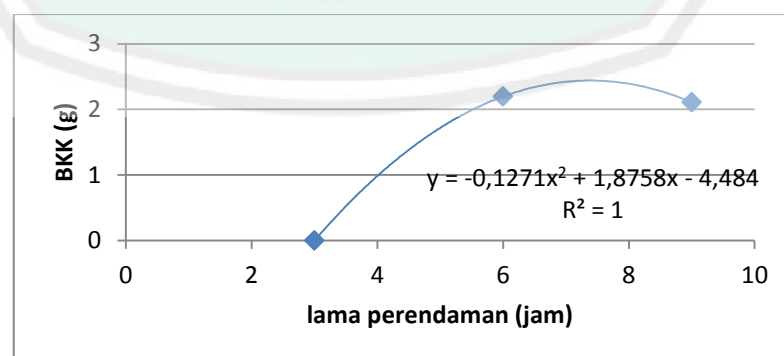
Gambar 4.2.5 Kurva pengaruh lama perendaman terhadap laju perkecambahan *Carica pubescens*

Pengaruh lama perendaman terhadap laju perkecambahan berdasarkan hasil uji lanjut dengan analisis korelasi regresi membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = 0.015x^2 - 0.193x + 9.646$ dan determinasi $R^2 = 1$ diketahui bahwa perlakuan lama perendaman memberikan pengaruh yang sangat erat terhadap waktu berkecambah sebesar 100%. Hasil analisis diferensial dengan $y = 0.015x^2 - 0.193x + 9.646$ menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi terhadap waktu berkecambah mencapai titik optimum pada koordinat (6.43; 10.27) artinya bahwa konsentrasi yang efektif untuk mempercepat laju perkecambahan adalah 6.43% dengan rata-rata laju perkecambahan 10.27 hari. Sedangkan perlakuan dengan konsentrasi di bawah 6.43% memiliki kecenderungan untuk memperlambat laju perkecambahan benih pepaya gunung.

Menurut Yuanasari (2015), air mutlak diperlukan untuk perkecambahan, meskipun demikian perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan anoksia (kehilangan oksigen), sehingga membatasi proses respirasi. Respirasi merupakan suatu tahapan proses perkecambahan yang

terjadi setelah proses penyerapan air. Apabila proses respirasi terbatas maka proses perkecambahan juga akan berjalan lambat. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu lama perendaman 9 jam efektif meningkatkan laju perkecambahan dengan rata-rata laju perkecambahan 6.04 hari.

Parameter keempat yang diamati yaitu berat kering kecambah. Pengukuran berat kering kecambah dilakukan karena struktur tumbuh pada kecambah normal tentu mempunyai kesempurnaan tumbuh yang dapat dilihat dari berat keringnya (Sadjad, 1994). Tabel 4.2.2 menunjukkan hasil uji DMRT 5% bahwa perlakuan perendaman benih dalam larutan PEG 6000 selama 6 jam (L2) memberikan hasil berat kering kecambah yang tertinggi sebesar 2.19 gram. Sedangkan perlakuan perendaman selama 3 jam (L1) memberikan hasil yang rendah terhadap berat kering kecambah benih pepaya gunung sebesar 1.94 gram. Perlakuan lama perendaman dalam PEG 6000 yang optimum dalam meningkatkan berat kering kecambah benih kangkung darat dapat diketahui dengan analisis korelasi regresi pada gambar 4.2.6 berikut ini.



Gambar 4.2.6 Kurva pengaruh lama perendaman terhadap berat kering kecambah *Carica pubescens*

Pengaruh perlakuan perendaman dalam PEG 6000 mampu meningkatkan berat kering kecambah benih kangkung darat. Hasil analisis regresi dengan garis kuadratik yang membentuk persamaan $y = -0.1271x^2 + 1.8758x - 4.484$ dengan determinasi $R^2 = 1$, artinya terdapat hubungan yang erat antara perlakuan lama perendaman terhadap berat kering kecambah yaitu sebesar 100%. Berdasarkan hasil analisis diferensial persamaan $y = -0.1271x^2 + 1.8758x - 4.484$ diketahui bahwa perlakuan lama perendaman yang optimum untuk meningkatkan berat kering kecambah adalah 7.3 jam dengan rata-rata berat kering kecambah sebesar 2.43 gram.

Adanya pengaruh lama perendaman selama 4 jam dalam meningkatkan berat kering kecambah menunjukkan bahwa sebenarnya perlakuan perendaman merupakan pemberian kesempatan kepada molekul air untuk bergerak menuju molekul OH pada rantai polimer PEG sehingga proses perkecambahan berjalan dengan baik. Sehingga berat kering yang dihasilkan juga tinggi, namun perlu diingat bahwa perlakuan perendaman benih dalam PEG 6000 yang terlalu lama atau melewati batas optimum dapat menyebabkan pecahnya sel. Sehingga diketahui pada hasil pengamatan semakin lama waktu perendaman yang diberikan dapat menghambat proses perkecambahan benih pepaya gunung dan berat kering yang diperoleh juga rendah.

Perlakuan perendaman dalam larutan PEG 6000 dapat membantu mempercepat proses imbibisi. Besarnya jumlah air yang dapat diserap oleh benih dalam perlakuan *osmoconditioning* oleh PEG, kemungkinan tergantung dari banyaknya jumlah molekul air yang diikat oleh PEG selama perlakuan. Semakin

lama perendaman benih dalam PEG, maka benih terlalu banyak menyerap PEG sehingga air yang dapat diikat oleh PEG juga semakin banyak. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu lama perendaman 9 jam efektif meningkatkan berat kering kecambah sebesar 0.34 g.

4.3. Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Perkecambahan *Carica pubescens*

Berdasarkan hasil analisis varian (anava) menunjukkan bahwa semua parameter yang diamati memiliki hasil F hitung lebih besar dari F tabel 5% yang berarti terdapat pengaruh interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman terhadap perkecambahan *Carica pubescens* ditunjukkan pada tabel 4.3.1.

Tabel 4.3.1. Hasil Analisis Variansi Interaksi Antara Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Perkecambahan Biji Pepaya Gunung

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Daya Kecambah	3.70*	2.26
Panjang Kecambah	53.74*	2.26
Laju Perkecambahan	4.52*	2.26
Berat Kering Kecambah	11.81*	2.26

Keterangan*: F hitung lebih besar dari F tabel, menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

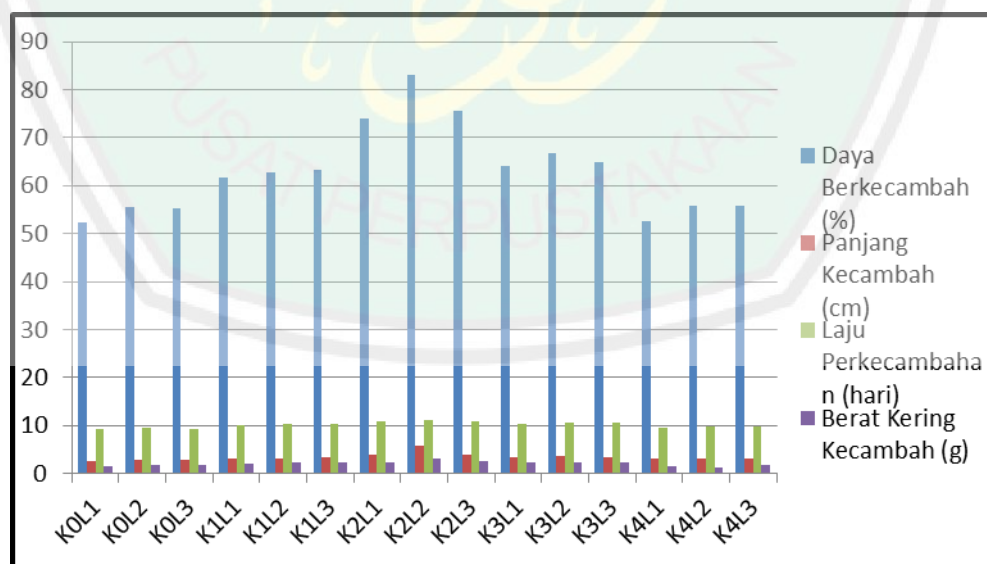
Perlakuan berbagai konsentrasi dan lama perendamaan dalam PEG 6000 menunjukkan adanya pengaruh atau berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%. Hasil uji lanjut untuk konsentrasi ditunjukkan pada tabel 4.3.2, sebagai berikut:

Tabel 4.3.2. Hasil Analisis Lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

Perlakuan	DB	PK	LP	BKK
K0L1	52.33 a	2.60 a	9.39 ab	1.58 b
K0L2	55.66 b	2.73 ab	9.47 b	1.82 d
K0L3	55.33b	2.86 b	9.27 a	1.79 d
K1L1	61.66 c	3.13 cd	10.19 d	2.09 e
K1L2	62.66 cd	3.20 cde	10.33 de	2.36 fg
K1L3	63.33 cd	3.36 e	10.37 de	2.24 ef
K2L1	74.00 f	3.80 f	10.84 h	2.35 fg
K2L2	83.00 g	5.80 g	11.21 i	3.13 h
K2L3	75.66 f	3.86 f	10.75 gh	2.45 g
K3L1	64.00 cde	3.33 de	10.45 ef	2.21 ef
K3L2	66.67 e	3.70 f	10.51 ef	2.37 fg
K3L3	65.00 de	3.40 e	10.62 fg	2.35 fg
K4L1	52.67 ab	3.06 c	9.56 b	1.46 ab
K4L2	55.67 b	3.13 cd	9.79 c	1.29 a
K4L3	55.67 b	3.23 cde	9.82 c	1.66 cd

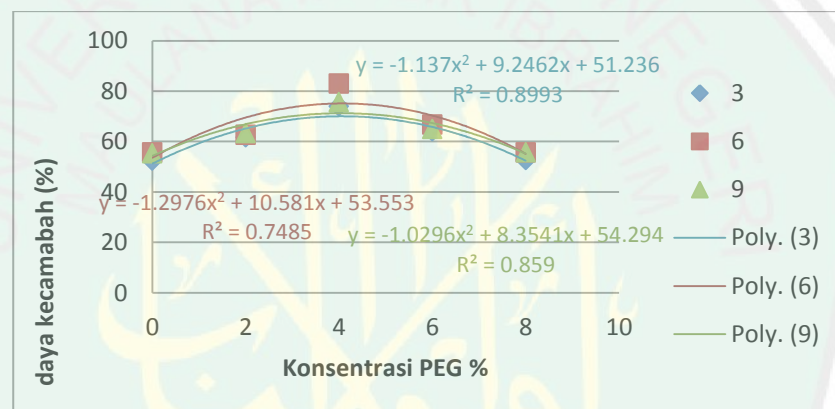
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

DB: Daya Berkecambah, PK: Panjang Kecambah, LP: Laju Perkecambahan, dan BKK: Berat Kering Kecambah.



Gambar 4.3.1. Grafik Hasil Analisis Lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman PEG 6000 terhadap Perkecambahan Biji *Carica pubescens*

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% pada tabel 4.3.2 interaksi konsentrasi dan lama perendaman menunjukkan hasil daya berkecambah benih *Carica pubescens* yang paling tinggi (efektif) yaitu pada perlakuan K2L2 sebesar 83% sedangkan hasil yang paling rendah dihasilkan oleh perlakuan K0L1 sebesar 52.3%. Berikut adalah grafik fungsi kuadrat yang menunjukkan pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap daya kecambah benih pepaya gunung yang ditunjukkan dalam gambar 4.3.2 berikut ini:

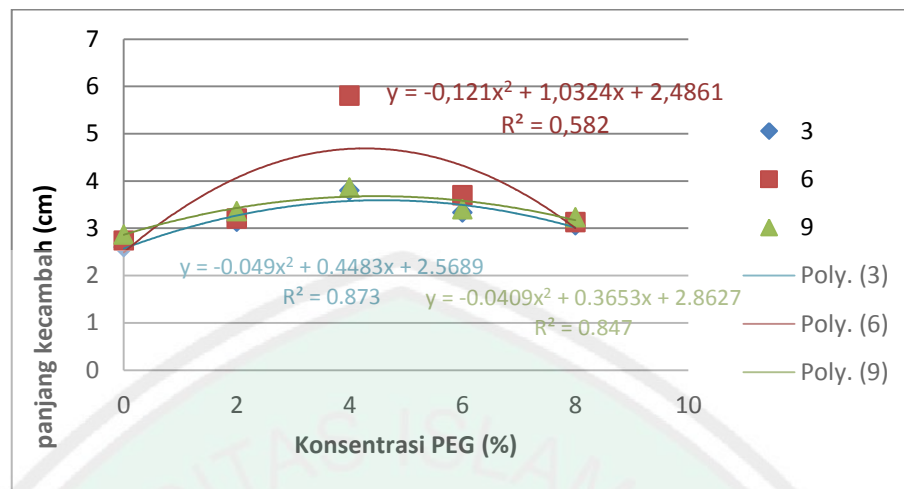


Gambar 4.3.2 Kurva pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap daya kecambah *Carica pubescens*

Gambar 4.3.2 di atas menunjukkan hasil analisis regresi pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG 6000 untuk variabel pengamatan daya kecambah tertinggi terjadi pada lama perendaman 6 jam yang membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -1.2976x^2 + 10.581x + 53.553$ dengan determinasi $R^2 = 0.7485$, artinya perlakuan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman memberikan pengaruh yang erat terhadap daya kecambah sebesar 74.85%. Pada hasil analisis diferensial dengan persamaan $y = -1.2976x^2 + 10.581x + 53.553$ bahwa perlakuan interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap daya kecambah mencapai titik optimum pada koordinat (4.07 ; 75.13).

sehingga diketahui bahwa konsentrasi yang optimum untuk meningkatkan daya kecambah adalah konsentrasi 4.07% dengan lama perendaman yang efektif adalah 6 jam dengan rata-rata panjang kecambah sebesar 75.13 %. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu interaksi konsentrasi 3 ppm dan lama perendaman 3 jam efektif meningkatkan daya berkecambah sebesar 91%.

Parameter kedua yaitu panjang kecambah ditunjukkan pada tabel 4.3.2 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi yang paling efektif menghasilkan panjang kecambah yang tertinggi dihasilkan oleh perlakuan K2L2 (konsentrasi 4% dengan lama perendaman 6 jam) sebesar 5.80 cm dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang mempengaruhi panjang kecambah benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) yang paling rendah dihasilkan oleh perlakuan K0L1 yaitu 2.60 cm. perlakuan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman PEG 6000 yang sesuai dapat mempercepat proses imbibisi dalam benih, sehingga akan memacu aktivitas enzim dalam proses metabolisme di dalam benih sehingga proses penguraian bahan-bahan makanan pada endosperm menjadi lebih tersedia dan semakin aktif sehingga pembesaran sel dan perpanjangan sel berjalan lebih cepat. Berikut adalah grafik fungsi kuadrat yang menunjukkan pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap panjang kecambah benih pepaya gunung yang ditunjukkan dalam gambar 4.3.3 berikut ini:

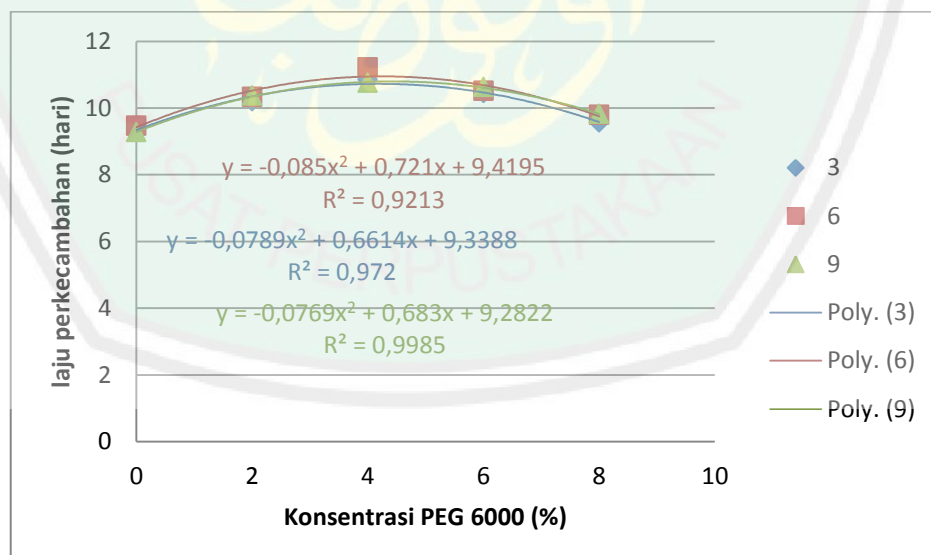


Gambar 4.3.3 Kurva pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap panjang kecambah *Carica pubescens*

Gambar 4.3.3 di atas menunjukkan hasil analisis regresi pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG 6000 untuk variabel pengamatan panjang kecambah tertinggi terjadi pada lama perendaman 6 jam yang membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -0.121x^2 + 1.0324x + 2.4861$ dengan determinasi $R^2 = 0.582$, artinya perlakuan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman memberikan pengaruh yang erat terhadap panjang kecambah sebesar 58.20%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -0.121x^2 + 1.0324x + 2.4861$ bahwa perlakuan interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap panjang kecambah mencapai titik optimum pada koordinat (4.26; 4.68). sehingga diketahui bahwa konsentrasi yang optimum untuk meningkatkan panjang kecambah adalah konsentrasi 4.26% dengan lama perendaman yang efektif adalah 6 jam dengan rata-rata panjang kecambah sebesar 4.68 cm. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Yuanasari (2015) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kedelai

hitam yaitu interaksi konsentrasi 10% dan lama perendaman 12 jam efektif meningkatkan panjang kecambah sebesar 19.45 cm.

Parameter ketiga yaitu laju perkecambahan ditunjukkan pada tabel 4.3.2 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi yang paling efektif menghasilkan laju perkecambahan yang tertinggi dihasilkan oleh perlakuan K2L2 (konsentrasi 4% dengan lama perendaman 6 jam) sebesar 11.216% dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang mempengaruhi laju perkecambahan benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) yang paling rendah dihasilkan oleh perlakuan K0L3 yaitu 9.273%. Berikut adalah grafik fungsi kuadrat yang menunjukkan pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap laju perkecambahan benih pepaya gunung yang ditunjukkan dalam gambar 4.3.4 berikut ini:

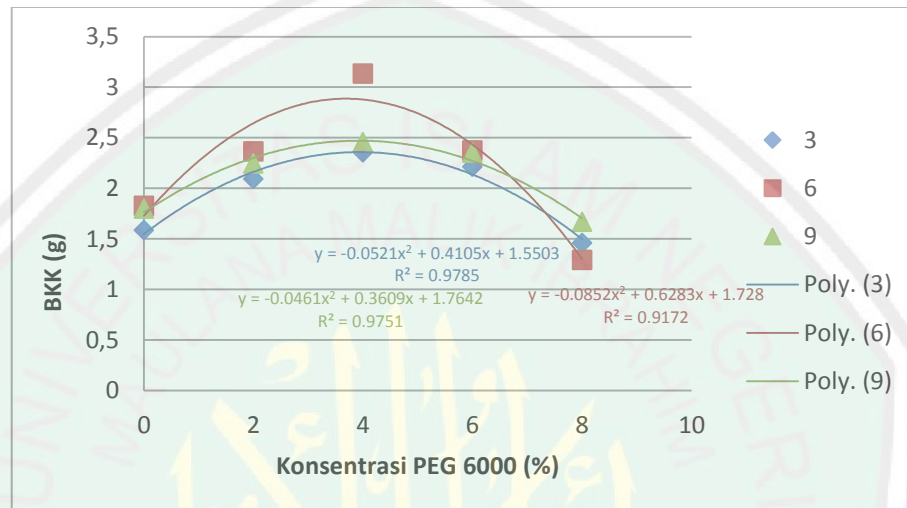


Gambar 4.3.4 Kurva pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap laju perkecambahan *Carica pubescens*

Gambar 4.3.4 di atas menunjukkan hasil analisis regresi pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG 6000 untuk variabel pengamatan laju perkecambahan tertinggi terjadi pada lama perendaman 6 jam yang membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -0.085x^2 + 0.721x + 9.4195$ dengan determinasi $R^2 = 0.9213$, artinya perlakuan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman memberikan pengaruh yang erat terhadap laju perkecambahan sebesar 92.13%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -0.085x^2 + 0.721x + 9.4195$ bahwa perlakuan interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap laju perkecambahan mencapai titik optimum pada koordinat (4.24; 10.94). sehingga diketahui bahwa konsentrasi yang optimum untuk meningkatkan laju perkecambahan adalah konsentrasi 4.24% dengan lama perendaman yang efektif adalah 6 jam dengan rata-rata laju perkecambahan sebesar 10.94 hari. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu interaksi konsentrasi 7 ppm dan lama perendaman 9 jam efektif meningkatkan rata-rata laju perkecambahan 6.50 hari..

Parameter keempat yaitu berat kering kecambah ditunjukkan pada tabel 4.3.2 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi yang paling efektif menghasilkan berat kering kecambah yang tertinggi dihasilkan oleh perlakuan K2L2 (konsentrasi 4% dengan lama perendaman 6 jam) sebesar 3.133 gr dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang mempengaruhi berat kering kecambah benih pepaya gunung (*Carica pubescens*) yang paling rendah

dihasilkan oleh perlakuan K4L2 yaitu 1.29 gr. Berikut adalah grafik fungsi kuadrat yang menunjukkan pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap berat kering kecambah benih pepaya gunung yang ditunjukkan dalam gambar 4.3.5 berikut ini:



Gambar 4.3.5 Kurva pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap berat kering kecambah

Gambar 4.3.5 di atas menunjukkan hasil analisis regresi pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman dalam PEG 6000 untuk variabel pengamatan berat kering kecambah tertinggi terjadi pada lama perendaman 6 jam yang membentuk garis kuadratik dengan persamaan $y = -0.0852x^2 + 0.6283x + 1.728$ dengan determinasi $R^2 = 0.9172$, artinya perlakuan interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman memberikan pengaruh yang erat terhadap berat kering kecambah sebesar 91.72%. Pada hasil analisis deferensial dengan persamaan $y = -0.0852x^2 + 0.6283x + 1.728$ bahwa perlakuan interaksi konsentrasi dan lama perendaman terhadap berat kering kecambah mencapai titik optimum pada koordinat (3.69; 2.87). sehingga diketahui bahwa konsentrasi yang optimum untuk meningkatkan berat kering kecambah adalah konsentrasi 3.69% dengan lama

perendaman yang efektif adalah 6 jam dengan rata-rata berat kering kecambah sebesar 2.87 gr.

Hal tersebut diduga karena pada perlakuan tersebut larutan PEG 6000 bekerja secara optimal dengan mempercepat proses masuknya air ke dalam benih. Sutopo (2004) menambahkan bahwa air memegang peranan yang penting dalam proses perkecambahan benih. Masuknya air ke dalam benih dengan peristiwa difusi dan osmosis. Fungsi air dalam perkecambahan adalah untuk aktivasi enzim, melunakkan kulit benih, 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. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian Sofinoris (2009) mengenai pengaruh PEG 6000 terhadap viabilitas benih kapas yaitu interaksi konsentrasi 3 ppm dan lama perendaman 6 jam efektif meningkatkan berat kering kecambah sebesar 0.38 g.

4.4 Peningkatan Viabilitas Benih Pepaya Gunung (*Carica pubescens*)

Menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 dalam Pandangan Islam

Benih merupakan organ generatif yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk mempertahankan jenisnya. Benih yang dihasilkan oleh tumbuhan, jika dilihat dengan kasat mata akan nampak sebagai benda mati. Perkecambahan benih mutlak membutuhkan air, untuk aktifasi beberapa metabolisme benih sehingga terjadi perkecambahan. Air memberikan pengaruh positif bagi benih. Allah SWT

telah menjelaskan di dalam Al-Qur'an mengenai pentingnya air pada proses penciptaan makhluk hidup termasuk di dalamnya mengenai perkecambah benih yang terdapat dalam surah Al-Anbyā'/21:30, sebagai berikut:

أُولَٰئِكَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ

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?”* (QS. Al-Anbyā'/21:30)

Kata الماء yang berarti air pada ayat di atas memberikan makna yang jelas dapat menghidupkan segala sesuatu كل شيء yang mengandung banyak makna, hal ini dapat diartikan sebagai tumbuh-tumbuhan yang ditumbuhkan dengan perantara air. Pada hasil penelitian, PEG 6000 memberikan nilai viabilitas benih yang berbeda pada berbagai variabel penelitian. Hal ini disebabkan karena pemberian konsentrasi yang berbeda dan materi PEG 6000 yang telah mengikat air masuk ke dalam benih juga berbeda. Peningkatan viabilitas benih pepaya gunung terlihat berbeda nyata pada perkecambahan benih. Viabilitas benih yang berbeda dengan menggunakan berbagai konsentrasi dan lama perendaman, memang merupakan *sunnahullah* yang harus dipahami.

Proses penciptaan makhluk hidup (perkecambahan) dapat terjadi dengan seizin Allah SWT walaupun tanpa usaha manusia, pada perkecambahan yang terdapat pemberian pengaruh dari luar akan memberikan nilai tambah sehingga terjadi peningkatan viabilitas, akan tetapi meskipun terdapat perlakuan dari

manusia, tetap saja terdapat campur tangan Allah SWT terhadap penciptaan makhluknya (perkecambahan), karena semua makhluk hidup merupakan ciptaan-Nya. Dalam hal ini perkecambahan memiliki perbedaan pada viabilitas benih dengan perlakuan berbagai konsentrasi dan lama perendaman yang harus disesuaikan. Sebagaimana secara eksplisit disebutkan dalam Al-Qur'an surah Al-Hijr/15:21, Allah berfirman:

وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنْزِلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ ﴿٢١﴾

Artinya: *“Dan tidak ada sesuatupun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya; dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran yang tertentu.”* (QS. Al-Hijr/15:21)

Menurut Shihab dalam *Tafsir Al-Misbah* (2002) menjelaskan kata خزانته pada mulanya berarti tempat menyimpan sesuatu guna memeliharanya (lemari). Kata خزانته artinya segala sesuatu itu bersumber dari Allah, ayat ini mengibaratkan kekuasaan Allah SWT menciptakan dan mengatur segala sesuatu seperti keadaan seseorang yang menguasai segala yang berada dalam lemari. Dia pemilik kuncinya, yang kuasa membukanya sekaligus berwenang mengeluarkan apa yang terdapat dalam lemari itu dan membaginya untuk siapa yang dia kehendaki.

Makna بقدر معلوم yang artinya “dengan ukuran tertentu” adalah bahwasannya Allah menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran tertentu. Dalam surah lainnya Allah SWT juga menjelaskan mengenai ketetapan ukuran yang ditentukan oleh Allah, yakni dalam surah Al-Furqān/25:2 sebagai berikut:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ 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.” (QS. Al-Furqan/25:2)

Pada ayat di atas dapat dipahami terdapat sistem yang khusus dan urutan tertentu dalam praktik penciptaan. Pada kata *وخلق كل شيء* (dan Dia telah menciptakan segala sesuatu), yakni mengadakan segala hal yang maujud dan memberinya daya serta karakteristik tertentu dengan ketentuan dan bentuk variatif pula. Sedangkan pada kata *فقدَرَهُ تَقْدِيرًا* maksudnya adalah segala sesuatu yang dijadikan Allah diberi-Nya perlengkapan-perengkapan dan persiapan-persiapan, sesuai dengan naluri, sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup. Sehingga dapat dikatakan Allah membakalnya dengan karakteristik yang selaras baginya, misalnya benih yang memiliki embrio yang besar akan mengalami proses perkecambahan yang lebih cepat.

Keserasian, kerapian, dan keteraturan yang kita yakni sebagai *sunnahtullah* yakni ketentuan dan hukum yang ditetapkan Allah SWT. Melalui *sunnahtullah* ini, alam semesta dapat bekerja secara sistematis (menurut suatu cara yang teratur rapi) dan kesinambungan, tidak berubah-ubah, tetap saling melengkapi.

Pada proses penciptaan makhluk hidup misalnya tumbuhnya benih menjadi tumbuhan yang menjulang tinggi. Pertumbuhan ini tentunya dimulai dari

proses awal yakni proses perkecambahan. Proses perkecambahan terdapat sebuah keseresain, kerapian dan keteraturan yang bekerja teratur. Keserasian ini dapat kita ambil pada proses pemecahan zat atau senyawa bermolekul besar dan kompleks menjadi senyawa bermolekul lebih kecil, sederhana, larut dalam air dan dapat melalui membran dan dinding sel. Untuk pemecahan maka diperlukan beberapa enzim, seperti enzim lipase, enzim protease dan enzim amilase.

Demikianlah kekuasaan dan kebesaran Allah SWT dalam ciptaan-Nya yang menyebabkan masing-masing bagian alam ini berada dalam ketentuan yang teratur rapi, hidup dalam suatu sistem hubungan sebab akibat sampai ke benda yang sekecil apapun. Ketentuan Allah SWT ada dan berlaku, baik secara mikroskopis (berlaku atas pada zat benda kecil) maupun makroskopis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan didukung dengan literatur yang ada, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Terdapat pengaruh konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang signifikan terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*), hasil tertinggi ditunjukkan dengan peningkatan persentase daya berkecambah, panjang kecambah, laju perkecambahan, dan berat kering kecambah pada konsentrasi 4%.
2. Terdapat pengaruh lama perendaman dalam *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang signifikan terhadap viabilitas benih pepaya gunung (*Carica pubescens*), hasil tertinggi ditunjukkan dengan peningkatan persentase daya berkecambah, panjang kecambah, laju perkecambahan dan berat kering kecambah pada lama perendaman 6 jam.
3. Terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman yang signifikan pada semua parameter, hasil tertinggi dicapai pada perlakuan PEG 6000 dengan konsentrasi 4% dengan lama perendaman 6 jam.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, apabila ingin meningkatkan viabilitas benih pepaya gunung dengan hasil optimum maka digunakan kombinasi perlakuan konsentrasi 4% dan lama perendaman 6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta: UI press.
- Ardian. 2008. Pengaruh Perlakuan Suhu dan Waktu Pemanasan terhadap Perkecambahan Kopi Arabika (*Coffea Arabica*). Riau: Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau. *Jurnal Akta Agrosia*. (11): 25.
- Bradford, KJ. 1984. *Seed Priming: Techniques to Speed Seed Germination*. Proc. Oregon Hort.
- Bustamam, T. 1989. *Dasar-dasar Ilmu Benih*. Padang: Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Campbell, N.A. 2003. *Biologi Edisi Kelima Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Campbell, N.A. 2004. *Biologi Edisi kelima Jilid III*. Jakarta: Erlangga.
- Darmawan, A.C. 2014. Pengaruh Tingkat Kemasakan Benih terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescent* L.) Varietas Comexio. *Jurnal Produksi Tanaman* (2): 4.
- Fahmi, Z.I. 2014. *Perlakuan Matricconditioning Benih Sebagai Upaya dalam Meningkatkan Vigor dan Viabilitas Benih*. Surabaya: Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya.
- Fitriningrum, Rahayu. 2013. Analisis Kandungan Karbohidrat pada Berbagai Tingkat Kematangan Buah Karika (*Carica pubescens*) di Kejajar dan Sembungan Dataran Tinggi Dieng. *Bioteknologi* (10): 6-14.
- Ghassemi, G. 2008. Effeects of Hydro and Osmo-Priming on Seed Germination and Fiel Emergence of Lentil (*Lens culinaris* Medik). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj*. (36): 1.
- Hastuti, D. 2015. Pengaruh Kadar Air Awal Benih dan Jenis Kemasan terhadap Populasi Hama *Callosobruchus Maculatus* F., Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) Setelah Penyimpanan Tiga Bulan. *Agricultural Science Journal*. (2): 1.

- Hastuti, E.Y. 2015. Pengaruh Skarifikasi dan Lama Perendaman Air terhadap Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Bibit Sawo (*Manilkara zapota* (L.) van Royen). *Vegetalika*. (4): 2.
- Husni, A. 2003. Regenerasi Massa Sel Embriogenik Kedelai yang Diseleksi dengan Polyethylene Glycol (PEG) 6000. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Hal: 273-274.
- Indartono. 2011. Pengkajian Suhu Ruang Penyimpanan dan Teknik Pengemasan terhadap Kualitas Benih Kedelai. *Gema Teknologi*. (16): 3.
- Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih I*. Padang: Angkasa Raya.
- Kartahadimaja, 2013. Pengaruh Penyimpanan Jangka Panjang (Long Term) terhadap Viabilitas dan Vigor Empat Galur Benih Inbred Jangung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. (13): 3.
- Kartasapoetra, A.G. 1992. *Teknologi Benih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Khan, A.A. 1992. Matricconditioning of Vegetable Seeds to Improve Stand Establishment in Early Field Plantings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* (117):1.
- Lakitan, B. 1996. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.
- Lubis, Y.A. 2014. Pengaruh Lama Waktu Perendaman dengan Air terhadap Daya Berkecambah Trembesi (*Samanea saman*). *Jurnal Sylva Lestari*. (02): 02.
- Maheswari S. 2002. *Pemanfaatan Obat Alami Potensi dan Prospek Pengembangannya*, Bogor: Program Pasca Sarjana.
- Marthen, E.K. 2013. Pengaruh Perlakuan Pencelupan dan Perendaman terhadap Perkecambahan Benih Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). *Agrologia*, (2): 1.
- Moenadjat, Y. 2003. *Luka Bakar Pengetahuan Klinis dan Praktis*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI
- Nazaruddin. 2000. *Budidaya dan Pengaturan Panen Sayuran Dataran Rendah*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Nugrahini, T. 2015. Viabilitas dan Pertumbuhan Benih Semangka Non Biji (*Citrullus vulgaris* Schard) terhadap Pengaruh Suhu dan Pemecahan Kulit Luar. *Jurnal AGRIFOR*. (14): 1.
- Nurmauli. 2010. Studi Metode Invigorasi pada Viabilitas Dua Lot Benih Kedelai yang Telah Disimpan selama Sembilan Bulan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. (15): 1.
- Pirenaning, S. 1998. Pengaruh Tingkat Vigor dan Konsentrasi GA3 terhadap Viabilitas benih Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L), Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L), Yute (*Corohorus capsularis*). Skripsi Tidak Dipublikasikan. Malang: Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama.
- Pranoto, H.S. 1990. *Biologi Benih*. Bandung: ITB.
- Plaut, Z. 1985. Simple Procedure to Overcome Polyethylene Glycol Toxicity on Whole Plants. *Plant Physiol*. (79): 2.
- Pranoto, H.S. 1990. *Biologi Benih*. Bandung: ITB.
- Pratama, W.A. 2015. *Benih Ortodoks dan Benih Rekalsitran*. Jember: Teknik Produksi Benih, Politeknik Negeri Jember.
- Putra, D. 2011. *Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman Benih terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (Coffea arabica* (Lenn)). Yogyakarta: Fakultas Pertanian Gadjah Mada.
- Rahayu, E. 2007. Pengaruh Kemasan, Kondisi Ruang Simpan dan Periode Simpan terhadap Viabilitas Benih Caisin (*Brassica chinensis* L.). *Bul. Agron*. (35): 3.
- Rismawati. 2013. *Pengaruh Invigorasi Menggunakan Polietilena Glikol (PEG) 6000 terhadap Viabilitas Benih Jarak Pagar (Jatropha curcas* L.). Skripsi Tidak Dipublikasikan. Malang: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Roehati, E. 2003. Pengaruh Variasi Berat Molekul Polietilen Glikol terhadap Sifat Mekanik Poliuretan. *Jurnal Matematika dan Sains*. (8): 2.
- Ruliyansyah, A. 2011. Peningkatan Performansi Benih Kacangan dengan Perlakuan Invigorasi. *Jurnal Teknologi perkebunan & PSDL*. (1): 3.

- Rusmin, D. 2004. *Peningkatan Viabilitas Benih Jambu Mete (Anacardium occidentale L)* pada *Beberapa Metode Invigorasi*. Balai Penelitian Obat dan Aromatik.
- Sa'diyah, H. 2009. Pengaruh Invigorasi Menggunakan Polietilena Glikol (PEG) 6000 terhadap Viabilitas Benih Rosela (*Hibiscus sabdariffa* var *altissiman*). *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Sadjad, S. 1994. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Jakarta: Garsindo.
- Sahupala, A. 2010. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Viabilitas Benih Merbau (*Intsia bijuga*, OK). *Jurnal Agroforestri*. (5): 4.
- Samuel. 2011. *Pengaruh Kadar Air terhadap Penurunan Mutu Fisiologis Benih Kedelai (Glycine max (L) Merrill) Varietas Gepak Kuning Selama dalam Penyimpanan*. Jember: Sub-laboratorium Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (UPT PSBTPH).
- Sanur. 2014. *Pengaruh Kemasan terhadap Viabilitas Benih*. <http://hirupbagja.blogspot.co.id/2009/10/pengaruh-kemasan-terhadap-viabilitas.html>. (Diakses 18 Januari 2017).
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: lentera Hati.
- Simic, B. 2007. *Influence of Storage Condition on Seed Quality of Maize, Soybean and Sunflower*. Croatia: Faculty of Agriculture in Osijek.
- Sofinoris, 2009. Peningkatan Viabilitas Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L) dengan Polietilen Glikol (PEG) 6000. *Jurnal Online Agrotekbis*. (3): 4.
- Suprpto, A. 2011. Peningkatan Viabilitas Benih Tembakau (*Nicotiana tabacum* L) dengan *Osmoconditioning Polyethylene Glikol* (PEG) 6000. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Susanti, E. 2014. Pengaruh *Osmoconditioning* dengan PEG (*Polyethylene Glycol*) 6000 terhadap Viabilitas Benih Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih*. Jakarta: PT Raja Grafindo.

Syarovy, M. 2014. Pengaruh Beberapa Tingkat Kemasakan terhadap Viabilitas Benih Tanaman Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. (1): 3.

Szafirowska, A. 1981. Osmoconditioning of Carrot Seed to Improve Seedling Establishment and Yield in cold soil. *Agronomy Journal*. (73): 5.

Tatipata, A. 2008. Pengaruh Kadar Air Awal, Kemasan dan Lama Simpan terhadap Protein Membran Dalam Mitokondria Benih Kedelai. *Bul. Agron*. (36): 1.

Wahab, M.I., D. Rusmin, dan M. Hasanah. 1993. Pengaruh Perlakuan Imbibisi dalam Air dan Larutan Osmotikum Terhadap Viabilitas Benih Jambu Mete. *Bul. Littro*. (8): 2.

Yuanasari, B.S. 2015. Peningkatan Viabilitas Benih Kedelai Hitam (*Glycine max* L. Merr) Melalui Invigorasi Osmoconditioning. *Jurnal Produksi Tanaman*, (3): 6.

Zanzibar, M dan Mokodompit, S. 2007. Pengaruh Perlakuan Hidrasi-Dehidrasi terhadap Berbagai Tingkat Kemunduran Perkecambahan Benih Damar (*Agathis loranthifolia* F. Salisb) dan Mahoni (*Swietenia macrophylla* King). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. (4): 1.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Persentase Daya Berkecambah

1. Data Hasil Pengamatan Persentase Daya Berkecambah

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata (%)
Konsentrasi	Lama Perendaman	1	2	3		
K0	L1	52	52	53	157	52.33
	L2	55	57	55	167	55.67
	L3	54	57	55	166	55.33
K1	L1	60	64	61	185	61.67
	L2	64	64	60	188	62.67
	L3	64	64	62	190	63.33
K2	L1	73	75	74	222	74.00
	L2	83	84	82	249	83.00
	L3	76	77	74	227	75.67
K3	L1	63	65	64	192	64.00
	L2	67	66	67	200	66.67
	L3	64	64	67	195	65.00
K4	L1	50	54	54	158	52.67
	L2	53	58	56	167	55.67
	L3	56	53	58	167	55.67
Total		934	954	942	2830	943.33

2. Hasil Uji Normalitas Data Persentase Daya Berkecambah

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Daya berkecambah
N		45
Normal Parameters ^a	Mean	62.88889
	Std. Deviation	8.932123
Most Extreme Differences	Absolute	.139
	Positive	.139
	Negative	-.089
Kolmogorov-Smirnov Z		.935
Asymp. Sig. (2-tailed)		.346

a. Test distribution is Normal.

3. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Persentase Daya Berkecambah

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: daya
berkecambah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3427.111 ^a	14	244.794	88.126	.000
Intercept	177975.556	1	177975.556	64071.20	.000
konsentrasi	3236.222	4	809.056	291.260	.000
Lama perendaman	108.578	2	54.289	19.554	.000
konsentrasi * lama perendaman	82.333	8	10.289	3.704	.004
Error	83.333	30	2.778		
Total	181486.000	45			
Corrected Total	3510.444	44			

a. R Squared = .976 (Adjusted R Squared = .965)

DMRT 5% tentang Konsentrasi

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
K0	9	54.4444			
K4	9	54.6667			
K1	9		62.5556		
K3	9			65.2222	
K2	9				77.5556
Sig.		.779	1.000	1.000	1.000

DMRT 5% tentang Lama Perendaman

Duncan

Lama perendaman	N	Subset		
		1	2	3
L1	15	60.9333		
L3	15		63.0000	
L2	15			64.7333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Lampiran 2. Laju Perkecambahan**1. Data Hasil Pengamatan Laju Perkecambahan**

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata (hari)
Konsentrasi	Lama Perendaman	1	2	3		
K0	L1	9.38	9.40	9.40	28.18	9.39
	L2	9.40	9.37	9.64	28.41	9.47
	L3	9.00	9.53	9.29	27.82	9.27
K1	L1	10.21	10.19	10.19	30.59	10.20
	L2	10.33	10.31	10.35	30.99	10.33
	L3	10.39	10.33	10.39	31.11	10.37
K2	L1	10.87	10.85	10.82	32.54	10.85
	L2	11.31	11.11	11.23	33.65	11.22
	L3	10.72	10.78	10.75	32.25	10.75
K3	L1	10.45	10.40	10.50	31.35	10.45
	L2	10.52	10.58	10.45	31.55	10.51
	L3	10.86	10.52	10.50	31.88	10.63
K4	L1	9.65	9.56	9.49	28.7	9.56
	L2	9.85	9.80	9.72	29.37	9.79
	L3	9.83	9.88	9.75	29.46	9.82
Total		152.77	152.61	152.47	457.85	

2. Hasil Uji Normalitas Data Laju Perkecambahan

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Laju perkecambahan
N		45
Normal Parameters ^a	Mean	10.1744
	Std. Deviation	.58407
Most Extreme Differences	Absolute	.125
	Positive	.093
	Negative	-.125
Kolmogorov-Smirnov Z		.839
Asymp. Sig. (2-tailed)		.482

a. Test distribution is Normal.

3. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Waktu berkecambah

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: waktu berkecambah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14.673 ^a	14	1.048	93.264	.000
Intercept	4658.369	1	4658.369	4145.63	.000
Konsentrasi	14.038	4	3.510	312.29	.000
Lama perendaman	.228	2	.114	10.145	.000
konsentrasi * lama perendaman	.407	8	.051	4.528	.001
Error	.337	30	.011		
Total	4673.380	45			
Corrected Total	15.010	44			

a. R Squared = .978 (Adjusted R Squared = .967)

DMRT 5% tentang Konsentrasi

Duncan

Konsentrasi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
K0	9	9.3789				
K4	9		9.7256			
K1	9			10.2989		
K3	9				10.5311	
K2	9					10.9378
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Lampiran 3. Panjang Kecambah**1. Data Hasil Pengamatan Panjang Kecambah**

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata (cm)
Konsentrasi	Lama Perendaman	1	2	3		
K0	L1	2.6	2.5	2.7	7.80	2.60
	L2	2.5	2.9	2.8	8.20	2.73
	L3	2.9	2.8	2.9	8.60	2.87
K1	L1	3.1	3.2	3.1	9.40	3.13
	L2	3.3	3.1	3.2	9.60	3.20
	L3	3.6	3.1	3.4	10.10	3.37
K2	L1	3.8	3.7	3.9	11.40	3.80
	L2	5.8	5.7	5.9	17.40	5.80
	L3	3.9	3.9	3.8	11.60	3.87
K3	L1	3.3	3.2	3.5	10.00	3.33
	L2	3.8	3.6	3.7	11.10	3.70
	L3	3.4	3.5	3.3	10.20	3.40
K4	L1	3.1	3	3.1	9.20	3.07
	L2	3.1	3.1	3.2	9.40	3.13
	L3	3.3	3.2	3.2	9.70	3.23
Total		51.50	50.5	51.7	153.70	

2. Hasil Uji Normalitas Data Panjang Kecambah

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Panjang kecambah
N		45
Normal Parameters ^a	Mean	3.4156
	Std. Deviation	.74130
Most Extreme Differences	Absolute	.190
	Positive	.190
	Negative	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		1.275
Asymp. Sig. (2-tailed)		.077

a. Test distribution is Normal.

3. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Panjang Kecambah

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: panjang kecambah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23.759 ^a	14	1.697	121.220	.000
Intercept	524.971	1	524.971	37497.92	.000
Konsentrasi	15.552	4	3.888	277.722	.000
Lama perendaman	2.187	2	1.094	78.111	.000
konsentrasi * lama perendaman	6.020	8	.752	53.746	.000
Error	.420	30	.014		
Total	549.150	45			
Corrected Total	24.179	44			

a. R Squared = .983 (Adjusted R Squared = .974)

DMRT 5% tentang Konsentrasi

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
K0	9	2.7333			
K4	9		3.1444		
K1	9		3.2333		
K3	9			3.4778	
K2	9				4.4889
Sig.		1.000	.122	1.000	1.000

DMRT 5% tentang Lama Perendaman

Duncan

Lama perendaman	N	Subset		
		1	2	3
L1	15	3.1867		
L3	15		3.3467	
L2	15			3.7133
Sig.		1.000	1.000	1.000

DMRT 5% INTERAKSI Konsentrasi dan Lama Perendaman

Duncan

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
K0L1	3	2.6000						
K0L2	3	2.7333	2.7333					
K0L3	3		2.8667					
K4L1	3			3.0667				
K1L1	3			3.1333	3.1333			
K4L2	3			3.1333	3.1333			
K1L2	3			3.2000	3.2000	3.2000		
K4L3	3			3.2333	3.2333	3.2333		
K3L1	3				3.3333	3.3333		

K1L3	3					3.3667		
K3L3	3					3.4000		
K3L2	3						3.7000	
K2L1	3						3.8000	
K2L3	3						3.8667	
K2L2	3							5.8000
Sig.		.178	.178	.133	.072	.072	.113	1.000

Lampiran 4. Berat Kering Kecambah

1. Data Hasil Pengamatan Berat Kering Kecambah

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-Rata (gram)
Konsentrasi	Lama Perendaman	1	2	3		
K0	L1	1.43	1.69	1.64	4.76	1.59
	L2	1.8	1.86	1.82	5.48	1.83
	L3	1.83	1.77	1.79	5.39	1.79
K1	L1	2.11	2.07	2.10	6.28	2.09
	L2	2.39	2.35	2.35	7.09	2.36
	L3	2.27	2.30	2.16	6.73	2.24
K2	L1	2.34	2.36	2.36	7.06	2.35
	L2	3.33	3.03	3.04	9.4	3.13
	L3	2.45	2.51	2.41	7.37	2.46
K3	L1	2.12	2.24	2.28	6.64	2.21
	L2	2.35	2.32	2.45	7.12	2.37
	L3	2.34	2.42	2.29	7.05	2.35
K4	L1	1.35	1.49	1.34	4.38	1.46
	L2	1.31	1.23	1.33	3.87	1.29
	L3	1.89	1.66	1.45	5	1.67
Total		31.31	31.5	30.81	93.62	

2. Hasil Uji Normalitas Data Berat Kering Kecambah

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Berat kering kecambah
N		45
Normal Parameters ^a	Mean	3.4156
	Std. Deviation	.74130
Most Extreme Differences	Absolute	.190
	Positive	.190
	Negative	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		1.275
Asymp. Sig. (2-tailed)		.077

a. Test distribution is Normal.

3. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman terhadap Berat Kering Kecambah

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: berat kering kecambah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23.759 ^a	14	1.697	121.220	.000
Intercept	524.971	1	524.971	37497.92	.000
Konsentrasi	15.552	4	3.888	277.722	.000
Lama perendaman	2.187	2	1.094	78.111	.000
konsentrasi * lama perendaman	6.020	8	.752	53.746	.000
Error	.420	30	.014		
Total	549.150	45			
Corrected Total	24.179	44			

a. R Squared = .983 (Adjusted R Squared = .975)

DMRT 5% tentang Konsentrasi

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
K0	9	2.7333			
K4	9		3.1444		
K1	9		3.2333		
K3	9			3.4778	
K2	9				4.4889
Sig.		1.000	.122	1.000	1.000

DMRT 5% tentang Lama Perendaman

Duncan

Lama perendaman	N	Subset		
		1	2	3
L1	15	3.1867		
L3	15		3.3467	
L2	15			3.7133

Lampiran 5. Perhitungan**1. Perhitungan Konsentrasi PEG 6000**

Menurut Rohaya (2014), dalam penentuan pembuatan persen berat (massa) larutan PEG 6000 sebagai berikut:

$$\text{persen berat} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa zat terlarut} + \text{massa zat pelarut}} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{10 + 90} \times 100\%$$

$$= 10\%$$

2. Perhitungan Pengenceran

Menurut Rohaya (2014), dalam penentuan pembuatan larutan PEG 6000 mengikuti rumus sebagai berikut:

$$V1.M1 = V2.M2$$

a. Pengenceran 2% = $V1.M1 = V2.M2$

$$= V1 \times 10\% = 100 \times 2\%$$

$$V1 = 200/10 = 20 \text{ ml} + 80\text{ml akuades}$$

b. Pengenceran 4% = $V1.M1 = V2.M2$

$$= V1 \times 10\% = 100 \times 4\%$$

$$V1 = 400/10 = 40 \text{ ml} + 60\text{ml akuades}$$

c. Pengenceran 6% = $V1.M1 = V2.M2$

$$= V1 \times 10\% = 100 \times 6\%$$

$$V1 = 600/10 = 60 \text{ ml} + 40\text{ml akuades}$$

d. Pengenceran 8% = $V1.M1 = V2.M2$

$$= V1 \times 10\% = 100 \times 8\%$$

$$V1 = 800/10 = 80\text{ml} + 20\text{ml akuades}$$

Lampiran 6. Foto Penelitian



Benih pepaya gunung



PEG 6000



Larutan PEG 0%, 2%, 4%, 6%, 8%



Perendaman benih pepaya gunung dalam larutan PEG sesuai konsentrasi selama 3 jam, 6 jam, dan 9 jam



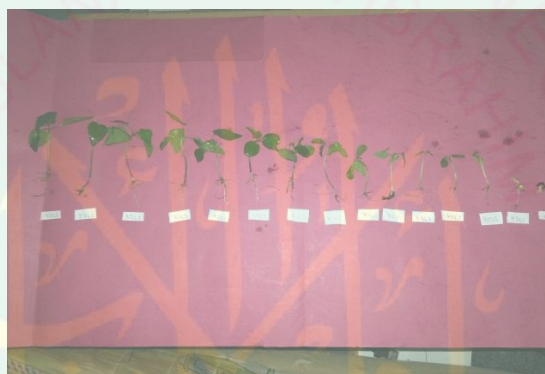
Pengangkatan benih pepaya gunung



Penanaman benih pepaya gunung di Media pot



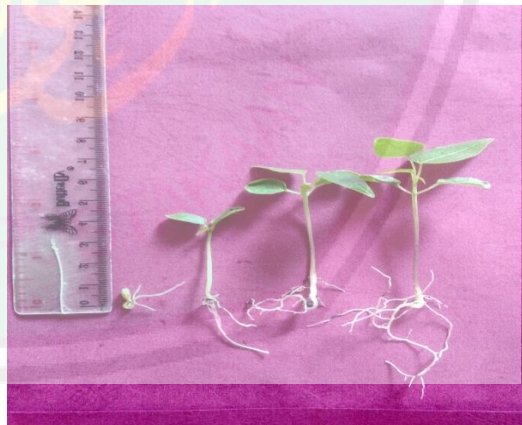
Perawatan dan penyiangan tanaman pada hari ke 12



Pengamatan Pepaya gunung antar perlakuan



Pengukuran tanaman pepaya gunung



Pengukuran K0L2, K1L2, K4L2, K2L2



Pengovenan pada suhu 80°C



K2L2

Penimbangan berat kering tertinggi pada perlakuan K2L2



Penimbangan PEG 6000



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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Luthfi Hakim Sudrajat
NIM : 13620006
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap 2018
Pembimbing : Suyono, M.P
Judul Skripsi : Pengaruh Invigorasi Menggunakan Polyethylene Glikol (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Pepaya Gunung (*Carica pubescens*)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	31 Juli 2017	Konsultasi Judul	
2.	07 Agustus 2017	Konsultasi BAB I	
3.	14 Agustus 2017	Integrasi Ayat Al-Qur'an	
4.	21 Agustus 2017	Konsultasi Bab II	
5.	28 Agustus 2017	Penguraian materi Bab II	
6.	07 September 2017	Revisi Bab II	
7.	17 September 2017	Konsultasi Bab III	
8.	24 September 2017	Penentuan konsentrasi yang digunakan	
9.	03 Oktober 2017	Revisi Bab III	
10.	03 Mei 2018	Konsultasi Hasil	
11.	06 Mei 2018	Konsultasi Bab IV	
12.	02 Juni 2018	Revisi Bab IV	
13.	30 Juni 2018	ACC	

Pembimbing Skripsi,

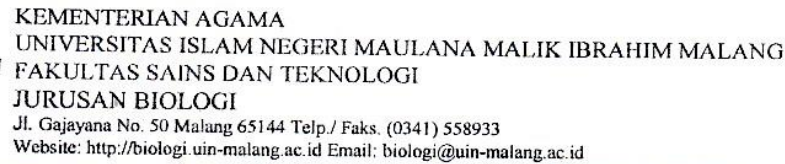
Suyono, M.P
NIP 19710622 200312 1 002

Malang, _____ 2018
Ketua Jurusan,

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



Kedalaman Spiritual, Keagungan Akhlak, Keluasan Ilmu, Kematangan Profesi



Nama : Luthfi Hakim Sudrajat
NIM : 13620006
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap 2018
Pembimbing : Dr. Ahmad Barizi MA.
Judul Skripsi : Pengaruh Invigorasi Menggunakan Polyethilene Glikol (PEG) 6000 Terhadap Viabilitas Pepaya Gunung (*Carica pubescens*)

[illegible]