

**SIMULASI KEKERINGAN PEG 6000 BEBERAPA KULTIVAR
KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

ALIFKA INAHANA

NIM. 16620004



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2020

**SIMULASI KEKERINGAN PEG 6000 BEBERAPA KULTIVAR KENTANG
(*Solanum tuberosum* L.) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Diajukan Kepada :

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)

Oleh:

ALIFKA INAHANA

NIM. 16620004/S-1

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK

IBRAHIM MALANG

2020

HALAMAN PENGESAHAN
SIMULASI KEKERINGAN PEG 6000 BEBERAPA KULTIVAR
KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) SECARA IN VITRO
SKRIPSI

Oleh:

ALIFKA INAHANA

NIM. 16620004/S-1

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

Penguji Utama :	Suyono, MP NIP. 197106222003121002
Ketua Penguji :	Ruri Siti Resmisari, M.Si NIP.1979012320160801
Sekretaris Penguji :	Dr. Evika Sandi Savitri, M.P NIP. 197410182003122002
Anggota Penguji :	Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I NIPT. 201402011409

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, MP
NIP. 197410182003122002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah syukur penulis panjatkan atas terselesainya Skripsi ini

Pertama, penulis mengucapkan tahmid dan syukur tiada henti atas nikmat cinta dan kekuatan dari Sang Ilahi Robbi. Berkat-Nya penulis mendapat kemudahan, inspirasi, dan bekal ilmu yang bermanfaat. Sholawat dan salam selalu tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Terima kasih untuk kedua orang tuaku, Ibuk Eka Muzdalifah, Bapak Ikhwani. Beliau selalu memberikan dukungan, nasehat, semangat, pelipur lara, dan tentunya doa yang tidak pernah putus. Semoga Allah memberikan kesehatan dan panjang umur. Ketiga adikku, Angga, Farrasya, dan Salma yang menjadi penguat dan motivasi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Anggota keluarga yang lain kakek, nenek, bulik, om, sepupu yang selalu mendoakan yang terbaik.

Teruntuk Abi Imam Muslimin, dan Ibuk Nyai Chusnul Chaidaroh pengasuh pesantren Al-Adzkiya Nurus Shofa. Sebagai orang tua kedua, terima kasih telah membimbing dan mendidik secara spiritual.

Sebagai rasa hormat dan terima kasih kepada Bu Evika Sandi Savitri, M.PI selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan ilmu yang bermanfaat. Terima kasih kepada Ibu Bayyinatul Muchtaromah selaku Dosen Wali. Terima kasih pula kepada para Dosen Botani, Ibu Ruri Siti Resmisari, M.Si dan Bapak Suyono, M.P yang telah memberikan bimbingan dan arahan.

Terima kasih kepada Bidikmisi UIN Maliki dan Keluarga Besar Mahasiswa Bidikmisi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang (KBMB) 2016. Berkat Bidikmisi, perkuliahan sampai tahap Skripsi ini dapat berlangsung dengan lancar.

Teman-teman seperjuangan yang telah menemani belajar dan berproses bersama selama penelitian di laboratorium, Linalatil, Mita, Intan, dan Denis. Terima kasih telah membantu dalam menyumbangkan pikiran dan tenaga selama perjuangan pengerjaan skripsi dan penelitian. Ibu Lil Hanifah selaku laboran yang selalu ada di saat penulis membutuhkan pencerahan. Segenap teman-teman Biologi Angkatan 2016 yang telah bersama-sama berjuang mulai dari mahasiswa baru hingga menyelesaikan semester akhir. Teman-teman Biologi A yang telah menemani proses belajar selama 8 semester.

Teruntuk Mbak Hana terima kasih telah menemani, memotivasi, dan menghibur. Mbak Elly yang penuh kesabaran mendampingi, tempat mencurahkan pikiran, dan memberikan semangat untuk menjadi pribadi yang lebih baik. Mas Hilmi dan Mas Fadhil yang terus mengingatkan, bersama-sama melewati pahit manisnya mengerjakan Skripsi. Terima kasih kepada mbak-mbak dan mas-mas santri Anshofa yang telah memberikan semangat dan motivasi terutama teman-teman kamar Annisa'. Sahabat-sahabat anggota Cimol Godog yang terus menghibur dan membakar semangat dari jauh, Amal, Nata, Azmi, Riska, Siti, Mei, Afifah, Firman, Fauzi, Angga, Arkan, Jaya, Adhi, Bintang.

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alifka Inahana
NIM : 16620004
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/ Biologi
Judul penelitian Skripsi : Simulasi Kekeringan Peg 6000
Beberapa Kultivar Kentang
(*Solanum tuberosum* L.) Secara
In Vitro

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

Malang, Desember 2020

Yang membuat pernyataan,



Inahana

NIM. 16620004

SIMULASI KEKERINGAN PEG 6000 BEBERAPA KULTIVAR KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) SECARA *IN VITRO*

Alifka Inahana, Evika Sandi Savitri, M. Mukhlis Fahrudin

Email : alifkainahana@gmail.com

ABSTRAK

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan jenis tanaman sayur yang termasuk ke dalam empat bahan makanan pokok di dunia. Namun, kentang sering memiliki kendala pada saat penanaman yaitu sifat sensitif terhadap kondisi kekeringan. Salah satu solusi dari permasalahan ini yaitu penggunaan kultivar kentang yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pertumbuhan planlet beberapa kultivar kentang melalui simulasi kekeringan menggunakan Polietilen Glikol (PEG) sebagai agen penyeleksi untuk menciptakan kondisi kekeringan yang ditambahkan pada media *in vitro*. Menentukan konsentrasi konsentrasi yang tepat untuk mengelompokkan kultivar yang toleran, medium, atau peka pada kondisi tercekam kekeringan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dua faktorial. Faktor pertama yaitu kultivar kentang All Red, B08, dan B16 hasil subkultur. Sedangkan faktor kedua yaitu Konsentrasi PEG yang disimulasikan yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% yang memiliki tekanan osmotik 0 MPa, -0.13 MPa (1,26 bar), -0,19 MPa, -0,41 MPa. Penelitian ini menggunakan 12 kombinasi dan 3 kali ulangan. Simulasi kekeringan dengan PEG mengakibatkan penurunan pertumbuhan tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar. Penentuan kultivar yang toleran terhadap cekaman kekeringan dapat diketahui melalui penapisan simulasi kekeringan dengan konsentrasi 10%. Penghitungan Indeks Toleransi Cekaman Kultivar dapat mengelompokkan kultivar All Red tergolong toleran, B08 medium toleran, dan B16 tergolong peka.

Kata Kunci : *kultivar kentang, polietilen glukol, seleksi in vitro, simulasi kekeringan*

DRY SIMULATION WITH PEG 6000 SOME CULTIVARS OF POTATO (*Solanum tuberosum* L.) IN VITRO

Alifka Inahana, Evika Sandi Savitri, M. Mukhlis, F.

Email: alifkainahana @ gmail. com

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a type of vegetable that is included in the four staple foods in the world. However, potatoes often have constraints during planting, their sensitivity to drought conditions. One solution to this problem is the use of tolerant potato cultivars drought stress. The purpose of this research was to determine the plantlet of several potato cultivars growth through drought simulations using Polyethylene Glycol (PEG) as a selective agent to create dry conditions which were added to in vitro media. Determine the effective concentrations to classify cultivars that are tolerant, medium, or sensitive to drought-stressed conditions. This study used a two-factorial completely randomized design. The first factor is potato cultivars such as All Red, code B08, and B16 While the second factor is the simulated PEG concentration 0%, 5%, 10%, and 15% which have an osmotic pressure of 0 MPa, -0.13 MPa (1.26 bar), -0.19 MPa, -0.41 MPa. This study used 12 combinations and 3 replications. Drought simulation with PEG resulted in decreased shoot growth, number of leaves, number of roots, and root length. Determination of cultivars tolerant to drought stress can be determined through drought simulation screening with a concentration of 10%. The calculation of the Cultivar Stress Sensitive Index can classify the All Red cultivar as tolerant, B08 classified medium tolerant, and B16 are classified as sensitive.

Keywords: *potato cultivar, drought simulation, polyethylene glucol, shoot subculture,*

محاكاة الوند الجاف 6000 في عدة أصناف البطاطس (*Solanum tuberosum* L.) بالمختبر

أليفكا إينهاننا، إيفيكا ساندني سافيتري، محمد مخلص فخر الدين

البريد الإلكتروني: alifkainahana@gmail.com

المستخلص

البطاطس هي نوع من الخضروات التي تدخل في الأطعمة الأساسية الأربعة في العالم. ومع ذلك، غالبًا ما تواجه البطاطس مشاكل أثناء الزراعة، وهي حساسيتها لظروف الجفاف. أحد الحلول لهذه المشكلة هي استخدام أصناف البطاطس التي تتحمل إجهاد الجفاف. تهدف هذه الدراسة لتحديد استجابة مورفولوجيا النبتة للعديد من أصناف البطاطس من خلال محاكاة الجفاف باستخدام البوليثلين جلايكول (PEG) كوكيل التصفية لابتداع ظروف الجفاف المضافة إلى وسائل الإعلام في المختبر. اختار النباتات التي تستخدم تركيزات فعالية لتصنيف الأصناف المتحملة أو المتوسطة أو الحساسة للظروف المجهدة بالجفاف. تستخدم هذه الدراسة تصميمًا عشوائيًا عامليًا بالكامل. العامل الأول هو أصناف البطاطس مثل و All Red و B08 و B16 نتيجة للثقافات الفرعية. بينما العامل الثاني هو تركيز PEG المحاكى، أي 0٪، 5٪، 10٪، 15٪ والتي لها ضغط تناضحي 0 ميجا باسكال، -0.13 ميجا باسكال (1.26 بار)، -0.19 ميجا باسكال، -0.41 ميجا باسكال. تستخدم هذه الدراسة 12 توليفة و 3 مكررات. أدت محاكاة الجفاف باستخدام PEG إلى انخفاض نمو النبتة وعدد الورق وعدد الجذر وطول الجذر. يمكن تحديد الأصناف المتحملة لإجهاد الجفاف من خلال غلبة محاكاة الجفاف بتركيز 10٪. يمكن لحساب مؤشر تحمل الإجهاد الصنف أن يصنف صنف على أنه متسامح، و B08 متوسط، و B16 مصنف على أنه حساس الكلمات المفتاحية: أصناف البطاطس، محاكاة الجفاف، البوليثلين جلايكول، الاختبار في المختبر

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kami panjatkan atas ke hadirat Allah S.w.t., yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunianya sehingga Proposal Skripsi yang berjudul “Simulasi Kekeringan PEG 6000 Beberapa Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *In Vitro*” ini dapat terselesaikan sebagaimana mestinya. Selawat serta salam tidak lupa kita haturkan kepada junjungan Baginda Nabi Besar Muhammad SAW atas bimbingan beliau sehingga kita dapat membedakan mana yang benar dan mana yang salah.

Penulis mengucapkan terima kasih *jazakumullah khoiron katsiron* kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun proposal skripsi ini. Terima kasih ini penulis ucapkan kepada:

1. Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag.
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Dr. Sri Harini, M.Si.
2. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus sebagai dosen pembimbing yang begitu sabar memberikan bimbingan, arahan, dan meluangkan waktu untuk penulis sehingga proposal skripsi ini terselesaikan dngan baik. Semoga Allah Swt senantiasa memberikan barokah kepada beliau dan keluarga, Amiin.
3. M. Mukhlis Fakhruddin, M.S.I sebagai dosen pembimbing integrasi sains dan agama yang memberikan arahan serta pandangan sains dalam perspektif Islam. Semoga Allah Swt senantiasa memberikan barokah kepada beliau dan keluarga, Amiin.

4. Segenab Bapak/ Ibu Dosen dan Laboran Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Segenab keluarga, bapak, ibu, dan adik-adik yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi dan doa yang tanpa henti sehingga penulis diberi kelancaran dalam menyusun proposal skripsi ini
6. Seluruh teman-teman Biologi Angkatan 2016 dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis merasa masih banyak kekurangan baik pada teknis penulisan maupun materi. Hal ini karena keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, kami harapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun sehingga ke depannya kami dapat jadi lebih baik lagi untuk kebaikan kualitas proposal skripsi ini. Penulis berharap, proposal skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis maupun untuk para pembaca.

Wassalamu'alaikum wr. Wb.

Malang, 28 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
المستخلص	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	xvii
SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan	6
1.4 Hipotesis	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kentang.....	8
2.1.1 Kentang Menurut Islam	8
2.1.2 Deskripsi dan Klasifikasi Tanaman Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	11

2.1.3 Kultivar Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	14
2.1.4 Habitat dan Cara Budidaya Kentang	16
2.1.5 Manfaat dan Khasiat Kentang.....	16
2.2 Cekaman Kekeringan.....	17
2.3 Teknik <i>In Vitro</i>	20
2.3.1 Subkultur Tunas Kentang secara <i>In Vitro</i>	21
2.4 PEG (<i>Polyethylene Glycol</i>) sebagai Agen Penyeleksi.....	22
2.4.1 Pengaruh PEG terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	23
2.5 Seleksi Tanaman Secara <i>in vitro</i> Menggunakan PEG	25
BAB II METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Rancangan Penelitian.....	28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.3 Alat dan Bahan	29
3.3.1 Alat	29
3.3.2 Bahan.....	29
3.4 Prosedur Penelitian	29
3.4.4 Sterilisasi Ruangan	31
3.4.5 Subkultur.....	31
3.4.6 Perlakuan dengan PEG	31
3.4.7 Pemeliharaan.....	32
3.4.8 Pengamatan.....	32
3.5 Analisis Data.....	33
3.6 Desain Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pertumbuhan Tunas Kentang pada Pemberian Beberapa Konsentrasi PEG.....	35
4.2 Penentuan Konsentrasi PEG 6000 sebagai Penentuan Tingkat Toleransi Cekaman Kekeringan pada Kultivar Kentang	42
4.3 Dialog Penelitian Sains dengan Islam.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	49

DAFTAR TABEL

3.1 Pengombinasian perlakuan kultivar dan konsentrasi PEG	28
4.1 Pengaruh kultivar terhadap hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar.....	35
4.2 Pengaruh konsentrasi PEG terhadap hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar.....	36
4.3 Pengaruh interaksi konsentrasi PEG dan kultivar terhadap parameter hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar.....	37

DAFTAR GAMBAR

2.1 Perawakan Tanaman Kentang..... 13

2.2 Kultivar kentang All Red 15

3.1 Skema desain penelitian..... 34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Media Dasar (MS) 53

Lampiran 2. Perhitungan Konsentrasi PEG 6000 54

Lampiran 3. Perhitungan Indeks Sensitivitas Cekaman 55

Lampiran 4. Alat dan Bahan Penelitian 56

Lampiran 5. Hasil Penelitian 60

Lampiran 6. Data Pengamatan..... 61

Lampiran 7. Analisis Statistik..... 64

PEDOMAN PENGGUNAAAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun terbuka untuk umum. Dengan konsekuensi bahwa hak cipta milik penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, namun pengutipan harus dengan izin penulis dan setiap penulisan harus dengan kaidah ilmiah.



SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/ Singkatan

ANAVA	Analisis Varian
cm	centimeter
CO ₂	Carbon dioksida
DMRT	Duncan Multiple Range Test
HCl	Asam Klorida
HST	Hari Setelah Tanam
ISC	Indeks Sensitivitas Cekaman
LAFC	Laminar Air Flow Cabinet
Mg	miligram
mL	mililiter
MPa	Megapascal
MS	Murashige and Skoog
MST	Minggu Setelah Tanam
NaOH	Natrium Hidroksida
PEG	Polyethylene Glycol
pH	power of Hidrogen
RAL	Rancangan Acak Lengkap
UV	Ultraviolet
Zn	Zink
ZPT	Zat Pengatur Tumbuh
°C	derajat Celcius

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia kaya akan sumber daya alam. Sebagian besar tanah di Indonesia dimanfaatkan oleh para petani untuk bercocok tanam. Indonesia memiliki tanah yang dapat ditumbuhi berbagai macam tumbuhan seperti sayuran, buah-buahan dan tanaman hias. Kekayaan alam Indonesia yang melimpah ruah ini dapat dijadikan sebagai sumberdaya yang patut diolah menjadi komoditas yang memiliki nilai ekonomi.

Allah berfirman dalam Alquran surat Thaha ayat 53 yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَوَسَّلَ لَكُم فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى

(طه/20)

Artinya: (Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit.” Kemudian Kami tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan. (Taha/20:53) (Terjemah Kemenag 2002).

Jalaluddin al-Mahalli dan Jalaluddin as-Suyuthi menafsirkan surat Thaha ayat 53 bahwa pada Allah menumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis bermacam-macam (tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam). Lafadz *Syatta* ini menjadi kata sifat Lafal *Azwaajan*, maksudnya, yang berbeda-beda warna dan rasa serta lain-lainnya. Lafal *syattaa* ini adalah bentuk jamak dari lafal *Syatiitun*, wazannya sama dengan lafal *Mardhaa* sebagai jamak dari lafal *Mariidhun*. Ia berasal dari kata kerja *Syatta* artinya *tafarraqa* atau berbeda-beda.

Surat Thaha ayat 53 ini menerangkan tentang diciptakannya tumbuhan yang bermacam-macam. Keanekaragaman tumbuhan merupakan ciptaan Yang Mahakuasa yang seharusnya dipelajari dan dikaji sehingga dapat digunakan untuk kesejahteraan masyarakat. Keanekaragaman tumbuhan merupakan suatu fenomena alam bagian dari tanda-tanda kekuasaan Allah S.wt. Adapun tanda-tanda tersebut hanya orang-orang

berakallah yang dapat mengetahuinya. (Rossidy, 2008).

Al-Quran tidak perlu dibuktikan. Al-Qur'an menjelaskan semua yang ada di alam semesta ini secara global. Alquran memiliki mukjizat baik dari segi kandungan, maupun dari segi teks. Alquran juga bisa mengeluarkan mukjizat meskipun hanya satu surat, bahkan hanya beberapa ayat. Alquran dapat menjelaskan apa-apa yang terjadi di waktu yang akan datang. Inilah yang dijadikan dasar atau pedoman bagi orang-orang yang berakal untuk mengungkap rahasia dari Alquran. Orang-orang berakal yang dimaksud di sini adalah para peneliti. Para peneliti melakukan sebuah penelitian dengan tetap berpedoman pada Alqur'an dan As-Sunah.

Allah menurunkan Alquran surat Fussilat ayat 39 :

وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْتَرَى الْأَرْضَ خَاشِعَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ إِنَّ الَّذِي أَحْيَاهَا لَمُحْيٍ
الْمُوتَى إِنَّهُ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٣٩﴾

Artinya: "Dan sebagian dari tanda-tanda (kebesaran)-Nya, engkau melihat bumi itu kering dan tandus, tetapi apabila Kami turunkan hujan di atasnya, niscaya ia bergerak dan subur. Sesungguhnya (Allah) yang menghidupkannya pasti dapat menghidupkan yang mati; sesungguhnya Dia Mahakuasa atas segala sesuatu." (Terjemah Kemenag 2002).

Dan sebagian dari tanda-tanda kebesaran dan kekuasaan-Nya adalah engkau melihat dengan kasat mata atau dengan pemikiran bumi itu kering dan tandus juga gersang dan mati, tetapi apabila Kami turunkan hujan dari langit di atas tanah yang kering dan tandus itu, niscaya dengan air hujan ia bergerak dan subur memberikan kehidupan, sehingga dapat ditumbuhi oleh tanam-tanaman yang sangat diperlukan oleh manusia dalam kehidupan. Ketahuilah, bahwa sesungguhnya Allah-lah yang menghidupkannya, dan dengan demikian pasti Allah dapat menghidupkan yang mati; sesungguhnya Dia Mahakuasa atas segala sesuatu (Tafsir Ringkas Kemenag, 2002).

Telah diterangkan pada ayat tersebut bahwa, air dapat menghidupkan dan menyuburkan tanah yang kering dan tandus. Tanah yang kering dan tandus akan menimbulkan cekaman pada pertumbuhan suatu tanaman (*drought stress*). Apabila suatu tanaman tercekam, tentunya produksi dari tanaman tersebut akan mengalami penurunan. Sebagai makhluk yang berakal, manusia seyogyanya bisa memecahkan permasalahan ini dengan memohon kepada Allah S.w.t untuk menunjukkan jalan.

Allah tidak pernah membebani seseorang di luar batas kemampuannya. Maka dari itu dapat diambil sebuah hikmah bahwa Allah selalu menunjukkan tanda-tanda kebesarannya salah satunya dengan menciptakan suatu cekaman kekeringan bagi tumbuhan. Namun atas kuasa Allah, Dia juga menciptakan tumbuhan yang dapat bertahan pada kondisi cekaman kekeringan. Sehingga produksinya tidak mengalami penurunan.

Cekaman kekeringan menjadi salah satu faktor pembatas dalam produksi tanaman kentang. Kentang dianggap sebagai tanaman yang sensitif terhadap kondisi kekeringan. Produksi kentang menjadi terancam karena sering terjadi cekaman kekeringan (Obidiegwu, *et al.*, 2015). Hal ini disebabkan karena tersedianya air sangat menentukan kondisi tanaman. Apabila air tidak mencapai kapasitas lapang, maka akan terjadi kondisi kekeringan (*drought stress*). Salah satu tindakan untuk mengatasi permasalahan budidaya tanaman kentang pada kondisi kekeringan ini yaitu penggunaan kultivar yang tahan atau toleran terhadap *drought stress*. Hal ini dikarenakan penurunan daya akibat *drought stress* tanaman yang toleran lebih sedikit dibanding genotipe tanaman yang tidak toleran (Rahayu *et al.*, 2005). Beberapa kultivar yang tahan terhadap kekeringan mengalami pertumbuhan vegetatif yang baik, baik kondisi kekeringan ataupun optimal (Handayani *et al.*, 2019).

Kultivar tanaman kentang yang toleran terhadap cekaman kekeringan bisa didapatkan melalui seleksi. Seleksi kultivar kentang dilakukan agar dapat dipastikan tercapainya hasil panen di bawah cekaman kekeringan. Selama ini seleksi tanaman kentang bisa dilakukan secara konvensional dengan cara melakukan pengurangan penyiraman. Teknologi yang semakin maju menjadikan seleksi toleran pada tanaman menggunakan *in vitro*. Seleksi *in vitro* merupakan

metode efektif dan efisien untuk mempercepat seleksi bibit kentang yang berkualitas tinggi, bebas penyakit, dan seragam (Mohapatra, 2018).

Seleksi *in vitro* memiliki beberapa keunggulan di antaranya meminimalisasi variasi, karena nutrisi dan media telah ditentukan dalam kondisi terkendali. Selain itu juga mempertahankan homogenitas perlakuan *stress*, membutuhkan tempat yang relatif kecil, dan hanya membutuhkan waktu yang lebih singkat dibanding konvensional (Saepudin *et al.*, 2017). Sehingga seleksi tanaman melalui *in vitro* efektif untuk menyeleksi beberapa kultivar kentang.

Seleksi *in vitro* terhadap beberapa kultivar kentang melalui simulasi kekeringan menggunakan penambahan larutan Polietilen Glikol (PEG) pada media penyeleksi. Larutan osmotik PEG (Polietilen glikol) ini sering dimanfaatkan sebagai simulator *drought stress* pada tanaman. Penggunaan PEG bertujuan untuk menciptakan kondisi kekeringan yang ditambahkan pada media *in vitro* (Rahayu *et al.*, 2005). Seleksi *in vitro* menggunakan media seleksi seperti PEG diharapkan dapat membantu dalam mengembangkan kultivar tanaman yang bersifat toleran terhadap cekaman kekeringan (Krizek, 1985). Sehingga dapat diketahui kultivar kentang yang tahan pada kondisi tercekam kekeringan.

Polietilen Glikol (PEG) dapat menahan air sehingga tidak tersedia untuk tanaman. Jumlah larutan PEG untuk menyeleksi air sesuai konsentrasi dan beratnya molekul. PEG bersifat larut, tidak beracun, dan sulit untuk diserap. Maka dari itu PEG efektif untuk merangsang kondisi kekeringan. Diharapkan metode seleksi menggunakan PEG dapat mengidentifikasi respons tanaman kentang yang tercekam kekeringan secara *in vitro*, sehingga tetap konsisten secara *ex vitro* (Sirait & Charloq (2017).

Simulasi kekeringan dengan teknik *in vitro* menggunakan berbagai konsentrasi larutan PEG 6000. Konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 15% digunakan untuk simulasi karena memiliki tekanan osmotik yang setara dengan 0 MPa, -0.13 MPa (1,26 bar), -0,19 Mpa, -0,41 Mpa. Kapasitas lapang (*field capacity*) tanah memiliki potensial 0,3 bar. Adapun pada kelembapan kritis (koefisien layu) potensial osmotiknya 15 bar (Michel dan Kaufman (1973) dalam (Rahayu *et al.*, 2005). Simulasi kekeringan tidak menggunakan konsentrasi PEG lebih dari 20 % karena pada media yang

kekeringan air karena diikat oleh PEG tidak dapat digunakan oleh eksplan. Semakin meningkatnya konsentrasi PEG maka semakin besar air sulit masuk (Arianti, 2015).

Penggunaan PEG sebagai simulator stress osmotik dapat mengurangi pemanjangan sel. Sirait & Charloq (2017) melaporkan bahwa perlakuan PEG secara signifikan menurunkan jumlah akar, nodus dan daun, tinggi planlet, dan berat kering kentang. Semakin tinggi konsentrasi PEG semakin rendah berat kering planlet. Menurut Handayani, *et al.* (2018) secara morfologi, masing-masing kultivar yang telah diberi cekaman kekeringan memberikan respons yang tidak sama. Respons tersebut antara lain layunya tanaman, kecilnya ukuran daun, tegaknya tumbuh tanaman, menguning dan menggulungnya daun.

Penelitian cekaman kekeringan secara *in vitro* pada kentang pernah dilakukan menggunakan media $\frac{1}{2}$ MS yang terdiri atas dua faktorial perlakuan yaitu 5000 dan 6000 mg/L. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan PEG 6000 mg/L mengakibatkan berkurangnya persentase kelangsungan hidup planlet, tinggi plantlet, dan berat kering. Berat kering planlet kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada konsentrasi 6000 mg/L menurun menjadi 0,74 gram dari 0,77 gram dengan penambahan PEG konsentrasi 5000 mg/L (Sirait & Charloq, 2017).

Seleksi *in vitro* telah dilakukan pada penelitian Saepudin *et al.* (2017) melaporkan bahwa seleksi secara *in vitro* digunakan untuk menyeleksi tanaman yang tahan akan kondisi kekeringan dengan menambahkan PEG. Seleksi tersebut telah berhasil dilakukan pada tanaman jagung, kacang, sorgum, pisang, dan beberapa genotip kedelai seperti Tidar, B3731, MSC8606, JS 335, Collina dan Korada. Menurut Masyitoh (2019) berhasil meneliti bahwa penambahan konsentrasi PEG 15 % dalam media seleksi *in vitro* dapat menurunkan pertumbuhan tanaman kentang dengan persentase eksplan hidup 50 %. Hasil penelitian Rahayu (2005) PEG 6000 15 % yang ditambahkan pada media *in vitro* dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menyeleksi beberapa kultivar kacang menjadi kelompok yang toleran dan peka. Sedangkan pada hasil peneltian Savitri (2010) menunjukkan bahwa PEG 5% mampu menyimulasi *drought stress* dan melalui

perhitungan indeks sensitivitas, dapat digolongkan beberapa kultivar kedelai yang toleran dan peka.

Beberapa hasil penelitian tersebut melatarbelakangi penelitian ini yang bertujuan untuk mencari metode uji kekeringan pada tanaman kentang. Metode uji kekeringan tanaman kentang ini menggunakan kultivar kentang yang telah diketahui ketahanannya yaitu kultivar All Red yang tergolong toleran, sedangkan dua lainnya dengan kode B08 dan B16. Adapun simulasi kekeringan menggunakan PEG dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 15%.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini mengambil rumusan masalah:

1. Bagaimana pertumbuhan tiga kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada media seleksi PEG 6000 beberapa konsentrasi untuk membuktikan tingkat toleran?
2. Berapakah konsentrasi PEG 6000 yang tepat untuk membuktikan tingkat toleran cekaman kekeringan pada tiga kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.)?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pertumbuhan tiga kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada media seleksi PEG 6000 beberapa konsentrasi untuk menentukan tingkat toleran
2. Menentukan konsentrasi PEG 6000 yang tepat untuk untuk menentukan tingkat toleran cekaman kekeringan pada tiga kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.)

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini yaitu:

1. Terdapat pengaruh nyata pertumbuhan kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada penambahan PEG 6000 beberapa konsentrasi
2. Pada konsentrasi 10% dapat digunakan untuk menyeleksi tiga kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.) berdasarkan tingkat toleransinya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu:

1. Dapat dijadikan dasar penelitian lain sebagai metode seleksi tanaman untuk mendapatkan kultivar yang toleran

2. Untuk dapat menyeleksi kultivar tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) subkultur yang tahan (toleran) akibat cekaman kekeringan melalui teknik kultur *in vitro*
3. Dapat dijadikan alternatif dalam budidaya kentang secara seragam, banyak, cepat, efisien, dan toleran terhadap cekaman kekeringan

1.6 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yaitu:

1. Plantlet subkultur yang digunakan berasal dari Laboratorium Kultur Jaringan Condido Agro Pasuruan, Jawa Timur yang telah berumur 14 minggu setelah tanam subkultur ke-5
2. Subkultur tunas menggunakan tunas aksilar nodus kedua dan ketiga dari ujung.
3. Kultivar kentang yang diujikan yaitu All Red (tahan kekeringan), kode B08, dan B16
4. Media dasar yang dipakai untuk penelitian yaitu media $\frac{1}{2}$ MS (*Murashige* dan *Skoog*) tanpa penambahan zat pengatur tumbuh
5. Berat molekul PEG yang dipakai yaitu 6000 (PEG 6000)
6. Perlakuan tingkat konsentrasi PEG yaitu 0, 5, 10, dan 15%
7. Tanaman subkultur diinkubasi dalam ruangan bersuhu 21°C.
8. Parameter morfologi plantlet hasil cekaman yaitu hari muncul tunas, panjang tunas, jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, panjang akar, dan indeks sensitivitas cekaman.
9. Plantlet hidup adalah plantlet yang bebas dari kontaminan, dan tidak *browning*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kentang

2.1.1 Kentang Menurut Islam

Allah telah menciptakan turunya hujan dan diciptakan olehnya beberapa macam tumbuh-tumbuhan yang berada di muka bumi. Tumbuhan ini digunakan semua makhluk hidup sebagai sumber kehidupan. Allah mengaruniai makhluk-makhluk-Nya dengan kenikmatan yang sangat besar. Allah juga menurunkan Alqur'an yang di dalamnya disebutkan beberapa tumbuhan yang mempunyai banyak kegunaan dan manfaat.

Rosyidi (2008) menyatakan bahwa pada Surat Thaha ayat 53 menerangkan tentang diciptakannya tumbuhan yang bermacam-macam. Keanekaragaman tumbuhan merupakan ciptaan Yang Mahakuasa yang seharusnya dipelajari dan dikaji sehingga dapat digunakan untuk kesejahteraan masyarakat. Keanekaragaman tumbuhan merupakan suatu fenomena alam yang termasuk tanda-tanda kekuasaan Yang Mahakuasa. Adapun tanda-tanda tersebut hanya orang-orang berakallah yang dapat mengetahuinya.

Firman Allah dalam Alquran Surah Ali Imran 190-191 yang berbunyi:

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

Artinya : “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, (190) (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya

berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka” (191) (Terjemah Kemenag 2002).

Setelah menjelaskan keburukan-keburukan orang Yahudi dan menegaskan bahwa langit dan bumi milik Allah, pada ayat ini Allah menganjurkan untuk mengenal keagungan, kemuliaan, dan kebesaranNya. Sesungguhnya dalam penciptaan benda-benda angkasa, matahari, bulan, beserta planet-planet lainnya dan gugusan bintang-bintang yang terdapat di langit dan perputaran bumi pada porosnya yang terhampar luas untuk manusia, dan pergantian malam dan siang, pada semua fenomena alam tersebut terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang yang berakal yakni orang yang memiliki akal murni yang tidak diselubungi oleh kabut ide yang dapat melahirkan kerancuan. Orang-orang berakal yaitu orang-orang yang senantiasa memikirkan ciptaan Allah, merenungkan keindahan ciptaan-Nya, kemudian dapat mengambil manfaat dari ayat-ayat kauniyah yang terbentang di jagat raya ini, seraya berzikir kepada Allah dengan hati, lisan, dan anggota tubuh. Mereka mengingat Allah sambil berdiri dan berjalan dengan melakukan aktivitas kehidupan. Mereka berzikir kepada-Nya seraya duduk di majelis-majelis zikir atau masjid, atau berzikir kepada-Nya dalam keadaan berbaring menjelang tidur dan saat istirahat setelah beraktivitas, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi sebagai bukti kekuasaan Allah yang Mahaagung seraya berkata, “Ya Tuhan kami! Kami bersaksi bahwa tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia melainkan mempunyai hikmah dan tujuan di balik ciptaan itu semua. Mahasuci Engkau, kami bersaksi tiada sekutu bagi-Mu. Kami mohon kiranya Engkau melimpahkan taufik agar kami mampu beramal saleh dalam rangka menjalankan perintah-Mu, dan lindungilah kami dari murka-Mu sehingga kami selamat dari azab neraka (Tafsir Ringkas Kemenag, 2002).

Bagi orang-orang yang berakal dan berpikir, bahwa Allah menciptakan beraneka macam tumbuhan bukan tanpa alasan. Masing-masing tumbuhan tersebut memiliki keragaman, kegunaan, ketahanan hidup pada lingkungan yang berbeda-beda. Misalnya tanaman kentang yang termasuk salah satu spesies dari genus *Solanum* yang berasal dari famili *Solanaceae*. Pada umumnya, kentang termasuk tanaman yang rentan

terhadap kekeringan. Namun ada beberapa kultivar kentang yang sudah terbukti tahan terhadap cekaman kekeringan. Maka dari itu, sebagai makhluk Tuhan yang berakal yaitu peneliti, sudah sepantasnya untuk melakukan penelitian guna menguji dan mencari jenis kentang mana yang tahan terhadap cekaman kekeringan. Untuk menguji ketahanan tersebut, pastilah diperlukan suatu metode untuk menyeleksi dan menggolongkan jenis tersebut menjadi rentan, medium, atau tahan. Melalui ayat Alquran inilah yang menjadi dasar untuk dilakukannya penelitian tentang simulasi kekeringan terhadap pertumbuhan kentang sehingga didapatkan suatu metode yang dapat menyeleksi kultivar kentang yang tahan terhadap kondisi cekaman kekeringan.

Allah berfirman dalam Alquran surat Asysyu'ara (26) ayat 7 sampai 8 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik? Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda (kebesaran Allah), tetapi kebanyakan mereka tidak beriman.” (Terjemah Kemenag 2002)

Menurut Tafsir Ringkas Kemenag (2002) Allah kemudian mengajak mereka untuk belajar dari alam seluruh, agar mereka tahu bahwa hanya Allah saja yang berhak untuk disembah. Dan apakah mereka yaitu orang musyrik itu, tidak memperhatikan apa yang mereka lihat di hamparan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan tumbuh-tumbuhan yang baik dan membawa banyak sekali kemanfaatan bagi manusia. Bukankah itu pertanda atas kekuasaan Allah, dan anugerah-Nya yang tak terhingga kepada manusia? Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda kebesaran Allah yang mampu menghidupkan tanah yang gersang, menciptakan berbagai ragam tanaman, dan tetumbuhan. Akan tetapi, Betapa pun banyaknya bukti-bukti kekuasaan Allah yang ada di hadapan mereka, kebanyakan mereka tidak beriman, karena kedengkian, takabur, dan ingin mempertahankan status

sosial mereka. Akhirnya Allah mengunci hati, pengelihatan dan pendengaran mereka. (Asy-Syu'ara'/26:7-88)

Allah dapat menghidupkan tanah yang gersang, kondisi inilah yang menjadi dasar penelitian ini bahwa tanah yang gersang dianalogikan sebagai media tumbuh tanaman yang mengalami cekaman (kurang dari kapasitas lapang). Namun Allah dapat menumbuhkan sesuatu di atasnya. Ini merupakan sesuatu yang mungkin terjadi, bahwa ada tanaman yang dapat tumbuh pada kondisi kekeringan. Hal tersebut merupakan bukti kekuasaan Allah. Untuk menampakkan tanda kekuasaan Allah tersebut perlu adanya penelitian yang dapat terukur dan teruji agar dapat diterima oleh akal pikiran manusia.

2.1.2 Deskripsi dan Klasifikasi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Kentang merupakan tanaman endemik dari benua Eropa. Sumber asli keanekaragaman genetiknya berasal dari Pegunungan Andes, Bolivia yang menyebar ke Eropa melalui pedagang Spanyol. Setelah itu menyebar ke Asia dan Afrika hingga sampai di Indosia. Pada tahun 1794 kentang mulai diperkenalkan di Indonesia oleh para penjajah Belanda yang menempati daerah Jawa Barat. Masyarakat menanam kentang untuk menyediakan stok pangan. Sekarang, kentang telah menyebar ke seluruh daerah di Indonesia (Sunarjono, 2007)

Kentang merupakan tanaman sayur semusim yang umurnya antara 90-180 hari (Samadi, 2007). Tanaman ini tergolong tanaman herba yang dapat tumbuh tinggi 0,5 sampai 1 meter. Batangnya berada di bawah tanah (stolon) mengandung umbi yang dapat dimakan. Akarnya bersifat adventif, daunnya *odd-pinnate* kadang-kadang *bipinnate*. Bunganya berwarna putih, buahnya berbentuk seperti *berry* berdiameter 2 sampai 4 cm. kentang yang dibudidayakan merupakan tetraploid dengan kromosom $2n = 4x = 48$ (Mohapatra, 2018).

Daun kentang berselang-seling dan majemuk, asimetris, menyirip. Jumlahnya 6 sampai 8 pasang helaian, dan helaian interstitial lebih kecil. Tangkai daun panjangnya 2,5 sampai 5 cm, berbentuk bulat dan berwarna hijau gelap. Tunas yang tumbuh pada aksil daun menghasilkan rimpang membentuk umbi. Akar kentang berserat. Benihnya

berasal dari biji yang mengandung endosperm (Sunarjono, 2007). Daun adalah tempat berlangsungnya fotosintesis. Hasil fotosintesis ini untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bagi tanaman itu sendiri. Harapannya, pertumbuhan yang semakin baik didukung oleh semakin banyaknya daun yang tumbuh (Sari *et al.*, n.d.)

Kentang memiliki bunga yang bentuknya seperti terompet, tumbuh di bagian ujung cabang. Kelopak bunganya ada 5 helai dan berwarna hijau. Mahkotanya berjumlah 5 yang lebar menyerupai bintang. Mahkotanya dapat berwarna ungu, merah, atau putih sesuai warna kulit dan umbinya. Kentang memiliki bunga yang sempurna (hermafrodit) atau dalam satu tanaman terdapat organ jantan dan betina (monoceus). Organ jantan terdiri atas stamen yang berjumlah 5, tepung sari di dalam anter berbentuk bulat panjang dan memiliki 2 lokus. Sedangkan kepala putik, tangkai putik (stillus), dan gynocium merupakan bagian dari organ betina (Sunarjono, 2007).

Kentang memiliki bunga tunggal, bentuknya aktinomorpi, dan biseksual. Kaliksnya menyatu, terdiri atas 5 sepal yang katupnya saling menyatu. Korola menyatu, ada 5 petal. Androcium memiliki 5 stamen yang berbentuk epipetalus. Gynocium berbentuk sinkarpus, bikarpellar, ovari superior bilokular, plasenta memiliki banyak vaculus. Bunga pada kentang memiliki dua jenis penyerbukan, yaitu penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang oleh serangga, lebah, dan burung. Bijinya berjumlah banyak, memiliki endosperm (Sahair, Sneha, Raghu, Ts, & Karthikeyan, 2019).

Kentang memiliki buah yang berada pada tandan dan berbentuk bulat layaknya kelereng. Warna buah ini hijau apabila umurnya muda, dan kehitaman jika telah tua. Di dalam buah terdapat kurang lebih 500 biji yang berwarna putih kekuning-kuningan. Setelah mengalami pembungaan dan pembuahan maka tanaman kentang akan mati (Sunarjono, 2007).

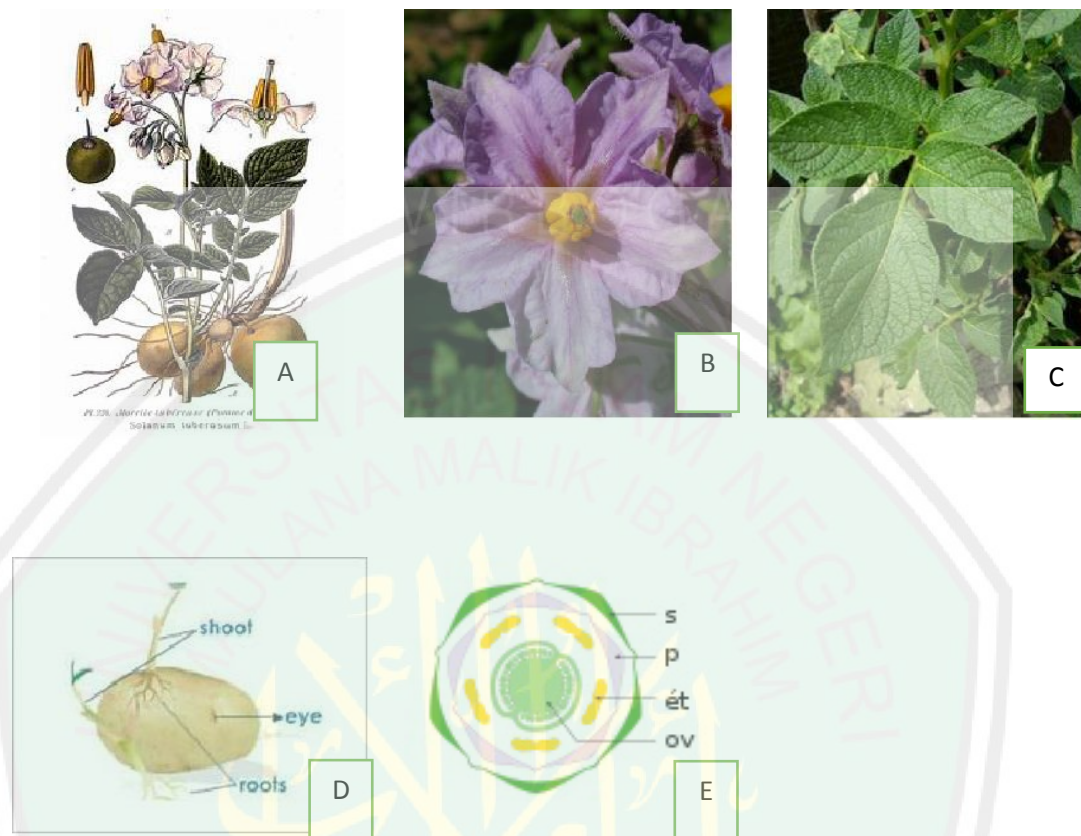
Kentang adalah tanaman herba tahunan yang berbentuk roset. Umbi kentang yaitu bagian dari bawah batang yang berada di dalam tanah dari mata tunas yang baru saja tumbuh (Sahar *et al.*, 2017). Umbi merupakan bagian batang tanaman kentang yang dimodifikasi berada di bawah tanah (Spooner, 2013). Secara morfologi, umbi batang kentang berdaging, memiliki kuncup dan mata pada axil berukuran kecil seperti daun.

Mata berada di depan ujung apikal umbi, dan beberapa berada di dekat stolon atau ujung basal. Jumlah dan penyebaran mata sesuai karakteristik masing-masing varietas (Sahar *et al.*, 2017). Ujung umbi (nose) Umbi kentang mengandung sekitar 80% air dan kandungan terbesarnya adalah zat tepung (Mohapatra, 2018).

Klasifikasi tanaman kentang menurut Sahair *et al.* (2019) :

Kingdom : Plantae
 Subkingdom : Vridaeplantae
 Divisi : Tracheophyta
 Subdevision : Spermatophytina
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Solanales
 Famili : Solanaceae
 Genus : Solanum
 Spesies : *Solanum tuberosum* L.

Tanaman kentang memiliki tiga tahapan pertumbuhan, tahapan pertama yaitu pertumbuhan, pertumbuhan paling tinggi, dan tahapan penyempurnaan umbi (Sulaeman, 1997). Hal-hal yang memengaruhi awal tumbuhnya tanaman kentang yaitu: kondisi pengairan, tunas, dan adanya hama penyakit. Tunas kentang akan berkembang menjadi beberapa organ seperti batang, stolon, dan membentuk umbi. Semenjak menanam bibit hingga tunas terlihat pada permukaan tanah membutuhkan waktu sekitar 10 sampai 14 HST (Utami *et al.*, 2015).



Gambar 2.1 Perawakan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) A. Perawakan daun, bunga, biji, umbi. B. Bunga berbentuk bintang C. Daun D. Umbi E. Diagram bunga (Sahair *et al.*, 2019)

2.1.3 Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Keanekaragaman spesies kentang (*Solanum tuberosum* L.) dapat dilihat berdasarkan kultivarnya. Kultivar merupakan kelompok tumbuhan yang sudah dilakukan penyeleksian beberapa ciri tertentu yang bisa dilihat perbedaan nyata terhadap kelompok yang lain. Apabila dibudidayakan dengan suatu metode, ciri khasnya dapat dipertahankan, baik seksual ataupun aseksual. Sedangkan varietas kentang sendiri dapat diartikan sebagai kelompok tanaman kentang spesies tertentu yang dibedakan dari bentuk, pertumbuhan, ekspresi atau kombinasi genotip dan tidak berubah apabila diperbanyak (Peraturan Pemerintah, 2000).

Perbedaan kultivar menyebabkan perbedaan ketahanan terhadap kondisi lingkungan seperti kekeringan, salinitas, dan suhu rendah. Kultivar kentang yang dipilih untuk diproduksi yakni kultivar kentang yang tumbuh dan berkembang secara optimal, bebas hama dan penyakit, sehingga menghasilkan produktivitas yang tinggi (Zulkarnain, *et al.* 2017). Benih yang ditanam harus dipilih dari varietas yang memiliki mutu baik dan unggul. Hal ini dilakukan agar tanaman kentang yang dibudidayakan dapat terjaga varietasnya, seragam, produktivitas tinggi, dan kondisinya sehat (Diwa, Dianawati, & Sinaga, 2015).

Karakteristik kentang dengan kultivar All Red yaitu kulit umbi berwarna merah dan daging umbi berwarna putih dengan pusaranya berwarna kemerahan. Daging umbinya memiliki pola yang unik. Produktivitasnya sangat cepat dan tinggi, serta tahan terhadap kekeringan (High Mowing Organic Seeds, 2020).

Karakteristik kentang dengan nomor B16 antara lain warna bunga merah violet. Warna kulit umbi putih sampai kuning. Sedangkan warna mata umbi kuning. Warna daging umbi kuning dan berbentuk oval sampai bulat. Tekstur kulit umbi kasar. Ukuran umbi medium dan masa dormansi sangat lama. Produktivitas sangat cepat dalam kondisi tanpa cekaman. Sedangkan nomor B08 cirinya produktivitasnya relative kurang cepat. (Rojat, nd).



Gambar 2.2 Kultivar kentang All Red

(sumber : <https://balitsa.litbang.pertanian.go.id/>)

2.1.4 Habitat dan Cara Budidaya Kentang

Kentang adalah tanaman yang berasal dari Peru terutama dari pegunungan Andean, dan daerah Bolivia dengan ketinggian 3000 mdpl. Kentang termasuk tanaman tropis atau subtropis yang tumbuh pada suhu yang relatif rendah. Penanaman kentang biasanya dilakukan pada lokasi dengan ketinggian lebih dari 1000 mdpl. Namun kentang dapat hidup di beberapa dataran medium di Indonesia dengan ketinggian 300 hingga 700 mdpl seperti Magelang, Tanah Datar Sumatera Barat, dan Yogyakarta (Handayani *et al.*, 2016).

Berbagai metode pemuliaan tanaman dilakukan agar kentang dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrem seperti panas, dingin, dan kekeringan. Kentang rentan terhadap serangan hama dan pathogen yang dapat menurunkan perkembangbiakan (Spooner, 2013). Budidaya kentang pada dataran medium tersebut mengalami banyak kendala seperti rendahnya produktivitas, mahalnya bibit, harga jual rendah, penyakit busuk pada umbi, penyakit layu yang ditimbulkan karena adanya bakteri dan jamur. Adapun penularan penyakit tersebut menyerang melalui umbi dan tanah. Pengendalian penyakit dapat dilakukan dengan memilih umbi dalam keadaan sehat, pengairan, dan pengaturan penanaman bibit (Handayani *et al.*, 2016).

Cara budidaya kentang adalah secara vegetatif melalui umbi (Sahar *et al.*, 2017). Umbi dapat terbentuk secara optimum pada suhu sekitar 18⁰ C. Umbi yang ditanam di daerah di dataran medium akan berubah karakter morfologinya. Hal ini terjadi karena pada dua kondisi yang berbeda akan mengakibatkan terjadinya perbedaan proses metabolisme. Apabila ditanam pada suhu yang tinggi, maka akan terjadi peningkatan kadar hormon giberelin sehingga pertumbuhan umbi menjadi terhambat (Handayani *et al.*, 2016).

2.1.5 Manfaat dan Khasiat Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) termasuk family Solanaceae (Sahar *et al.*, 2017b). Kentang termasuk empat bahan makanan pokok di dunia. Kentang dapat dijadikan bahan makanan untuk manusia dan juga hewan (Spooner, 2013). Kentang

mengandung karbohidrat (22%), protein (2%), lemak (0,1%), air (74%) dan mineral seperti kalium, natrium, yodium, magnesium, asam folat, piridoksin, vitamin C, asam askorbat, dan zat besi (Sahar, *et al.*, 2017).

Kandungan antioksidan yang relatif tinggi terkandung di dalam kentang. Kulit kentang kaya akan serat, Zn, zat besi, kalsium, kalium, vitamin B dan C. Kentang tersusun atas pati, serat kasar, vitamin, asam amino, mineral, dan senyawa bioaktif yang berguna karena mengandung senyawa antioksidan (Sahair *et al.*, 2019).

Kentang dapat dimanfaatkan sebagai bahan olahan makanan seperti kentang goreng, keripik, kalengan, dan kentang tumbuk untuk makan cepat saji (Farvin, *et al.*, 2012). Tepung dari kentang dapat digunakan untuk industri makanan seperti bahan pengental dan saus. Pada industri tekstil digunakan sebagai bahan perekat, pembuatan kertas, dan papan. Kentang juga digunakan untuk membuat minuman beralkohol (Mohapatra, 2018).

2.2 Cekaman Kekeringan

Cekaman adalah kondisi berubahnya lingkungan yang dapat menjadikan perubahan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga menyebabkan turunnya respons pertumbuhan dari kondisi optimum (Salisbury, 1995). Setiap makhluk hidup yang berada dalam kondisi lingkungan seperti itu dapat diukur tingkat toleransinya. Ishartati (2003) mengatakan bahwa makhluk hidup yang memiliki tingkat toleransi yang tinggi memiliki tanggapan terhadap lingkungan yang tinggi pula. Genetik adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan perbedaan tanggapan terhadap lingkungan yang diekspresi melalui fenotipnya.

Cekaman kekeringan adalah keadaan lingkungan yang dapat menyebabkan tanaman kekurangan air (Kramer, 1969). Cekaman kekeringan termasuk stress abiotik yang berpengaruh negatif terhadap berkembangnya tanaman. Peristiwa ini mengakibatkan perubahan fisiologi, biokimia, dan molekuler pada tumbuhan. Kondisi kekeringan dapat menghambat pembelahan sel, mengurangi tekanan turgor, mencegah transpirasi dan penyerapan bahan mineral yang dapat menurunkan pertumbuhan dan

perkembangan tanaman. Cekaman kekeringan dianggap sebagai faktor pembatas dalam produksi tanaman. (Simsek, 2018). Tidak adanya air merupakan tekanan abiotik yang berpengaruh negatif pada tanaman karena tumbuh kembangnya terhambat. Hal ini dikarenakan air berperan penting atau sebagai pereaksi dalam proses fotosintesis dan hidrolisis (Sirait & Charloq, 2017).

Byari & Al-rabighi (1995) melaporkan bahwa kekeringan dapat menyebabkan pengurangan jumlah daun secara signifikan. Kekeringan juga menurunkan berat kering daun, batang, dan akar tanaman. Menurut Handayani *et al.* (2018) tingginya tanaman, diameter pada batang, lebar tajuk, dan daun menentukan vigor tanaman. Vigor yang baik mampu mempertahankan tanaman dalam menghadapi cekaman kekeringan.

Respons tanaman terhadap *drought stress* bergantung pada volume air yang hilang. Lama cekaman dan kerusakan tanaman juga bergantung pada genotype tanaman, jenis, dan lama kehilangan air, umur dan tahap perkembangan, jenis organ dan sel. Perubahan konsentrasi senyawa osmotik terlarut, perubahan volume sel dan membrane, gradien potensial air, kehilangan turgor, denaturasi protein disebabkan karena kehilangan air pada tingkat seluler (Bray, 1997).

Mekanisme kekeringan pada tanaman yaitu stomata tidak berfungsi sehingga mengganggu pertukaran gas. Hal ini menyebabkan produksi ROS berlebih. Kekurangan air menghambat pembelahan sel, ekspansi permukaan daun, pertumbuhan batang, dan proliferasi akar. Semua faktor ini secara bersamaan dapat mengurangi produktivitas tanaman sehingga menyebabkan kematian (Osmolovskaya *et al.*, 2018).

Indikasi pertama yang dapat dilihat dari tumbuhan yang mengalami cekaman kekeringan antara lain akarnya cenderung tidak mengalami perkembangan (pendek dan tebal). Hal ini akan ada perbedaan menurut kultivar atau varietas suatu tanaman. Pada umumnya, karakteristik morfologi yang dapat diamati untuk membedakan suatu tanaman yang toleran dan peka yaitu dengan mengamati sistem akarnya (Vallejo dan Kelly, 1998).

Mekanisme pertahanan tumbuhan akibat cekaman terbagi atas 3 jenis yaitu escape (menghindari stress) dengan cara mempercepat siklus hidup. Contoh dari escape yaitu

dengan cara mempercepat pemasakan buah. Mekanisme avoidance yaitu mencegah stress agar tidak bisa masuk. Maksudnya, tumbuhan ini dapat menjaga potensial airnya dengan cara memaksimalkan dalam menyerap air dan mencegah hilangnya air. Tumbuhan ini dapat menjaga turgiditas dengan cara menambah kedalaman perakaran, menggulungnya daun untuk mencegah penguapan, dan mengatur reduktivitas stomata. Sedangkan toleran yaitu resisten atau pertahanan tumbuhan dari stress dengan cara menjaga turgiditas dan mampu mengatur tekanan osmotik (Mitra, 2001).

Beberapa tanaman sensitif terhadap cekaman kekeringan, salah satunya adalah tanaman kentang. Respons yang ditimbulkan dari simulasi kekeringan antara lain layunya tanaman, kecilnya ukuran daun, tegaknya pertumbuhan tanaman, menguning dan menggulungnya daun, serta mengeringnya tanaman. Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan menurun pertumbuhan vegetatifnya. Terutama pada daun, dengan cara mengurangi luas daun dalam rangka mengurangi terjadinya penguapan (Handayani *et al.*, 2018).

Kekurangan air pada lingkungan dapat ditandai dengan penurunan potensial air tanah (Y_w). Nilai Y_w 0 sampai -0.3 MPa merupakan nilai potensial air tanah pada kondisi lapang (kapasitas lapang). Sedangkan nilai di bawah -0.4 MPa yaitu kondisi stress sedang, potensial -1.5 sampai -2.0 merupakan stress berat dan kehilangan turgor permanen (Osmolovskaya *et al.*, 2018). Menurut Handoko (1995) titik layu permanen merupakan kandungan air tanah saat tanaman di atas layu permanen. Walaupun diberi air cukup, namun tidak dapat dipulihkan kembali. Sedangkan kapasitas lapang (*field capacity*) merupakan banyaknya air yang ditahan oleh tanah setelah kelebihan air meresap (Soepardi 1983).

Cekaman kekeringan dapat mengembangkan mekanisme toleransi pada tanaman untuk beradaptasi pada kondisi lingkungan yang tercekam (Osmolovskaya *et al.*, 2018). Pengembangan kultivar tanaman dengan cara peningkatan toleransi terhadap cekaman kekeringan dilakukan baik secara konvensional dengan metode pemuliaan dan secara *in vitro*. Kedua metode ini merupakan strategi yang penting untuk produksi tanaman di lahan yang kering. Penggunaan kultivar yang toleran terhadap cekaman

kekeringan lebih praktis dan hemat biaya dibandingkan dengan perbaikan teknologi dan fasilitas pertanian (Saepudin *et al.*, 2017). Tanaman kentang memiliki sifat kompleks apabila toleran terhadap cekaman kekeringan. Beberapa kultivar yang terseleksi terhadap kekeringan mengalami pertumbuhan vegetatif yang baik, baik kondisi kekeringan ataupun optimal (Handayani *et al.*, 2019).

Penentuan kultivar dan jenis tanaman tidak luput dari peran serta iklim. Penyinaran matahari, CO₂ dan air memengaruhi keberhasilan dalam produksi tanaman. Adapaun faktor yang paling penting yakni keseimbangan air (Goldsworthy dan Fisher 1996). Fungsi air yaitu sebagai translokator zat hara dan diperlukan saat proses fotosintesis (Fitter dan Hay 1994). Iklim, pengairan air, tanah, teknik penanaman memengaruhi kebutuhan air pada tanaman. Air mengalami siklus melalui transpirasi tumbuhan dan menguap langsung dari tanaman menuju udara lalu masuk kembali ke dalam tanah (Arsyad, 1992).

2.3 Teknik *In Vitro*

Teknik kultur *in vitro* merupakan teknik pengisolasian organ tanaman, misalnya daun, tunas, akar, biji dengan cara menumbuhkannya di medium steril di mana terkandung nutrisi di dalamnya dengan ditambahkan zat pengatur tumbuh (ZPT). Tempat tumbuhnya yaitu di dalam wadah transparan. Bagian tanaman mampu meregenerasi diri menjadi tanaman yang utuh, sehingga bisa memproduksi bibit yang banyak dan dalam waktu yang tidak terlalu lama, tidak tergantung cuaca/musim, dan menghasilkan benih yang terbebas dari serangan hama dan penyakit (Fauzy, 2016).

Kultur *in vitro* merupakan metode yang efektif dan efisien untuk mempercepat produksi plantlet kentang yang berkualitas tinggi, bebas penyakit, seragam, produksi microtuber. Maka dari itu, metode ini dapat menjadi jalan keluar alternatif untuk memenuhi permintaan benih yang berkualitas yang disebabkan karena terjadi beberapa masalah mengenai propagasi secara konvensional (Mohapatra, 2018). Teknik *in vitro* merupakan teknik yang efisien untuk memperbanyak spesies karena secara konvensional memakan waktu berbulan-bulan.

Medium yang paling banyak dipakai dalam kultur *in vitro* adalah Murashige dan Skoog (MS). Murashige dan Skoog (MS) sekarang sudah banyak dimodifikasi yang bertujuan eksplan agar hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh berkembang bebas dari kontaminan (Fauzy, 2016). Masing-masing jenis tanaman membutuhkan komposisi media yang berbeda. Bahan yang terkandung dalam media antara lain garam mineral, vitamin, hormon, serta bahan tambahan agar dan gula (Trigiono and Gray, 2000).

Media MS (Murashige dan Skoog) terdiri atas meso-inositol (4,43 gram/L), tiamin HCl, adenin sulfat (0,04 mg/L), *nicotinic acid* (0,005 mg/l) dan piridoksin (0,005 mg/L). Sukrosa yang diberikan sebanyak 30 g/L. Sedangkan pH medium 5,7 sehingga dihasilkan medium yang semi padat. Botol yang berisi media diautoklaf selama 20 menit pada suhu 121° C (Sahar, *et al.*, 2017).

Elimasni *et al.* (2006) dalam penelitiannya menyatakan bahwa media paling baik untuk proliferasi dan diferensiasi tunas eksplan terung (*Solanum melongena*) adalah MS 0. Begitu pula untuk subkultur tunas planlet menggunakan media MS 0 selama 4 MST.

2.3.1 Subkultur Tunas Kentang secara In Vitro

Kentang (*Solanum tuberosum*) L. dapat diperbanyak melalui umbi. Karena tingkat multiplikasi yang rendah dan rentan terhadap penyakit, maka mikropropagasi secara *in vitro* dilakukan untuk perbanyak dalam skala besar dan terbebas dari berbagai penyakit. Eksplan yang telah disterilkan kemudian diinokulasi pada medium dasar MS (Murashige dan Skoog) (Mohapatra, 2018).

Eksplan kentang yang telah tumbuh selanjutnya disubkultur pada media MS untuk multiplikasi *in vitro*. Munggarani *et al.* (2018) melaporkan bahwa pemakaian media dasar yang ditambahkan zat pengatur tumbuh dapat menentukan keberhasilan multiplikasi tunas kentang. Media dasar yang dipakai untuk perbanyak tunas kentang yaitu MS (Murashige dan Skoog). Perbanyak tunas kentang secara *in vitro* tidak memerlukan zat pengatur tumbuh eksogen lagi. Hal ini karena zat pengatur

tumbuh yang terdapat pada tanaman tersebut (endogen) sudah memiliki konsentrasi yang tinggi (Pratama *et al.*, 2014).

Tunas merupakan suatu proses pembentukan jaringan yang belum mengalami diferensiasi. Bagian tanaman eksplan yang mengalami luka saat dikultur akan merespons perkembangan dengan memunculkan tunas yang nantinya akan berdiferensiasi menjadi suatu bagian tumbuhan yang lengkap (Ochat & Power, 1992; Hendaryono & Wijayani, 2012).

Tunas aksiler merupakan tunas yang dapat berpotensi tumbuh menjadi stolon dan umbi mikro. Pertumbuhan tunas aksiler dipengaruhi oleh sitokinin endogen yang terdapat pada tumbuhan tersebut (Pratama *et al.*, 2014). George *et al.* (2008) menyatakan bahwa proses terbentuknya tunas melalui teknik budidaya secara *in vitro* dapat diinduksi lebih cepat daripada pembentukan akar. Pembentukan tunas lebih cepat dibanding pembentukan akar untuk menunjang optimalnya mekanisme fotosintesis.

2.4 PEG (Polyethylene Glycol) sebagai Agen Penyeleksi

Polyethylen glukol (PEG) 6000 adalah senyawa non ion yang bersifat stabil. Bentuknya polimer memanjang yang dapat larut di air. Sedangkan berat molekulnya lebih dari 4000. PEG merupakan larutan yang mampu mengikat molekul air bersama ikatan hydrogen dan memiliki kemampuan untuk menurunkan potensial osmotik melalui aktivitas matrix sub-unit *ethylene oxide* (Hapsari *et al.*, 2017). Rendahnya potensial air pada media dapat menyebabkan penurunan kemampuan sel dalam membelah.

Agen penyeleksi secara *in vitro* yang dapat menyeleksi sel/jaringan varian yang memiliki sifat toleran di antara sel/jaringan yang peka cekaman kekeringan antara lain manitol, sorbitol, garam, dan PEG (Verslues *et al.*, 1998). Penetrasi osmotik seperti mannitol, sorbitol, dan garam organik diduga tidak ideal. Polimer PEG 6000 telah digunakan selama bertahun-tahun karena molekulnya tidak dapat menembus pori-pori dinding sel. PEG tidak memasuki apoplast sehingga air diambil dari sel dan dari

dinding sel. PEG lebih menyerupai tanah yang kering dibandingkan larutan osmotik yang lain. Pada beberapa penelitian ditemukan kerusakan pada akar merupakan efek buruk yang terjadi apabila PEG memasuki jaringan (Verslues *et al.*, 1998).

Screening pada toleransi kekeringan melalui teknik *in vitro* menggunakan senyawa osmotik yaitu *polyethilen glycol* (PEG). PEG memiliki fungsi untuk screening tanaman karena mampu menghidrasi jaringan pada tumbuhan yang dilakukan secara *in vitro*. Maka dari itu, PEG dapat digunakan sebagai agen penyeleksi beberapa kultivar tanaman secara *in vitro* dengan tingkat toleransi kekeringan yang lebih baik. Penggunaan berbagai konsentrasi dan berat molekul PEG memengaruhi baik tidaknya penurunan potensial air dalam media untuk screening (Hapsari *et al.*, 2017).

Disarankan untuk menggunakan PEG yang berat molekulnya lebih dari 4000. Hal dilakukan karena tanaman tidak bisa menyerap dan mampu menyimulasi cekaman kekeringan dengan cara menurunkan potensial air pada nutrisi dan tidak mengakibatkan toksik pada tanaman (Azizah, 2010).

2.4.1 Pengaruh PEG terhadap Pertumbuhan Tanaman

PEG berpengaruh pada pembentukan tunas tanaman. Pembentukan tunas merupakan pembentukan daun. Pertumbuhan dan perkembangan dipengaruhi oleh proliferasi daun (Sinaga & Rahayu, 2015). Menurut (Kong *et al.*, 1998) PEG yang ditambahkan pada medium mampu menghambat proliferasi, pertumbuhan, dan regenerasi tunas eksplan. Potensial osmotikum medium adalah hal penting yang dapat memengaruhi proliferasi pada pertunasan.

Pemberian PEG pada *media in vitro* diharapkan mampu membuat kondisi tanaman menjadi tercekam karena tanaman tersebut kekurangan air (Rahayu *et al.*, 2005). Pemberian PEG dapat mengubah tekstur media *in vitro* menjadi cair. Maka dari itu, untuk mencegah planlet agar tenggelam maka diberi busa sintesis dan kertas saring (Sinaga & Rahayu, 2015). PEG digunakan sebagai penginduksi cekaman kekeringan pada tanaman dan tidak menyebabkan toksik.

Pemberian konsentrasi PEG yang semakin besar, maka semakin rendah pertambahan tinggi tunas eksplan (George *et al.*, 2008). Penambahan PEG pada media

in vitro berpengaruh negatif secara nyata terhadap pertumbuhan eksplan tunas kacang tanah. Perlakuan PEG secara signifikan dapat menghambat pertumbuhan tinggi tunas dan jumlah daun (Rahayu, *et al.* 2005). Konsentrasi PEG 6000 5% setara dengan (-0.13 MPa), 10 % setara dengan (-0.19 MPa), dan konsentrasi 15 % setara dengan (-0.41 MPa) (Rahayu *et al.*, 2005). Kapasitas lapang normal (Field Capacity) pada perlakuan kontrol -0,03 MPa (Romero *et al.*, 2017).

Pengaruh pemberian PEG terhadap pertumbuhan *Solanum melongena* pada penelitian Sinaga & Rahayu (2015) menunjukkan bahwa pemberian PEG di medium *in vitro* berpengaruh nyata dan sangat nyata pada persentase hidup eksplan, persentase eksplan yang tumbuh kalus, jumlah daun, dan pertambahan tinggi tunas. PEG dengan konsentrasi 10% dan 15% bisa digunakan untuk agen selektif pada cekaman kekeringan tanaman terung melalui teknik *in vitro*.

PEG menghambat pertumbuhan tunas taka (*Taka leontopetaloides*) pada media *in vitro*. Semakin besar konsentrasi PEG yang diinduksikan, maka pertumbuhan tunasnya semakin terhambat. Pemberian PEG 10% dapat menghambat pertumbuhan tunas taka, sehingga saat aklimatisasi tidak mampu untuk tumbuh (Hapsari *et al.*, 2017). Pengaruh PEG bagi terung yaitu semakin meningkatnya konsentrasi, semakin menurunnya pertumbuhan tinggi tunas terung. Perlakuan PEG 0% menghasilkan pertambahan tinggi tunas tertinggi dibanding perlakuan 5, 10, dan 15 %, dengan pertumbuhan terendah pada konsentrasi 15% (Sinaga & Rahayu, 2015).

Menurut Piwowarczyk (2014) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan tanaman yang diberi perlakuan PEG secara signifikan lebih rendah dari kontrol. Pada penambahan PEG 50 g/L jumlah tunas berkurang secara signifikan pada *Lathyrus cicera* dan *Lathyrus sativus* saja. Sedangkan konsentrasi PEG yang lebih tinggi yaitu sebesar 100 dan 150 g/L berpengaruh pada semua tanaman yang diuji.

Sinaga & Rahayu (2015) mengatakan bahwa penambahan PEG pada medium *in vitro* tunas kacang tanah dapat memicu besarnya kandungan prolin total. Selain itu, pertumbuhan tunas dapat dihambat. Maka dari itu, PEG dianggap dapat menyimulasi kondisi cekaman kekeringan di medium *in vitro*. Pada konsentrasi 10 % dan 15 % mampu menurunkan persentase hidup eksplan, dan pertambahan panjang tunas. Hasil pada uji DMRT pemberian PEG konsentrasi 10 % dan 15 % tidak berbeda nyata. Pemberian PEG 10 % dan 15 % pada medium *in vitro* tunas kacang tanah bisa dimanfaatkan untuk media seleksi cekaman kekeringan secara *in vitro*.

2.5 Seleksi Tanaman Secara *in vitro* Menggunakan PEG

Seleksi *in vitro* memiliki beberapa keunggulan di antaranya meminimalisasi variasi, karena nutrisi dan media telah ditentukan dalam kondisi terkendali. Selain itu juga mempertahankan homogenitas perlakuan stress, simulasi hanya membutuhkan tempat yang relatif kecil, dan dalam periode waktu yang singkat (Saepudin *et al.*, 2017).

Sinaga & Rahayu (2015) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa untuk seleksi berbagai genotype planlet terung (*Solanum melogena*) secara *in vitro* dengan penambahan PEG 6000 melalui subkultur menggunakan bahan medium *Murashige* dan *Skoog* (MS) yang tidak ditambahkan zat pengatur tumbuh.

Sirait & Charloq (2017) melaporkan bahwa perlakuan PEG secara signifikan menurunkan jumlah akar, nodus dan daun, tinggi planlet, dan berat kering. Semakin tinggi konsentrasi PEG semakin rendah berat kering. Penelitian cekaman kekeringan secara *in vitro* pada kentang menggunakan media $\frac{1}{2}$ MS yang terdiri atas dua faktorial perlakuan yaitu 5000 mg/L serta 6000 mg/L. Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian PEG dengan konsentrasi 6000 mg/L mengakibatkan berkurangnya persentase kelangsungan hidup planlet, tinggi plantlet, dan berat kering. Berat kering planlet kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada konsentrasi 6000 mg/L menurun menjadi 0,74gram dari 0,77gram dengan penambahan PEG konsentrasi 5000 mg/L.

Pemberian PEG pada medium *in vitro* menjadikan terhambatnya pertumbuhan tunas kacang tanah (*Arachis hypogea*) ditunjukkan oleh menurunnya pertumbuhan tinggi

tunas, jumlah akar, dan jumlah daun. Perlakuan PEG 5% setara dengan potensial osmotik -0.13 MPa mampu menurunkan pertambahan tinggi tunas dan jumlah akar pada semua kultivar kacang tanah, serta dapat menurunkan jumlah daun. PEG juga meningkatkan layu daun rusaknya tunas. Pada cekaman osmotik -0,01 sampai -0,5 MPa memberikan dampak menurunnya proses sintesis dinding sel, sintesis protein, dan mitosis meiosis. Penambahan PEG di media *in vitro* menyebabkan penghambatan pertumbuhan seperti halnya tanaman yang tercekam kekeringan di lapang (Rahayu *et al.*, 2005).

Seleksi kultivar secara *in vitro* dilakukan dengan parameter pengamatan morfologi. Melalui seleksi kultivar ini dapat diketahui kultivar mana yang bersifat toleran. Toleran tanaman adalah suatu kemampuan tanaman untuk mempertahankan hidupnya dan melakukan reproduksi pada keadaan cekaman (Simms, 2000). Kriteria toleransi cekaman pada tanaman dapat dihitung dengan Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC). Apabila angka $S < 0,5$ kultivar tersebut toleran, apabila $0,5 < S < 1,0$ kultivar disebut medium toleran, dan apabila $ITC > 1$ kultivar disebut peka (Fernandez, 1992).

Hassapanah (2010) pada penelitiannya menunjukkan bahwa percobaan seleksi kekeringan kultivar kentang menggunakan PEG 6000 pada tekanan osmotik 2 bar berhasil menyeleksi beberapa kultivar kentang menjadi 3 kelompok ketahanan terhadap kekeringan. Ketiga kultivar tersebut yaitu Agria, Sante, dan Marfona tergolong tidak toleran. Sedangkan Satina, Savalan, dan Kennebeck tergolong Medium Toleran. Serta kultivar Caesar tergolong toleran.

Menurut Savitri (2010) PEG dapat menstimulasi *drought stress* tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr) pada medium padat pada dosis 60 gram/L. Sedangkan untuk medium cair, PEG dapat mensimulasi cekaman kekeringan pada konsentrasi 5% dengan parameter persentase pertumbuhan, skor kerusakan eksplan, tinggi tunas, jumlah daun yang layu, dan indeks sensitivitas. Melalui perhitungan Indeks Sensitivitas bahwa varietas Tanggamus dan Wilis tergolong dalam medium toleran, sedangkan varietas Grobogan tergolong peka. Menurut Rahayu (2005) PEG 6000 15 % yang

ditambahkan pada media *in vitro* dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menyeleksi beberapa kultivar kacang menjadi kelompok yang toleran dan peka.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimental berikut didesain dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktorial dengan pola faktorial 3x4. Faktor pertama ada 3 faktor yakni kultivar All Red (tahan kekeringan), kode B08 dan B16. Sedangkan faktor kedua konsentrasi PEG 6000 ada 4 yaitu antara lain 0% (penggunaan aquades), 5% (-0.13 MPa), 10 % (-0.19 MPa), dan 15 % (-0.41 MPa) (Rahayu *et al.*, 2005). Oleh karena itu, penelitian ini terdapat 3x4 kombinasi atau 12 kombinasi. Semua perlakuan diberi pengulangan sebanyak tiga kali. Masing masing satuan percobaan berisi 4 planlet. Adapun seluruhnya menghasilkan 3x4x3 unit percobaan. Pengulangan pda penelitian ini mengacu pada rumus Murdiyanto (2005) yaitu:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(12-1)(r-1) \geq 15$$

$$(11)(r-1) \geq 15$$

$$r \geq 2$$

Faktor I adalah kultivar kentang terdiri atas 3 taraf yaitu:

C1 = B08

C2 = All Red

C3 = B16

Faktor II yaitu konsentrasi *Polyethylen glycol* (PEG) terbagi menjadi empat taraf yaitu:

K0 = PEG 6000 dengan konsentrasi 0% (kontrol)

K1 = Konsentrasi PEG 6000 5 %

K2 = Konsentrasi PEG 6000 10 %

K3 = Konsentrasi PEG 6000 15%

Tabel 3.1 Pengombinasian perlakuan kultivar dan konsentrasi PEG

Kultivar	Konsentrasi PEG 6000			
	K0	K1	K2	K3
C1	C1K0	C1K1	C1K2	C1K3
C2	C2K0	C2K1	C2K2	C2K3
C3	C3K0	C3K1	C3K2	C3K3

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan (KJT) Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Agustus sampai November 2020.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Penelitian ini menggunakan alat-alat yaitu, pengaduk kaca, spatula, neraca analitik, botol kultur, *micropipet*, tip, *hotplate stirer*, pipet tetes, plastic yang tahan terhadap panas merk Petromax, karet pentil, pH indikator, kertas label, *tissue*, *aluminium foil*, autoklaf, oven, gelas ukur, lemari pendingin, alat diseksi (pinset, *blade*, *scalpel*), *laminar air flow cabinet* (L AFC), cawan petri, erlenmeyer, korek api, bunsen, kamera, botol penyemprot, AC (Air conditioner), rak kultur, dan *safety tools*.

3.3.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu tunas aksilar hasil subkultur kentang kultivara All red, kode B08, dan kode B16. Media dasar yang dipakai yaitu media Murashige dan Skoog (MS). Larutan selektif PEG (Polietilen glikol) 6000. Bahan tambahan yang digunakan yaitu akuades, spiritus, agar-agar, dan gula. Bahan sterilisasi seperti detergen, clorox, alcohol 70 dan 96 %.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat

Langkah-langkah sterilisasi alat yaitu mula-mula alat-alat gelas seperti botol kultur, erlenmeyer, cawan petri, serta alat-alat diseksi (pinset, *scalpel*, gunting)

dicuci dengan detergen cair, lalu dilakukan pembilasan dengan dialiri air sampai bersih. Selanjutnya semua alat dikeringkan didalam oven dengan suhu 121°C selama 3 jam. Alat gelas seperti cawan petri dibungkus menggunakan kertas. Sedangkan alat diseksi seperti pinset dan scapel dibalut dengan *aluminium foil* dan dibungkus dengan plastik yang tahan panas. Setelah itu disterilkan dengan autoklaf otomatis. Sterilisasi ini dikontrol dengan suhu 121°C dan tekanan 1 Psi dengan waktu 20 menit.

3.4.2 Pembuatan Stok Larutan PEG 6000

Pembuatan larutan stok PEG 5, 10, dan 15 % antara lain,

1. Pembuatan larutan PEG dengan konsentrasi 100 mg/ 100 mL yaitu pertama-tama menimbang 100 mg serbuk PEG. Lalu melarutkan serbuk tersebut dengan 100 mL aquades. Setelah itu dilakukan homogenasi dengan *stirrer*.
2. Pembuatan larutan PEG dengan konsentrasi 5%, 10 %, dan 15 % dicari menggunakan rumus $M1V1 = M2V2$

3.4.3 Pembuatan dan Sterilisasi Medium

Langkah kerja dalam pembuatan media yaitu pertama-tama menimbang gula dan agar, masing-masing sebesar 16,2 gram dan 3,78 gram. Kemudian serbuk media MS ditimbang sebanyak 1,1961 gram. Selanjutnya media MS yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer yang berukuran 1 liter. Gula dituangkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan aquades sampai volumenya mencapai 540 mL. Larutan dihomogenkan dengan *magnetic stirrer*. Setelah itu dituang pada beberapa *beaker glass* yang sudah diberi perlakuan PEG dengan dosis 0%, 5%, 10%, 15% dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya larutan media dicek pH nya menggunakan kertas pH. Adapun pH yang baik untuk media perlakuan berkisar antara 5,8-5,9. Larutan penyangga untuk mengontrol pH yaitu NaOH yang ditambahkan ketika larutan terlalu asam, dan penambahan HCl apabila larutan terlalu basa. Berikutnya agar dituang ke dalam *beaker glass*, lalu dipanaskan dengan *hotplate* dan *stirrer* sampai mendidih. Apabila telah mendidih, larutan media dipindahkan ke dalam botol kultur. Botol kultur ditutup menggunakan plastik dan mengikatnya menggunakan karet. Selanjutnya media

disterilisasi dengan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 15 psi dengan waktu 20 menit.

3.4.4 Sterilisasi Ruangan

Langkah-langkah sterilisasi ruangan antara lain pertama-tama disiapkan alat-alat pinset, *scalpel*, tisu, cawan petri, korek, dan bunsen pada meja LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*). Selanjutnya meja LAFC disemprot menggunakan alkohol 70 %. Setelah itu LAFC ditutup dan lampu UV dinyalakan selama satu jam. Setelah satu jam, lampu UV dimatikan dan blower dinyalakan. Sebelum dilakukan inisiasi, meja LAFC disemprot kembali menggunakan alkohol 70 %.

Ruangan disterilisasi dengan cara alat untuk menanam meliputi pinset, *scalpel*, tisu, cawan petri, dan bunsen disiapkan di meja LAFC. Selanjutnya meja LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*) disemprot menggunakan alkohol 70% kemudian LAFC ditutup dan lampu UV dinyalakan selama satu jam. Setelah satu jam, lampu UV dimatikan dan blower dinyalakan. Sebelum dilakukan inisiasi, meja LAFC disemprot kembali menggunakan alkohol 70 %.

3.4.5 Subkultur

Plantlet kentang yang berasal dari laboratorim kultur jaringan tumbuhan PT Condido Agro Pasuruan, disubkultur dengan cara dipotong dua nodus. Bagian akar dipotong menggunakan gunting dan dipisahkan. Potongan nodus tersebut ditanam pada media 1/2 MS tanpa ada penambahan zat pengatur tumbuh. Potongan plantlet ditancapkan pada agar. Setiap botol infus berisi 4 eksplan. Hal tersebut dilakukan di dalam LAFC dan semua pengerjaan dilakukan di dekat api bunsen. Kemudian disimpan dalam ruang inkubasi dengan temperatur 21°C selama 2 MST.

3.4.6 Perlakuan dengan PEG

Plantlet yang sudah disubkultur selama 2 MST dipotong dua nodus yaitu nodus kedua dan ketiga dari ujung menggunakan gunting. Potongan tersebut ditanam pada media yang diberi perlakuan PEG dengan berbagai konsentrasi masing-masing botol sebanyak 4 eksplan. Setiap satu perlakuan diberi ulangan sebanyak 3 kali. Hal tersebut dilakukan di dalam LAFC dan semua pengerjaan dilakukan di dekat api bunsen. Kemudian disimpan dalam ruang inkubasi dengan temperatur 21°C selama 45 HST.

3.4.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan cara botol kultur yang sudah ditanami eksplan disemprot alkohol 70% setiap 3 hari sekali dan diletakkan dalam ruang inkubasi dengan suhu 21°C.

3.4.8 Pengamatan

3.4.8.1 Hari Muncul Tunas Aksilar

Hari muncul tunas aksilar dihitung sejak hari pertama setelah penanaman sampai muncul tunas pertama dengan ukuran ≥ 1 mm berwarna hijau dan diamati setiap hari sampai 45 HST.

3.4.8.2 Tinggi Tunas

Tinggi Tunas diukur menggunakan penggaris dengan cara mengukur tunas dari permukaan media sampai ujung tumbuh tunas tanpa mengeluarkan planlet dari dalam botol kultur. Pengukuran panjang tunas dilakukan pada saat 45 HST.

3.4.8.3 Jumlah Tunas

Jumlah tunas dihitung dengan cara menjumlahkan tunas-tunas yang terbentuk dengan ciri berwarna hijau setiap eksplan. Penghitungan jumlah dihitung pada saat 45 hari setelah tanam (HST) dan dihitung rata-ratanya setiap perlakuan.

3.4.8.4 Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung dengan cara menghitung semua daun yang tumbuh dalam satu planlet setelah 45 HST, dijumlahkan dengan seluruh tanaman dalam satu botol dan dihitung rata-ratanya setiap perlakuan. Kriteria daun yang diamati yaitu daun telah membuka sempurna.

3.4.8.5 Jumlah Akar

Jumlah akar dihitung dengan cara menjumlahkan akar-akar yang tumbuh dengan ciri berwarna putih setiap planlet. Perhitungan jumlah akar dihitung pada saat 45 HST dan dihitung rata-ratanya setiap perlakuan.

3.4.8.6 Panjang Akar

Panjang akar dihitung dengan cara mengukur akar dari pangkal hingga ujung menggunakan penggaris pada setiap planlet. Pengukuran panjang akar diukur pada saat 45 HST dan dihitung rata-ratanya setiap perlakuan.

3.5 Analisis Data

Pengamatan seluruh parameter menghasilkan sebuah data. Kemudian melakukan analisis *two way Analysis of Varian* (ANOVA) untuk dapat mengetahui pengaruh per perlakuan melalui aplikasi IBM SPSS 20.0. Jika ada perlakuan yang berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5 %. Selanjutnya untuk mengetahui korelasi antar parameter perlakuan dilakukan uji korelasi menggunakan *Pearson Correlations*. Parameter yang memiliki korelasi selanjutnya dihitung Indeks Sensitivitas Cekaman untuk mengelompokkan tingkat toleransi kentang terhadap simulasi kekeringan dengan berbagai konsentrasi PEG 6000 melalui teknik *in vitro*.

Indeks sensitivitas cekaman merupakan kriteria untuk menentukan tingkat toleransi cekaman kekeringan. Tingkat toleransi kutivar dan kode tanaman kentang ditentukan dengan Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC) dengan rumus (Fernandez 1992):

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

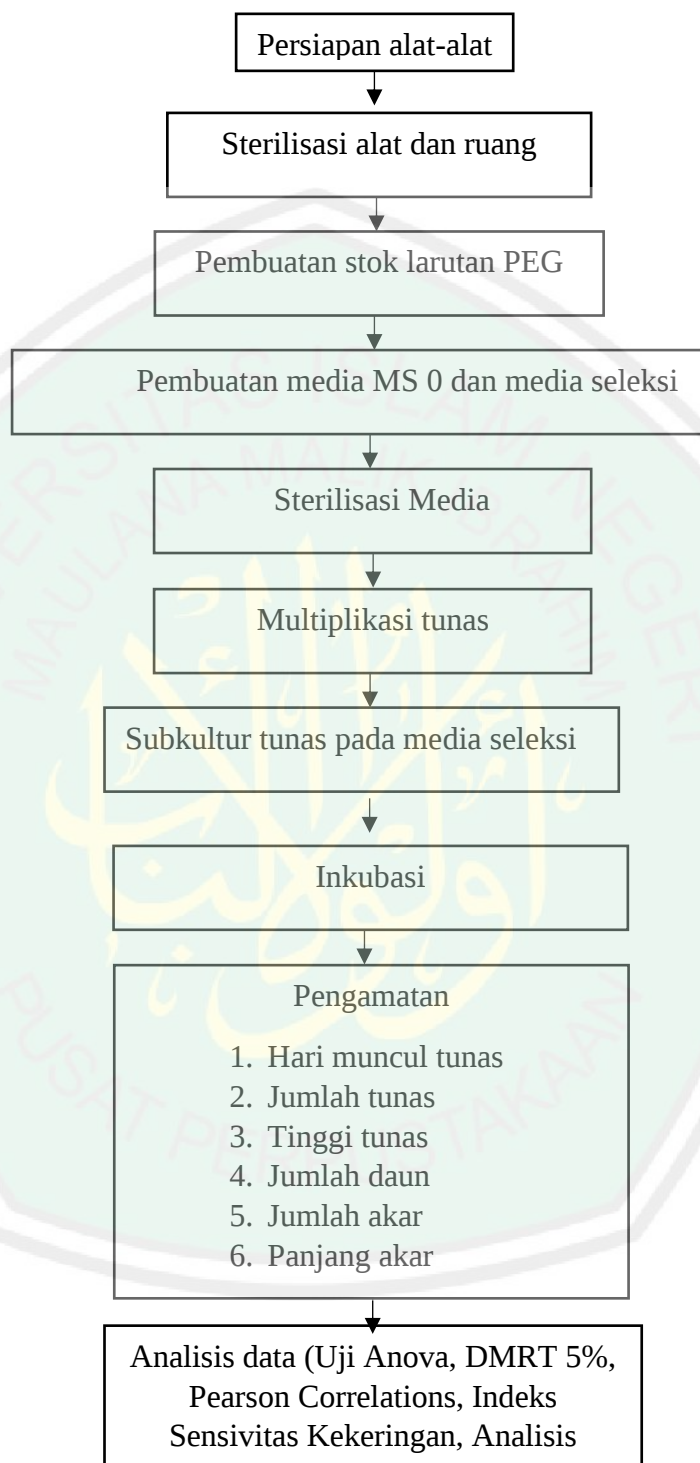
Keterangan: y : Hasil pada kondisi tercekam

yp: Hasil pada kondisi tidak tercekam

x: Rata-rata hasil seluruh kultivar pada kondisi tercekam

xp: Rata-rata hasil seluruh kultivar pada kondisi tidak tercekam

3.6 Desain Penelitian



Gambar 3.1 Skema desain penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan Tunas Kentang pada Pemberian Beberapa Konsentrasi PEG

Masing-masing perlakuan (kultivar dan konsentrasi PEG) dianalisis menggunakan Anova satu arah dan juga interaksi keduanya terhadap semua parameter pertumbuhan (hari muncul tunas, jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar) menghasilkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan taraf 5% dengan nilai signifikasinya ($<0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata pada semua parameter pertumbuhan beberapa kultivar kentang. Maka dari itu, semua perlakuan dan interaksi kedua faktor diuji DMRT 5% untuk mengetahui perbedaan secara nyata (Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3)

Tabel 4.1 Pengaruh kultivar terhadap hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar

Kultivar	HMT	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas	Jumlah Daun	Jumlah Akar	Panjang Akar
B08	4,92b	1.58b	0,87c	1,80c	1,97b	0,8229b
All Red	2,83a	1.38b	1,98b	4,48b	1c	1,0167b
B16	1,92a	1.73a	3,25a	6,90a	3,77a	3,42a

Keterangan: Angka yang diikuti koefisien huruf sama dalam satu kolom menandakan hasil yang tidak beda nyata menurut uji DMRT 5%

Berdasarkan tabel 4.1 masing-masing kultivar dan kode tanaman rata-rata memiliki perbedaan nyata pada semua parameter. Adapun kultivar yang memiliki rata-rata pertumbuhan paling baik yaitu kode B16 ditunjukkan dengan notasi huruf pada uji DMRT 5%. Pertumbuhan yang baik belum bisa menentukan apakah jenis itu tahan terhadap kondisi kekeringan.

Tabel 4.2 Pengaruh konsentrasi PEG terhadap hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar

Konsentrasi	HMT	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas	Jumlah Daun	Jumlah Akar	Panjang Akar
0%	1a	2,75a	3,23a	7,89a	2,22a	3,87a
5%	3,78b	1,61b	2,09b	4,31b	1,36b	1,88b
10%	4,22b	1,28b	1,55c	3,67b	1,31bc	0,76c
15%	3,89b	0,61c	1,26c	1,71c	0,89c	0,51c

Keterangan: Angka yang diikuti koefisien huruf sama dalam satu kolom menandakan hasil yang tidak beda nyata menurut uji DMRT 5%

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata pemberian beberapa konsentrasi PEG terhadap beberapa parameter pertumbuhan. Pada konsentrasi 5% mampu menurunkan pertumbuhan pada semua parameter. Rata-rata pertumbuhan pada semua parameter menurun seiring bertambahnya konsentrasi PEG yang diberikan. Konsentrasi 10% dan 15% dapat dijadikan untuk seleksi kultivar terhadap kekeringan karena menunjukkan nilai yang sangat signifikan dibandingkan kontrol (0%) pada semua parameter. Hal ini relevan dengan Sinaga & Rahayu (2015) yang menyatakan pengaruh pemberian PEG terhadap pertumbuhan *Solanum melongena* dengan pemberian PEG di medium *in vitro* berpengaruh nyata dan sangat nyata pada persentase hidup eksplan, persentase eksplan yang tumbuh kalus, jumlah daun, dan pertambahan tinggi tunas. PEG dengan konsentrasi 10% dan 15% bisa digunakan untuk agen selektif pada cekaman kekeringan tanaman melalui *in vitro*. Interaksi perlakuan kultivar dan konsentrasi PEG dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara beberapa konsentrasi PEG dengan beberapa kultivar kentang terhadap parameter pertumbuhan. Rata-rata hari muncul tunas yang paling cepat untuk semua kultivar terdapat pada kontrol 0% (tanpa penambahan PEG), berbeda nyata terhadap perlakuan 5, 10, dan 15%. Hari muncul tunas paling lama yaitu pada B08 konsentrasi 15%.

Tabel 4.3 Pengaruh interaksi konsentrasi PEG dan kultivar terhadap parameter hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar.

Interaksi	HMT	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas	Jumlah Daun	Jumlah Akar	Panjang Akar
C1*K0	1a	2,92f	3,42e	3,08abc	1,83c	1,25b
C1*K1	5,33c	1,67de	2,39cd	2,25ab	1,17abc	1,17b
C1*K2	6,33c	1abc	1,33ab	1,33a	1,25abc	0,54b
C1*K3	7d	0,75ab	1,13ab	0,55a	0,83a	0,33a
C2*K0	1a	2,08e	1,2ab	7,5e	1,67bc	1,31c
C2*K1	3,33b	1,5cde	0,85a	4,17bcd	1,58bc	1,15b
C2*K2	3,33b	1,33bcd	0,73a	4,25bcd	1,33abc	1,01b
C2*K3	3,67b	0,58a	0,69a	2ab	1ab	0,6b
C3*K0	1a	3,25f	5,08f	13,08f	3,08d	9,04e
C3*K1	2,67a	1,67de	3,04de	6,5de	1,05ab	3,33d
C3*K2	3b	1,5cde	2,92de	5,42cde	1,67bc	0,73b
C3*K3	1a	1abc	1,96bc	2,58ab	1,08ab	0,58b

Keterangan: Angka yang diikuti koefisien huruf sama dalam satu kolom menandakan hasil yang tidak beda nyata menurut uji DMRT 5%
C1= kode B08, C2 = All Red, C3 = B16. K0=0%, K1=5%, K2=10%, K3 =15%

Jumlah tunas paling tinggi yaitu pada B16 kontrol 0% tidak berbeda nyata dengan B08. Namun, jumlah tunas paling rendah cekaman 15% terjadi pada B08 dan B16 meskipun menurut statistic tidak berbeda nyata dengan perlakuan 10%. Keduanya mengalami penurunan yang drastis terhadap kontrol (0%). Berbeda dengan All Red yang tidak terlalu mengalami penurunan sangat signifikan dari kontrol pada konsentrasi 10%. Rata-rata tinggi tunas paling rendah dari semua kultivar pada perlakuan 15% yaitu kultivar All Red sebesar 0,69 cm tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Sedangkan tinggi tunas paling tinggi yaitu kode B16 perlakuan 15% namun sangat berbeda nyata terhadap kontrol. Rata-rata jumlah daun paling rendah pada perlakuan 15% yaitu B08 sebesar 0,55 meskipun tidak berbeda nyata dengan kontrol. Sedangkan rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu pada kode tanaman B16 sebesar 2,58 namun mengalami penurunan tajam dan sangat berbeda nyata dibanding kontrol. Rata-rata jumlah akar konsentrasi 10% B08 dan All Red tidak berbeda nyata terhadap kontrol, namun pada B16 ada perbedaan nyata terhadap kontrol meskipun hanya diberi perlakuan 5%. Rata-rata panjang akar pada

konsentrasi 10% berbeda nyata terhadap kontrol terhadap kontrol untuk B16 namun tidak terlalu berbeda nyata pada B08 dan All Red. Berdasarkan semua parameter pada penambahan PEG konsentrasi 10% meskipun terjadi penurunan angka pertumbuhan terhadap kontrol, namun All Red tidak menunjukkan perbedaan nyata pada beberapa parameter. Hal ini mengindikasikan bahwa kultivar ini tahan terhadap simulasi kekeringan yang diberikan. Sedangkan pada kode B08 dan B16 angka pertumbuhannya terjadi perbedaan nyata terhadap kontrol, terus menurun dari konsentrasi 5% hingga 15%.

Jika dilihat dari pertumbuhan morfologi, semua kultivar yang dicekam kekeringan menunjukkan gejala kekurangan air. Gejala itu di antaranya pertumbuhan tunas terhambat, daun lebih sedikit, daun tidak tumbuh sempurna, tidak tumbuh akar, dan planlet layu. Masing-masing kultivar menunjukkan respons yang berbeda.

Penambahan konsentrasi PEG yang semakin besar menyebabkan pertumbuhan tunas semakin terhambat. Hal ini mencerminkan bahwa sel dari tunas beberapa kultivar kentang yang telah ditanam tersebut merespons pemberian larutan PEG yang ditambahkan pada media tanam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hapsari et al. (2017) bahwa semakin besar konsentrasi PEG yang diinduksikan, maka pertumbuhan tunasnya semakin terhambat. Piwowarczyk *et al.* (2014) menyatakan semakin meningkatnya dosis PEG yang ditambahkan pada media mengakibatkan penurunan kemampuan multiplikasi tunas. Secara umum, kondisi kekeringan secara signifikan memengaruhi pembentukan tunas.

Tinggi tunas beberapa kultivar kentang setelah 45 HST dengan perlakuan beberapa konsentrasi PEG 6000 terjadi penurunan dari kontrol (0%). Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian PEG pada media kultur berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tunas planlet kentang. Semakin tinggi konsentrasi PEG yang diberikan, maka pertumbuhan tinggi tunas semakin terhambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan George *et al.* (2008) bahwa pemberian konsentrasi PEG yang semakin besar, maka semakin rendah pertambahan tinggi tunas eksplan. Menurut (Kong et al., 1998) PEG yang ditambahkan pada medium mampu menghambat proliferasi, pertumbuhan, dan regenerasi tunas eksplan. Potensial osmotikum

medium adalah hal penting yang dapat memengaruhi proliferasi pada pertunasan. Hal ini relevan dengan pernyataan Rahayu *et al.* (2005) bahwa penambahan PEG pada media *in vitro* berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan eksplan tunas kacang tanah. Perlakuan PEG secara signifikan dapat menghambat pertumbuhan tinggi tunas dan jumlah daun (Rahayu, *et al.* 2005). Sinaga & Rahayu (2015) mengatakan bahwa penambahan PEG pada medium *in vitro* tunas kacang tanah dapat memicu penghambatan pertumbuhan tunas. Maka dari itu, PEG dianggap dapat mensimulasi kondisi cekaman kekeringan di medium *in vitro*. Pada konsentrasi 10 % dan 15 % mampu menurunkan persentase hidup eksplan, dan pertambahan panjang tunas.

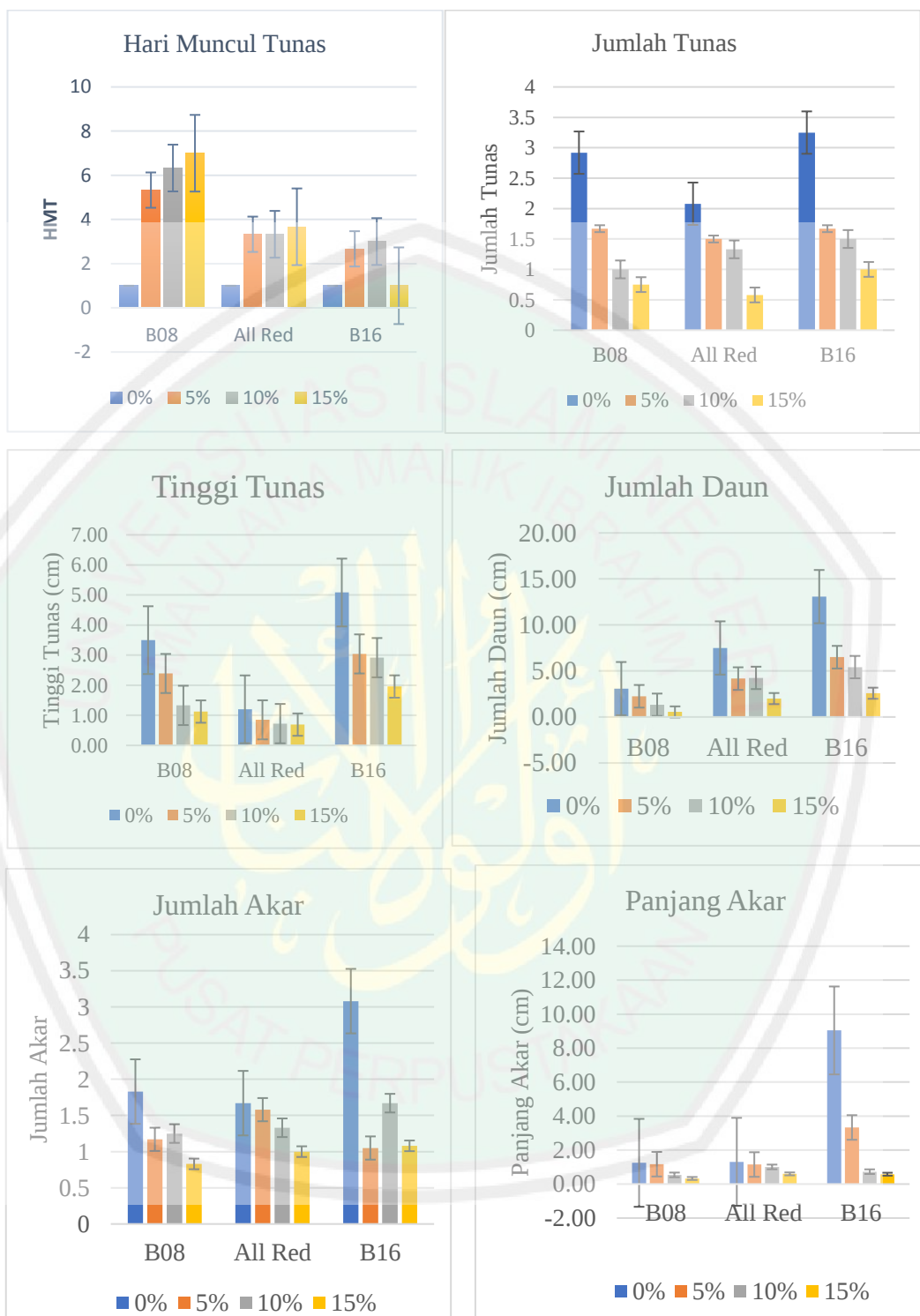
Daun merupakan bentukan dari tunas yang berasal dari kuncup (*gemmae*). Planlet yang diberi cekaman PEG lebih besar tidak tumbuh banyak daun. Hal ini dikarenakan beberapa eksplan tidak tumbuh tunas, sehingga eksplan tersebut tidak tumbuh daun. Hal ini dikemukakan oleh (Sinaga & Rahayu, 2015) bahwa apabila tunas tidak tumbuh pada eksplan maka tidak akan terbentuk daun. Kondisi kekeringan dapat menghambat pertumbuhan daun. Byari & Al-rabighi (1995) melaporkan bahwa kekeringan dapat menyebabkan pengurangan jumlah daun secara signifikan. Berbedanya rata-rata jumlah daun diduga karena perbedaan genetik dari setiap kultivar kentang. Wattimena, *et al* (1992) mengatakan bahwa morfogenesis suatu tumbuhan secara *in vitro* disebabkan oleh perbedaan jaringan pada tiap-tiap kultivarnya.

Pemberian PEG 6000 berpengaruh terhadap pertumbuhan akar. Kurangnya penyuplaian air di wilayah akar menyebabkan penurunan atau karena kebutuhan air yang banyak pada daun saat laju penguapan lebih besar dari laju penyerapan air oleh akar dan jumlah air dalam tanah. Kurangnya air pada akar menimbulkan rendahnya mitosis atau membelahnya sel pada zona meristematik, sehingga perakaran yang tebal dan panjang mengalami pengurangan saat tercekam kekeringan. Panjang akar masing masing kultivar pada kondisi normal dan pada kondisi tercekam kekeringan masing-masing berbeda, dipengaruhi oleh faktor genetik Hal ini relevan dengan pernyataan Vallejo dan Kelly (1998) bahwa indikasi pertama yang dapat dilihat dari tumbuhan yang mengalami cekaman kekeringan

antara lain akarnya cenderung tidak mengalami perkembangan (pendek dan tebal). Hal ini perbedaan menurut kultivar atau varietas suatu tanaman. Pada umumnya, karakteristik morfologi yang dapat diamati untuk membedakan suatu tanaman yang toleran dan peka yaitu dengan mengamati sistem akarnya.

Hal ini terbukti bahwa pemberian PEG 6000 pada media kultur dapat menghambat pertumbuhan akar sehingga jumlah akar menjadi berkurang. Hal ini relevan dengan pernyataan Sirait & Charloq (2017) yang melaporkan bahwa perlakuan PEG secara signifikan menurunkan jumlah akar, nodus dan daun, tinggi planlet, dan berat kering. Pengaruh pemberian PEG terhadap pertumbuhan *Solanum melongena* pada penelitian Sinaga & Rahayu (2015) menunjukkan bahwa pemberian PEG di medium in vitro berpengaruh nyata dan sangat nyata pada persentase hidup eksplan, persentase eksplan yang tumbuh kalus, jumlah daun, dan pertambahan tinggi tunas. PEG dengan konsentrasi 10% dan 15% bisa digunakan untuk agen selektif pada cekaman kekeringan tanaman terung melalui in vitro.

Semua parameter pertumbuhan pada kondisi cekaman kekeringan dianalisis korelasinya secara sederhana untuk membuktikan korelasi atau hubungan antar parameter. Hasil analisis korelasi terdapat pada lampiran. Berdasarkan analisis, parameter jumlah tunas berkorelasi positif dengan tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, panjang akar. Artinya, semua parameter tersebut saling berperan dalam pertumbuhan. Sedangkan hari muncul tunas berkorelasi negatif dengan jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, dan jumlah akar. Artinya hubungan tersebut tidak searah. Semakin besar angka hari muncul tunas, maka semakin rendah jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, dan jumlah akar. Hari muncul tunas dan panjang akar tidak ditemukan adanya korelasi. Hal ini diindikasikan bahwa hari munculnya tunas kurang berperan pada pemanjangan akar.



Gambar 4.1 Pengaruh pemberian PEG terhadap parameter hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar.

4.2 Penentuan Konsentrasi PEG 6000 sebagai Penentuan Tingkat Toleransi Cekaman Kekeringan pada Kultivar Kentang

Hasil pengamatan yang telah dilakukan dalam kurun waktu 45 hari, rata-rata pertumbuhan tunas All Red, kode B08, dan B16 menunjukkan angka penurunan terus-menerus sampai perlakuan PEG konsentrasi 15%. Pemberian perlakuan PEG pada media mampu menurunkan pertumbuhan tunas pada semua kultivar yang diuji. Pemberian PEG 10% dan 15% berpengaruh signifikan menurunkan rata-rata tinggi tunas, jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar. Konsentrasi 10% dan 15% ini mampu menyeleksi kultivar berdasarkan pengamatan rata-rata parameter tersebut. Pemberian PEG sebesar 10% pada media seleksi ini dapat digunakan untuk acuan rekomendasi guna menyimulasikan cekaman kekeringan pada media pertumbuhan. Penyeleksian kultivar kentang toleran tidak menggunakan PEG 15% karena konsentrasi terlalu tinggi menyebabkan penurunan pertumbuhan yang sangat signifikan.. Penyeleksian kultivar toleran terhadap drought stress menggunakan PEG 6000 konsentrasi 10% didapatkan kultivar yang toleran, medium toleran, dan peka. Sebagai perbandingan, Suharjo (2015) menyatakan bahwa penyeleksian kultivar kentang toleran terhadap drought stress dan heat stress sekaligus menggunakan PEG 8000 dapat digunakan pada konsentrasi 10%, namun lebih direkomendasikan untuk menggunakan konsentrasi 8%.

Pengelompokan tingkat toleransi tanaman dihitung melalui Indeks Sensitivitas Kekeringan (ISK). Simms (2000) menyatakan seleksi kultivar secara *in vitro* dilakukan dengan parameter pengamatan morfologi. Melalui seleksi kultivar ini dapat diketahui kultivar mana yang bersifat toleran. Toleran tanaman adalah suatu kemampuan tanaman untuk mempertahankan hidupnya dan melakukan reproduksi pada keadaan cekaman. Tanaman yang tercekam pada umumnya mengalami penurunan pada hasil. Tingkat penurunan hasil tiap tanaman berbeda-beda tergantung pada kemampuan setiap kultivar atau genotip untuk beradaptasi pada kondisi tercekam. Semakin rendah ISC suatu genotip semakin besar produktivitas genotip semakin toleran terhadap kondisi cekaman.

Hasil yang ditunjukkan pada penghitungan Indeks Sensitivitas Kekeringan (ISK) menunjukkan pola yang sama pada semua parameter yang diamati. Pada konsentrasi PEG 10%, berhasil menyeleksi kultivar menjadi 3 golongan yaitu All Red (toleran) $0,5 < S < 1$. Hal ini sesuai dengan High Mowing Organic Seeds (2020) bahwa produktivitas All Red potato sangat cepat dan tinggi, serta tahan terhadap kekeringan. Sedangkan genotipe yang diuji B08 medium toleran dengan nilai ISK $0,5 < S < 1$, dan B16 peka ($S > 1$).

Berdasarkan respons morfologi dan parameter tumbuh yang telah diamati, kultivar All Red menunjukkan pertumbuhan dan respons paling baik dibanding kode B08 dan B16 yang diamati pada simulasi cekaman kekeringan dengan penambahan PEG 6000 konsentrasi 10% pada media kultur. Hal ini menunjukkan bahwa kultivar ini termasuk toleran menurut hasil perhitungan Indeks Toleransi Cekaman (ITC). Sementara nomor tanaman B08 tergolong medium toleran, sedangkan B16 tergolong tanaman yang peka. Menurut Handayani *et al* (2019) menyatakan bahwa beberapa kultivar yang terseleksi terhadap kekeringan mengalami pertumbuhan yang baik, baik kondisi kekeringan ataupun optimal.

Tabel 4.18 Pengelompokan Tingkat Toleransi Tanaman Kentang pada Simulasi Cekaman Kekeringan pada Konsentrasi PEG 6000 10% berdasarkan ISK

Kultivar	ISK	Keterangan
All Red	0,27	toleran
B08	0,71	medium
B16	1,14	peka

Perbedaan dalam menanggapi kondisi cekaman ini berbeda-beda karena respons tiap kultivar tanaman berbeda dalam menghadapi kekurangan air. Selain itu juga dipengaruhi oleh seberapa besar cekaman yang diberikan sehingga volume air yang

seharusnya diserap oleh tanaman menjadi menurun atau kurang dari kapasitas lapang. Hal ini relevan dengan pernyataan Bray (1997) bahwa respons tanaman terhadap *drought stress* bergantung pada volume air yang hilang. Lama cekaman dan kerusakan tanaman juga bergantung pada genotype tanaman, jenis, dan lama kehilangan air, umur dan tahap perkembangan, jenis organ dan sel. Perubahan konsentrasi senyawa terlarut, perubahan volume sel dan membrane, gradien potensial air, kehilangan turgor, denaturasi protein disebabkan karena kehilangan air pada tingkat seluler.

Genotipe kentang dengan kode B16 dan B08 tidak toleran terhadap cekaman kekeringan. Genotipe yang toleran seharusnya hanya mengurangi pertumbuhannya kurang dari 20% saat terpapar stress abiotik, dibandingkan dengan kontrol (Bansal *et al.*, 1991). Genotipe yang diuji kemungkinan adalah cukup sensitif terhadap cekaman kekeringan. Kedua, konsentrasi PEG 6000 digunakan untuk menginduksi kekeringan terlalu tinggi (10% PEG 6000). Saat memilih toleransi genotipe kentang terhadap cekaman kekeringan, Suharjo (2004) mengungkapkan hanya menggunakan 8% PEG 8000 dan menemukan bahwa genotipe toleran menunjukkan kurang dari 20% penurunan pertumbuhan sedangkan yang sensitif > 20%. Direkomendasikan agar para peneliti menggunakan 8% PEG 8000, bukan 10%, saat memilih kultivar kentang untuk toleransi kekeringan.

Penurunan hasil yang signifikan mungkin disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi untuk simulasi cekaman, faktor kedua yaitu kondisi penyinaran pada ruang inkubasi yang tidak stabil sehingga dapat menyebabkan etiolasi pada planlet kentang.

4.3 Dialog Penelitian Sains dengan Islam

Cekaman kekeringan menimbulkan gejala penurunan pertumbuhan pada tanaman kentang. Gejala tersebut antara lain penurunan pertumbuhan tunas, pengurangan jumlah tunas, daun, akar, pemendekan akar, dan kerdilnya tajuk. Osmolovskaya *et al.* (2018) menyatakan mekanisme kekeringan pada tanaman yaitu stomata tidak berfungsi sehingga mengganggu pertukaran gas. Hal ini menyebabkan produksi ROS berlebih. Kekurangan air menghambat pembelahan sel, ekspansi permukaan daun, pertumbuhan batang, dan proliferasi akar. Semua

faktor ini secara bersamaan dapat mengurangi produktivitas tanaman sehingga menyebabkan kematian.

Air merupakan faktor yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Tidak adanya air merupakan tekanan yang berpengaruh pada tanaman karena tumbuh kembangnya terhambat. Hal ini dikarenakan air berperan penting atau sebagai pereaksi dalam proses fotosintesis dan hidrolisis (Sirait & Charloq, 2017).

Allah berfirman dalam surat Fushshilat ayat 39 yang berbunyi :

وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ تَرَى الْأَرْضَ خَاشِعَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ إِنَّ الَّذِي أَحْيَاهَا لَمُحْيٍ الْمَوْتَى إِنَّهُ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya : *Dan dari tanda-tanda (kebesaran)-Nya, engkau melihat bumi itu kering dan tandus, tetapi apabila Kami turunkan hujan di atasnya, niscaya ia bergerak dan subur. Sesungguhnya (Allah) yang menghidupkannya pasti dapat menghidupkan yang mati; sesungguhnya Dia Mahakuasa atas segala sesuatu.*

Ayat ini menerangkan bahwa di antara bukti-bukti kekuasaan Allah membangkitkan manusia di hari Kiamat nanti ialah bumi yang tandus dan mati, tidak ditumbuhi tumbuh-tumbuhan sedikit pun. Akan tetapi, apabila Dia menyirami tanah itu dengan air hujan dengan mengalirkan air kepadanya, maka bumi itu berubah menjadi hijau, karena tanahnya menjadi subur dan ditumbuhi tanam-tanaman.

Allah berfirman pada surat Al-Hajj Ayat 5 :

وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ

Dan kamu lihat bumi ini kering, kemudian apabila telah Kami turunkan air (hujan) di atasnya, hiduplah bumi itu dan menjadi subur dan menumbuhkan berbagai jenis pasangan tetumbuhan yang indah. (al-Hajj/22: 5); Ayat ini berkaitan dengan tumbuhnya tumbuh-tumbuhan dengan adanya anugerah berupa air yang diturunkan dalam bentuk hujan. Pesan yang mirip, juga dapat ditemui pada Surah al-Hajj/22 ayat 5, yang pada akhir ayatnya berbunyi: "...Dan engkau melihat bumi

kering kerontang, maka apabila Kami turunkan air di atasnya dia bergerak dan mengembang dan menumbuhkan berbagai jenis tanaman yang indah.” Kata “bergerak dan mengembang” dikaitkan dengan butiran tanah saat biji tumbuhan berkecambah dan akarnya berkembang dan tumbuh hingga menjadi pohon dewasa. Allah yang telah menghidupkan bumi yang mati itu dengan menyiramkan air, dan menghidupkan tumbuh-tumbuhan, sehingga bumi itu menghiu, kuasa pula menghidupkan manusia yang telah mati, dan kuasa membangkitkannya dari kubur. Semuanya itu tidak ada yang sukar bagi-Nya. Semuanya mudah bagi-Nya. Dia Mahakuasa atas segala sesuatu (Tafsir Lengkap Kemennag, 2002).

Telah diterangkan pada ayat tersebut bahwa, air dapat menghidupkan dan menyuburkan tanah sehingga tumbuhlah berbagai macam tumbuhan. Tanah yang kering dan tandus akan menimbulkan cekaman pada pertumbuhan suatu tanaman (*drought stress*). Tumbuhan yang bermacam-macam tersebut memiliki respons yang berbeda-beda dalam menghadapi kondisi tanah yang mengalami kekurangan air atau cekaman kekeringan. Pemilihan tanaman yang tahan terhadap kondisi kekeringan adalah satu tindakan untuk tetap memenuhi kebutuhan tanaman meskipun kondisi lingkungan yang tercekam.

Berdasarkan penelitian, simulasi kekeringan menggunakan PEG 6000 ini mampu untuk menyeleksi beberapa kultivar kentang yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Melalui seleksi cekaman menggunakan PEG dengan konsentrasi 10%, maka didapatkan kultivar yang dapat ditanam pada kondisi lingkungan yang memiliki kapasitas lapang kurang dari 100%. Meskipun di lingkungan yang tercekam kekeringan, kultivar kentang ini diharapkan dapat hidup dan tumbuh dengan baik. Allah menciptakan suatu tumbuhan pasti ada ukurannya masing-masing. Seperti firman Allah dalam surat Qomar

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Menurut Tafsir ringkas Kemenag (2002) surat Qomar ayat 49 mengandung makna bahwa apa yang terjadi pada semua makhluk sudah ditetapkan oleh Allah. Sungguh, Allah menciptakan segala sesuatu menurut ukuran, yaitu suatu sistem dan

ketentuan yang telah ditetapkan. Jadi, Allah menciptakan suatu tumbuhan pasti juga ada ukuran atau takaran hidupnya masing-masing.

Maka dari itu, sebagai makhluk Tuhan yang berakal yaitu peneliti, sudah sepantasnya untuk melakukan penelitian guna menguji dan mencari jenis kentang mana yang tahan terhadap cekaman kekeringan. Untuk menguji ketahanan tersebut, pastilah diperlukan suatu metode untuk menyeleksi dan menggolongkan jenis tersebut menjadi rentan, medium, atau tahan. Melalui ayat Alquran inilah yang menjadi dasar untuk dilakukannya penelitian tentang simulasi kekeringan terhadap pertumbuhan kentang sehingga didapatkan suatu metode yang dapat menyeleksi kultivar kentang yang tahan terhadap kondisi cekaman kekeringan.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini yaitu:

1. Pertumbuhan tiga kultivar kentang hasil subkultur yang diberi simulasi cekaman kekeringan menggunakan PEG 6000 menghambat pertumbuhan hari muncul tunas, jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar planlet kentang (*Solanum tuberosum* L.)
2. Perlakuan PEG 6000 dengan konsentrasi 10% dapat menyebabkan cekaman kekeringan dan dapat dijadikan simulasi kekeringan untuk menyeleksi beberapa kultivar kentang menjadi kelompok peka dan medium toleran.

5.2 Saran

Saran yang dapat dibagikan dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan untuk menyeleksi beberapa kultivar kentang lain untuk menguji tingkat toleransinya
2. Hasil penelitian ini dapat dilanjutkan sampai tahap aklimatisasi dan diteliti lebih lanjut sampai tuberisasi

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qurthubi. 2009. **Tafsir Al Qurthubi**. Jakarta. Pustaka Azzam
- Anggraini, Novita., Faridah, Eny., Dan Indrioko, Sapto. 2015. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Perilaku Fisiologi Dan Pertumbuhan Bibit Black Locust (*Robinia Pseudoacacia*). *Jurnal Ilmu Kehutanan*. Vol. 9 No. 1 Hal : 41-46.
- Azizah. 2010. **Respons Kalus Kedelai (*Glicine max* L. Merr) pada Media B5 dengan Penambahan PEG (Poliethylena Glicol) 6000 sebagai Simulasi Cekaman Kekeringan..** Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang. Skripsi
- Arianti. 2015. **Pengaruh berbagai konsentrasi PEG (Polyethylen Glycol) 6000 terhadap kualitas dan kuantitas kalus serta uji kualitatif metabolit sekunder vernodalin pada kalus daun afrika (*Vernonia amygdalina*).** Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang. Skripsi
- Arsyad S, Bahrin S, Husainy A. 1992. **Ilmu Iklim dan Pengairan**. Jakarta (ID) :CV Yasaguna. 224
- As-Suyuthi, Jalaluddin. 2010. **Tafsir Jalalain**. Jakarta. Pustaka eLBA.
- Bansal, K.C., S. Nagarajan, and N.P. Sukumaran. 1991. A rapid screening for drought resistance in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.*34: 241-248
- Bray, E.A. 1997. Plant Response to Water Deficit. *Trends Plant Sci.* 2. 48-54
- Byari, S. H., & Al-rabighi, S. M. S. 1995. Morphological and Physiological Responses of Eggplant Cultivars (*Solanum melongena* L .) to Drought, 6, 41–47.
- Diwa, T. A., Dianawati, M., & Sinaga, A. 2015. **Petunjuk Teknis Budidaya Kentang**. (Liferdi, Ed.). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Barat.
- Farvin, K. H. S., Grejsen, H. D., & Jacobsen, C. 2012. Potato Peel Extract as a Natural Antioxidant in Chilled Storage of Minced Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*): Effect on Lipid and Protein Oxidation. *Food Chemistry*, 131(3), 843– 51. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.0568>
- Fauzy, E. 2016. Pengaruh Penggunaan Media Murashige dan Skoog (MS) dan Vitamin Terhadap Tekstur, Warna dan Berat Kalus Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) CV. Hawaii Pasca Radiasi Sinar Gamma Pada Dosis LD50 (In Vitro). *Students E-Journal Unpad*, 1–22.
- Fernandez, GCJ. 1992. Selection criteria for assessing stress tolerance. Dalam: Kuo, C.G. (ed.). *Proceeding of The International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*. 257-270. Tainan, Taiwan. Dalam: Suryanti, S., D. Indradewa, P. Sudira, & J. Widada. Kebutuhan air, efisiensi penggunaan air dan ketahanan kekeringan kultivar kedelai. *Agritech*. 35 (1): 114-120
- George, M.J and Jones, G.R. 2008. *Understanding and Managing Organizational Behavior*. New Jersey : Pearson Education.
- Handayani, T., Kusmana, & Kurinawan, H. 2018. *Respon dan Seleksi Tanaman*

- Kentang Terhadap Kekeringan (Response and Selection of Potato Plants to Drought), (517).
- Handayani, T., Kusmana, N., & Kurniawan, H. 2019. Respon dan Seleksi Tanaman Kentang Terhadap Kekeringan (Response and Selection of Potato Plants to Drought). *Jurnal Hortikultura*, 28(2), 163.
- Handayani, T., Sofiari, E., & Kusmana, N. 2016. Karakterisasi Morfologi Klon Kentang di Dataran Medium. *Buletin Plasma Nutfah*, 17(2), 116. <https://doi.org/10.21082/blpn.v17n2.2011.p116-121>
- Hapsari, B. W., Martin, A. F., & Ermayanti, M. (2017). Perlakuan Polyethylene Glycol Secara In Vitro Terhadap Pertumbuhan Tunas Mutan Taka Untuk Seleksi Toleran Kekeringan, 262–271.
- High Mowing Organic Seeds. 2020.
- Khaerana, Ghulamahdi Munif, E. J. P. (2008). Pengaruh Cekaman Kekeringan dan Umur Panen Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Xanthorrhizol Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* roxb.). *Bul. Agron.*, 36(3), 241–247. <https://doi.org/10.24831/jai.v36i3.1383>
- Kong, L., Attree, S. M., & Fowke, L. C. (1998). Effects of Polyethylene Glycol and Methylglyoxal bis (Guanylhidrazone) on Endogenous Polyamine Levels and Somatic Embryo Maturation in White Spruce (*Picea glauca*), 133, 211–220.
- Krizek, D.T. 1985. Methods of inducing water stress in plant. *Hort. Sci.* (20):1028-1038.
- Michel BE, and Kaufmann MR. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* 57:914–916.
- Mohapatra, P. P. V. B. S. K. and A. K. P. 2018. In vitro Multiplication and Microtuberization of *Solanum tuberosum* Using Different Growth Regulators. *An International Journal of Plant Research & Biotechnology*, 31(1), 51–56. <https://doi.org/10.5958/2229>
- Munggarani, M., Suminar, E., Nuraini, A., & Mubarok, S. 2018. Multiplikasi Tunas Meriklon Kentang Pada Berbagai Jenis dan Konsentrasi Sitokinin Multiplication of Potato Mericlone Shoot in Different Types and Concentrations of Cytokinin. *Agrologia*, 7(2), 80–89.
- Obidiegwu, J. E., Bryan, G. J., Jones, H. G., & Prashar, A. 2015. Coping With Drought: Stress and Adaptive Responses in Potato and Perspectives for Improvement, 6(July), 1–23. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00542>
- Osmolovskaya, N., Shumilina, J., Kim, A., Didio, A., Grishina, T., Bilova, T., ... Wessjohann, L. A. 2018. Methodology of Drought Stress Research: Experimental Setup and Physiological Characterization. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(12). <https://doi.org/10.3390/ijms19124089>
- Piowarczyk, B., Kamińska, I., & Rybiński, W. 2014. Influence of PEG generated osmotic stress on shoot regeneration and some biochemical parameters in *Lathyrus* culture. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 50(2), 77–83. <https://doi.org/10.17221/110/2013-cjgpb>

- Pratama, A. D. R. N. P., Ugiyono, S., Rayoga, L. U. P., & Usni, A. L. I. H. 2014. Upaya memacu pertumbuhan tunas mikro kentang kultivar granola dengan jenis dan konsentrasi sitokinin berbeda, *1*(September), 209–215.
- Rahayu, E. S., Guhardja, E., Ilyas, S., & Sudarsono. 2005. Polietilena glikol (PEG) dalam Media in Vitro Menyebabkan Kondisi Cekaman yang Menghambat Tunas Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Journal of Biological Researches*, *11*(1), 39–48. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.11.1.20057>
- Romero, A. P., Alarcón, A., Valbuena, R. I., & Galeano, C. H. 2017. Physiological Assessment of Water Stress in Potato Using Spectral Information. *Frontiers in Plant Science*, *8*(1608). <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01608>
- Saepudin, A., Khumaida, N., Sopandie, D., & Ardie, S. W. 2017. In Vitro Selection of Four Soybean Genotypes using PEG for Drought Tolerance Seleksi In Vitro Empat Genotipe Kedelai menggunakan PEG untuk Toleransi Kekeringan. *J. Agron. Indonesia*, *45*(1), 14–22. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i1.13749>
- Sahair, R. A., Sneha, S., Raghu, N., Ts, G., & Karthikeyan, M. 2019. *Solanum tuberosum* L : Botanical , Phytochemical , Pharmacological and Nutritional Significance, *10*(3), 115–124. <https://doi.org/10.5138/09750185.2256>
- Sahar, A. A., Al-saadi, M., Alutbi, S. D., & Madhi, Z. J. 2017. The Effects Of In Vitro Culture On The Leaf Anatomy Of Potato (Research Article The Effects Of In Vitro Culture On The Leaf Anatomy Of Potato (*Solanum tuberosum*), (August).
- Samadi. 2007. **Kentang dan Analisis Usahatani**. Yogyakarta : Kanisius
- Saravia, D., Farfán-Vignolo, E. R., Gutiérrez, R., De Mendiburu, F., Schafleitner, R., Bonierbale, M., & Khan, M. A. 2016. Yield and Physiological Response of Potatoes Indicate Different Strategies to Cope with Drought Stress and Nitrogen Fertilization. *American Journal of Potato Research*, *93*(3), 288–295. <https://doi.org/10.1007/s12230-016-9505-9>
- Sari, D. A., Restanto, D. P., Pertanian, F., Unej, U. J., Kalimantan, J., & Boto, K. T. (n.d.). Pertanian induksi tunas kentang (*Solanum tuberosum* L .) Menggunakan BAP (Benzil Amino Purine) , x, 1–4.
- Savitri, E. S. 2010. Pengujian li Vitro Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L . Merr) Pada Media Padat dan Cair. *El-Hayah*, *1*(2), 9–13.
- Schafleitner, R., Gutierrez, R., Espino, R., Gaudin, A., Pérez, J., Martínez, M., ... Bonierbale, M. 2007. Field Screening for Variation of Drought Tolerance in *Solanum tuberosum* L. by Agronomical, Physiological and Genetic Analysis. *Potato Research*, *50*(1), 71–85. <https://doi.org/10.1007/s11540-007-9030-9>
- Simsek, O. 2018. Effect of Drought Stress in in Vitro and Drought-Related Gene Effect of Drought Stress in in Vitro and Drought-Related Gene Expression in Carrizo. *Fresenius Environmental Bulletin*, *27*(12), 9167–9171.
- Simss, E. 2000. **Defining Tolerance as a Norm of Reaction**. *Evolutionary Ecology*. 14:563-570
- Sinaga, E., & Rahayu, M. S. 2015. Seleksi Toleransi Kekeringan In Vitro terhadap Enam Belas Aksesori Tanaman Terung (*Solanum melongena* L .) dengan

- Polietilena Glikol (PEG), 6(April), 20–28.
- Sirait, B. A., & Charloq, R. 2017. In Vitro Study of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tolerant to the Drought Stress. *KnE Life Sciences*, 3(5), 188. <https://doi.org/10.18502/cls.v3i5.992>
- Spooner, D. M. 2013. *Solanum tuberosum* (Potatoes). *Brenner's Encyclopedia of Genetics: Second Edition* (Vol. 6). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374984-0.01442-X>
- Suharjo, U.K.J. 2004. Use of polyethylene glycol (PEG) 8000 for rapid screening of potato genotype for water stress. Doctoral Dissertation, the University of Maine, Orono, USA.
- Sulaeman, E.R., W. Wintarasa, Sumarna, N. 1997. **Perbanyakan Bib it Kentang Berkualitas Tinggi Bebas Penyakit**. Bandung (ID): Balai Benih Induk.
- Utami, G. R., Rahayu, M. S., Setiawan, A., Agronomi, D., Pertanian, F., & Bogor, I. P. 2015. No Title, 3(1), 105–109.
- Vallejo, P.R dan J.D. Kelly. 1998. Traits Related to Drought Resistance in Common Bean. *Euphytica* 99
- Verslues, P. E., Ober, E. S., & Sharp, R. E. 1998. Root Growth and Oxygen Relations at Low Water Potentials. Impact of Oxygen Availability in Polyethylene Glycol Solutions. *Plant Physiology*, 116(4), 1403–1412. <https://doi.org/10.1104/pp.116.4.1403>
- Wattimena, G.A. N.A. Mattjik, E. Syamsudin, Ernawati. 1992. **Bioteknologi Tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman**. Pusat Antar Universitas. IPB Bogor
- Zulkarnain. 2011. **Kultur Jaringan Tanaman**. Jakarta (ID): PT Bumi Aksara. 38-4

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Media Dasar (MS)

a. Perhitungan MS instan

Perhitungan $\frac{1}{2}$ MS = $\frac{1}{2} \times 4,43 \text{ gr/L} = 2,215 \text{ gr/L}$

12 satuan perlakuan x 3 ulangan = 36 unit percobaan

Berat MS yang dibutuhkan = 36 botol x 15 ml = 540 ml

$2,215/1000 = x/540$

$x = 1,1961 \text{ gr}$

b. Perhitungan agar

Agar yang dibutuhkan 7 gr/L

Berat agar yang dibutuhkan dalam 540 ml media = x

$7/1000 = x/540$

$x = 3,78 \text{ gr}$

c. Perhitungan gula

Gula yang dibutuhkan 30 gr/L

$30/1000 = x/540$

$x = 16,2 \text{ gr}$

Lampiran 2. Perhitungan Konsentrasi PEG 6000

V1 = Volume larutan stok yang akan dibuat

M1 = Banyaknya kebutuhan senyawa dalam media MS

V2 = Volume larutan stok

M2 = Banyaknya senyawa dalam larutan stok

a) Perhitungan Larutan PEG 5%

Larutan stok dibuat dalam 100 ml aquades dengan perhitungan:

$$135 \times 5 = V2 \times 100$$

$$675 = V2 \times 100$$

$$V2 = 675/100 = 6,75 \text{ ml}$$

b) Perhitungan Larutan PEG 10%

$$135 \text{ ml} \times 10 = V2 \times 100$$

$$1350 = V2 \times 100$$

$$V2 = 1350/100 = 13,5 \text{ ml}$$

c) Perhitungan Larutan PEG 15%

$$135 \text{ ml} \times 15 = V2 \times 100$$

$$2025 = V2 \times 100$$

$$V2 = 2025/100 = 20,25 \text{ ml}$$

Lampiran 3. Perhitungan Indeks Toleransi Cekaman

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

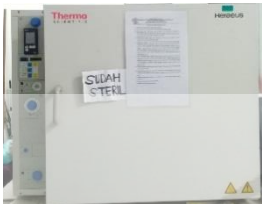
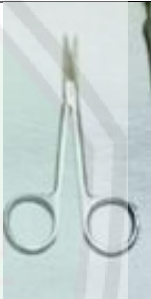
$$B08 S = \frac{1-0,54/1,25}{1-0,76/0,387} = \frac{1-0,432}{1-0,196} = \frac{0,568}{0,804} = 0,71 \text{ (medium)}$$

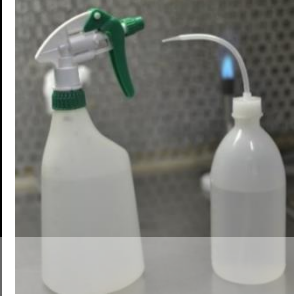
$$B16 S = \frac{1-0,73/9,04}{1-0,76/0,387} = \frac{1-0,0807}{1-0,196} = \frac{0,9193}{0,804} = 1,14 \text{ (peka)}$$

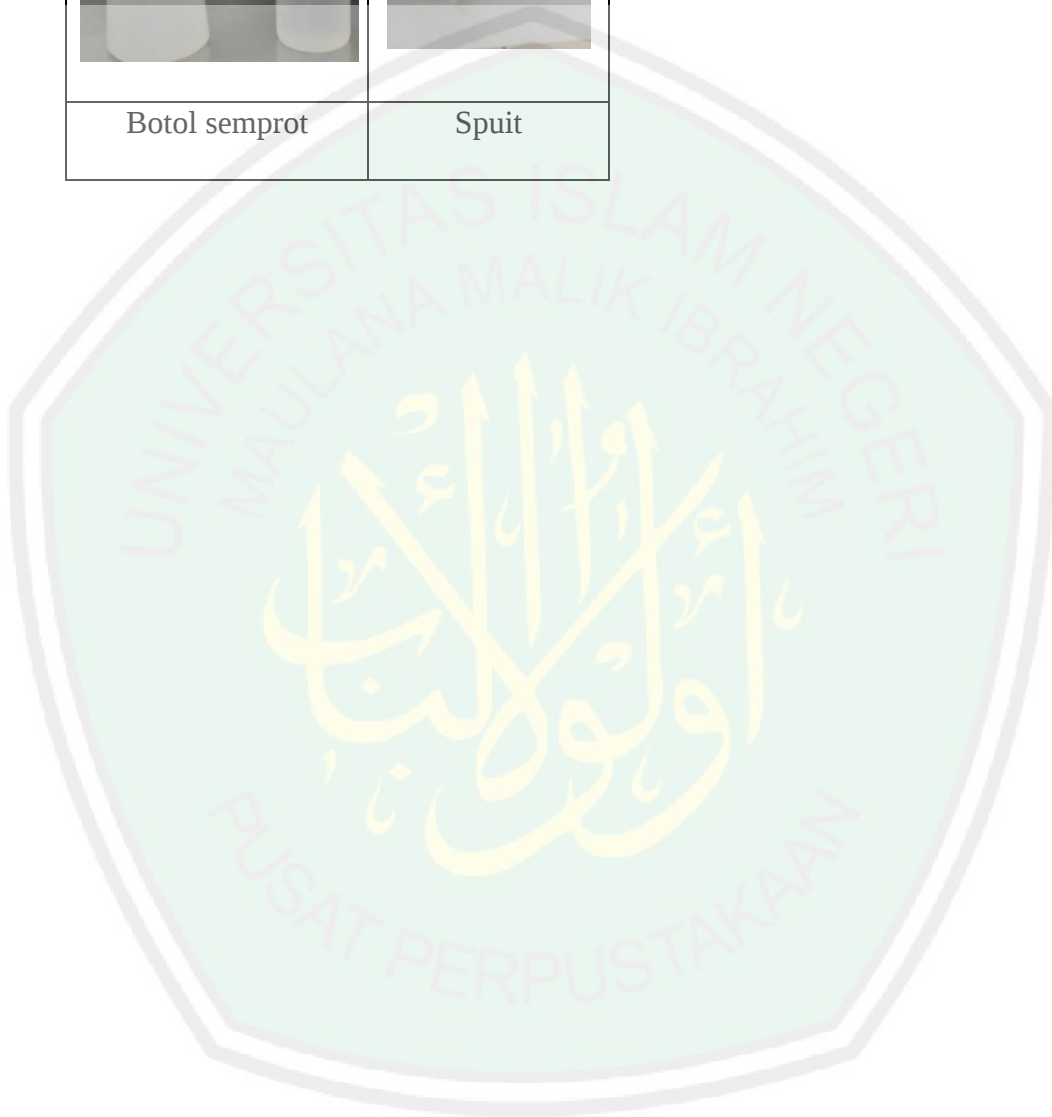
$$\text{All Red} = \frac{1-1,01/1,31}{1-0,76/0,387} = \frac{1-0,77}{1-0,196} = \frac{0,23}{0,804} = 0,29 \text{ (toleran)}$$



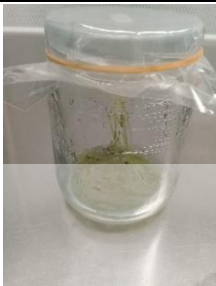
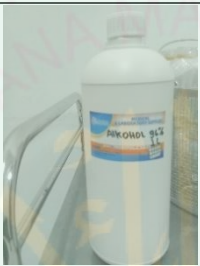
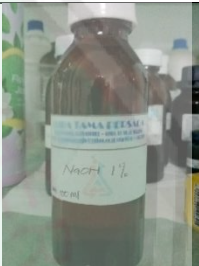
Lampiran 4. Alat dan Bahan Penelitian

			
Oven	Autoklaf	Neraca analitik	Laminar Air Flow Cabinet
			
Hotplate	Mikropipet	Pinset	Gunting
			
Botol infus	Cawan petri	Botol jam	Gelas beaker
			
Gelas ukur	pH indikator	Bunsen	Korek api

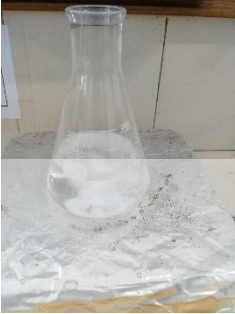
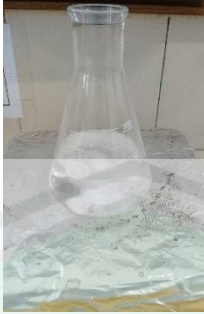
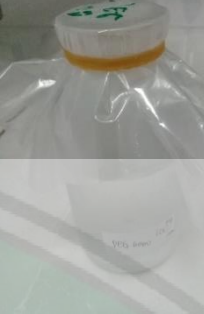
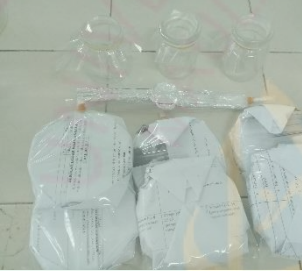
	
Botol semprot	Sput



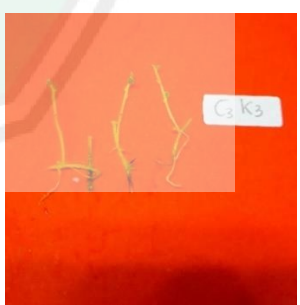
Bahan

			
Planlet kentang B08	Planlet kentang kultivar All red	Planlet kentang B16	MS instan
			
Alkohol 70%	Alkohol 96%	HCl 0,1 N	NaOH 1%
			
Spirtus	Tissu	Karet pentil	
			
PEG 6000	Gula	Plastik	Kertas pH

Proses

			
Penimbangan serbuk PEG	Pelarutan MS dan gula dengan aquades	Larutan stok PEG	Pemberian larutan PEG pada media MS
			
Pembungkusan alat untuk sterilisasi	Proses subkultur di dalam LAF	Proses subkultur tunas di dalam LAF	Inkubasi plantket pada ruang inkubasi

Lampiran 5. Hasil Penelitian

PEG	All Red	B08	B16
0%	 C2K0	 C1K0	 C3K0
5%	 C2K1	 C1K1	 C3K1
10%	 C2K2	 C1K2	 C3K2
15%	 C2K3	 C1K3	 C3K3

Lampiran 6. Data Pengamatan

Hari Muncul Tunas

No	Kultivar	Ulangan	Konsentrasi				Total
			0%	5%	10%	15%	
1	B08	1	1	6	6	7	20
2		2	1	6	6	7	20
3		3	1	4	7	7	19
Sub Total			3	16	19	21	59
4	All Red	1	1	3	3	3	10
5		2	1	4	4	4	13
6		3	1	3	3	4	11
Sub Total			3	10	10	11	34
7	B16	1	1	4	3	1	9
8		2	1	3	3	9	16
9		3	1	1	3	1	6
	Sub Total		3	8	9	11	31

Jumlah Tunas

No	Kultivar	Ulangan	Konsentrasi				Total
			0%	5%	10%	15%	
1	B08	1	2.75	1.50	1.25	0.75	6.25
2		2	3.25	1.75	1.00	0.50	6.50
3		3	2.75	1.75	0.50	1.25	6.25
Sub Total			8.75	5	2.75	2.5	19.00
4	All Red	1	2.25	1.25	2.00	0.75	6.25
5		2	1.75	1.50	1.00	1.00	5.25
6		3	2.25	1.75	0.75	0.25	5.00
Sub Total			6.25	4.50	3.75	2.00	16.50
7	B16	1	3.25	2.00	2.00	0.75	8.00
8		2	5.75	1.25	1.00	0.50	8.50
9		3	3.00	1.75	1.50	0.25	6.50
Sub Total			12.00	5.00	4.50	1.50	23.00

Tinggi Tajuk

N o	Kultivar	Ulanga n	Konsentrasi				Total
			0%	5%	10%	15%	
1	B08	1	3.25	1.8	1.5	1.13	7.68
2		2	4.25	2.63	1	1.13	9.01
3		3	2.75	2.75	1.5	1.13	8.13
Sub Total			10.25	7.18	4	3.39	24.82
4	All Red	1	1.1	0.8	0.7	0.63	3.23
5		2	1.5	0.88	0.75	0.75	3.88
6		3	1	0.88	0.73	0.7	3.31
Sub Total			3.60	2.56	2.18	2.08	10.42
7	B16	1	5	4	3	2.13	14.13
8		2	5.88	3	2.5	2.13	13.51
9		3	4.38	2.13	3.25	1.63	11.39
Sub Total			15.26	9.13	8.75	5.89	39.03

Jumlah Daun

N o	Kultivar	Ulanga n	Konsentrasi				Total
			0%	5%	10%	15%	
1	B08	1	3.25	2	2.75	0.75	8.75
2		2	3	2.5	0.75	0.5	6.75
3		3	3	2.25	0.5	0.4	6.15
Sub Total			9.25	6.75	4	1.65	21.65
4	All Red	1	6.5	4.5	6.5	1.75	19.25
5		2	7	4	3	1.25	15.25
6		3	9	4	3.25	3	19.25
Sub Total			22.50	12.50	12.75	6.00	53.75
7	B16	1	10	6.5	5.25	2.25	24.00
8		2	12.25	6.5	5.25	3.5	27.50
9		3	17	6.5	5.75	2	31.25
Sub Total			39.25	19.50	16.25	7.75	82.75

Jumlah Akar							
No	Kultivar	Ulangan	Konsentrasi				Total
			0%	5%	10%	15%	
1	B08	1	2.00	1.00	1.75	0.75	5.50
2		2	1.50	1.00	1.00	0.75	4.25
3		3	2.00	1.50	1.00	1.00	5.50
Sub Total			5.50	3.50	3.75	2.50	15.25
4	All Red	1	1.75	1.25	1.5	1	5.50
5		2	1.5	1.25	1	1	4.75
6		3	1.75	2.25	1.5	1	6.50
Sub Total			5.00	4.75	4.00	3.00	16.75
7	B16	1	3.5	1.25	2	1	7.75
8		2	3.25	0.4	1	1.25	5.90
9		3	2.5	1.25	2	1	6.75
Sub Total			9.25	2.90	5.00	3.25	20.40

Panjang Akar

No	Kultivar	Ulangan	Konsentrasi				Total
			0%	5%	10%	15%	
1	B08	1	1.25	1.38	1.75	0.13	4.51
2		2	0.63	0.5	0.38	0.25	1.76
3		3	0.63	1.63	0.25	0.63	3.14
Sub Total			2.51	3.51	2.38	1.01	9.41
4	All Red	1	0.5	0.33	1.03	0.38	2.24
5		2	1.25	1.25	0.2	0.13	2.83
6		3	1.43	0.38	0.75	0.88	3.44
Sub Total			3.18	1.96	1.98	1.39	8.51
7	B16	1	8.75	3.25	13.5	0.75	26.25
8		2	10.38	0.25	0.63	0.5	11.76
9		3	7.5	0.5	0.75	0.5	9.25
Sub Total			26.63	4.00	14.88	1.75	47.26

Lampiran 7. Analisis Statistik**UJI NORMALITAS****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Hari Muncul Tunas	Tinggi Tajuk	Jumlah Tunas	Jumlah Daun	Panjang Akar	Jumlah Akar
N		36	36	36	36	36	36
Normal Parameters ^a	Mean	.000000 0	.000000 0	.000000 0	.000000 0	.000000 0	.000000 0
	Std. Deviation	1.41807 817	1.73973 5	1.07985	2.49144 668	2.71300 714	.688511 16
	Most Extreme Differences						
	Absolute	.091	.182	.148	.180	.164	.084
	Positive	.091	.182	.148	.180	.164	.067
	Negative	-.064	-.165	-.101	-.131	-.122	-.084
Kolmogorov-Smirnov Z		.548	1.092	.890	1.083	.983	.501
Asymp. Sig. (2-tailed)		.925	.184	.406	.191	.289	.963

Test distribution is normal

1. Hari Muncul Tunas

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	146.222 ^a	11	13.293	31.903	.000
Intercept	373.778	1	373.778	897.067	.000
Kultivar	56.722	2	28.361	68.067	.000
Konsentrasi	60.222	3	20.074	48.178	.000
Kultivar * Konsentrasi	29.278	6	4.880	11.711	.000
Error	10.000	24	.417		
Total	530.000	36			
Corrected Total	156.222	35			

a. R Squared = .936 (Adjusted R Squared = .907)
Duncan

Kultivar	N	Subset		
		1	2	3
B16	12	1.9167		
All red	12		2.8333	
B08	12			4.9167
Sig.		1.000	1.000	1.000

Konsentrasi PEG	N	Subset	
		1	2
0%	9	1.0000	
5%	9		3.7778
15%	9		3.8889
10%	9		4.2222
Sig.		1.000	.180

Hari Muncul Tunas

Duncan

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
C1K0	3	1.0000			
C2K0	3	1.0000			
C3K0	3	1.0000			
C3K3	3	1.0000			
C3K1	3		2.6667		
C3K2	3		3.0000		
C2K1	3		3.3333		
C2K2	3		3.3333		
C2K3	3		3.6667		
C1K1	3			5.3333	
C1K2	3			6.3333	6.3333
C1K3	3				7.0000
Sig.		1.000	.101	.070	.218

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .417

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

2. Jumlah Tunas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Jumlah Tunas Semua

F	df1	df2	Sig.
1.144	11	24	.373

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlah Tunas Semua

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	24.297 ^a	11	2.209	18.439	.000
Intercept	87.891	1	87.891	733.696	.000
Konsentrasi	21.589	3	7.196	60.072	.000
Kultivar	.760	2	.380	3.174	.060
Konsentrasi * Kultivar	1.948	6	.325	2.710	.037
Error	2.875	24	.120		
Total	115.063	36			
Corrected Total	27.172	35			

R Squared = .894 (Adjusted R Squared = .846)

Duncan

PEG	N	Subset		
		1	2	3
15%	9	.6111		
010%	9		1.2778	
5%	9		1.6111	
0%	9			2.7500
Sig.		1.000	.052	1.000

Kultivar	N	Subset	
		1	2
All Red	12	1.3750	
B08	12	1.5833	1.5833
B16	12		1.7292
Sig.		.153	.312

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
The error term is Mean Square(Error) = .120.

Duncan

Perlakuan	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
C3K3	3	.5000					
C2K3	3	.5833					
C1K3	3	.7500	.7500				
C1K2	3	1.0000	1.0000	1.0000			
C2K2	3		1.3333	1.3333	1.3333		
C3K2	3			1.5000	1.5000	1.5000	
C2K1	3			1.5000	1.5000	1.5000	
C3K1	3				1.6667	1.6667	
C1K1	3				1.6667	1.6667	
C2K0	3					2.0833	
C1K0	3						2.9167
C3K0	3						3.2500
Sig.		.117	.061	.117	.302	.075	.250

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = .120.

3. Tinggi Tunas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Tinggi Tajuk All

F	df1	df2	Sig.
2.862	11	24	.015

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Design: Intercept + Konsentrasi + Kultivar + Konsentrasi * Kultivar

Duncan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi Tajuk All

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	60.178 ^a	11	5.471	24.435	.000
Intercept	152.934	1	152.934	683.082	.000
Konsentrasi	19.637	3	6.546	29.236	.000
Kultivar	34.082	2	17.041	76.114	.000
Konsentrasi * Kultivar	6.459	6	1.077	4.808	.002
Error	5.373	24	.224		
Total	218.486	36			
Corrected Total	65.552	35			

a. R Squared = .918 (Adjusted R Squared = .880)

Duncan

PEG	N	Subset		
		1	2	3
15%	9	1.2583		
10%	9	1.6583	1.6583	
5%	9		2.0944	
0%	9			3.2333
Sig.		.086	.062	1.000

Kultivar	N	Subset		
		1	2	3
All Red	12	.8667		
B08	12		2.0667	
B16	12			3.2500
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .224.

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
C2K3	3	.6917					
C2K2	3	.7250					
C2K1	3	.8500					
C1K3	3	1.1250	1.1250				
C2K0	3	1.2000	1.2000				
C1K2	3	1.3333	1.3333				
C3K3	3		1.9583	1.9583			
C1K1	3			2.3917	2.3917		
C3K2	3				2.9167	2.9167	
C3K1	3				3.0417	3.0417	
C1K0	3					3.4167	
C3K0	3						5.0833
Sig.		.155	.058	.273	.124	.233	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

4. Jumlah Daun

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	390.521 ^a	11	35.502	19.728	.000
Intercept	694.762	1	694.762	386.068	.000
Konsentrasi	179.541	3	59.847	33.256	.000
Kultivar	155.684	2	77.842	43.256	.000
Konsentrasi * Kultivar	55.296	6	9.216	5.121	.002
Error	43.190	24	1.800		
Total	1128.472	36			
Corrected Total	433.711	35			

R Squared = .900 (Adjusted R Squared = .855)

Duncan

Konsentrasi PEG	N	Subset		
		1	2	3
15%	9	1.7111		
10%	9		3.6667	
5%	9		4.3056	
0%	9			7.8889
Sig.		1.000	.322	1.000

Duncan				
kultivar	N	Subset		
		1	2	3
B08	12	1.8042		
All Red	12		4.4792	
B16	12			6.8958
Sig.		1.000	1.000	1.000

5. Jumlah Akar
Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
C1K3	3	.5500					
C1K2	3	1.3333					
C2K3	3	2.0000	2.0000				
C1K1	3	2.2500	2.2500				
C3K3	3	2.5833	2.5833				
C1K0	3	3.0833	3.0833	3.0833			
C2K1	3		4.1667	4.1667	4.1667		
C2K2	3		4.2500	4.2500	4.2500		
C3K2	3			5.4167	5.4167	5.4167	
C3K1	3				6.5000	6.5000	
C2K0	3					7.5000	
C3K0	3						13.0833
Sig.		.050	.081	.061	.061	.083	1.000

Dependent Variable: Jumlah Akar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.807 ^a	11	1.073	8.270	.000
Intercept	77.001	1	77.001	593.263	.000
Kultivar	1.295	2	.647	4.989	.015
Konsentrasi	7.349	3	2.450	18.874	.000
Kultivar *	3.163	6	.527	4.061	.006
Konsentrasi					
Error	3.115	24	.130		
Total	91.923	36			
Corrected Total	14.922	35			

R Squared = .791 (Adjusted R Squared = .696)

Duncan

Konsentrasi PEG	N	Subset		
		1	2	3
15%	9	.9722		
10%	9	1.2667	1.2667	
5%	9		1.4167	
0%	9			2.1944
Sig.		.096	.386	1.000

PEG	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
C1K3	3	.8333			
C2K3	3	1.0000	1.0000		
C3K1	3	1.0500	1.0500		
C3K3	3	1.0833	1.0833		
C1K1	3	1.1667	1.1667	1.1667	
C1K2	3	1.2500	1.2500	1.2500	
C2K2	3	1.3333	1.3333	1.3333	
C2K1	3		1.5833	1.5833	
C2K0	3		1.6667	1.6667	
C3K2	3		1.6667	1.6667	
C1K0	3			1.8333	
C3K0	3				3.0833
Sig.		.150	.062	.058	1.000

6. Panjang Akar

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Panjang Akar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	193.716 ^a	11	17.611	96.313	.000
Intercept	110.688	1	110.688	605.357	.000
PEG	63.270	3	21.090	115.343	.000
Kultivar	50.267	2	25.133	137.456	.000
PEG * Kultivar	80.178	6	13.363	73.083	.000
Error	4.388	24	.183		
Total	308.792	36			
Corrected Total	198.104	35			

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

Duncan

Konsentrasi PEG	N	Subset		
		1	2	3
15%	9	.5056		
10%	9	.7583		
5%	9		1.8833	
0%	9			3.8667
Sig.		.222	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .183

Duncan

Kultivar	N	Subset	
		1	2
B08	12	.8229	
All Red	12	1.0167	
B16	12		3.4208
Sig.		.278	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Duncan

CK	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
C1K3	3	.3333			
C1K2	3	.5417	.5417		
C3K3	3	.5833	.5833		
C2K3	3	.6000	.6000		
C3K2	3	.7250	.7250		
C2K2	3	1.0083	1.0083		
C2K1	3	1.1500	1.1500		
C1K1	3		1.1667		
C1K0	3		1.2500		
C2K0	3		1.3083		
C3K1	3			3.3333	
C3K0	3				9.0417
Sig.		.050	.070	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed
 Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.00

Correlations

		Hari Muncul Tunas	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas	Jumlah Daun	Jumlah Akar	Panjang Akar
Hari Muncul Tunas	Pearson Correlation	1	-.538**	-.366*	-.569**	-.500**	-.281
	Sig. (2-tailed)		.001	.028	.000	.002	.097
	N	36	36	36	36	36	36
Jumlah Tunas	Pearson Correlation	-.538**	1	.747**	.671**	.792**	.612**
	Sig. (2-tailed)	.001		.000	.000	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36
Tinggi Tunas	Pearson Correlation	-.366*	.747**	1	.585**	.617**	.641**
	Sig. (2-tailed)	.028	.000		.000	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36
Jumlah Daun	Pearson Correlation	-.569**	.671**	.585**	1	.673**	.607**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36
Jumlah Akar	Pearson Correlation	-.500**	.792**	.617**	.673**	1	.695**
	Sig. (2-tailed)	.002	.000	.000	.000		.000
	N	36	36	36	36	36	36
Panjang Akar	Pearson Correlation	-.281	.612**	.641**	.607**	.695**	1
	Sig. (2-tailed)	.097	.000	.000	.000	.000	
	N	36	36	36	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Alifka Inahana
NIM : 16620004
Program : Genap/Tahun Ajaran 2019/2020
Judul Skripsi : Simulasi Kekeringan PEG 6000 Beberapa Kultivar Kentang
(*Solanum tuberosum* L.) secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	2 Desember 2019	Konsultasi Judul Skripsi	
2.	23 Desember 2019	ACC Judul Skripsi	
3.	3 Januari 2020	Konsultasi BAB I	
4.	6 Januari 2020	Konsultasi BAB I	
5.	10 Januari 2020	Konsultasi BAB I	
6.	24 Januari 2020	Konsultasi BAB III	
7.	31 Januari 2020	Konsultasi BAB II	
8.	7 Februari 2020	Konsultasi BAB I, II, dan III	
9.	10 Februari 2020	Konsultasi BAB III	
10.	14 Februari 2020	Konsultasi Integrasi Sains dan Islam	
11.	15 Februari 2020	Konsultasi BAB III	
12.	2 Maret 2020	ACC BAB 1,2, dan 3	
13.	3 September 2020	Revisi BAB 1-3	
14.	4 November 2020	Konsultasi BAB IV Hasil	
15.	8 Desember 2020	Konsultasi BAB IV	
16.	10 Desember 2020	Konsultasi Sains dan Integrasi	
17.	10 Desember 2020	Konsultasi BAB IV dan V	
18.	28 Desember 2020	ACC Skripsi	

Pembimbing Skripsi

Dr. Evika Sandi Savitri, MP

NIP. 197410182003122002

Malang, 28 Desember 2020

Ketua Program Studi



Dr. Evika Sandi Savitri, MP

NIP. 197410182003122002



KARTU KONSULTASI SKRIPSI AGAMA

Nama : Alifka Inahana
NIM : 16620004
Program : Genap/Tahun Ajaran 2019/2020
Judul Skripsi : Simulasi Kekeringan PEG 6000 Beberapa Kultivar Kentang
(*Solanum tuberosum* L.) secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	3-01-2020	Konsultasi BAB I	
2.	14-02-2020	Konsultasi Integrasi Sains dan Islam	
3.	15-02-2020	Konsultasi Sains dan Integrasi	
4.	9-12-2020	Konsultasi abstrak dan diskusi sains penelitian dengan Islam	
5.	27-12-2020	ACC	

Malang, 28 Desember 2020

Pembimbing Skripsi

Ketua Program Study

Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

NIPT. 201402011409

Dr. Evika Sandi Savitri,

NIP. 197410182003122002