

**PERAKITAN PLANLET PISANG CAVENDISH (*Musa acuminata* Colla)
DALAM CEKAMAN KEKERINGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI
SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh

**Tarisa Livia Hr
1917061002**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI TERAPAN
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

**PERAKITAN PLANLET PISANG CAVENDISH (*Musa acuminata* Colla)
DALAM CEKAMAN KEKERINGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI
SECARA *IN VITRO***

ABSTRAK

Oleh

Tarisa Livia Hr

Lebih dari 200 jenis pisang terdapat di Indonesia. Jenis pisang di Indonesia sangat beragam, salah satu jenis yang banyak dikenal masyarakat yaitu pisang Cavendish. Cekaman kekeringan bisa menjadi faktor utama yang menyebabkan tanaman pisang cavendish tidak dapat tumbuh di dalam lingkungan yang kering. Senyawa *polyethylene glycol* (PEG) 6000 merupakan senyawa kimia yang tidak beracun bagi tanaman sehingga, sering digunakan untuk simulasi cekaman kekeringan dari suatu tanaman. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui konsentrasi PEG 6000 yang toleran pada planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) terhadap cekaman kekeringan berbasis bioteknologi secara *in vitro*. Parameter yang diamati yaitu persentase jumlah planlet yang hidup, visualisasi planlet, tinggi planlet, kandungan klorofil dan kandungan karbohidrat. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 taraf konsentrasi PEG 6000 yaitu 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dengan 5 kali ulangan. Data kuantitatif dari setiap parameter dianalisis menggunakan *one way* ANOVA. Analisis Ragam pada taraf 5% dan uji lanjut dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi PEG 6000 yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada planlet pisang cavendish yaitu 40%. Perlakuan konsentrasi PEG 6000 40% menunjukkan bahwa kandungan klorofil a, b, dan total lebih rendah dari perlakuan yang lain, sedangkan untuk kandungan karbohidratnya lebih tinggi dari perlakuan yang lain.

Kata kunci : *Musa acuminata* Colla, PEG 6000, *in vitro*, cekaman kekeringan.

**PERAKITAN PLANLET PISANG CAVENDISH (*Musa acuminata* Colla)
DALAM CEKAMAN KEKERINGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI
SECARA *IN VITRO***

Oleh

TARISA LIVIA HR

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**PROGRAM STUDI BIOLOGI TERAPAN
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

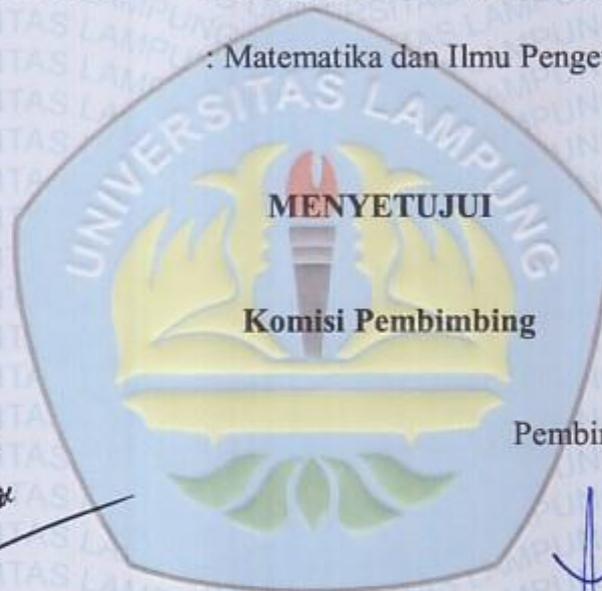
Judul Skripsi : Perakitan Planlet Pisang Cavendish (*Musa acuminata* Colla) Dalam Cekaman Kekeringan Berbasis Bioteknologi Secara *In Vitro*

Nama Mahasiswa : Tarisa Livia Hr

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917061002

Jurusan / Program Studi : Biologi / S1-Biologi Terapan

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing 1

Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.
NIP. 196111251990032001

Pembimbing 2

Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.
NIP. 196510311992032003

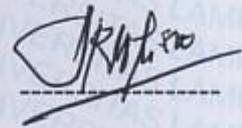
Ketua Jurusan Biologi FMIPA

Dr. Jani Maister, S.Si., M.Si.
NIP. 198301312008121001

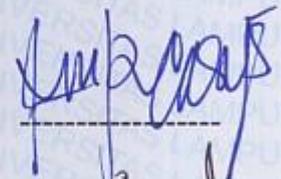
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

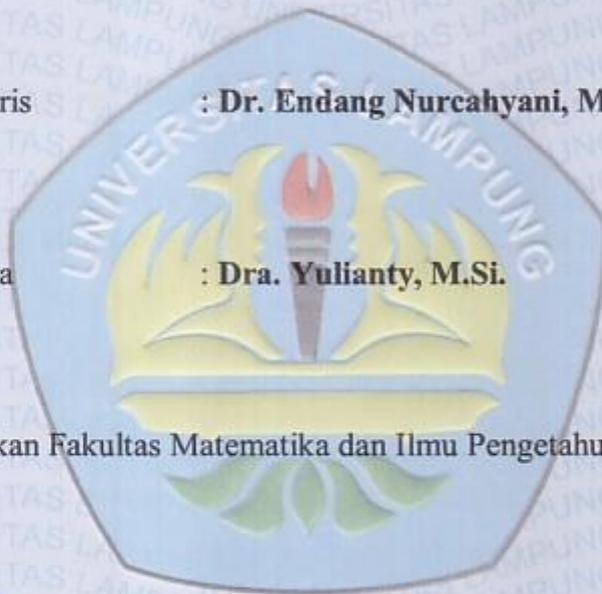
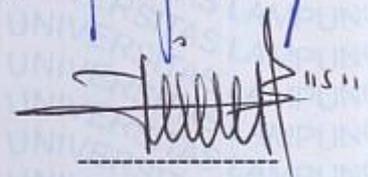
Ketua : **Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.**



Anggota : **Dra. Yulianty, M.Si.**



2. Plt. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Ing. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 29 Maret 2023

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tarisa Livia Hr
NPM : 1917061002
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi saya yang berjudul:

**“PERAKITAN PLANLET PISANG CAVENDISH (*Musa acuminata* Colla)
DALAM CEKAMAN KEKERINGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI
SECARA *IN VITRO*”**

baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Skripsi ini saya susun dengan mengikuti pedoman dan norma akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Maret 2023

Yang menyatakan,



Tarisa Livia Hr

NPM. 1917061002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di kota Metro pada tanggal 06 April 2001 sebagai anak ketiga dari pasangan Bapak Drs.Chairullah Eka Putra dan Ibu Sri Herlina HS, S.Pd. Penulis menempuh pendidikan di TK Pertiwi Teladan dan selesai pada tahun 2007, selanjutnya Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 1 Metro Pusat pada tahun 2013, selanjutnya pendidikan tingkat menengah di SMP Negeri 1 Metro dan selesai pada tahun 2016. Setelah itu melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Metro dan selesai pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis mendaftarkan diri sebagai mahasiswi Jurusan Biologi FMIPA melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis pernah menjadiasisten praktikum Biologi Sel, Pengantar Biologi Molekuler, Fitohormon dan menjadi asisten dosen pada mata kuliah Bahasa Inggris. Selain itu, penulis juga aktif di organisasi kampus menjadi pengurus aktif Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) FMIPA Universitas Lampung sebagai anggota Bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan tahun kepengurusan 2020-2021 dan menjadi staff ahli Kementerian Dalam Negeri BEM U KBM Universitas Lampung Tahun 2020, selanjutnya pernah menjadi sekretaris pelaksana Pekan Konservasi Sumber Daya Alam (PKSDA) XXV. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mumbang Jaya Kecamatan Jabung Kabupaten Lampung Timur dari Juni-Agustus 2022. Selain itu, penulis juga melakukan Kerja Praktik di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Provinsi Lampung dengan judul **“Deteksi Penyakit *Convert Mortality Nodavirus* (CMNV) Pada Induk Udang *Vanname* (*Litopenaeus vannamei*) Dengan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) Di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan Lampung ”**.

MOTTO

Dan jika kamu menghitung nikmat Allah, niscaya kamu tidak akan mampu menghitungnya. Sungguh, Allah benar-benar Maha Pengampun, Maha Penyayang (QS. An-Nahl : 18)

Sesungguhnya Kami telah memberikan kepadamu nikmat yang banyak. Maka dirikanlah shalat karena Rabbmu; dan berqurbanlah. Sesungguhnya orang-orang yang membenci kamu dialah yang terputus (QS. Al Kautsar: 1-3).

PERSEMBAHAN

Dengan segala rasa syukur kepada Allah SWT dan dengan kerendahan hati
kupersembahkan karya ini kepada :

1. Kedua orang tuaku, Ayah dan Ibu tercinta yang sudah sangat tulus memberikan semangat, doa, nasehat, dukungan dan materil yang sangat luar biasa selama ini.
2. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah segala puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala. Tuhan semesta alam yang telah memberikan berkat, rahmat, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PERAKITAN PLANLET PISANG CAVENDISH (*Musa acuminata* L) DALAM CEKAMAN KEKERINGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI SECARA *IN VITRO*”** dengan baik dan tepat pada waktunya. Sebelumnya penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, masukan, serta motivasi yang tiada henti selama penelitian, perkuliahan, penulisan, serta dalam proses menyelesaikan studi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada **Ibu. Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.**, selaku Pembimbing I, dan kepada **Ibu Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.**, selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama perkuliahan sampai penyelesaian skripsi. Dalam kesempatan ini penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dra. Yulianty, M.Si., selaku Pembahas dan Pembimbing Akademik yang telah sabar memberikan masukan, mengarahkan serta membimbing penulis dalam proses pembuatan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani D.E.A.IP M. Selaku rektor Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si, M.Si., selaku Plt. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
4. Bapak Drs. Jani Master, M,Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Endang Nurcahyani, M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi Terapan FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Unila yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Biologi.
7. Staff administrasi, Laboran dan Penjaga gedung Jurusan Biologi Fmipa Unila yang telah membantu penulis selama perkuliahan.

8. Kedua orang tuaku tersayang, Drs. Chairullah Eka Putra dan Sri Herlina Hs, S.Pd yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang, material dan nasihat kepada penulis selama ini.
9. Kakak penulis, Mira Olivia Hr, M.Pd. dan Tengku Abdi Pratama Hr, S.An. yang selalu memberi dukungan, semangat dan doa kepada penulis.
10. Sahabatku Khairunnisa Rizqika, Intan Kartika Sari, Zikrina Marentina, Vienza Gita Hapsari, Bonita Febrianti, Tiara Safa, David Asadudin dan Aryan Yuhandi yang senantiasa mendengarkan suka duka penulis dan memberikan semangat penulis dalam membuat skripsi.
11. Teman-teman sepenelitian Kultur Jaringan Tumbuhan Maania, Azahra, Herlina, Ratna, Kak Rina dan Kak Intan atas kerjasama, kebersamaan yang diberikan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian.
12. Kakak dan adik tingkat yang telah menyemangati dan membantu penulis dalam perkuliahan.
13. Teman-teman seperjuangan angkatan 2019 Biologi FMIPA Unila atas kebersamaan selama ini.
14. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

Akhir kata, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diperlukan dalam penulisan sehingga menjadi lebih baik dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Maret 2023
Penulis

Tarisa Livia Hr

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK.....	ii
HALAMAN SAMPUL DALAM	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
a. Latar Belakang.....	1
b. Tujuan Penelitian.....	2
c. Kerangka Pemikiran	3
d. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pisang Cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla).	5
1. Pisang Cavendish	5
2. Taksonomi Pisang Cavendish	6
B. Teknik <i>In Vitro</i>	6
C. Cekaman Kekeringan.....	7
D. <i>Poly Ethylene Glycol</i> (PEG).....	8
E. Klorofil	9
F. Karbohidrat	10
III. METODE PENELITIAN	11
A. Waktu dan Tempat Penelitian	11
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	11
C. Rancangan Percobaan	12
D. Bagan Alir Penelitian.....	13
E. Pelaksanaan Penelitian.....	15
1. Sterilisasi Alat.....	15
2. Sterilisasi Ruang Kerja.....	15
3. Persiapan Medium Tanam	15
4. Sterilisasi Planlet	16
5. Persiapan Medium Seleksi	16
6. Penanaman Planlet Pada Medium Penelitian	16
F. Pengamatan	16

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
V. KESIMPULAN DAN SARAN	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Persentase jumlah planlet pisang cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla) hidup hasil seleksi berbagai konsentrasi PEG 6000.....	20
Tabel 2. Persentase visualisasi planlet pisang cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla) hidup hasil seleksi berbagai konsentrasi PEG	20
Tabel 3. Rata-rata tinggi planlet pisang cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla) selama 3 minggu	22
Tabel 4. Rata-rata kandungan klorofil a pada planlet pisang cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla).....	24
Tabel 5. Rata-rata kandungan klorofil b pada planlet pisang cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla).....	26
Tabel 6. Rata-rata kandungan klorofil total pada planlet pisang cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla)	27
Tabel 7. Rata-rata kandungan karbohidrat pada planlet pisang cavendish (<i>Musa acuminata</i> Colla)	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur <i>Poly Ethylene Glycol</i> (PEG 6000)	8
Gambar 2. Struktur klorofil a dan klorofil b	10
Gambar 3. Tata letak satuan percobaan.....	12
Gambar 4. Bagan alir penelitian.....	14
Gambar 5. Planlet pisang cavendish pada minggu ke-3	21
Gambar 6. Grafik rata-rata tinggi planlet pisang cavendish	23
Gambar 7. Grafik kandungan klorofil a dan klorofil b.....	25
Gambar 8. Grafik kandungan klorofil b planlet pisang cavendish	27
Gambar 9. Grafik kandungan klorofil total planlet pisang cavendish.....	28
Gambar 10. Grafik kandungan karbohidrat planlet pisang cavendish	30

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu sentra primer keragaman pisang baik pisang segar maupun olahan. Lebih dari 200 jenis pisang terdapat di Indonesia. Tingginya keragaman ini, memberikan peluang pada Indonesia untuk dapat memanfaatkan dan memilih jenis pisang komersial yang dibutuhkan oleh konsumen pisang (Departemen Pertanian, 2005).

Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2016), tingkat konsumsi pisang di Indonesia meningkat secara konsisten dari tahun 2011 hingga tahun 2015 sebesar 1,32% per tahun. Tingkat konsumsi ini akan mengalami kenaikan seiring pertumbuhan penduduk Indonesia, serta mendorong adanya upaya untuk meningkatkan hasil produksi pisang. Jenis pisang di Indonesia sangat beragam, salah satu jenis yang banyak dikenal masyarakat yaitu pisang Cavendish.

Musim kemarau hampir terjadi di setiap tahun sehingga dapat menyebabkan menurunnya laju fotosintesis dan produktivitas tanaman. Upaya dalam mengatasi kekeringan adalah perlu adanya pemuliaan tanaman untuk mendapatkan genotip yang resisten terhadap cekaman kekeringan. Simulasi cekaman kekeringan secara *in vitro* dilakukan menggunakan *Poly Ethylene Glycol* (PEG) 6000. PEG merupakan suatu senyawa kimia yang mampu menurunkan potensial osmotik dengan mengikat molekul air menggunakan ikatan hidrogen, akibatnya tanaman menjadi kekurangan pasokan air karena tidak dapat menyerap air dengan baik meskipun ketersediaan air tetap ada dalam medium (Ai dan Banyo, 2011).

Salah satu cara alternatif yang efektif untuk mengatasi cekaman kekeringan pada tanaman yaitu dengan menggunakan varietas yang tahan terhadap kekeringan (Nurchayani dkk., 2019a). Untuk mendapatkan planlet yang baik dapat dengan menggunakan teknik *in vitro*. Seleksi cekaman kekeringan pada teknik *in vitro* dapat dilakukan dengan cara pemberian agen penyeleksi ke dalam medium tanam (Muliani dkk., 2014). Kekurangan air pada tanaman dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman (Ai dan Banyo, 2011). Penambahan PEG diharapkan dapat memberikan simulasi cekaman kekeringan seperti yang terjadi di alam (Nurchayani dkk., 2019b).

Penambahan PEG 6000 untuk simulasi cekaman kekeringan telah banyak dilakukan pada tanaman antara lain kacang panjang (Nurchayani dkk., 2019), anggrek *Dendrobium* sp. (Feriza dkk., 2022), padi (Afa *et al.*, 2013), millet (Govindaraj *et al.*, 2010), gandum (Lobato *et al.*, 2008), jagung (Kusmarwiyah *et al.*, 2006) dan kedelai (Hamayoun *et al.*, 2010). Penelitian mengenai perakitan planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) dalam cekaman kekeringan belum pernah dilakukan, oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsentrasi *Poly Ethylene Glycol* (PEG) 6000 yang toleran untuk menghasilkan planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) dalam cekaman kekeringan secara *in vitro*.
2. Mengetahui karakter ekspresi pada planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) berupa kandungan klorofil dan kandungan karbohidrat yang diberi PEG 6000 dalam kondisi cekaman kekeringan secara *in vitro* dibandingkan dengan perlakuan 0% (kontrol).

C. Kerangka Pemikiran

Pisang cavendish merupakan salah satu tanaman hortikultura yang bernilai ekonomis sehingga banyak diminati di lingkungan masyarakat. Jenis buah-buahan ini dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan gizi manusia dikarenakan di dalamnya terkandung kalsium, kalium, fosfor, mineral potasium, vitamin A dan C.

Cekaman kekeringan bisa menjadi faktor utama yang menyebabkan tanaman pisang cavendish tidak dapat tumbuh di lingkungan kering. Tanaman pisang cavendish merupakan salah satu jenis tanaman yang membutuhkan tingkat kelembaban yang tinggi sehingga sukar hidup di lingkungan yang kering.

Teknik *in vitro* adalah salah satu cara atau teknik dari perkembangan bioteknologi yang dapat digunakan untuk memperbaiki karakter tanaman termasuk ketahanan tanaman. Teknik ini memiliki peranan yang penting dalam produksi pertanian dikarenakan dapat memodifikasi tanaman agar toleran terhadap ancaman seperti kekeringan.

Penggunaan *polyethylene glycol* (PEG) dengan bobot molekul ≥ 6000 telah banyak digunakan pada penelitian pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan tanaman. Senyawa PEG merupakan senyawa kimia yang tidak beracun bagi tanaman sehingga, sering digunakan untuk mengetahui ketahanan dari suatu tanaman terhadap ancaman kekeringan. Penggunaan variasi konsentrasi PEG dalam penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan planlet pisang cavendish dalam cekaman kekeringan.

D. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini sebagai berikut.

1. Terdapat konsentrasi *Poly Ethylene Glycol* (PEG) 6000 yang toleran untuk menghasilkan planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) dalam cekaman kekeringan secara *in vitro*.
2. Terdapat karakter ekspresi pada planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) berupa kandungan klorofil dan kandungan karbohidrat yang diberi PEG 6000 dalam kondisi cekaman kekeringan secara *in vitro*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pisang Cavendish (*Musa acuminata* Colla)

1. Pisang Cavendish

Pisang Cavendish merupakan komoditas buah tropis yang sangat populer di dunia. Pisang ini banyak dikembangkan menggunakan metode *in vitro*. Tanaman pisang cavendish dapat tumbuh di daerah tropis baik di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan ketinggian tidak lebih dari 1.600 m di atas permukaan laut (dpl). Suhu untuk pertumbuhan pisang adalah 29 °C- 30 °C. Curah hujan 2000-2500 mm/tahun. Keasaman tanah (pH) 4,5-7,5. Selain itu tanaman pisang menyukai tanah yang subur dan mengandung humus tinggi dengan kandungan liat di bawah 40% (Wijaya, 2008).

Pisang ini memiliki ciri buah yang panjang, dengan warna kulit kuning bersih, buah daging yang putih kekuningan. Ciri fisik pohon Pisang Cavendish yaitu memiliki tinggi batang 2,5 - 3 m dengan warna batangnya yang hijau kehitaman dengan warna daun hijau tua. Pada setiap tandan memiliki panjang sekitar 60-100 cm dengan berat mulai dari 15 kg hingga 30 kg. Pada setiap tandan terdiri dari 8-13 sisir dan setiap sisir terdapat 12-22 buah (Syamsuddin dan Ika, 2014). Pisang Cavendish memiliki kelebihan lain yaitu nilai ekonomi yang tinggi terutama untuk komoditas ekspor (Widayatmo dan Nindita, 2019).

2. Klasifikasi Pisang Cavendish

Klasifikasi tumbuhan pisang cavendish menurut Cronquist (1981) adalah sebagai berikut.

Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Bangsa : Zingiberales
Suku : Musaceae
Marga : Musa
Jenis : *Musa acuminata* Colla

B. Teknik *In Vitro*

Tanaman pisang banyak dibudidayakan di negara - negara Asia Tenggara seperti Indonesia. Tanaman pisang dapat berkembang biak dengan tunas, namun dalam kegiatan produksinya tanaman ini tidak bisa mengandalkan proses perkembangbiakan secara alami melalui tunas. Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat, maka teknik *in vitro* pada tanaman pisang saat ini semakin banyak dilakukan (Yudha dkk., 2015).

Kultur *in vitro* merupakan suatu metode mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ serta menumbuhkannya dalam kondisi steril sehingga bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap (Rosmaina, 2015).

Keuntungan perbanyak tanaman melalui *in vitro* adalah menghasilkan planlet secara massal dalam waktu yang relatif singkat, bebas dari gangguan penyakit dan seragam. Teknik *in vitro* dapat menjadi metode alternatif untuk perbanyak vegetatif tanaman dengan kelebihan memiliki tingkat multiplikasi yang sangat cepat dalam waktu yang relatif singkat (Mohapatra dan Batra, 2017).

Medium yang umum digunakan dalam kultur jaringan mengandung unsur-unsur seperti sukrosa, bahan organik, asam amino, vitamin, zat pengatur tumbuh, mikronutrient dan makronutrient (Mayang dkk., 2011).

C. Cekaman Kekeringan

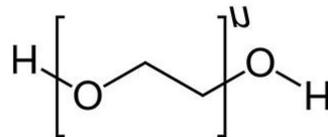
Kekeringan merupakan suatu peristiwa jika kurangnya ketersediaan air di dalam tanah yang nantinya akan mengakibatkan kegagalan dalam memproduksi suatu tanaman (Fatchul dkk., 2021). Cekaman kekeringan pada tanaman dapat menyebabkan laju fotosintesis menurun, penutupan stomata, penurunan pertumbuhan daun serta perubahan indeks luas daun. Selain itu juga dapat berpengaruh pada laju pelebaran daun, indeks luas daun, pengurangan pengambilan karbon dioksida serta penurunan berat kering apabila cekaman kekeringan terlalu parah (Purwanto dan Agustono, 2010).

Cekaman kekeringan juga dapat didefinisikan sebagai kondisi dimana potensial air dan tekanan turgor tanaman menurun sehingga mengakibatkan turunnya daya serap unsur hara dan turunnya penyerapan CO₂ akibat stomata yang tertutup (Robika *et al.*, 2015). Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh secara normal. Cekaman kekeringan dapat mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tanaman (Sakinah, 2018).

Cekaman kekeringan dapat mempengaruhi semua aspek pertumbuhan maupun metabolisme tumbuhan termasuk kandungan pigmen, keseimbangan osmotik, aktivitas fotosintesis, penurunan potensial air protoplasma, penurunan pertumbuhan, dan penurunan diameter batang (Sinay, 2015). Seleksi cekaman kekeringan pada teknik *in vitro* dapat dilakukan dengan cara pemberian agen penyeleksi ke dalam medium tanam (Muliani dkk., 2014).

D. *Polyethylene Glycol (PEG)*

Senyawa PEG bersifat dapat larut di dalam air pada sel atau jaringan tumbuhan. Senyawa ini juga larut dalam air dan dapat menyebabkan penurunan potensial air yang homogen dengan cara menarik molekul air (H₂O) menuju atom oksigen pada sub unit etilen oksida melalui ikatan hidrogen (Afa dkk., 2012). Struktur kimia *Polyethylene Glycol (PEG)* disajikan pada Gambar 1.



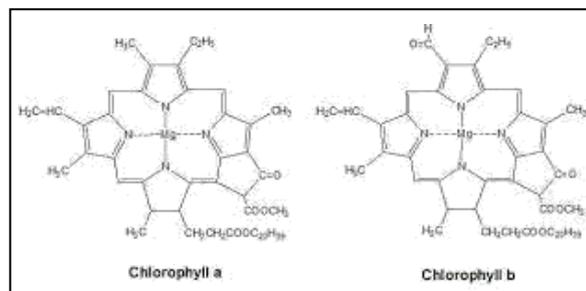
Gambar 1. Struktur *Poly Ethylene Glycol (PEG)* 6000 (Leuner and Dressman, 2000).

PEG yang ditambahkan ke dalam medium digunakan untuk menciptakan kondisi cekaman kekeringan karena senyawa ini dapat menurunkan tekanan potensial air pada medium kultur jaringan (Zulhilmi dan Surya, 2012). Jangka panjang penggunaan PEG tidak akan menyebabkan kerusakan sel dikarenakan PEG sendiri memiliki berat molekul lebih dari 6000 g/mol yang tidak dapat diserap oleh jaringan tanaman (Sunaryo *et al.*, 2019). Molekul *polyethylene glycol* telah lama digunakan dalam merangsang cekaman kekeringan pada berbagai tanaman (Tewary *et al.*, 2000).

E. Klorofil

Klorofil merupakan komponen utama kloroplast dalam fotosintesis. Tingginya tingkat fotosintesis dipengaruhi dengan jumlah kandungan klorofil yang tinggi. Semakin tinggi kandungan klorofil maka semakin tinggi tingkat fotosintesis. Penurunan konsentrasi klorofil daun merupakan salah satu respon fisiologi tanaman akibat kekurangan air

yang menyebabkan penghambatan pembentukan klorofil, penghambatan nutrisi, terutama pada hormon nitrogen dan magnesium yang berperan penting dalam sintesis klorofil (Nurcahyani dkk., 2019b). Klorofil terdapat dua jenis, yaitu klorofil a dan klorofil b. Klorofil a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) memiliki warna hijau tua dan klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) memiliki warna hijau muda (Ai dan Banyo, 2011). Struktur klorofil a dan klorofil b disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Struktur klorofil a dan klorofil b (Ai dan Banyo, 2011)

Sifat fisik klorofil antara lain memantulkan cahaya lain yang tidak diserapnya, sedangkan sifat kimia pada klorofil yaitu tidak larut dalam air namun larut pada senyawa yang lebih polar seperti etanol (Dwidjoseputro, 1994). Sintesis klorofil sangat dipengaruhi oleh air. Klorofil akan meningkat saat hujan dan akan menurun saat keadaan tanah gersang. Kadar air pada daun berperan dalam mempertahankan jumlah maksimum kadar klorofil (Homayoun *et al.*, 2011).

F. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan kelompok senyawa yang dapat dihidrolisis menjadi polisakarida, aldehyd dan keton. Karbohidrat pada tumbuhan berupa amilum atau pati. Pati merupakan polimer yang dibentuk dari glukosa jenis monomer, yang dihubungkan dengan rantai yang mirip dengan maltosa, misalnya amilosa dan amilopektin (Nurcahyani dkk., 2019a).

Karbohidrat memiliki beberapa unsur, antara lain karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Rumus molekul utama dari karbohidrat $C_n(H_2O)_n$ atau $(CH_2O)_n$. Ada beberapa bentuk karbohidrat yang terpenting yaitu monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida (Nurfadilah dkk., 2019). Ketika mengalami cekaman kekeringan hasil fotosintesis akan mengalami penurunan, dan jika hasil produksi tidak memenuhi maka pemecahan molekul karbohidrat terlarut dapat digunakan untuk mempertahankan proses metabolisme (Zhang *et al.*, 2010)

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 sampai dengan Januari 2023 di Laboratorium Botani (ruang penelitian *in vitro*), Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat-alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain botol kultur berukuran 250 ml, rak kultur, kertas label, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAF) merk ESCO, corong, gelas ukur bervolume 100 ml dan 500 ml, autoklaf, scalpel, pinset, cawan petri, erlenmeyer berukuran 50 ml, tabung reaksi, mikropipet, kertas filter, batang pengaduk, pH meter, nampan plastik, gunting, bunsen, timbangan analitik, karet gelang, pipet tip, oven, kompor, labu takar, tisu, *aluminium foil*, sarung tangan, masker, kamera, mortal dan penumbuk.

2. Bahan-bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla), alkohol 70% dan 96%, akuades, sukrosa, *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000, Kalium Hidroksida (KOH), *Asam Chlorida* (HCl), agar, medium *Murashige and Skoog* (MS), deterjen, *bayclin*.

C. Rancangan Percobaan

Rancangan Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor, yaitu konsentrasi PEG 6000. Konsentrasi PEG 6000 terdiri dari 5 taraf perlakuan yaitu 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Masing-masing konsentrasi dilakukan 5 kali pengulangan sehingga digunakan sebanyak 25 botol yang berisi 2 planlet pada setiap botol. Parameter yang diamati yaitu persentase jumlah planlet yang hidup, visualisasi planlet, tinggi planlet, analisis kandungan klorofil dan analisis kandungan karbohidrat. Data dianalisis dengan menggunakan *one way* ANOVA dan uji lanjut dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Tata letak satuan percobaan disajikan pada **Gambar 3**.

B₅U₅	B₄U₄	B₃U₃	B₅U₃	B₁U₁
B₃U₂	B₁U₂	B₄U₂	B₃U₄	B₄U₅
B₂U₁	B₃U₁	B₅U₄	B₁U₃	B₂U₄
B₃U₅	B₄U₃	B₁U₅	B₂U₂	B₁U₄
B₄U₁	B₅U₂	B₂U₅	B₅U₁	B₂U₃

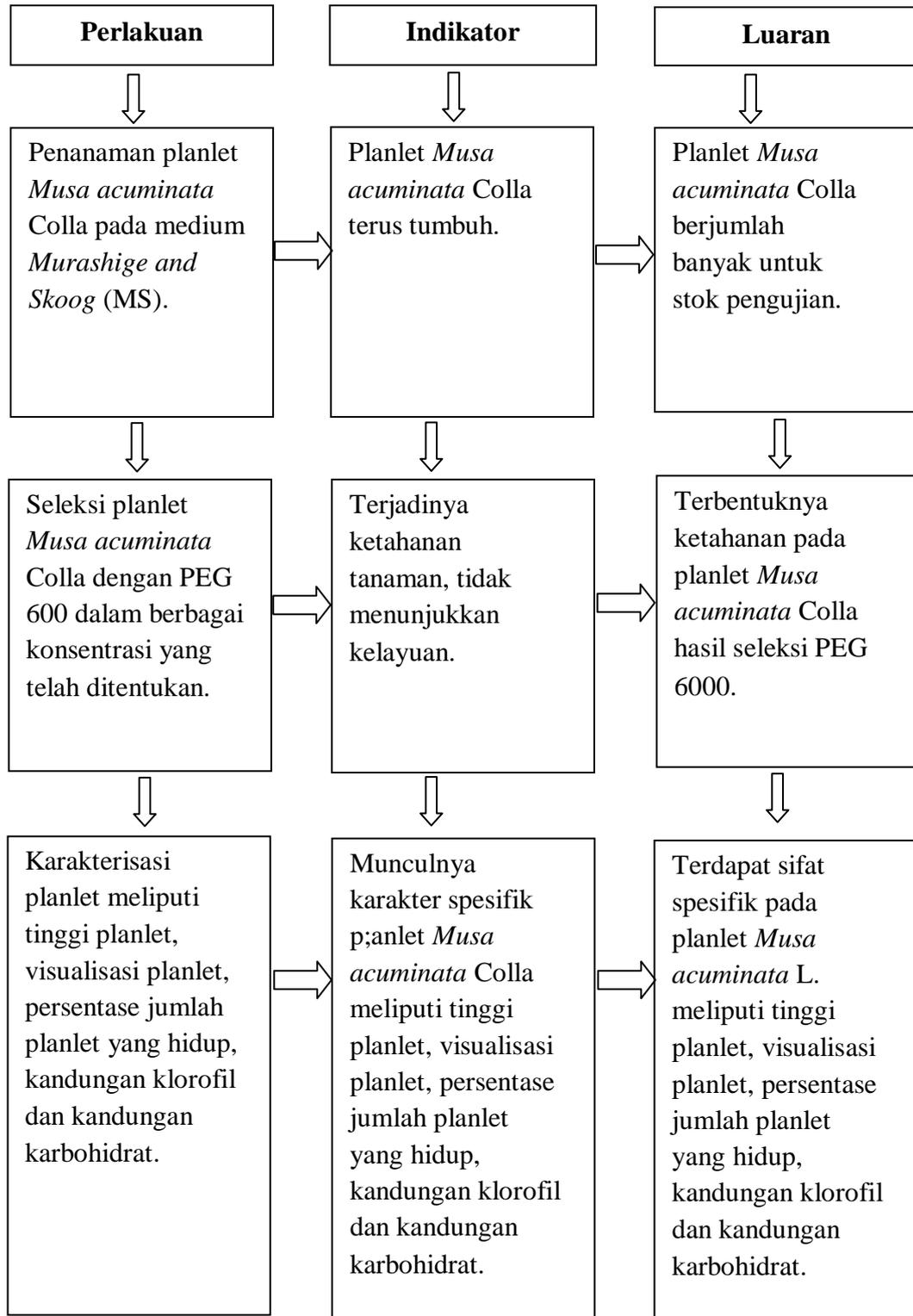
Gambar 3. Tata Letak Satuan Percobaan

Keterangan :

- B₁ : PEG 6000 konsentrasi 0% (kontrol)
 B₂ : PEG 6000 konsentrasi 10%
 B₃ : PEG 6000 konsentrasi 20%
 B₄ : PEG 6000 konsentrasi 30%
 B₅ : PEG 6000 konsentrasi 40%
 U₁-U₅ : Ulangan 1-5

D. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yaitu sebagai berikut: 1) Penanaman planlet *Musa acuminata* Colla ke dalam medium MS yang telah ditambahkan PEG 6000 sesuai konsentrasi yang telah ditentukan ; 2) Kisaran konsentrasi PEG 6000 yang toleran ditentukan untuk seleksi planlet *Musa acuminata* Colla secara *in vitro* ; 3) Karakter ekspresi yang spesifik dianalisis pada planlet *Musa acuminata* Colla yang mengalami resisten cekaman kekeringan meliputi tinggi planlet, visualisasi planlet, persentase jumlah planlet yang hidup, kandungan klorofil dan kandungan karbohidrat. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 3 minggu. Tahap penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir seperti tercantum pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

E. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa langkah sebagai berikut.

1. Sterilisasi Alat

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian dibersihkan dengan cara dicuci dengan air dan detergen sampai bersih dan dikeringkan. Alat berupa pinset dan gunting dibungkus dengan kertas, selanjutnya disterilkan ke dalam *autoclave* pada suhu 121 °C selama 30 menit. Untuk alat penanaman setelah disterilkan di *autoclave*, alat berupa pinset dan gunting direndam dengan alkohol 96% lalu dipanaskan di atas nyala api bunsen dengan tujuan agar tetap steril saat penanaman berlangsung.

2. Sterilisasi Ruang Kerja

Sterilisasi ruang kerja dilakukan di dalam ruang inkubasi dengan menggunakan desinfektan dan di dalam *Laminar Air Flow*. Sinar UV dinyalakan 45 menit setelah itu dimatikan, lalu blower dan lampu dinyalakan, selanjutnya alkohol 96% disemprotkan pada permukaan LAFC, kemudian dibersihkan menggunakan *tissue* steril.

3. Persiapan Medium

Langkah pertama dilakukan pembuatan larutan stok PEG 6000 100% dengan cara 100 gram PEG 6000 ditimbang dan dilarutkan dalam 100 ml akuades steril, lalu digojog hingga homogen. Larutan konsentrasi disaring menggunakan kertas whatman No 1, kemudian ditutup rapat menggunakan *aluminium foil*. Selanjutnya dilakukan persiapan alat yang sudah steril dan bahan pembuatan medium MS. MS *use ready* sebanyak 4,43 g/l dibagi 5 untuk membuat 5 perlakuan yang banyaknya 200 ml sehingga diperoleh masing-masing perlakuan sebanyak 0,886 gram. Larutan PEG 6000 perlakuan dibuat sesuai konsentrasi yakni 0% (kontrol) atau tanpa perlakuan PEG 6000, 10% sebanyak 20 ml diambil

dari larutan stok 100% untuk 200 ml medium , 20% sebanyak 40 ml untuk 200 ml medium, 30% sebanyak 60 ml untuk 200 ml medium dan 40% sebanyak 80 ml untuk 200 ml medium. Sukrosa 30 g/l juga dibagi dengan 5 untuk 5 perlakuan masing-masing sebanyak 6 gram, dan agar-agar 7 g/l dibagi 5 untuk 5 perlakuan masing-masing sebanyak 1,4 gram.

Berikutnya erlenmeyer 250 ml disiapkan untuk masing-masing perlakuan dan akuades steril 100 ml dimasukkan ke dalamnya. Pembuatan medium seleksi masing-masing perlakuan sebanyak 200 ml berisi MS use ready sebanyak 0,886 gram, PEG 6000 sesuai konsentrasi (0% / 10% / 20% / 30% / 40%), dan sukrosa 6 gram. Selanjutnya dilakukan penggojogan agar semua bahan terlarut, setelah larut ditambahkan akuades hingga volume 190 ml. Selanjutnya pH larutan diukur dengan kertas lakmus hingga pH 5,5. Apabila terlalu asam maka ditambahkan KOH 1N dan bila terlalu basa maka ditambahkan HCL 1N hingga mendapatkan pH medium 5,5. Volume medium ditambahkan akuades hingga tepat 200 ml, kemudian ditambahkan agar-agar sebanyak 1,4 gram lalu diaduk hingga larut.

Medium kemudian dipanaskan hingga mendidih dan berwarna jernih, lalu dituangkan kedalam botol kultur masing-masing botol sebanyak 20 ml, lalu ditutup rapat dengan aluminium foil dan plastik anti panas. Selanjutnya medium disterilisasi dengan autoklaf pada tekanan 1 atm, suhu 121 °C selama 15 menit. Medium kemudian disimpan selama 7 hari di dalam ruang inkubasi.

4. Sterilisasi Planlet

Planlet *Musa acuminata* Colla. direndam dalam akuades steril selama 5 menit. Setelah itu direndam dengan *bayclin* 10% selama 2-3 menit dan dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Sterilisasi ini dilakukan di dalam LAFC.

5. Penanaman Planlet Pada Medium Penelitian

Planlet dalam botol diambil dan dibersihkan mediumnya, kemudian diletakkan pada medium MS sesuai perlakuan.

Penanaman benih dilakukan di dalam LAFC. Pada masing-masing botol kultur ditanami 2 planlet di dalam sejumlah 25 botol kultur.

F. Pengamatan

1. Persentase Jumlah Planlet yang Hidup

Perhitungan persentase jumlah planlet hidup pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) dengan menggunakan rumus (Nurchayani dkk., 2014) :

$$\frac{\text{Jumlah Planlet yang Hidup}}{\text{Jumlah Seluruh Planlet}} \times 100\%$$

2. Visualisasi Planlet

Visualisasi planlet meliputi warna planlet setelah diberikan perlakuan PEG 6000 pada akhir pengamatan dengan klasifikasi: hijau, kuning dan coklat (Nurchayani, 2012). Data visualisasi planlet disajikan dalam bentuk persentase yang dihitung dengan rumus :

$$\frac{\text{Jumlah Planlet Berwarna Hijau/Hijau coklat/Cokelat}}{\text{Jumlah planlet keseluruhan}} \times 100\%$$

3. Tinggi Planlet

Pengamatan tinggi planlet setelah diberi perlakuan PEG 6000 dilakukan setiap seminggu sekali selama 3 minggu. Tinggi planlet diukur menggunakan penggaris dari pangkal batang hingga ujung batang.

4. Analisis Kandungan Klorofil

Penentuan kandungan klorofil menurut Miazek (2002), yaitu daun planlet pisang cavendish ditimbang sebanyak 0,1 gram digerus sampai halus menggunakan mortar kemudian ditambahkan ethanol 95% sebanyak 10 ml.

Larutan sampel dan larutan standar (*ethanol*) diambil 1 ml dan dimasukkan kedalam kuvet. Dilakukan pembacaan serapan pada panjang gelombang 648 dan 664 nm menggunakan spektrofotometer UV. Kadar klorofil dihitung dengan menggunakan rumus Miazek (2002) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil a} = (13,36 \lambda_{664} - 5,19 \lambda_{648}) \text{ mg/L.}$$

$$\text{Klorofil b} = (27,43 \lambda_{648} - 8,12 \lambda_{664}) \text{ mg/L.}$$

$$\text{Klorofil total} = (5,24 \lambda_{664} + 22,24 \lambda_{648}) \text{ mg/L.}$$

5. Analisis Kandungan Karbohidrat

Analisis kandungan karbohidrat terlarut total dilakukan dengan menggunakan metode fenol-sulfur Witham *et al.*, (1993) dengan spektrofotometer yang dilakukan pada akhir pengamatan. Daun planlet sebanyak 0,1 g digerus dengan mortar, lalu ditambahkan 10 mL aquades dan selanjutnya di sentrifuge selama 30 menit, kemudian filtrat diambil sebanyak 1 ml dan ditambah 1 ml H₂SO₄ kemudian ditambah fenol sebanyak 2 ml, kemudian larutan disaring dengan kertas Whatman No.1 dan dimasukkan ke dalam flakon lalu ditutup rapat. Larutan sampel dan larutan standar diambil sebanyak 1 mL dimasukkan dalam kuvet. Setelah itu dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 490 nm dengan tiga kali ulangan sampel.

G. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pertumbuhan planlet pisang cavendish selama seleksi dengan PEG 6000 berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif dengan dokumentasi foto. Sedangkan data kuantitatif dari setiap parameter dianalisis secara statistik dengan menggunakan *one way* ANOVA (Nurchayani dkk., 2019a). Analisis ragam dilakukan pada taraf 5% dan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Perlakuan konsentrasi PEG 6000 yang toleran terhadap cekaman kekeringan untuk seleksi planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) adalah 40%.
2. Perlakuan konsentrasi PEG 6000 40% menunjukkan bahwa kandungan klorofil a, b, dan total pada planlet pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan 0% (kontrol), sedangkan kandungan karbohidrat lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0% (kontrol).

5.2 Saran

Perlu dilakukannya penelitian dengan menambahkan konsentrasi PEG 6000 sebagai agen seleksi tanaman dalam keadaan cekaman kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Irawan., Nurcahyani, E., dan Zulkifli. 2015. Seleksi *In Vitro* Planlet Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca* L. Var. *sapientum*) Resisten Terhadap Cekaman Kekeringan. *Jurnal Swasembada Pangan*. 10(1): 74-79.
- Afa, L. D., Bambang, S., Ahmad, J., Oteng, H., dan Iswari, S. 2013. Deteksi Dini Toleransi Padi Hibrida Terhadap Kekeringan menggunakan *Poly Ethylene Glycol* (PEG) 6000. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 41(1): 9-15.
- Ai, N.S., dan Banyo, Y. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11(1): 168-173.
- Banyo, Y. E., Song, N. A., Siahaan, P., dan Tangao, A.M 2013. Konsentrasi Klorofil Daun Padi Pada Saat Kekurangan Air yang Diinduksi dengan Polietilen Glikol. *Jurnal Ilmiah Sains*. 13(1):1-8.
- Bidabadi, S.S., Mahmood, M., Baninasah, B., and Ghobabadi, C. 2012. Influence of Salicylic Acid on Morphological and Physiological Responses of Banana (*Musa acuminata* cv. Berangan, AAA) Shoot Tips to *In Vitro* water Stress Induced by *Polyethylene Glycol*. *Plant Omics Journal*. 5(1) : 33-39.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York. hlm 1173-1176.
- Departemen Pertanian. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Pisang*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Desti, Y. 2017. Pengaruh Cekaman Air Terhadap Kandungan Protein Kacang Kedelai. *Skripsi*. Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta.
- Djazuli M. 2010. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Beberapa Karakter Morfo-Fisiologi Tanaman Nilam. *Bul. Littro*. 21(1)-8-17.
- Dwidjoseputro. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Pustaka Gramedia. Jakarta.
- Fatchul, A. A., Soemarah, K.D.T., Supriyadi, T., dan Firman, S. A. 2021. Analisis Pertumbuhan Kedelai Varietas Grobongan pada Cekaman Kekeringan. *Jurnal Ilmiah Agrineca*. 21(1):25-33.
- Feriza, Y., Nurcahyani, E., Wahyuningsih, Sri., dan Yulianty. 2022. Pengaruh Polyethylene Glycol (PEG) 6000 Terhadap Karakter Ekspresi Spesifik Planlet Anggrek *Dendrobium* Sp. Secara *In Vitro*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 7(2): 1-10.

- Firdiana, E.R. 2020. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. <http://majalah1000guru.net/2020/03/kultur-jaringan-tumbuhan/>. Diakses pada 17 Oktober 2022 pukul 20.15 WIB
- Govindaraj., Shanmugasundaram, P., Sumathi, P., dan Muthiah. 2010. Simple, Rapid And Cost Effective Screening Method For Drought Resistant Breeding In Pearl Millet. *e-Journal of Plant Breeding*. 1(4):590-599.
- Hendriawan, I., Abdullah, L., Sopandie, D., Karti dan Hidayati. 2010. Respon Fisiologis Tanaman Pakan *Indigofera zollingeria* pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan dan Interval Pemangkasan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 18(1): 54-62.
- Hendriyani dan Nantya. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) Pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. *Jurnal Sains dan Matematika*. 17(3):145-150
- Homayoun, H., Daliri, M. S., dan Mehrabi. 2011. Effect of Drought Stress on Leaf Chlorophyll in Corn Cultivars (*Zea mays*). *Middle-East Journal of Scientific Research* 9(3):418-420.
- Ika, Rochdjatun dan Syamsuddin, Jauhari. 2014. *Studi Introduksi Pisang Cavendish dan Hama Penyakitnya*. Universitas Brawijaya Press. Jawa Timur. 91-92 hlm.
- Jain, M., Mini, M., and Rekha. 2013. Effect of PEG 6000 Imposed Water Deficit On Chlorophyll Metabolism in Meize Leaves. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 9(3): 12-24.
- Kepresi dan Galiba, G. 2000. Osmotic and Salt Stress-Induced Alteration in Soluble Carbohydrate Content in Wheat Seedlings. *Journal Crop Science* 40(2): 482-487.
- Kurniasari, A.M., Adisyahputra, dan R. Rosman. 2010. Pengaruh Kekeringan pada Tanag Beragam NaCl Terhadap Pertumbuhan Tanaman Nilam. *Bull Littro* 21(1).
- Kusmarwiyah., Indradewa, D., dan Suyadi. 2006. Kajian Fisiologis Cekaman Kekeringan Pada Jagung Manis. *Jurnal Agrosains*. 19(1):225-235.
- Leuner, C. and Dressman, J. 2000. Improving drug solubility for oral delivery using solid dispersions. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 50(1): 47-60.
- Lobato., Oliveira, CF., Costa, R., Santos, F., Silva, F., Cruz, F., Abboud, A., and Laughinghouse. 2008. Germination of Sorghum Under The Influences of Water Restriction and Temperature. *Agricultural Journal*. 3(3):220- 224.
- Mayang, B., Hapsoro, D., dan Yusnita. 2011. Regenerasi *In Vitro* Tanaman Tebu

- (*Saccharum officinarum* L.) : Induksi dan Proliferasi Kalus Serta Induksi Tunas. *Jurnal Agrotropika*. 16(2): 52-56.
- Miazek, M. 2002. *Krystian Chlorophyl From Harvested Plant Material*. Supervisor. Prof. Dr. Ha. Inz Stanislaw Ledakwiez.
- Mohapatra, P. P. and Batra, V. K. 2017. Tissue Culture of Potato (*Solanum tuberosum* L.): A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(4): 489-495.
- Muliani, Y. N., Damayanti, F., dan Rostini, N. 2014. Seleksi *In Vitro* Enam Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Hasil Iradiasi Sinar Gamma untuk Toleransi Kekeringan Menggunakan Manitol. *Jurnal Agroteknologi Sains*. 1(4): 71-79.
- Nurfadilah., Anton, Y., dan Dheasy, H. 2019. Perbandingan Metode Standar Nasional Indonesia dalam Penentuan Kadar Karbohidrat Total. *Jurnal Sain Health*. 3(2): 37-41.
- Nurcahyani, E., Hadisutrisno, B., Sumardi, I., dan Suharyanto. 2014. Identifikasi Galur Planlet Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) Resisten terhadap Infeksi *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* Hasil Seleksi *In Vitro* dengan Asam Fusarat. *Prosiding Seminar Nasional PFI Komda Joglosemar*. Pp: 272-279.
- Nurcahyani, E., Mutmainah, N.A., Farisi, S., dan Agustrina, R. 2019a. Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total Planlet Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Menggunakan Metode Fenol-Sulfur Secara *In Vitro*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 4(1): 73-80.
- Nurcahyani, E., Sumardi, Qudus. H. I., Palupi, A., dan Sholekhah. 2019b. Analysis of Chlorophyll *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. Result of the Resistance to *Fusarium oxysporum* and Drought Stress. *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 12(11): 44.
- Nurcahyani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B., dan Suharyanto. 2012. Development of Stem Rot Disease Suppression Vanilla (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*) Sorting Through *In Vitro* Fusaric Acid. *Jurnal HPT Tropika*. 12(1) : 12-22.
- Nurfadilah., Anton, Y., dan Dheasy, H. 2019. Perbandingan Metode Standar Nasional Indonesia dalam Penentuan Kadar Karbohidrat Total. *Jurnal Sain Health*. 3(2): 37-41.
- Purwanto dan Agustono, T. 2010. Kajian Fisiologi Tanaman Kedelai Pada Berbagai Kepadatan Gulma Teki dalam Kondisi Cekaman Kekeringan. *Journal Agroland*. 17(2): 85-90.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. *Outlook Komoditas Pisang*. Komoditas Pertanian Sub Sektor Hortikultura. Kementerian Pertanian.

- Robika, R., Triadiati, T., dan Rahayu, S. 2015. Succulunce Leaf of Hoya Species Influence The Photosynthesis Type and Drought Avoidance. *International Journal Current Research Bioscience Plant Biology*. 2(7): 101-108.
- Rosmaina. 2015. Optimasi NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Mikro Tanaman Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara *In Vitro*. *Jurnal Agroteknologi*. 5(2): 29-36.
- Sakinah. 2019. Identification of Drought Tolerance of West Sumatera Local Rice (*Oryza sativa* L.) at Germination Stage Using PEG 8000. *Journal Bio Sains*. 4(1): 21-28.
- Samanhudi. 2010. Pengujian Cepat Ketahanan Tanaman Sorgum Manis Terhadap Cekaman Kekeringan. *Jurnal Agrosains*. 12(1): 9-13.
- Sarasmi, D.I., Zulkifli, dan Tripeni, T. H. 2015. Uji Ketahanan pada Kecambah Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap Cekaman Kekeringan yang Diinduksi oleh Polietilen Glikol 6000. *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan POLINELA*. ISBN 978-602-70530-2-1 : 16-24.
- Savitri, ES. 2010. Pengujian *In Vitro* Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine Max* L. Merr) Toleran Kekeringan Menggunakan Polyethylene Glikol (PEG) 6000 Pada Media Padat dan Cair. *El Hayah* 1(2): 9-13.
- Sinay, H. 2015. Pengaruh Perlakuan Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin pada Fase Vegetatif Beberapa Kultivar Jagung Lokal dari Pulau Kisar Maluku di Rumah Kaca. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*. Universitas Pattimura, Ambon.
- Sutjahjo, S., Kadir, A., dan Mariska, I. 2007. Efektivitas Polietilen Glikol Sebagai Bahan Penyeleksi Kalus Nilam Yang Diiradiasi Sinar Gamma Untuk Toleransi Terhadap Cekaman Kekeringan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 9(1): 48-57.
- Syamsuddin dan Ika. 2014. *Studi Introduksi Pisang Cavendish dan Hama Penyakitnya*. UB Press. Malang.
- Tyas, I. 2014. Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Bahan Pembawa Inokulum Bakteri Pelarut Fosfat. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Tewary, P. K., Sharma, A., Raghunath, M. K., dan Sarkar, A. 2000. *In Vitro* Response of Promising Mulberry (*Morus* sp.) Genotypes for Tolerance to Salt and Osmotic Stresses. *Plant Growth Journal*. 30: 17-21.
- Utaminingsih. 2012. Mikrosporogenesis Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.) Akibat Cekaman Kekeringan. *Jurnal Biosfera*. 36(2):79-84.
- Widayatmo dan Nindita. 2019. Identifikasi Morfologi Aksesi Pisang Cavendish pada Fase Pembibitan dan Produksi di Lampung. *Jurnal Bul Agrohortikultura*. 7(2): 138-144.

- Widoretno, W., Arumningtyas, E., dan Sudarsono. 2003. Metode Induksi Pembentukan Embrio Somatic dari Kotiledon dan Regenerasi Planlet Kedelai Secara *In Vitro*. *Jurnal Hayati*. 10(1): 19-24.
- Wijaya, E. 2008. Hubungan Kekerbatan Fenetik Sembilan Kultivar Pisang yang Tumbuh di Kalimantan Selatan. *Skripsi*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Witham D and Robert. 1993. *Exercise in Plant Physhiology*. Second Edition. Prindle Weber and Scimdt. Boston.
- Yasemin. 2005. The Effect of Drought on Plant and Tolerance Mechanisms. *G.U. J. of Science*. 18(4):723–740.
- Yudha, H., Suci, R., dan Saleha, H. 2015. Induksi Tunas Pisang Dengan Pemberian NAA dan BAP Berdasarkan Sumber Eksplan Basal. *Jurnal Biosains*. 1(2): 21-22.
- Zhang, J., Yao, Y., Jhon, G. S., dan David, C. F. 2010. Influence of Soil Drought Stress on Photosynthesis, Carbohydrates and The Nitrogen and Phophorus Absorb in Different Section of Leaves and Stem of Fungi/M.9EML, A Young Apple Seedling. *African Journal Biotechnology*. 9(2): 5320-5325.
- Zulhilmi, S. dan Surya, N. W. 2012. Pertumbuhan dan Uji Kualitatif Kandungan Metabolit Sekunder Kalus Gatang (*Spilanthes acmella* Murr.) dengan Penambahan PEG untuk Menginduksi Cekaman Kekeringan. *Jurnal Biologi UA*. 1(1): 1-8.