

**PENGARUH LARUTAN ATONIK TERHADAP PERTUMBUHAN
PLANLET KACANG ERCIS (*Pisum sativum* L.) DALAM KONDISI
CEKAMAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN PEG 6000 SECARA
*IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh

**FAUZIA RAHMAWATI
1917021011**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH LARUTAN ATONIK TERHADAP PERTUMBUHAN PLANLET KACANG ERCIS (*Pisum sativum* L.) DALAM KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN PEG 6000 SECARA *IN VITRO*

Oleh

FAUZIA RAHMAWATI

Kacang ercis (*Pisum sativum* L.) adalah tanaman yang tumbuh pada wilayah dataran tinggi yang dapat dikonsumsi menjadi sayur karena memiliki kandungan gizi dan protein yang tinggi. Pada tahun 2008, Indonesia mengalami penurunan jumlah ekspor kacang ercis lantaran penurunan pasokan dan kontinuitas yang disebabkan oleh faktor lingkungan seperti hama dan penyakit serta kekurangan air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi larutan atonik yang optimum untuk seleksi planlet kacang ercis, konsentrasi PEG 6000 yang toleran menyeleksi planlet kacang ercis, serta interaksi larutan atonik dan PEG 6000 yang toleran terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil planlet kacang ercis secara *in vitro*. Penelitian ini disusun dengan pola dasar Rancangan Faktorial 3x3 dengan dua faktor yaitu faktor A : Atonik dengan tiga taraf konsentrasi yaitu 0 ml/l (A₁), 1 ml/l (A₂), 2 ml/l (A₃) dan faktor B : PEG 6000 dengan 3 taraf konsentrasi yaitu 0% (B₁), 70% (B₂), 80% (B₃). Masing-masing konsentrasi dilakukan 4 kali pengulangan dan setiap ulangan terdiri dari 2 planlet biji kacang ercis dalam setiap botol kultur. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi larutan atonik yang optimum untuk seleksi planlet kacang ercis terhadap cekaman kekeringan adalah 2 ml/l, sedangkan konsentrasi PEG 6000 yang toleran untuk menyeleksi planlet kacang ercis adalah 70%, terdapat pula interaksi antara atonik 2 ml/l dan PEG 6000 70% dalam meningkatkan pertumbuhan dan kandungan klorofil planlet kacang ercis secara *in vitro*.

Kata kunci: *Pisum sativum* L., Atonik, Cekaman Kekeringan, PEG 6000.

**PENGARUH LARUTAN ATONIK TERHADAP PERTUMBUHAN
PLANLET KACANG ERDIS (*Pisum sativum* L.) DALAM KONDISI
CEKAMAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN PEG 6000 SECARA
*IN VITRO***

Oleh

FAUZIA RAHMAWATI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Judul Skripsi : Pengaruh Larutan Atonik terhadap Pertumbuhan Planlet Kacang Ercis (*Pisum sativum* L.) dalam Kondisi Cekaman Kekeringan Menggunakan PEG 6000 secara *In Vitro*

Nama Mahasiswa : Fauzia Rahmawati

NPM : 1917021011

Jurusan/ Program Studi : Biologi/ S1 Biologi

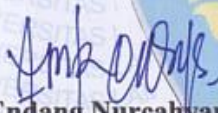
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

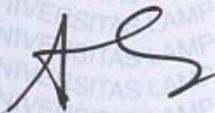
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Dra. Tundjung T. Handayani, M.S.
NIP. 195806241984032002

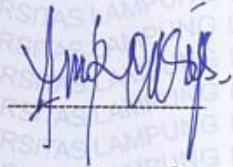
2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila


Dr. Jani Master, M.Si.
NIP. 198307312008121001

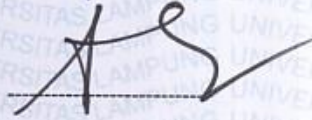
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

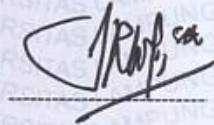
Ketua : Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.



Sekretaris : Dra. Tundjung Tripeni Handayani M.S.



Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, M.Si.

NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Juni 2023

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzia Rahmawati

NPM : 1917021011

Jurusan : Biologi

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

**“PENGARUH LARUTAN ATONIK TERHADAP PERTUMBUHAN
PLANLET KACANG ERCIS (*Pisum sativum* L.) DALAM KONDISI
CEKAMAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN PEG 6000 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 karya ini tidak berisi material yang telah dipublikasi sebelumnya atau plagiat dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 19 Juni 2023

Yang menyatakan,



Fauzia Rahmawati

NPM. 1917021011

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bogor, Jawa Barat pada tanggal 10 Agustus 2001, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Anhar dan Ibu Novita. Bertempat tinggal di Jalan Adipati 10 Margorejo Metro Selatan. Penulis memulai pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak Khadijah Metro diselesaikan tahun 2007. Sekolah Dasar pada tahun 2007-2013 di SD Negeri 5 Metro Barat. Pendidikan dilanjutkan di Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2013-2016 di SMP Kartikatama Metro, serta Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Metro pada tahun 2016-2019. Penulis resmi terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten Biologi Tingkat Rendah pada semester genap 2023, dan asisten Kultur Jaringan Tumbuhan pada semester genap 2023. Selama berkuliah, penulis aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila sebagai anggota Biro Dana dan Usaha 2020. Penulis melaksanakan Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Tambah Dadi, Kecamatan Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur. Penulis melakukan kerja praktik di Laboratorium Kesehatan masyarakat veteriner Kota Metro pada bulan Januari hingga Februari tahun 2022 dengan judul **“Uji Cemaran Mikroba dengan Metode Angka Lempeng Total (ALT) pada Susu Kambing (*Capra aegagrus*) Segar di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Kota Metro”**. Pada bulan Juli hingga Agustus 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kebumen, Kecamatan Sumberejo, Tanggamus. Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Februari hingga April 2023 di ruang kultur *In Vitro*, Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung.

MOTTO

“Maka sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah : 5-6)

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan.
Tidak ada kemudahan tanpa do'a.” – Ridwan Kamil

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
(QS. Al Baqarah : 286)

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah
hingga ia kembali.” – HR. Tirmidzi

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah robbil 'alamin, yang utama rasa syukur kepada Allah SWT. atas segala karunia dan kemudahan yang telah diberikan. Karya ini kupersembahkan kepada orang-orang yang kucintai, kusayangi, dan kukasihi.

1. Terima kasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tuaku yang senantiasa mendoakan segala urusanku, yang kutahu setiap tapak kakiku tidak luput dari setiap do'a yang dipanjatkan. Atas seluruh ketulusan dan kasih sayang tiada tara yang saat ini hanya mampu kubalas dengan tulisan diatas kertas, kuharap ini menjadi awal untuk membuat Ayah dan Ibu bangga serta bahagia. Kakakku beserta adikku yang selalu memberikan dorongan semangat dan dukungan dalam bentuk apapun.
2. Ibu Dosen Pembimbing dan Ibu Dosen Pembahaa yang membimbing dan mengantarkanku dalam meraih kesuksesan, semoga Allah membalas kebaikan kalian.
3. Para sahabat dan orang-orang terdekat yang mendampingiku dalam keadaan susah dan senang.
4. Almamaterku tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Larutan Atonik untuk Pertumbuhan Planlet Kacang Ercis (*Pisum Sativum* L.) dalam Kondisi Cekaman Kekeringan Menggunakan PEG 6000 secara *In Vitro*”**. Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Namun, atas berkah Allah SWT dan berkat bantuan, bimbingan, serta kerjasama dari berbagai pihak sehingga kendala-kendala yang dihadapi dapat teratasi. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Endang Nurcahyani, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah sabar memberikan masukan, mengarahkan serta membimbing dalam proses pembuatan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Tundjung Tripeni H. M.S. selaku Dosen Pembimbing II yang telah sabar memberikan masukan, mengarahkan serta membimbing dalam proses pembuatan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah sabar memberikan masukan, mengarahkan serta membimbing dalam proses pembuatan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani D.E.A.IP M. Selaku rektor Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Bapak Dr. Jani Master, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
7. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si. selaku Koordinator Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
8. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik.

9. Kedua Orangtua, Bapak Anhar dan Ibu Novita yang senantiasa mendoakan, memberikan motivasi dan dukungan selama pelaksanaan hingga pembuatan Skripsi ini.
10. Kakakku Fitri Wulandari serta Adikku Muhammad Ridwan yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa selama pelaksanaan hingga pembuatan skripsi ini.
11. Wanda Amelia, Resta Tania, Ranita Oktavianti, Sarah, Kishy Dhea, Ulya, Siska Emilia, sebagai rekan satu pembimbing yang telah mendukung, menyemangati dan saling membantu berbagai hal selama pelaksanaan penelitian ini.
12. Kartika Dwi Wulandari, Jensa Yuswanto, Bunga Saqinah, Ghalda Alvina Fahlevi, Delsya Pratiwi Pubianti, Ubaid Jan Ayuni, dan Luthfiyyan Nisha yang telah membantu, mendukung, menyemangati dan memotivasi dalam pelaksanaan hingga menyelesaikan skripsi ini.
13. Teman-teman Biologi 2019, kakak tingkat dan adik tingkat serta berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu, mendukung, menyemangati dan memotivasi selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
14. *Last but not least, I wanna thank me. I want 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 kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran agar penulisan dikemudian hari menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 19 Juni 2023

Penulis,

Fauzia Rahmawati

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
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
1.5 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pertumbuhan	5
2.2 Kacang Ercis (<i>Pisum sativum</i> L.)	6
2.2.1 Klasifikasi Kacang Ercis	6
2.2.2 Deskripsi Kacang Ercis	7
2.2.3 Biji Kacang Ercis	10
2.2.4 Nilai Gizi Kacang Kapri	11
2.3 Cekaman Kekeringan	13
2.4 <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG).....	14
2.5 Kultur <i>In Vitro</i>	14
2.6 Medium <i>Murashige and Skoog</i> (MS)	15
2.7 Zat Pengatur Tumbuh Atonik.....	16
2.8 Klorofil	17
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Rancangan Penelitian	19
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.5 Pelaksanaan Penelitian	22
3.5.1 Sterilisasi Alat	22
3.5.2 Penyiapan Ruang Tanam.....	22
3.5.3 Persiapan Medium Tanam.....	22

3.5.4 Persiapan Medium Seleksi	23
3.5.5 Sterilisasi dan Induksi Benih dengan Larutan Atonik	23
3.5.6 Penanaman	23
3.5.7 Pengamatan.....	24
3.5.8 Analisis Data	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Persentase Jumlah Planlet Hidup dan Visualisasi	26
4.2 Uji Kandungan Klorofil pada planlet Kacang Ercis	30
4.2.1 Uji klorofil a	30
4.2.2 Uji Klorofil b	32
4.2.3 Uji Klorofil Total.....	34
4.3 Uji Tinggi Planlet Kacang Ercis	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Gizi tiap 100 gram Kacang Kapri (Rukmana, 2003).....	11
Tabel 2. Notasi Faktor Taraf Kombinasi	19
Tabel 3. Persentase Jumlah Planlet Hidup.	27
Tabel 4. Persentase Visualisasi Planlet Kacang Ercis	27
Tabel 5. Uji kandungan klorofil a planlet kacang ercis 2 minggu setelah perlakuan kombinasi atonik dan PEG 6000	30
Tabel 6. Uji kandungan klorofil b planlet kacang ercis 2 minggu setelah perlakuan kombinasi atonik dan PEG 6000	32
Tabel 7. Uji kandungan klorofil total daun kacang ercis 2 minggu setelah perlakuan kombinasi atonik dan PEG 6000	34
Tabel 8. Uji tinggi planlet kacang ercis 2 minggu setelah perlakuan kombinasi atonik dan PEG 6000.....	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kacang Ercis (<i>Pisum sativum</i> L.) (USDA, 2017).....	6
Gambar 2. Tata Letak Satuan Percobaan	20
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 4. Planlet Kacang Ercis (<i>Pisum sativum</i> L.) Setelah Umur 2 Minggu ..	28
Gambar 5. Kurva <i>Simple Effect</i> Larutan Atonik dan PEG Setiap Konsentrasi pada Kandungan Klorofil a Planlet Kacang Ercis Umur 2 Minggu .	31
Gambar 6. Kurva <i>Simple Effect</i> larutan atonik dan PEG setiap konsentrasi pada kandungan klorofil b planlet kacang ercis Umur 2 Minggu	33
Gambar 7. Kurva <i>Simple Effect</i> Larutan Atonik dan PEG setiap konsentrasi pada Kandungan Klorofil Total Daun Kacang Ercis Umur 2 Minggu	35
Gambar 8. Kurva <i>Simple Effect</i> Larutan Atonik dan PEG setiap konsentrasi Pada Tinggi Planlet Kacang Ercis Umur 2 Minggu	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan tanaman adalah peristiwa bertambahnya ukuran tanaman, yang dapat diukur dari bertambah besar dan tingginya organ tumbuhan. Pertambahan ukuran tubuh tumbuhan secara keseluruhan merupakan hasil dari pertambahan jumlah dan ukuran sel (Damanik, 2018).

Seiring dengan perkembangan penduduk di Indonesia, minat untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia semakin meningkat, termasuk minat untuk sayuran seperti kacang ercis. Tercatat Indonesia menyerap sekitar 9.304 ton kacang polong pada tahun 2015 dan terjadi peningkatan pada tahun 2016 sebesar 13.177 ton (FAOSTAT, 2018). Pada tahun 2008, Indonesia mengalami penurunan jumlah ekspor kacang ercis lantaran penurunan pasokan dan kontinuitas. Penurunan produksi kacang ercis ini disebabkan oleh berbagai macam faktor antara lain lingkungan, kesuburan tanah, alih fungsi lahan, hama dan penyakit, kekeringan dan kurangnya pemahaman petani tentang praktek budidaya tanaman kacang ercis (Damara dkk., 2020).

Ketersediaan air yang tidak mencukupi dapat menjadi hambatan bagi petani dalam membudidayakan tanaman ercis. Cekaman kekeringan yang terjadi pada tumbuhan dapat menyebabkan lambatnya fotosintesis dan pertumbuhan luas daun sehingga dapat mengakibatkan produktivitas tanaman menurun. Pengendalian cekaman kekeringan dapat dilakukan dengan menggunakan varietas unggul yang tahan terhadap kekeringan dengan menambahkan senyawa-senyawa atau medium tanam (Nurchayani *et al.*, 2019).

Pendekatan dengan seleksi *in vitro* telah mampu menghasilkan varietas tanaman yang tahan terhadap cekaman kekeringan diantaranya pada tanaman padi hibrida dengan konsentrasi 25 % dalam larutan PEG 6000, cukup efektif untuk menduga toleransi terhadap kekeringan (Afa *et al.*, 2012), kondisi lapangan dengan kapasitas 100% pada berbagai varietas nilam menghasilkan tanaman nilam yang resisten yaitu pada kultivar Girilaya, dan uji kualitatif kandungan metabolit sekunder kalus gatang terjadi penurunan berat basah kalus yang signifikan pada pemberian 5% PEG (Djazuli, 2010).

Medium *Murashige and Skoog* (MS) merupakan medium yang digunakan untuk hampir semua macam tanaman pada teknik kultur jaringan karena mengandung garam-garam mineral dalam jumlah yang tinggi (Herawan dkk., 2015).

Atonik merupakan zat pengatur tumbuh yang berfungsi memacu pertumbuhan tanaman. Atonik merupakan ZPT golongan auksin berbentuk cair yang dapat mempercepat perkecambahan, merangsang pertumbuhan akar tanaman, mengaktifkan penyerapan unsur hara, mendorong pertumbuhan vegetatif, dan meningkatkan keluarnya kuncup (Putra, dkk., 2015). Berdasarkan hasil penelitian Ashari dkk. (2018) didapatkan bahwa kandungan prolin yang terdapat di dalam perlakuan menggunakan PEG 6000 dengan konsentrasi 0%, 2%, 4% setelah diinduksi larutan atonik 2 ml/l mengalami perbedaan nyata yang signifikan.

Sejauh ini belum ada penelitian tentang pengaruh larutan atonik terhadap pertumbuhan planlet kacang ercis dalam kondisi cekaman kekeringan menggunakan PEG 6000 sebagai agen secara *in vitro*, oleh karena itu penelitian ini menarik untuk dilakukan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui konsentrasi larutan atonik yang optimum untuk seleksi planlet kacang ercis terhadap cekaman kekeringan secara *in vitro*.
2. Mengetahui konsentrasi toleran PEG 6000 yang mampu menyeleksi planlet kacang ercis yang resisten terhadap cekaman kekeringan secara *in vitro*.
3. Mengetahui interaksi larutan atonik dan PEG 6000 terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil planlet kacang ercis secara *in vitro*.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penggunaan atonik untuk memperbaiki ketahanan planlet kacang ercis dengan stimulasi cekaman kekeringan menggunakan PEG 6000. Planlet kacang ercis yang resisten terhadap cekaman kekeringan diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang pemuliaan tanaman dan ilmu terapan yang terkait.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kacang-kacangan atau polongan termasuk suku Fabaceae yang mengandung sejumlah serat pangan yang jika terlarut dapat membantu menurunkan kadar kolesterol karena bersifat rendah kalori, rendah lemak, serta rendah garam natrium. Kacang ercis (*Pisum sativum* L.) merupakan tanaman berumur pendek yang tumbuh di daerah dataran tinggi dan bersuhu dingin seperti di daerah pulau Jawa sehingga sulit untuk dibudidayakan di daerah dataran rendah.

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor penyebab menurunnya produksi kacang ercis di Indonesia. Hal itu dapat berpengaruh negatif karena akan menyebabkan terjadinya penurunan hasil kacang ercis yang akan dipanen. Planlet yang dapat tumbuh dalam medium yang mengandung PEG 6000 dengan berbagai konsentrasi diduga akan mampu bertahan dalam kondisi alaminya di lingkungan yaitu kondisi kekeringan.

Pertumbuhan planlet kacang ercis ini memakai teknik kultur *in vitro*, kultur *in vitro* yang dimaksudkan adalah teknik menumbuhkan eksplan atau planlet dalam wadah botol kultur kaca bening dalam keadaan yang aseptik. Medium tanam merupakan medium yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman yang mempunyai komposisi nutrisi yang dapat mendukung pertumbuhan planlet. Medium *Murashige and Skoog* (MS) sering digunakan karena cukup memenuhi unsur hara makro, mikro dan vitamin serta asam amino bagi pertumbuhan tanaman. Pada pertumbuhan planlet kacang ercis ini ditambahkan pula zat pengatur tumbuh berupa atonik, yang dimana atonik ini berbentuk cairan yang mengandung hormon auksin yang dapat meningkatkan produktivitas dan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit seperti cendawan.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Terdapat konsentrasi larutan atonik yang optimum untuk seleksi planlet kacang ercis yang resisten terhadap cekaman kekeringan secara *in vitro*.
2. Terdapat konsentrasi PEG 6000 yang toleran untuk seleksi planlet kacang ercis yang resisten terhadap cekaman kekeringan secara *in vitro*.
3. Terdapat interaksi larutan atonik dan PEG 6000 yang toleran terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil pada planlet kacang ercis secara *in vitro*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan

Pertumbuhan yaitu penambahan berat dan ukuran (tinggi, besar) maka dengan bertambahnya pertumbuhan tanaman, produksi hijauan yang dihasilkan akan bertambah juga. Pertumbuhan tanaman yang baik akan menentukan perolehan hasil dan produksi hijauan yang tinggi (Mudyantini, 2008). Erlita (2003) menjelaskan bahwa suatu tanaman akan tumbuh dan mencapai tingkat produksi tinggi apabila unsur hara yang dibutuhkan tanaman berada dalam keadaan cukup tersedia dan berimbang di dalam tanah dan unsur N, P, K yang merupakan tiga unsur dari enam unsur hara makro yang mutlak diperlukan oleh tanaman. bila salah satu unsur tersebut kurang atau tidak tersedia dalam tanah, akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman terdiri dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang terdapat pada benih atau tanaman itu sendiri. Faktor eksternal merupakan faktor yang terdapat di luar benih atau tanaman, salah satu yang mempengaruhi pertumbuhan dari segi faktor eksternal yaitu medium tanam, medium tanam yang baik adalah medium yang mampu menyediakan air dan unsur hara dalam jumlah cukup bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini dapat ditemukan pada tanah dengan tata udara yang baik, mempunyai agregat mantap, kemampuan menahan air yang baik dan ruang untuk perakaran yang cukup (Puslitkoka, 2011).

2.2 Kacang Ercis (*Pisum sativum* L.)

2.2.1 Klasifikasi Kacang Ercis (*Pisum sativum* L.)



Gambar 1. Kacang Polong (*Pisum sativum* L.) (USDA, 2017).

Klasifikasi tanaman kacang ercis menurut USDA (2017) sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Classis : Magnoliopsida
Ordo : Fabales
Familia : Fabaceae
Genus : *Pisum*
Species : *Pisum sativum* L.

2.2.2 Deskripsi Kacang Ercis (*Pisum sativum* L.)

Kacang kapri atau biasa juga disebut kacang ercis (kacang polong) merupakan jenis tanaman semusim yang tumbuh merambat sepanjang 30 cm hingga 150 cm. Kacang Ercis lebih banyak diusahakan di daerah Sumatera Utara dan Jawa Barat sebagai tanaman sela (Soedomo, 2006). Ercis berasal dari bahasa Belanda yaitu “erwtjes” yang biasa tumbuh di dataran tinggi Indonesia (Mead, 2017). Ercis merupakan genus *Pisum* yang termasuk dalam keluarga fabaceae dengan nama *Pisum sativum* L. (Karkanis *et al.*, 2016).

Ercis termasuk dalam jenis leguminase yang memiliki nodul diakar yang dapat memfiksasi nitrogen sendiri (DAFF, 2016). Ercis dapat memfiksasi nitrogen berkisar antara 65-75% (Solis *et al.*, 2013). Kacang ercis (*Pisum sativum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman yang bermanfaat bagi polongnya dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Kacang ercis (*Pisum sativum* L.) umumnya tumbuh di daerah dataran tinggi dan bersuhu dingin seperti di daerah pulau Jawa sehingga tanaman kacang ercis sulit untuk dibudidayakan di daerah dataran rendah, terutama di daerah Kalimantan Barat, dikarenakan jenis tanah yang digunakan terutama jenis tanah gambut dan faktor lingkungan yang tidak sesuai dengan tanaman kacang ercis.

Tanaman kacang ercis berperan penting dalam upaya pengembangan lebih lanjut nutrisi keluarga karena tanaman ercis dapat menyegarkan kulit, menurunkan kolesterol, dan mencegah osteoporosis, selain itu sangat baik untuk menjaga kesuburan tanah (Munib *et al.*, 2018). Bagian utama kacang-kacangan, khususnya biji-bijian, merupakan bahan makanan yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat karena mengandung protein, mineral, nutrisi dan sangat baik untuk kesehatan (Diniyah dan Lee, 2020).

Masyarakat umumnya mengkonsumsi ercis pada saat polong masih muda. Kandungan nutrisi dalam ercis yaitu protein 27%, karbohidrat kompleks 42,65%, vitamin, mineral, kaya serat dan kandungan antioksidan. Selain itu, ercis juga mengandung gula 4-10% dan lemak 0,6-1,5% (Khan *et al.*, 2017). Kacang ercis merupakan sumber protein nabati yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sayuran kacang lainnya. Kapri pun banyak mengandung vitamin A dan vitamin B (Sunarjono, 2004).

Menurut Fachruddin (2000) Tanaman kacang ercis memiliki akar tunggang yang disertai dengan banyak akar lateral silindris yang mendukung tanaman kacang ercis dalam menyerap air dan unsur hara. Tanaman kacang ercis memiliki batang yang merambat dengan panjang 30 cm–150 cm. Bentuk batang tanaman kacang ercis yaitu silindris, batangnya ramping, memiliki rongga kecuali batang dekat pangkal. Ciri daun dan bunga tanaman kacang ercis yaitu daun majemuk, menyirip dengan 2-3 anak pasang daun, berbentuk tandan yang terdiri dari 1-2 bunga, kelopak berwarna hijau, terdiri atas 5 daun kelopak. Daun mahkota berjumlah 5, berwarna putih, coklat, atau merah muda, benang sari berjumlah sepuluh yang terbagi menjadi 2 berkas. Bakal buah terdiri atas 4-15 bakal biji.

Ercis juga dikenal sebagai *common pea*, *dry pea*, *yellow pea*, *garden pea* dan *green pea*. *Green pea* merupakan istilah yang digunakan pada ercis yang dikonsumsi saat biji masih muda. *Snow pea* merupakan ercis yang dikonsumsi seluruh polongnya dengan biji yang masih sangat kecil, *dry pea* biasa dikonsumsi untuk sup dan sejenisnya (Karkanis *et al.*, 2016). Kacang ercis mengandung protein sebesar 21,2% - 32,9% dan karbohidrat sebesar 36,9% - 39%, vitamin A, vitamin B1, dan vitamin C oleh karena itu kacang ercis baik dikonsumsi bagi orang yang menjalankan diet (Dahl *et al.*, 2012).

Kacang ercis memiliki manfaat yang besar bagi kesehatan yaitu baik untuk meremajakan kulit, menurunkan kolestrol, dan mencegah osteoporosis. Ercis dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium*, yang dapat mengikat Nitrogen bebas dari udara. Tanaman ercis juga dapat meningkatkan kesuburan tanah, terutama kandungan Nitrogen (dalam bintil akar tanaman) yang tersedia dalam tanah (Rukmana, 2003).

Mulai tahun 2008, Indonesia mengalami penurunan jumlah ekspor ercis karena penurunan pasokan dan kontinuitas (Puslitbang, 2011). Menurut FAOSTAT (2018) Indonesia mengimpor ercis setiap tahun, pada tahun 2015 sekitar 9.304 ton dan meningkat pada tahun 2016 yakni 13.177 ton. Peningkatan produksi dan kualitas tanaman kacang ercis perlu dilakukan untuk memenuhi permintaan pasar. Identifikasi keragaman melalui karakteristik fisik biji merupakan langkah awal untuk mengetahui potensi tanaman kacang ercis. Karakterisasi morfologi dapat digunakan untuk identifikasi duplikasi koleksi plasma nutfah, studi pendugaan keragaman genetik dan studi korelasi antara morfologi dengan sifat penting agronomi (Rimoldi *et al.*, 2010).

2.2.3 Biji Kacang Ercis (*Pisum sativum* L.)

Menurut Sutopo (2004) mutu biji dapat dilihat dari tiga komponen yaitu mutu genetis terkait kemurnian varietas, mutu fisiologis yaitu memiliki daya kecambah dan vigor yang baik, serta mutu fisik seperti bernas, ukuran homogen, tidak tercampur material lain, dan sehat atau bebas dari hama dan penyakit.

Biji ercis memiliki beragam warna yaitu hijau, kuning, dan jingga. Menurut Sutopo (2004) bentuk biji terbagi menjadi 4 jenis yakni :

1. Oval

Bentuk biji yang seperti ini sangat lemah sehingga tidak mempunyai lengkungan jelas karena tekanan pada permukaan radikula atau distal.

2. Silinder

Bentuk biji ini ada tekanan pada permukaan radikula maupun distal. Berbentuk persegi atau melengkung pada bagian sisi atas dan bawahnya.

3. Rhomboid

Bentuk biji tertekan secara tidak beraturan pada permukaan radikula dan distal, tetapi juga tertekan secara tidak beraturan pada permukaan abaxial.

4. Tidak beraturan

Merupakan jenis biji yang ditekan secara tidak beraturan seluruhnya, dan merupakan bentuk yang berbeda dari bentuk-bentuk lainnya yang telah dijelaskan.

Selain bentuk fisik dari biji dari tanaman ercis yang memiliki banyak ragam atau bentuk, keragaman fisik biji tanaman ercis juga meliputi tekstur biji. Tekstur biji yang dimaksud yaitu biji yang memiliki kerutan atau biji yang tidak memiliki kerutan.

2.2.4 Nilai Gizi Kacang Kapri

Kandungan yang terdapat di dalam kacang kapri disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kandungan Gizi tiap 100 gram kacang kapri (Rukmana, 2003).

No	Kandungan Gizi	Polong muda		Biji	
		(1)	(2)	(1)	(2)
1.	Kalori (kal.)	42,00	34,00	98,00	57,00
2.	Protein (g)	3,30	2,00	6,70	3,30
3.	Lemak (g)	0,20	0,10	0,40	0,30
4.	Karbohidrat (g)	9,00	6,80	17,70	13,00
5.	Serat (g)	-	1,00	-	1,20
6.	Kalsium (mg)	51,00	72,00	22,00	76,00
7.	Fosfor (mg)	85,00	38,00	122,00	45,00
8.	Natrium (mg)	-	2,00	-	2,00
9.	Kalium (mg)	-	182,00	-	112,00
10.	Zat besi (mg)	1,00	0,80	1,90	1,40
11.	Vitamin B-1 (mg)	0,20	0,07	0,34	0,14
12.	Vitamin B-12 (mg)	-	0,10	-	0,09
13.	Vitamin C (mg)	49,00	15,00	26,00	0,90
14.	Air (g)	86,80	90,50	74,30	81,90
15.	Bagian yang dapat dimakan (%)	80,00	96,00	45,00	93,00

2.3 Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan merupakan istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air akibat keterbatasan air dari lingkungannya yaitu medium tanam (Mathius dkk., 2001). Defisit air langsung mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman. Proses ini pada sel tanaman ditentukan oleh tegangan turgor. Hilangnya turgiditas dapat menghentikan pertumbuhan sel (penggandaan dan pembesaran), akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat. Cekaman kekeringan terjadi jika tanaman sudah tidak mampu lagi menghisap dan memompa air ke bagian atas tanaman yang ditandai oleh kelayuan tetap. Ketahanan tanaman terhadap kekeringan ditunjukkan oleh kemampuannya berproduksi pada kondisi kekeringan, yang dapat diukur sebagai penurunan hasil pada kondisi kekeringan dibanding pada kondisi normal (Nugraheni, 2010).

Tanaman yang menderita cekaman kekeringan secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal. Cekaman kekeringan mempengaruhi semua aspek, mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan modifikasi tanaman (Islami dan Utomo, 1995). Berdasarkan penelitian Harsono dkk., (2003) mengatakan bahwa pada kacang tanah apabila evaporasi harian naik, indeks cekaman kekeringan naik, dan fotosintesis tanaman menurun dengan meningkatnya tegangan lensa tanah. Respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mencakup perubahan di tingkat seluler dan molekuler seperti perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi tebal, adanya rambut pada daun, peningkatan rasio akar tajuk, sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, perubahan produksi aktivitas enzim dan hormon, serta perubahan ekspresi (Sinaga, 2008).

2.4 *Polyethylene Glycol (PEG)*

Polyethylene Glycol merupakan senyawa polimer yang dapat larut di dalam air. Polimer dengan berat molekul tinggi berbentuk seperti rantai ketika dilarutkan dalam air, rantai akan menolak satu sama lain dan teruarai sehingga meningkatkan viskositas dari larutan. Proses ini membutuhkan waktu reaksi berlebih yang diperlukan polimer dengan berat molekul tinggi agar berfungsi secara efektif. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi terputusnya polimer, khususnya padatan dengan berat molekul tinggi. Polimer PEG terbentuk dengan adanya reaksi antara ethylene oxide dengan air pada kondisi tekanan tinggi dan dibantu dengan adanya katalis. Polimer PEG dapat larut dalam air (hidrofilik) dan memiliki sifat lipofilik. Sifat lipofilik dan hidrofilik ini memungkinkan PEG dapat berikatan dengan beberapa jenis lemak yang larut dalam suatu larutan air dengan baik sehingga dapat digunakan pula untuk memisahkan lemak dengan larutannya (Rowe, 2009).

Polyethylene Glycol (PEG) 6000 berupa serbuk putih atau potongan putih gading, tidak berbau dan tidak berasa, mudah larut dalam air, etanol (95%) dan kloroform, namun PEG tidak dapat larut dalam eter. PEG 6000 memiliki titik beku pada suhu 56°C sampai 63°C. pada suhu 98°C PEG memiliki kekentalan 470 cs sampai 900 cs, dinyatakan sebagai kentalan kinematik. PEG 6000 harus disimpan pada wadah yang tertutup rapat (Rowe, 2009).

2.5 *Kultur In Vitro*

Kultur *in vitro* (*in vitro culture*) yang artinya kultur di dalam wadah gelas (Wattimena, 1992). Kultur *in vitro* yang dimaksud yaitu menumbuhkan eksplan atau planlet dalam wadah botol kaca bening pada lingkungan yang aseptik. Teknik *in vitro* ini bertujuan untuk mendapatkan tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi, berkualitas baik, mempunyai nilai estetika

dan terbebas dari hama dan penyakit. Kultur *in vitro* juga dapat menghasilkan tanaman dalam skala besar dan seragam dalam waktu yang relatif singkat (Kusumawati dkk., 2015).

Tahapan kultur *in vitro* meliputi inisiasi, yang meliputi persiapan planlet, sterilisasi planlet hingga mendapatkan planlet yang bebas dari mikroorganisme kontaminan. Teknik *in vitro* ini memiliki kelebihan yaitu tanaman dapat ditumbuhkan setiap saat tanpa tergantung musim, tanaman yang dihasilkan seragam dan bebas penyakit terutama bakteri dan cendawan (Nisak dkk., 2012). Sedangkan kelemahannya hanya dapat dilakukan di Laboratorium, karena dibutuhkan tempat yang aseptik. Menurut Hayati dkk. (2010) seringkali kendalanya berasal dari dalam bahan tanam itu sendiri, seperti masih adanya cendawan dan bakteri yang masih ada pada jaringan tanaman.

2.6 Medium *Murashige and Skoog* (MS)

Menurut Zaenuddin (2012) Medium tanam adalah medium tumbuh bagi tanaman yang dapat memasok sebagian unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk menunjang pertumbuhan tanaman secara baik. Selanjutnya diserap oleh perakaran dan digunakan dalam proses fisiologis tanaman. Medium tanam yang akan digunakan harus disesuaikan dengan jenis tanaman yang ingin ditanam. Secara umum, medium tanam harus dapat menjaga kelembapan daerah sekitar akar, menyediakan cukup udara, dan dapat menahan ketersediaan unsur hara.

Medium tanam yang baik untuk tanaman harus menyediakan faktor-faktor utama untuk pertumbuhan tanaman, yaitu unsur hara, air, dan udara dengan fungsinya sebagai medium tunjangan mekanik akar dan suhu tanah. Penggunaan medium yang tepat akan memberikan pertumbuhan yang optimal bagi bibit tanaman.

Medium *Murashige and Skoog* (MS) merupakan salah satu medium yang digunakan untuk hampir semua macam tanaman pada teknik kultur jaringan. Medium MS mengandung garam-garam mineral dalam jumlah yang tinggi dan senyawa N dalam bentuk NO_3^- dan NH_4^+ . Pada medium juga ditambahkan zat pengatur tumbuh yang diperlukan bagi pertumbuhan dan diferensiasi planlet (Herawan, 2015). Keunggulan medium MS merupakan medium yang paling cocok dan paling banyak di gunakan dalam kultur jaringan dasar dimana berfungsi dengan baik dalam regenerasi jaringan.

Hasil penelitian Purwanto dkk. (2007) menunjukkan bahwa medium $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan ekstrak kentang dan air kelapa merupakan medium yang terbaik untuk induksi akar eksplan tanaman kentang. Medium MS penuh dan $\frac{1}{4}$ MS masih cukup baik untuk menumbuhkan eksplan tanaman kentang dilihat dari tinggi tanaman, jumlah akar dan jumlah tunas.

Menurut Islam *et al.* (2003) Pemakaian unsur hara makro yang lebih rendah yang terdapat pada medium $\frac{1}{2}$ MS membuktikan bahwa lebih baik dalam pertumbuhan tanaman, hal ini sejalan dengan pendapat Bhojwani and Razdan (1996) yang melaporkan bahwa pada kultur *Dendrocalamus* menggunakan medium MS yang dimodifikasi $\frac{1}{2}$ MS memberikan hasil yang lebih baik pada pucuk dibandingkan dengan medium MS penuh. Syahid dan Bermawie (2000) mengungkapkan bahwa semakin rendah konsentrasi medium dasar yang digunakan cenderung menghasilkan akar yang lebih banyak karena pengurangan total ion khususnya hara makro dapat mengurangi pembentukan sitokinin endogen, sehingga dalam hal ini mampu menginduksi akar.

2.7 Zat Pengatur Tumbuh Atonik

Faktor lain yang menentukan keberhasilan dalam kultur jaringan adalah jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT). Konsentrasi ZPT pada medium sangat berperan dalam morfogenesis (Lana, 2016). ZPT merupakan senyawa organik yang bukan hara (nutrient) dalam jumlah

sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan yang biasa dan banyak digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman tomat. ZPT jenis atonik yang merupakan turunan dari auksin. Zat yang dikandung oleh atonik adalah natrium orthophenol (0,2%), natrium para nitrophenol (0,3%), natrium 5-nitroguaiacolat (0,1%), dan 2,4 dinitrophenolat (0,01%) dan IBA (0,057%) yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Saputra dkk., 2017).

Atonik merupakan zat pengatur tumbuh yang mengandung auksin sintetik yang dapat merangsang proses biokimia dan fisiologi cadangan makanan dalam tanaman. Dalam cara kerjanya, atonik cepat terserap oleh tanaman dan merangsang aliran protoplasmatik sel serta mempercepat perkecambahan dan perakaran. Atonik memiliki khasiat dapat memicu pertumbuhan benih, perakaran pertunasan dan meningkatkan pembuahan atau hasil tanaman. Pada kadar rendah ZPT akan mendorong pertumbuhan, sedangkan pada kadar terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan, meracuni bahkan mematikan tanaman. Zat pengatur tumbuh berupa hormon hanya efektif dalam jumlah tertentu. Konsentrasi yang terlalu tinggi dapat merusak bagian yang luka. Bentuk kerusakannya dapat seperti bentuk pembelahan sel dan kalus yang berlebihan, dapat pula mencegah pembentukan tunas dan akar. Adapun pada konsentrasi di bawah optimum menjadi tidak efektif (Moore, 1989). Hasil penelitian Moko dkk. (1993) yang menyatakan pemberian larutan atonik 1 ml/L dapat memberikan pengaruh nyata pada penambahan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah akar serta kadar klorofil daun meniran.

2.8 Klorofil

Klorofil merupakan sebagian besar pigmen yang ditemukan dalam membran tilakoid kloroplas. Pigmen hijau pada daun berperan mengabsorpsi cahaya dalam fotosintesis fase I, yaitu reaksi fotolisis. Peran klorofil untuk

menangkap energi dari cahaya matahari dan melanjutkan ke pusat reaksi fotosintesis sangatlah penting. Klorofil merupakan senyawa siklik tetrapiol yang mampu menyerap foton karena ikatan konjugasi dalam satu struktur. Oleh karena itu, jumlah klorofil akan sangat menentukan produksi gula dari fotosintesis (Nurdin dkk., 2009). Klorofil dapat dibedakan menjadi klorofil a dan b. Struktur molekul klorofil a mengandung gugus metil pada rantai dan varietas daun (Mustafa *et al.*, 2015).

Kandungan klorofil pada daun bervariasi dari satu jenis tanaman dengan tanaman lainnya. Kandungan klorofil bahkan bervariasi antara berbagai varietas tanaman dalam satu spesies. Misalnya pada tanaman puring kandungan klorofil antara varietas tanaman puring bor merah, puring cobra, dan puring lokal memiliki perbedaan kandungan klorofil. Umur daun juga mempengaruhi adanya variasi kandungan klorofil pada tanaman (Gogahu dkk., 2016).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2023 di Ruang Kultur *in vitro*, Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini antara lain pH meter, gelas ukur bervolume 100 ml dan 500 ml, erlenmeyer berukuran 50 ml, *autoclave* untuk sterilisasi alat dan medium, timbangan analitik *Ohaus*, botol kultur, mikropipet, pipet tip, panci, mortar, pestle, sentrifuge untuk menghomogenkan larutan, pengaduk, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAF) merk ESCO untuk melakukan kegiatan inokulasi/penanaman, cawan petri berdiameter 10 cm, spektrofotometri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, corong, pinset, *scalpel*, mata pisau *scalpel*, penggaris, *waterbath* untuk penangas air, mikroskop, alat tulis, buku pengamatan, dan *handphone*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini antara lain planlet *Pisum sativum* L., alkohol 70 % untuk sterilisasi, *Poly Ethylene Glycol* (PEG), Atonik, sukrosa, Kalium Hidroksida (KOH), Asam Chlorida (HCl), agar-agar, aseton 80%, bayclin untuk sterilisasi planlet, tisu, akuades, kertas label, *plastic wrap*, karet gelang, *aluminium foil*, kertas whattman no.1, serta bahan kimia medium *Murashige and Skoog*.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini disusun dengan pola dasar Rancangan Faktorial 3x3 dengan dua faktor yaitu faktor A : Atonik dengan tiga taraf konsentrasi yaitu 0 ml/l (A_1), 1 ml/l (A_2), 2 ml/l (A_3) dan faktor B : PEG 6000 b/v dengan 3 taraf konsentrasi yaitu 0% (B_1), 70% (B_2), 80% (B_3). Masing masing konsentrasi dilakukan empat kali pengulangan dan setiap ulangan terdiri dari 2 planlet biji kacang ercis dalam setiap botol kultur. Notasi faktor taraf kombinasi perlakuan disajikan pada **Tabel 2** dan tata letak percobaan disajikan pada **Gambar 2**.

Tabel 2. Notasi Faktor Taraf Kombinasi

PEG/Atonik B	A			
	Taraf	A_1	A_2	A_3
	B_1	A_1B_1	A_2B_1	A_3B_1
	B_2	A_1B_2	A_2B_2	A_3B_2
	B_3	A_1B_3	A_2B_3	A_3B_3

Keterangan :

A_1B_1 : Larutan Atonik 0 ml/l, PEG 6000 0%
 A_1B_2 : Larutan Atonik 0 ml/l, PEG 6000 70%
 A_1B_3 : Larutan Atonik 0 ml/l, PEG 6000 80%
 A_2B_1 : Larutan Atonik 1 ml/l, PEG 6000 0%
 A_2B_2 : Larutan Atonik 1 ml/l, PEG 6000 70%
 A_2B_3 : Larutan Atonik 1 ml/l, PEG 6000 80%
 A_3B_1 : Larutan Atonik 2 ml/l, PEG 6000 0%
 A_3B_2 : Larutan Atonik 2 ml/l, PEG 6000 70%
 A_3B_3 : Larutan Atonik 2 ml/l, PEG 6000 80%

A ₁ B ₁ U ₂	A ₁ B ₃ U ₂	A ₁ B ₂ U ₁	A ₂ B ₃ U ₁
A ₂ B ₂ U ₂	A ₃ B ₁ U ₄	A ₂ B ₁ U ₁	A ₃ B ₂ U ₄
A ₁ B ₃ U ₁	A ₂ B ₃ U ₃	A ₂ B ₂ U ₄	A ₃ B ₃ U ₃
A ₂ B ₁ U ₃	A ₁ B ₁ U ₁	A ₃ B ₁ U ₁	A ₁ B ₂ U ₂
A ₃ B ₃ U ₄	A ₂ B ₂ U ₁	A ₁ B ₃ U ₃	A ₃ B ₁ U ₂
A ₁ B ₂ U ₄	A ₂ B ₁ U ₄	A ₂ B ₃ U ₂	A ₂ B ₂ U ₃
A ₃ B ₂ U ₃	A ₃ B ₃ U ₂	A ₁ B ₁ U ₄	A ₁ B ₃ U ₄
A ₂ B ₃ U ₄	A ₁ B ₂ U ₃	A ₃ B ₂ U ₃	A ₂ B ₁ U ₂
A ₃ B ₁ U ₁	A ₃ B ₂ U ₂	A ₃ B ₃ U ₁	A ₁ B ₁ U ₃

Gambar 2. Tata Letak Satuan Percobaan

Keterangan :

A₁-A₃ : Konsentrasi Larutan Atonik

B₁-B₃ : Konsentrasi PEG

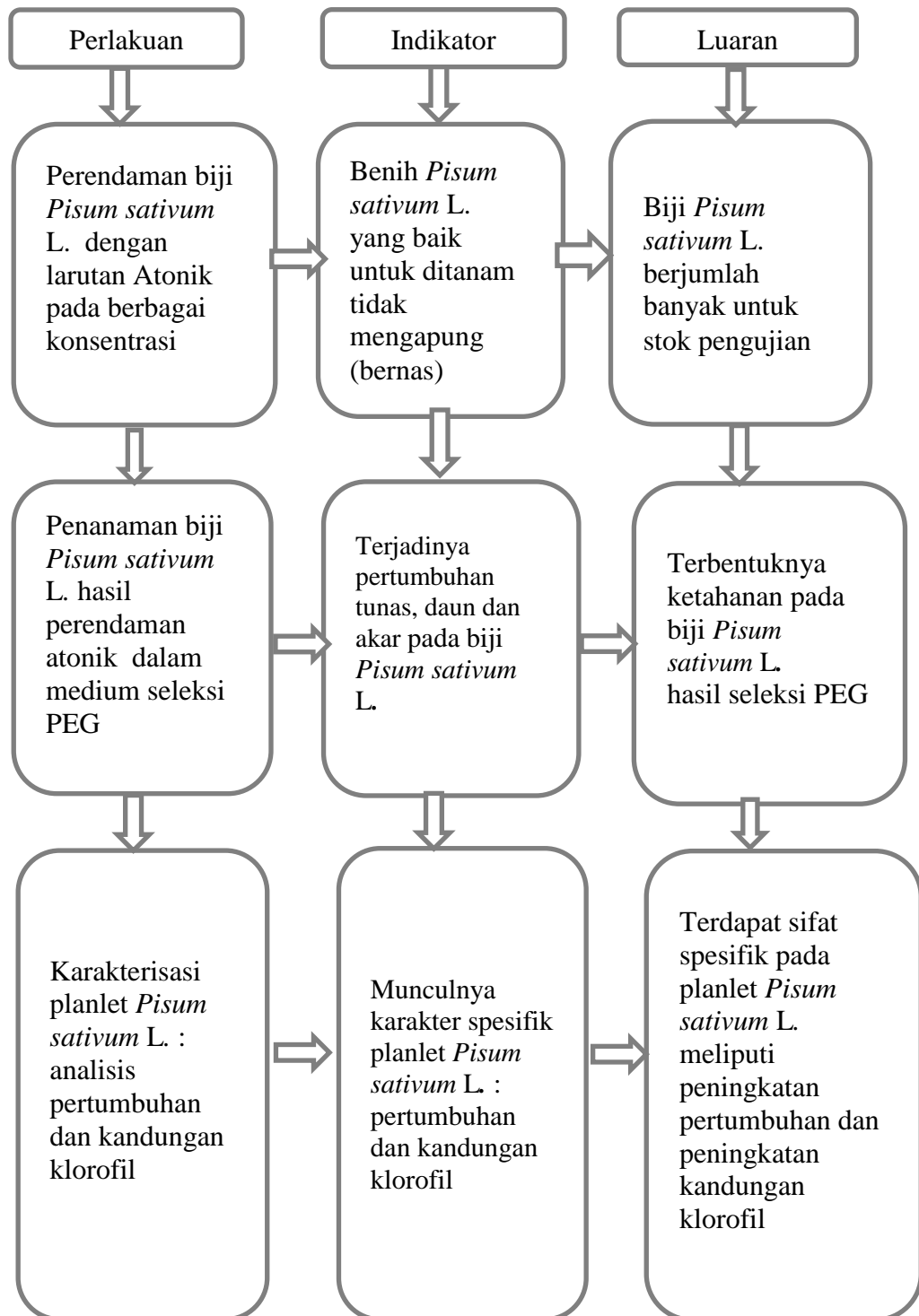
U₁-U₄ : Ulangan 1 - Ulangan 4

3.4 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap, yang disajikan sebagai berikut.

1) Perendaman benih kacang ercis dengan larutan atonik sesuai konsentrasi sebelum penanaman dalam medium; 2) Penanaman benih kacang ercis ke dalam medium MS yang sudah ditambahkan PEG sesuai konsentrasi; 3) Analisis karakter ekspresi yang spesifik pada benih kacang ercis resisten cekaman kekeringan meliputi analisis 1. Kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total, 2. Persentase jumlah planlet yang hidup, 3. Tinggi tanaman, 4. Visualisasi planlet. Pengamatan dilakukan selama 2 minggu. Tahap penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir seperti tercantum pada

Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa langkah sebagai berikut.

3.5.1. Sterilisasi Alat

Alat-alat gelas dan *dissecting set* (*scalpel*, mata *scalpel*, pinset) dicuci dengan sabun kemudian alat-alat tersebut dibilas dengan air mengalir lalu *autoclave*. Alat dari bahan gelas ditutup plastik, sedangkan alat-alat dari bahan logam dan cawan petri dibungkus dengan kertas HVS. Semua alat tersebut disterilisasi dalam *autoclave* pada temperatur 121°C selama 30 menit.

3.5.2. Penyiapan Ruang Tanam

Penyiapan ruang tanam dilakukan sebelum penanam benih dimulai. Dalam ruang tanam ini dilakukan sterilisasi ruangan dengan cara menyalakan lampu UV pada *Laminar Air Flow* (LAF) selama 15 menit, namun selama lampu UV menyala peneliti tidak diperbolehkan masuk ke dalam ruang tanam. Setelah 15 menit dan sterilisasi selesai, lampu UV dimatikan dan ditunggu 15 menit kembali sebelum digunakan. Sebelum digunakan bersihkan *Laminar Air Flow* dengan kain lap menggunakan alkohol 70% dan kemudian nyalakan *Laminar Air Flow*.

3.5.3. Persiapan Medium Tanam

Pembuatan medium tanam *Murashige and Skoog* (MS) *use ready* padat sebanyak 1 liter adalah dengan cara menimbang medium MS sebanyak 4,43 gr/L, lalu ditambahkan agar-agar sebanyak 7g/l, dan sukrosa 30 g/l lalu dimasukkan ke dalam beaker glass 1000 mL. Akuades ditambahkan sampai tanda 1 liter dan pH diatur sampai 5,5. Apabila Ph belum menunjukkan 5,5, maka dilakukan penambahan KOH 1 N atau HCl 1 N. Kemudian larutan medium dipanaskan untuk melarutkan agar-agar (sambil diaduk) sampai mendidih. Setelah itu, medium dituangkan ke dalam botol kultur sebanyak 20 ml/botol. Sterilisasi medium dengan menggunakan *autoclave* dengan tekanan 17,5 psi, 121 °C selama 15 menit.

3.5.4. Persiapan Medium Seleksi

Medium *Murashige and Skoog* (MS) padat ditambah PEG 6000 dengan konsentrasi 0% (kontrol), 70% dan 80%. Sebelum digunakan, PEG 6000 yang telah dilarutkan dengan akuades pada konsentrasi 70% dan 80% yang disaring menggunakan kertas saring sebanyak 2 kali. Penyaringan dilakukan dalam ruang steril di dalam LAF Cabinet. Selanjutnya PEG 6000 ditambahkan ke dalam medium MS dengan dipipet menggunakan mikropipet untuk perlakuan konsentrasi 0% tidak ditambahkan PEG 6000, untuk perlakuan konsentrasi 70% ditambahkan PEG 6000 sebanyak 20 ml, untuk perlakuan konsentrasi 80% ditambahkan PEG 6000 sebanyak 2,23 cm. Sebelum digunakan, medium diinkubasikan selama 7 hari pada suhu kamar (25 °C) untuk memastikan bahwa PEG 6000 telah tersaring dengan baik. Apabila dalam waktu 7 hari tidak terjadi kontaminasi pada medium, maka medium dapat digunakan.

3.5.5. Sterilisasi dan Induksi Benih dengan Larutan Atonik

Benih kacang ercis direndam dalam larutan bayclin 20% selama 2-3 menit, kemudian benih kacang ercis dibilas dengan akuades, pembilasan dilakukan dua kali. Benih yang sudah steril direndam dengan larutan atonik selama 60 menit. Larutan atonik terlebih dahulu dilarutkan dengan akuades pada 3 konsentrasi yaitu 0 ml/liter, 1 ml/liter dan 2 ml/liter, kemudian disaring menggunakan kertas whattman no.1. Penyaringan dilakukan dalam ruang steril di dalam LAF Cabinet.

3.5.6. Penanaman Benih dalam seleksi PEG 6000

Benih ercis yang telah direndam dengan larutan atonik dipindahkan ke dalam cawan petri selanjutnya benih ditanam pada medium seleksi dengan penambahan PEG 6000. Penanaman benih kacang ercis dilakukan di dalam LAF Cabinet. Setiap botol kultur ditanami 2 benih, sehingga total benih yang ditanam sebanyak 72 dalam 36 botol kultur. Inkubasi kultur dilakukan pada ruangan dengan penyinaran \pm 1000 lux, 24 jam/hari dan suhu 20 °C.

3.5.7. Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada akhir minggu ke-2 dan dievaluasi untuk mengetahui konsentrasi PEG 6000 yang toleran untuk seleksi planlet kacang ercis secara *in vitro*. Setelah 2 minggu inkubasi, planlet yang masih hidup di dalam botol kemudian dikarakterisasi dengan parameter sabagai berikut.

a. Persentase Jumlah Planlet yang Hidup

Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jumlah planlet kacang ercis yang hidup yaitu :

$$\frac{\text{Jumlah Planlet yang Hidup}}{\text{Jumlah Seluruh Planlet}} \times 100\% \text{ (Nurcahyani dkk., 2014).}$$

b. Visualisasi Planlet

Visualisasi Planlet meliputi warna planlet setelah diseleksi PEG 6000 dengan klasifikasi sebagai berikut : hijau, hijau dengan bagian tertentu berwarna coklat. Data visualisasi planlet disajikan dalam bentuk persentase, yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\frac{\text{Jumlah planlet berwarna hijau/hijau coklat/cokelat}}{\text{Jumlah Seluruh Planlet}} \times 100\%$$

(Nurcahyani dkk., 2014).

c. Persentase Tinggi Planlet Hidup

Menurut penelitian Suryanegara (2010), tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh tanaman (ujung batang) serta dinyatakan dalam satuan centimeter (cm).

d. Analisis Kandungan Klorofil

Adapun langkah kerja analisis kandungan klorofil menggunakan metode Miazek (2002), analisis kandungan klorofil dapat dilakukan dengan cara mengambil daun planlet kacang ercis yang sama sebanyak 0,1 g lalu dihilangkan tulang daunnya, kemudian dihaluskan dengan mortar dan ditambahkan alkohol 95%. Setelah itu larutan disaring dengan kertas saring

dan dimasukkan ke dalam flakon lalu ditutup rapat. Larutan sampel dan larutan standar (alkohol) diambil sebanyak 1 ml dimasukkan dalam kuvet. Setelah itu dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang (λ) 648 nm dan 664 nm dengan 3 kali ulangan setiap sampel.

Menurut Miazek (2002), kadar klorofil dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Klorofil a} = 13,36 \lambda_{664} - 5,19 \lambda_{648} \text{ mg/l (V/W x 1000)}$$

$$\text{Klorofil b} = 27,43 \lambda_{648} - 8,12 \lambda_{664} \text{ mg/l (V/W x 1000)}$$

$$\text{Klorofil total} = 15,24 \lambda_{664} + 22,24 \lambda_{648} \text{ mg/l (V/W x 1000)}$$

3.5.8. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pertumbuhan benih kacang ercis selama seleksi dengan PEG 6000 berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif dan di dukung foto, sedangkan untuk mengetahui pengaruh atonik dan PEG secara kuantitatif, maka homogenitas ragam diuji menggunakan uji *Levene*. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf nyata 5%. Jika interaksi faktor A (atonik) dan faktor B (PEG) tidak nyata maka ditentukan *main effect* dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf nyata 5%. Jika interaksi nyata maka ditentukan *simple effect* PEG (faktor B) pada setiap konsentrasi atonik (faktor A) dengan uji F pada taraf nyata 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini meliputi.

1. Konsentrasi larutan atonik yang optimum untuk seleksi planlet kacang ercis terhadap cekaman kekeringan secara *in vitro* adalah 2 ml/l.
2. Konsentrasi PEG 6000 yang toleran menyeleksi planlet kacang ercis yang resisten terhadap cekaman kekeringan secara *in vitro* adalah 70%
3. Terdapat interaksi antara atonik 2 ml/l dan PEG 6000 70% yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan klorofil planlet kacang ercis secara *in vitro*.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mendapatkan planlet yang toleran terhadap kekeringan yaitu dengan cara meningkatkan konsentrasi larutan atonik dan PEG serta analisis karakterisasi lainnya seperti analisis prolin, kandungan fenol dan antioksidan, analisis DNA dan profil protein, karakter agronomis, serta karakter molekular.

DAFTAR PUSTAKA

- Afa, L.O., Purwoko, B.S., Junaedi, A., Haridjaja, O., dan Dewi. I.S. 2012. Pendugaan toleransi padi hibrida terhadap kekeringan dengan *poliethylen glikol* (PEG) 6000. *Jurnal Agrivigor*. 11(2):292-299.
- Ahmadikhah, A., and Marufinia, A. 2016. Effect of reduced plant height on drought tolerance in rice. *3 Biotech*. 6 : 1–9. Springer Berlin Heidelberg.
- Ashari, A., Nurcahyani, Eksplan., Hardoko, I., Qudus, dan Zulkifli. 2018. Analisis Kandungan Prolin Planlet Jeruk Kerok Batu 55 (*Citrus reticulata Blanco var. crenatifolia*) setelah diinduksi Larutan Atonik dalam Kondisi Cekaman Kekeringan secara *In Vitro*. *Analit : Analytical and Environmental Chemistry*. 3(1): 69-78.
- Azhari, S. 1995. *Hortikultura Aspek Budaya*. Jakarta : UI press.
- Bhojwani, S.S., and Razdan, M.K. 1996. *Plant Tissue Culture: Theory and Practice*. Elsevier Science. Amsterdam.
- Bidabadi, S., Mahmood, M., Baninasah, B., and Ghobad, C. 2015. 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.
- Dahl, W. J., Foster. L. M., and Tyler R.T. 2012. Review of benefit health of pea (*Pisum sativum* L.). *Br. J. Nutr*. 108 (1) : 1-10.
- Damanik, S.P., dan Suryanto, A. 2018. Efektivitas Penggunaan Mikoria dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonium* L.) pada Pipa PVC Sistem Vertikultur. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 6 (4) : 635-641.
- Damara, H. L., Santika, W. I., dan Waluyo, B. 2020. Keragaman Dan Korelasi Karakteristik Fisik Biji Dengan Perkecambahan Dan Karakter Hasil Pada Kacang Ercis (*Pisum sativum* L.). *Doctoral dissertation*, Universitas Brawijaya. 5(1) : 74-84.
- Darwanti, I., Rasita S.M.D., dan Hernani. 2002. Respon Daun Ungu (*Graptophyllum pictum* L.) terhadap Cekaman Air. *Jurnal Littri*. 8(3):73-75.

- DAFF (Department Agriculture, Forestry And Fisheries). 2016. *Producing Field Peas (Pisum sativum)*. Republic of South Africa.
- Diniyah, N., dan Lee, S. H. 2020. Komposisi Senyawa Fenol dan Potensi Antioksidan dari Kacang-Kacangan. *Jurnal Agroteknologi*. 14(1) : 91-102.
- Djazuli, M. 2010. Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Beberapa Karakter Morfologis-Fisiologis Tanaman Nilam. *Buletin Littro*. 21 (1) : 8–17.
- Erlita, 2003. *Pengaruh Waktu Aplikasi dan Konsentrasi Paclobitrazolserta GA3 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.)*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Fachruddin, L. 2000. *Budidaya kacang - kacang*. Kanisius. Yogyakarta.
- FAOSTAT. 2018. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. *Journal Agricultural Sciences*. 5(14):14-20.
- Gogahu, Y., N.S.Ai., dan Siahaan, P. 2016. Konsentrasi Klorofil pada Beberapa Varietas Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum L.*). *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. 5 : 76-80.
- Gunawan, L. W. 1992. *Teknik Kultur Jaringan Tanaman*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia Penununtun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan Edisi I*. 9-10. ITB. Bandung.
- Harsono, A., Krtistiono, A., Muzaiyanah, S., dan Adi, D.E. 2003. Produktivitas Tumpangsari Kedelai dengan Jagung pada Akhir Musim Hujan di Lahan Kering Beriklim Kering 201. *PANGAN*. 29(3):197 – 210.
- Hartmann, H. T., Kester, D.E., Davies Jr., and Geneve, R.L. 1990. *Plant Propagation: Principles and Practices*. 8th Edition.
- Hayati, S. K., Yulita. N dan Nintya. S. 2010. Induksi Kalus dari Hipokotil Alfalfa (*Medicago sativa L.*) Secara *In Vitro* dengan Penambahan Benzyl Amino Purine (BAP) dan α -Naphthalene Acetic Acid (NAA). *Bioma*. 12(1) : 6-12.
- Herawan, T., Na'iem, M., Indrioko, S., dan Indrianto, A. 2015. Kultur Jaringan Cendana (*Santalum album L.*) Menggunakan Eksplan Mata Tunas. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 9(3) : 177-188.
- Islam, M.O., Rahman, A.R.M.M., Matsui. S, and Prodhan A.K.M.A. 2003. Effects of Complex Organic Extracts on Callus Growth and PLB Regeneration Through Embryogenesis in the *Doritaenopsis* Orchid. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 7(4) : 229–235.

- Islami dan Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H., Somasundaram, R., Panneerselvam, R. 2009. Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. *Int. J. Agric. Biol.* 11(1): 100-105.
- Jevremovic, S. Trifunovic, M. Nikolic, M. Subotic, A and Radojevic, L. 2006. Clonal fidelity of chrysanthemum from long term cultures. *Genetika.* 38(3): 243-49.
- Karkanis, A., Ntatsi, G. Kontopoulou, C. Pristeri, A. Bilalis, D and Savvas, D. 2016. field pea in european cropping systems : adaptability, biological nitrogen fixation and cultivation practices. *Not. Bot. Horti. Agrobo.* 44 (2) : 325-336.
- Khan, M. R. F. A. Mahmud, FM. Reza, A. Mahbub, M, M., B. J. Shirazy and Rahman, M. M. 2017. Genetic diversity, correlation and path analysis for yield and yield components of pea (*Pisum sativum* L.). *World J. Agric. Sci.* 13(1) : 11-16.
- Kurniasari, A. M., Adisyahputra., dan Rosman, R. 2010. Pengaruh kekeringan pada tanah bergaram NaCl terhadap pertumbuhan tanaman nilam. *Bul. Littro.* 21:18-27.
- Kusumawati, E., Yanti P. S., dan Titin P. 2015. *Pengaruh NNA dan BAP terhadap Inisiasi Mengkudu (Morinda citrifolia L.) secara In Vitro*. UMY. Yogyakarta.
- Kusumo, S. 1998. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Jakarta : CV. Yasaguna.
- Lana, W. 2016. Pengaruh Komposisi Media Tanam Organik dan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Atonik Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffe arabica* L.). *WJAS.* 13 (1): 45-52.
- Lestari, E. G., dan Mariska, I. 2006. Identifikasi somaklon padi Gajah mungkur, Towuti dan IR64 tahan kekeringan menggunakan *polyethylene glycol*. *Buletin Agronomi.* 34(2):71-78.
- Li, R., Guo, P., Baum, M., Grando, S., Ceccarelli, S. 2006. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerantin barley. *Agric Sci.* 5(10):751-757.
- Luta, D. A., dan Sitepu, S. M. 2020. Respon Aplikasi ZPT Atonik terhadap Stek Bunga Asoka. *Jurnal of Animal Science and Agronomy Panca Budi.* 5(2): 38-40.

- Mathius, N.T., Wijana, G., Guharja, E., Aswindinnoor, H., Sudirman, Y., dan Subronto. 2001. Respon tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap cekaman kekeringan. *Menara Perkebunan*. 69:29-45.
- Mead, D. 2017. A guide to some edible legumes of Indonesia. Sulang Lex Topics. *J.Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 2 (29) : 113-123.
- Miazek, K. 2002. *Chlorophyll Extraction From Harvested Plant Material*. Supervisor. Prof. Dr. Ha. Inz. Stainslaw Lekadowicz.
- Moko, H., Rachmat. E dan Rosita. S.M.D. 1993. Respon meniran terhadap penggunaan zat pengatur tumbuh. *Prosiding Seminar Meniran dan Kedawung*. Bogor. 2 (4) : 29-30.
- Moore, T.C. 1989. *Biochemistry and physiology of plant hormones*. Springer-Verlag. New York, Heidelberg, Berlin, London, Paris, Tokyo, Hongkong.
- Mudyantini, W. 2008. *Pertumbuhan, Kandungan Selulosa, dan Lignin pada Rami (Boehmeria nivea L. Gaudich) dengan Pemberian Asam Giberelat (GA3)*. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Munib, A, Ginting, C dan Hastuti, PB. 2018. Nodulasi Akar Kacang Kapri (*Pisum sativum* var. *saccharatum*) pada Berbagai Dosis Pupuk P dan Jenis Tanah. *Jurnal Agromast*. 3(1).
- Mustafa, N., Ya'acob, N., Latif ZA., and Yusof AL. 2015. Quantification of oil palm tree leaf pigment (Chlorophyll A) concentration based on their age. *Jurnal Teknologi*. 75 : 129-134.
- Nisak, K., Nurhidayati, T., dan Purwani, K.I. 2012. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi ZPT NAA dan BAP Pada Kultur Jaringan Tembakau *Nicotiana tabacum* var. Prancak 95. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 1(1): 1-6.
- Nugraheni, W. 2010. Variasi Pertumbuhan, Kandungan Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase Tanaman Ganyong (*Canna edulis* Ker.) pada Ketersediaan Air yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Nurchayani, E., Hadisutrisno, B., Sumardi, I., dan Suharyanto, E. 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*. 12(1): 272-79.
- Nurchayani, E., Sumardi, I., Qudus. Palupi, A., dan Sholekhah. 2019. Analysis of Chlorophyll Phalaenopsis amabilis (L.) Bl. Results of the Resistance to *Fusarium oxysporum* and Drought Stress. *IOSR Journal of Agriculture and*

Veterinary Science (IOSR-JAVS). 12(11): 41-46.

- Nurdin., Kusharto. C.M, Tanziha. I, dan Januwati. M. 2009. Kandungan Klorofil Berbagai Jenis Daun Serta Karakteristik Fisiko Kimia. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 4 : 13-19.
- Purwanto, Purwantono A. S dan Mardin S. 2007. Modifikasi Media MS dan Perlakuan Penambahan Air Kelapa untuk Menumbuhkan Eksplan Tanaman Kentang. *Jurnal Penelitian dan Informasi Pertanian "Agrin"*. 11(1): 1-7.
- Puslitkoka (Pusat Penelitian Kopi Kakao). 2011. *Panduan lengkap budidaya kakao*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Puslitbang (Pusat Penelitian dan Pengembangan). 2011. Kapri, peluang baru bisnis sayuran. *Journal of Agricultural Science*. 33(2) : 14-15.
- Putra, M, A. Agus, P dan Mia. K. 2015. Propagasi Mikro dan sambung Mikro Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*) Garut Hasil Mutagenesis In Vitro dengan Batang Bawah Japansche Citroen. *J. Hort. Indonesia* 6(2): 99-108.
- Rimoldi, F., P. S. V. Filho, M. V. Kvitschal, M. C. Gonçalves-Vidigal, A. J. Prioli, S. M. A. P. Prioli, T. R. da Costa. 2010. Genetic divergence in sweet cassava cultivars using morphological agronomic traits and RAPD molecular markers. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 53(6): 477-1486.
- Rismunadar. 1988. *Biochemistry and Physiology of Plant Hormone*. Helderberg. New York.
- Roostika, I., Novianti, S., dan Mariska, I. 2016. *Mikropropagasi Tanaman Manggis (Garcinia mangostana)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor.
- Rowe, R.C. 2009. *Handbook Of Pharmaceutical Excipients 6th Ed*. The Pharmaceutical Press. London.
- Rukmana, R. 2003. *Usaha Tani Kapri*. Kanisius. Yogyakarta.
- Saputra, B., Tri, K., dan Palupi, P. 2017. Pengaruh Kombinasi Skarifikasi dan Perendaman Auksin Terhadap Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Awal Semangka Non Biji (*Citrus Vulgaris* Schard L). *Jurnal Viabel Pertanian*. 11 (2) : 2527-3345.
- 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.

- Shella, NA. 2021. *Respon Morfofisiologi Sawi Caisim (Brassica Juncea L.) akibat Cekaman Salinitas NaCl*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sinaga. 2008. Peran Air bagi tanaman.
[http://puslit.mercubuana.ac.id/file/8Artikel %20Sinaga.pdf](http://puslit.mercubuana.ac.id/file/8Artikel%20Sinaga.pdf). Diakses pada tanggal 5 April 2023.
- Soedomo, P. 2006. Pengaruh tiga macam pupuk daun pada berbagai konsentrasi terhadap hasil tunas kacang kapri (*Pisum sativum L.*). *J. Agrijati Balitsa*. 3(1):34-41.
- Solis, M. I. V., Patel. A, Orsat. V, Singh J., and Lefsrud. M. 2013. Fatty acid profiling of the seed oils of some varieties of field peas (*Pisum sativum L.*) by RP-LC/ESI-MS/MS: Towards the development of an oilseed pea. *J. Food Chemistry*.136 : 986-993.
- Sunarjono, H. 2004. *Bertanam 30 Jenis Sayur*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suryanegara. 2010. *Pengaruh pengaturan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produksi kacang panjang (Vigna sinesis)*. Jurusan pendidikan Biologi. Universitas pendidikan Ganesha. Singaraja.
- Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih*. PT Rajawali Press. Jakarta.
- Syahid, S.F., dan Bermawie. N. 2000. Pengaruh pengenceran media dasar terhadap pertumbuhan kultur jahe dalam penyimpanan secara *in vitro*. *Journal Littri*. 4(5): 115-118.
- Toruan, M. N., Wijana, G., Guharja, E., Aswidinnoor, H., Yahya, S dan Subronto. 2001. Respon tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) terhadap cekaman kekeringan. *Menara Perkebunan*. 2: 28-44.
- UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants). 2014. *Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability*. Geneva.
- USDA. 2017. *Klasifikasi Tanaman Kacang Kapri*. Natural Resources Conservation Service. USA.
- Wattimena, G. A. 1992. *Bioteknologi dalam Pemuliaan Tanaman*. Bagian Bioteknologi Tanaman. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. IPB Press. Bogor. 191.
- Zaenuddin. 2012. *Klasifikasi Tanah Dasar teori bagi peneliti tanah dan pelaksanaan pertanian di Indonesia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.