

**SKRIPSI**

**PERTUMBUHAN EKSPAN ANGGREK BULAN (*Phalaeonopsis amabilis*)**

**SECARA *IN VITRO* PADA BERBAGAI WARNA LAMPU *LIGHT***

***EMITTING DIODE (LED)* DAN LAMA PENCAHAYAAN**

**FEBRY ZULQOIDAH**

**G011 18 1374**



**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**SKRIPSI**

**PERTUMBUHAN EKSPLAN ANGGREK BULAN (*Phalaeonopsis amabilis*)  
SECARA *IN VITRO* PADA BERBAGAI WARNA LAMPU *LIGHT*  
*EMITTING DIODE* (LED) DAN LAMA PENCAHAYAAN**

Disusun dan diajukan oleh

**FEBRY ZULQOIDAH**

**G011 18 1374**



**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**PERTUMBUHAN EKSPLAN ANGGREK BULAN (*Phalaenopsis amabilis*)**

**SECARA *IN VITRO* PADA BERBAGAI WARNA LAMPU *LIGHT***

***EMITTING DIODE (LED)* DAN LAMA PENCAHAYAAN**

**FEBRY ZULQOIDAH**

**G011 18 1374**

**Skripsi Sarjana Lengkap**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**Pada**

**Departemen Budidaya Pertanian**

**Fakultas Pertanian**

**Universitas Hasanuddin**

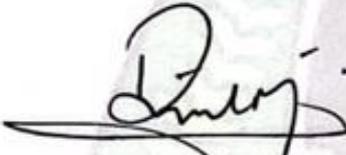
**Makassar**

**Makassar, Februari 2023**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**



**Prof. Ir. Rinaldi Sahril, M.Agr., Ph.D.**  
**NIP. 19660925/199412 1 001**



**Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, MS.**  
**NIP. 19550106/198312 1 001**

**Mengetahui,**

**Ketua Departemen Budidaya Pertanian**



**Dr. Hari Iswoyo, SP. MA.**  
**NIP. 19760508 200501 1 003**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERTUMBUHAN EKSPAN ANGGREK BULAN (*Phalaenopsis amabilis*)  
SECARA *IN VITRO* PADA BERBAGAI WARNA LAMPU *LIGHT*  
*EMITTING DIODE* (LED) DAN LAMA PENCAHAYAAN**

Disusun dan Diajukan oleh

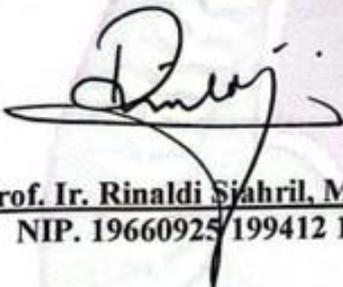
**FEBRY ZULQOIDAH**  
G011 18 1374

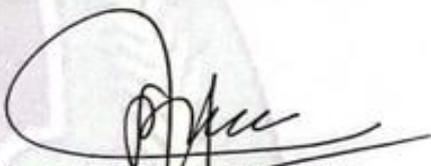
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Januari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

  
**Prof. Ir. Rinaldi Sahril, M.Agr., Ph.D.**  
NIP. 19660925/199412 1 001

  
**Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, MS.**  
NIP. 19550106 198312 1 001

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Agroteknologi**



**Dr. Ir. Andriana B., M.Si.**  
NIP. 19670811 199403 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FEBRY ZULQOIDAH  
NIM : G011181374  
Program Studi : AGROTEKNOLOGI  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa tulisan saya yang berjudul

**“Pertumbuhan Eksplan Anggrek Bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) Secara *In Vitro* pada Berbagai Warna Lampu *Light Emitting Diode* (LED) dan Lama Pencahayaan”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya dari orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari 2023

  
Febry Zulqoidah

## ABSTRAK

**FEBRY ZULQOIDAH (G011181374)**, Pertumbuhan Eksplan Anggrek Bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) Secara *In Vitro* pada Berbagai Warna Lampu *Light Emitting Diode* (LED) dan Lama Pencahayaan. Dibimbing oleh **RINALDI SJAHRIL** dan **NASARUDDIN**.

Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh lama pencahayaan dan warna lampu LED terhadap pertumbuhan planlet anggrek bulan secara *in vitro*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan PT. Bunga Indah Malino, Dusun Buluballea, Kelurahan Pattapang, Kecamatan Tinggimoncong, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan pada Maret hingga Juli 2022. Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan faktorial dua faktor berdasarkan pola Rancangan Acak Kelompok. Faktor pertama adalah lama pencahayaan yang terdiri dari tiga taraf yaitu: 6 jam, 12 jam, dan 18 jam pencahayaan. Faktor kedua adalah warna lampu LED yang terdiri dari empat taraf yaitu: putih, merah, kuning, biru. Sehingga diperoleh 12 kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara lama pencahayaan 18 jam dengan warna lampu LED biru memberikan kadar klorofil a terbaik ( $334,25 \mu\text{mol.m}^{-2}$ ), klorofil b terbaik ( $149,11 \mu\text{mol.m}^{-2}$ ), dan klorofil total terbaik ( $481,97 \mu\text{mol.m}^{-2}$ ). Lama pencahayaan selama 18 jam menghasilkan jumlah daun terbanyak (16,42 helai), panjang akar terpanjang (2,109 cm), dan luas bukaan stomata terluas ( $0,00006 \text{ mm}^2$ ). Perlakuan warna lampu LED biru memberikan jumlah daun terbanyak (16,22 helai), jumlah akar terbanyak (3,037), panjang akar terpanjang (1,994 cm) dan *Leaf Mass per Area* terbaik ( $0,0048 \text{ g.cm}^{-2}$ ).

**Keywords:** *anggrek bulan, kultur jaringan, lama pencahayaan, warna LED.*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur bagi Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul **“Pertumbuhan Eksplan Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis*) Secara *In Vitro* pada Berbagai Warna Lampu *Light Emitting Diode* (LED) dan Lama Pencahayaan”** dengan baik walaupun penulisan skripsi ini tidak sepenuhnya sempurna karena sesungguhnya kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Shalawat dan salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa penelitian skripsi ini tidak mudah, akan tetapi berkat bantuan dari berbagai pihak, penulis mendapatkan banyak bantuan baik dukungan motivasi maupun bantuan tenaga. Maka dari penulisan skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik. Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis berharap agar penulisan skripsi penelitian ini bisa memberikan manfaat kepada orang lain terutama mahasiswa yang membutuhkan inspirasi dan ilmu dari hasil penelitian.

Penelitian skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak, maka dari itu sebagai bentuk rasa syukur, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang mendalam kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Rusmin dan Ibunda Marni yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik berupa motivasi, nasehat, doa, dan dukungan secara materil. Kedua adik penulis yaitu Afriza Ahmad Naufal dan Abdul Hafiz Al-Gazali yang memberikan motivasi agar penelitian dan skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik.

2. Prof. Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr., Ph.D. sebagai dosen Pembimbing 1 sekaligus dosen pembimbing akademik dan Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, MS. Sebagai dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan banyak arahan, bimbingan, dan ilmu kepada penulis mulai dari penyusunan proposal, penelitian, dan penyusunan skripsi penulis.
3. Prof Dr. Ir. Farid BDR M.P., Dr. Ir. Hj. Feranita Haring, M.P. dan Dr. Ir. Katriani Mantja, M.P., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan skripsi penelitian penulis.
4. Ketua Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin beserta seluruh dosen dan staff di Departemen Budidaya atas bantuan yang telah diberikan.
5. Ahmad Zulqawi Miad selaku Direktur PT. Bunga Indah Malino dan Sosniwita Ridjal selaku Manager Keuangan PT. Bunga Indah Malino yang telah memberikan izin untuk menjalankan penelitian di PT. Bunga Indah Malino. Serta Sumarlin yang telah membantu proses administrasi penulis untuk menjalankan penelitian.
6. Syamsul Mamma, S.P. dan Desei Eka Trisnawati, S.Sos. selaku kepala Kebun PT. Bunga Indah Malino. Dita Dindasari, S.P dan Asia Arifin, S.P., M.Si. selaku kepala Laboratorium Kultur Jaringan PT. Bunga Indah Malino yang telah memberikan bimbingan dan membantu pengambilan data selama penelitian.
7. Sudirman, Fadly Trinaldy, dan Risman Syahrul selaku staff Laboratorium Kultur Jaringan PT. Bunga Indah Malino yang telah menyumbangkan tenaga dan waktu untuk melancarkan penelitian penulis.

8. Teman-teman dari *Plant Physiology and Nutrition* (E11) yaitu Kurniawan S.P., M.Si., Eka Setiawan, S.Si., M. Si., Reynaldi Laurenze, S.P., Moh. Nur Faiz, S.P., Azwan Adhe Putra, S.P., Yuni Rahmi Utami, S.P., Agus Mappa, S.P., Andi Rieskha Ramadhani, S. P., Muslihah Icha Fatihah, S.P., Muharsi, S.P., Arif Mualim, S.P., Herlinda Yana Sari, Nur Aisyah Shaliha, A. Nur Afni, Fitriyanti, dan Andi Nursafitri yang telah menjadi wadah untuk saling bertukar pikiran serta memberikan support kepada penulis selama penelitian.
9. Teman-teman seperjuangan penelitian kultur jaringan Khusnul Khatima, S.P., Gavri, Fatma, Kamsinar, dan Ainun yang telah memberikan saran dan support. Serta teman penelitian selama di Malino yaitu Novi, Putri, dan Fatimah yang senantiasa menemani penulis ketika menjalani penelitian.
10. Sahabat penulis yang tercinta Yuni Rahmi Utami S.P., Nurfidya Rahmadani, Chindy Adsaria Lembang, dan Dhea Maya Karimata yang senantiasa bersama, menemani, membantu, dan memberi support kepada penulis dari maba sampai penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.
11. Teman-teman dari HIBRIDA, GIBERELIN, dan Bioteknologi 2018 yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Makassar, Februari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Hipotesis .....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Kegunaan .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Angrek Bulan ( <i>Phalaeonopsis amabilis</i> ).....	6
2.2 Kultur Jaringan .....	9
2.3 Peranan Cahaya dalam Kultur Jaringan.....	11
2.4 Lama Pencahayaan .....	13
2.5 Warna Lampu LED.....	14
<b>BAB III. METODOLOGI</b> .....	<b>18</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Metode Penelitian .....	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.5 Variabel Pengamatan .....	25
3.6 Analisis Data.....	29
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>30</b>
4.1 Hasil.....	30
4.2 Pembahasan .....	43
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>58</b>

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Total Jumlah Daun (helai) pada Perlakuan Lama pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	30
2.	Rata-rata Jumlah Akar pada Perlakuan Warna Lampu LED .....	32
3.	Rata-rata Panjang Daun (cm) pada Perlakuan Lama pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	34
4.	Rata-rata Panjang akar (cm) pada Perlakuan Lama pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	35
5.	Luas Bukaan Stomata (mm <sup>2</sup> ) pada Perlakuan Lama pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	37
6.	Rata-rata klorofil a (μmol.m <sup>-2</sup> ) pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	39
7.	Rata-rata klorofil b (μmol.m <sup>-2</sup> ) pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	40
8.	Rata-rata klorofil total (μmol.m <sup>-2</sup> ) pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	41
9.	Rata-rata <i>Leaf Mass per Area</i> (g.cm <sup>-2</sup> ) pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	42
10.	Hasil Pengamatan Warna Daun Menggunakan <i>RHS Color Chart</i> pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED .....	43

### Lampiran

1a.	Rata-rata Total Jumlah Daun (helai) pada Umur 1 Bulan Setelah Perlakuan .....	60
1b.	Sidik Ragam Rata-rata Total Jumlah Daun pada Umur 1 Bulan Setelah Perlakuan .....	60
1c.	Rata-rata Total Jumlah Daun (helai) pada Umur 2 Bulan Setelah Perlakuan .....	61
1d.	Sidik Ragam Rata-rata Total Jumlah Daun pada Umur 2 Bulan Setelah Perlakuan .....	61
1e.	Rata-rata Total Jumlah Daun (helai) pada Umur 3 Bulan	

	Setelah Perlakuan .....	62
1f.	Sidik Ragam Rata-rata Total Jumlah Daun pada Umur 3 Bulan Setelah Perlakuan .....	62
2a.	Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 1 Bulan Setelah Perlakuan.....	63
2b.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 1 Bulan Setelah Perlakuan .....	63
2c.	Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 1 Bulan Setelah Perlakuan Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ) .....	64
2d.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 1 Bulan Setelah Perlakuan 1 hasil transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ) .....	64
2e.	Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 2 Bulan Setelah Perlakuan.....	65
2f.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 2 Bulan Setelah Perlakuan .....	65
2g.	Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 2 Bulan Setelah Perlakuan Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	66
2h.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 2 Bulan Setelah Perlakuan Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	66
2i.	Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 3 Bulan Setelah Perlakuan.....	67
2j.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 3 Bulan Setelah Perlakuan .....	67
2k.	Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 3 Bulan Setelah Perlakuan Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	68
2l.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Akar pada Umur 3 Bulan Setelah Perlakuan Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ) .....	68
3a.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) pada Umur 3 Bulan Setelah Perlakuan .....	69
3b.	Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman pada Umur 3 Bulan Setelah Perlakuan .....	69
3c.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+1}$ ) .....	70
3d.	Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+1}$ ) .....	71
4a.	Rata-rata Panjang Daun (cm) .....	71
4b.	Sidik Ragam Rata-rata Panjang Daun.....	71

5a.	Rata-rata Panjang Akar (cm) .....	72
5b.	Sidik Ragam Rata-rata Panjang Akar.....	72
5c.	Rata-rata Panjang Akar (cm) Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	73
5d.	Sidik Ragam Rata-rata Panjang Akar Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	73
6a.	Rata-rata Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) .....	74
6b.	Sidik Ragam Rata-rata Luas Daun .....	74
6c.	Rata-rata Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	75
6d.	Sidik Ragam Rata-rata Luas Daun Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ) .....	75
7a.	Rata-rata Luas Bukaan Stomata (mm <sup>2</sup> ).....	76
7b.	Sidik Ragam Rata-rata Luas Bukaan Stomata .....	76
7c.	Rata-rata Luas Bukaan Stomata (mm <sup>2</sup> ) Hasil Transformasi ( $\sqrt{x}$ ) .....	77
7d.	Sidik Ragam Rata-rata Luas Bukaan Stomata Hasil Transformasi ( $\sqrt{x}$ ).....	77
8a.	Rata-rata Kerapatan Stomata (mm <sup>-2</sup> ) .....	78
8b.	Sidik Ragam Rata-rata Kerapatan Stomata.....	78
8c.	Rata-rata Kerapatan Stomata (mm <sup>-2</sup> ) Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	79
8d.	Sidik Ragam Rata-rata Kerapatan Stomata Hasil Transformasi Menggunakan ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	79
9a.	Rata-rata Klorofil a ( $\mu\text{mol.m}^{-2}$ ) .....	80
9b.	Sidik Ragam Rata-rata Klorofil a .....	80
10a.	Rata-rata Klorofil b ( $\mu\text{mol.m}^{-2}$ ) .....	81
10b.	Sidik Ragam Rata-rata Klorofil b.....	81
11a.	Rata-rata Klorofil Total ( $\mu\text{mol.m}^{-2}$ ).....	82
11b.	Sidik Ragam Rata-rata Klorofil Total .....	82
12a.	Rata-rata <i>Leaf Mass per Area</i> (g.cm <sup>-2</sup> ) .....	83
12b.	Sidik Ragam Rata-rata <i>Leaf Mass per Area</i> .....	83
12c.	Rata-rata <i>Leaf Mass per Area</i> (g.cm <sup>-2</sup> ) Hasil Transformasi ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	84
12d.	Sidik Ragam Rata-rata <i>Leaf Mass per Area</i> Hasil Transformasi Menggunakan ( $\sqrt{x+0,5}$ ).....	84
13.	Hasil Pengamatan Warna Daun Menggunakan <i>RHS Color Chart</i> <i>Sixth Edition</i> .....	85

## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Alur Penelitian .....	20
2.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED Terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Bulan ( <i>Phalaeonopsis amabilis</i> ) .....	33
3.	Rata-rata Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED Terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Bulan ( <i>Phalaeonopsis amabilis</i> ) .....	36
4.	Rata-rata Kerapatan Stomata (mm <sup>2</sup> ) pada Perlakuan Lama Pencahayaan dan Warna Lampu LED Terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Bulan ( <i>Phalaeonopsis amabilis</i> ) .....	38

### Lampiran

1.	Denah Penelitian .....	59
2.	Proses Subkultur.....	86
3.	Proses Aplikasi LED dan <i>Timer</i> Pencahayaan .....	86
4.	Proses Aklimatisasi .....	87
5.	Pengamatan .....	87
6.	Hasil Pengamatan Kerapatan Stomata Menggunakan Mikroskop pada Perbesaran 400x .....	88
7.	Hasil Pengamatan Warna Daun Menggunakan <i>RHS Color Chart</i> .....	89

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) merupakan salah satu jenis tanaman hias yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena bunganya yang indah dengan variasi yang lebih beragam. Indonesia kaya dengan tanaman anggrek, sangat menguntungkan karena ditunjang oleh kecocokan iklim dan banyaknya jenis anggrek yang potensial. Selama ini perbanyakan tanaman dapat dilakukan dengan berbagai cara baik itu perbanyakan tanaman secara konvensional maupun kultur jaringan. Perbanyakan secara konvensional dapat dilakukan melalui melalui benih, stek, okulasi, dan cangkok. Akan tetapi tanaman anggrek bulan memiliki tingkat kesulitan yang relatif berat untuk diperbanyak secara alami, khususnya karena tanaman anggrek bulan tidak memiliki keki atau anakan yang bisa dipergunakan untuk perbanyakan vegetatif alami. Untuk perbanyakan tanaman anggrek secara generatif alami juga memiliki tingkat keberhasilan yang rendah dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk diproduksi secara massal. Solusi untuk perbanyakan anggrek bulan saat ini hanya dengan perbanyakan melalui teknik kultur jaringan.

Kultur jaringan atau perbanyakan secara *in vitro* adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, organ serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman utuh kembali (Nofrianinda, 2017). Perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan berbeda daripada perbanyakan secara konvensional. Hal ini dikarenakan perbanyakan melalui kultur jaringan

dapat dilakukan dalam skala yang besar serta mampu menghasilkan tanaman yang identik dengan induknya.

Penanaman melalui kultur jaringan terutama pada tahap subkultur, perlu memperhatikan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultur tersebut antara lain adalah eksplan yang digunakan, media sebagai penyedia unsur hara bagi eksplan, Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang digunakan, dan kondisi lingkungan tumbuh kultur. Kondisi lingkungan tumbuh kultur meliputi pH, kelembaban, cahaya, dan temperatur. Eksplan, media, dan ZPT sering kali mendapatkan perhatian khusus dalam kultur jaringan, akan tetapi kondisi lingkungan jarang mendapatkan perhatian khusus dalam kultur jaringan, terutama faktor pencahayaan.

Kultur jaringan tidak menggunakan cahaya untuk fotosintesis, karena sumber karbon disuplai melalui gula pada media (Miler, 2017). Meskipun begitu, cahaya tetap memiliki peran penting dalam kultur jaringan. Cahaya lebih banyak digunakan untuk morfogenesis seperti pembentukan tunas, pembentukan akar, pembentukan daun, dan sebagainya (Pratiwi, 2015). Cahaya dapat mempengaruhi perkembangan tumbuhan secara *in vivo* dan *in vitro* dengan produksi bahan metabolit dalam kultur jaringan, termasuk metabolit primer seperti enzim, karbohidrat, lipid dan asam amino, sedangkan metabolit sekunder seperti antosianin, flavonol dan karotenoid (Ariany, 2013).

Lama pencahayaan atau fotoperioditas tidak hanya berpengaruh terhadap pembungaan pada tanaman. Akan tetapi, lama pencahayaan juga memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan planlet dan perkembangan stomata. Setiap tanaman memiliki kebutuhan lama penyinaran yang berbeda-beda tergantung pada

jenis dan tahapan pertumbuhan (Pratiwi, 2015). Pertumbuhan tanaman terhadap lama pencahayaan berbeda-beda tergantung apakah tanaman ditanam pada kondisi *in vitro* atau *ex vitro* (Jo, 2008).

Setiap tanaman memiliki kebutuhan lama pencahayaan yang berbeda-beda. Hasil penelitian Jo (2008) menyatakan bahwa pencahayaan selama 8 jam memberikan hasil terbaik pada jumlah tunas, jumlah akar, klorofil, dan karoten pada pertumbuhan planlet *Alocasia* secara *in vitro*. Analisis Verma (2019) menunjukkan bahwa pencahayaan selama 14 jam memberikan pertumbuhan terbaik terhadap induksi tunas dan diferensiasi kalus pada tanaman Guggul (*Commiphora wightii*). Selain itu, Li (2019) mengungkapkan bahwa pencahayaan selama 16 jam merupakan pencahayaan terbaik terhadap proliferasi tunas pada tanaman Blackwood (*Acacia melanoxylon*) secara *in vitro*.

Sumber pencahayaan pada kultur jaringan berasal dari cahaya buatan. Beberapa diantaranya yaitu lampu fluoresen, metal-halida, neon, dan sumber pencahayaan lainnya. Akan tetapi pencahayaan tersebut memiliki konsumsi energi yang tinggi sehingga tidak efektif untuk digunakan pada skala komersial. Pencahayaan *Light Emitting Diode* (LED) diketahui memiliki konsumsi energi yang rendah sehingga lebih hemat energi, mudah didapatkan, dan memiliki harga yang lebih murah sehingga efektif untuk digunakan pada skala komersial.

Maka dari itu, pencahayaan *Light Emitting Diode* (LED) dapat digunakan sebagai alternatif pencahayaan konvensional dalam perbanyakan *in vitro*. Penggunaan cahaya LED digunakan untuk mengatasi masalah efisiensi cahaya dalam budidaya tanaman. Pencahayaan LED memiliki beberapa keunggulan seperti spektrum cahaya yang dapat disesuaikan, massa dan volume yang kecil, emisi

panas radiasi yang lebih rendah, cahaya yang dapat disesuaikan, masa pemakaian yang lebih lama, serta efisiensi konversi energi yang tinggi (Xu, 2020). Selain itu penggunaan cahaya LED juga memiliki suhu pancaran permukaan yang relatif dingin, serta *output* foton yang linier dengan arus input listrik (Putra, 2016).

Warna pencahayaan memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan tanaman. Cahaya warna biru memiliki pengaruh terhadap fotosintesis tanaman dengan cara meningkatkan konsentrasi kadar CO<sub>2</sub> dan konduktansi stomata pada tanaman mawar (Adibi, 2011). Selain itu dalam hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan planlet dapat ditingkatkan melalui penggunaan cahaya merah pada tahap subkultur dan penggunaan cahaya biru dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan tanaman pada tahap perakaran. Cahaya merah mampu meregulasi dominansi apikal, sedangkan cahaya biru meregulasi jumlah tunas aksiler melalui reseptor kriptokrom (Xu, 2020).

Saat ini, terdapat beberapa riset yang telah dilakukan terkait pemanfaatan pencahayaan LED terhadap kultur jaringan tanaman anggrek. Penelitian Lin (2010) meliputi kombinasi pencahayaan dengan dominasi warna biru mampu meningkatkan pertumbuhan tunas dan meningkatkan berat kering pada pertumbuhan *Protocorm Like Bodies* (PLB) *Dendrobium officinale* secara *in vitro*. Selain itu dalam analisis Urban (2007), dikatakan bahwa pencahayaan biru mampu meningkatkan efisiensi pada mikropropagasi karena mampu menghasilkan morfologi dan anatomi yang baik, sedangkan cahaya merah dapat menurunkan kadar klorofil dan karotenoid anggrek *Cattleya hybrid*.

Lama pencahayaan dan warna lampu LED memiliki peran yang penting terhadap pertumbuhan tanaman. Akan tetapi pada saat ini masih sedikit peneliti

yang mengkaji lebih dalam mengenai bagaimana interaksi antara lama pencahayaan dan warna lampu LED pada tanaman anggrek bulan dalam kultur jaringan. Hal inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian terkait pengaruh lingkungan terutama faktor pencahayaan terhadap pertumbuhan planlet anggrek bulan secara *in vitro*.

## **1.2 Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat interaksi antara lama pencahayaan dan warna lampu LED terhadap pertumbuhan planlet anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) secara *in vitro*.
2. Terdapat pengaruh lama pencahayaan terhadap pertumbuhan planlet anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) secara *in vitro*.
3. Terdapat pengaruh warna lampu LED terhadap pertumbuhan planlet anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) secara *in vitro*.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama pencahayaan dan warna lampu LED terhadap pertumbuhan planlet anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) secara *in vitro*.

## **1.4 Kegunaan**

Hasil dari penelitian ini dimaksudkan sebagai tambahan referensi untuk studi mengenai pencahayaan dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman secara *in vitro*. Pemanfaatan secara langsung yaitu pemanfaatan cahaya LED pada pertumbuhan tanaman anggrek agar cepat tumbuh baik secara *in vitro* maupun *ex vitro* dengan penggunaan energi yang lebih efisien.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Anggrek Bulan (*Phalaeonopsis amabilis*)

Tanaman anggrek merupakan salah satu jenis tanaman hias yang banyak dibudidayakan. Tanaman hias ini memiliki prospektif dan nilai ekonomi yang tinggi karena memiliki bentuk dan warna bunga yang menarik serta daya tahan yang relatif lama pada vas bunga. Tanaman ini memiliki banyak penggemar khususnya penggemar tanaman hias baik dari dalam maupun luar negeri. Tanaman anggrek memiliki banyak jenis, hal ini dapat dibedakan dari kenampakan luarnya, baik dari bentuk bunga, warna, daun, bentuk daun, dan bagian lainnya. Setiap tanaman anggrek memiliki keunikan tersendiri yang menjadikan nilai lebih dari masing-masing jenisnya (Apriliyana, 2021).

Anggrek memiliki kontribusi yang besar sebagai tanaman hias dimana terdapat sekitar 20.000 spesies anggrek di seluruh dunia (Pangestu, 2014). Spesies ini tersebar luas mulai dari Malaysia, Indonesia, Filipina, Papua, hingga Australia. Sedangkan anggrek di Indonesia terdapat kurang lebih 5.000 spesies (Isda, 2014). Hampir di semua pulau di Indonesia dapat dijumpai anggrek ini diantaranya Sumatra, Kalimantan, Ambon, Buru, Timor, Papua dan Jawa. Terdapat beberapa jenis anggrek yang sering dijumpai yaitu anggrek *Dendrobium*, *Phalaeonopsis*, *Gramatophyllum*, *Cattleya*, *Vanda*, *Cymbidium*, *Coleogyn* dan lainnya. Anggrek mempunyai ciri khas tersendiri karena memiliki suatu keunikan bentuk bunga, ukuran, warna yang bervariasi, serta keawetan bunga yang bisa bertahan dalam waktu yang cukup lama (Cahyani, 2018).

Anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis*) termasuk ke dalam tanaman hias yang memiliki harga jual yang tinggi. Hal ini dikarenakan anggrek bulan

merupakan salah satu genus dengan peminat terbanyak dibandingkan genus anggrek lainnya karena keindahan bunganya. Anggrek bulan memiliki banyak keistimewaan seperti ukuran bunga yang besar, penampilannya anggun, warna bunga lebih bervariasi, memiliki 2 mahkota bunga yang tidak mudah rontok, serta kesegaran bunga yang tahan 1 sampai 2 bulan (Rohman, 2019).

Anggrek bulan tidak memiliki *pseudobulb*. *Pseudobulb* merupakan batang bagian bawah anggrek yang sering dikenal sebagai umbi semu. Meskipun begitu, anggrek bulan memiliki dua macam akar yaitu akar lekat dan akar udara. Kedua akar tersebut berfungsi untuk menopang tanaman dengan cara menempel pada bagian tanaman dan menyerap air serta hara bagi tanaman (Rohman, 2019).

Akar udara atau akar aerial memiliki ciri berwarna hijau, hijau keputihan atau kuning kecoklatan pada akar yang masih aktif. Didalamnya terdapat jaringan velamen yang berfungsi sebagai penyerap air air yang jatuh pada bagian kulit pohon atau akar udara. Sedangkan akar lekat memiliki dua bagian yang berbeda dimana pada bagian yang terkena cahaya akan terlihat cerah, memiliki bentuk bulat serta dinding sel yang lebih tebal. Akar lekat yang tidak terkena cahaya matahari memiliki rambut serta dinding sel yang lebih tipis (Ansori, 2021).

Daun anggrek bulan berbentuk oval memanjang dan lebar pada bagian ujungnya. Anggrek bulan tidak memiliki tangkai daun dan melekat pada batang anggrek. Helai daun hanya tumbuh ke dua arah (kanan dan kiri) yang berselang-seling. Anggrek bulan memiliki daun tebal dan mempunyai lapisan lilin sehingga tanaman mampu menyimpan cadangan air dan mampu bertahan pada kondisi yang kurang sesuai dengan pertumbuhannya (Ansori, 2021).

Bunga anggrek bulan termasuk kedalam tipe monopodial karena pertumbuhan bunga ke atas dari satu batang yang panjang. Bunga anggrek tersusun berserang-seling pada tangkai bunga yang panjang. Anggrek bulan memiliki putih dan benang sari yang menyatu (*gynostemium*), 3 kelopak (*petal*), 3 mahkota (*sepal*) dimana salah satu mahkota menjadi *labellum*. *Labellum* biasanya menjadi ciri khas dari setiap spesies anggrek. Anggrek bulan memiliki *labellum* berwarna kuning dan terkadang berbintik merah yang memiliki semacam sungut pada ujung lobus medial labellumnya (Handayani, 2021).

Anggrek bulan termasuk kedalam tanaman hermaprodit yaitu tanaman yang memiliki bunga jantan dan betina dalam satu kuntum bunga. Penyerbukan pada anggrek bulan dapat dilakukan dalam satu tanaman yang sama maupun penyerbukan silang untuk mendapatkan genetik yang beragam. Anggrek yang telah disilangkan dan terjadi pembuahan akan menghasilkan buah berupa polong atau kapsul. Pada anggrek bulan, waktu yang dibutuhkan oleh polong untuk masak yaitu sekitar 4-4,5 bulan (Ansori, 2021).

Anggrek bulan dapat tumbuh pada ketinggian 50-600 mdpl dan berkembang secara maksimal pada ketinggian 500-1000 mdpl. Anggrek bulan tidak bisa terpapar oleh matahari langsung karena dapat menyebabkan daun menjadi hangus yang berakibat tanaman menjadi mati. Perbanyak anggrek bulan umumnya membutuhkan intensitas cahaya matahari 12.000-20.000 lux dengan semi teduh atau semi naungan berkisar antara 15-30% (Yasmin, 2018). Suhu optimal untuk pertumbuhan anggrek bulan yaitu 15-28°C, akan tetapi anggrek masih bisa tumbuh pada suhu 5-10°C. Kelembaban untuk anggrek bulan yaitu 65-70%, hal ini

dikarenakan kelembaban yang tinggi pada tanaman anggrek bisa menyebabkan tanaman menjadi busuk akibat kelebihan air (Cahyani, 2018).

Perbanyakan anggrek dapat dilakukan melalui perbanyakan secara generatif dan vegetatif. Perbanyakan anggrek secara generatif dapat dilakukan melalui biji. Sedangkan perbanyakan secara vegetatif dapat dilakukan melalui pemisahan rumpun, stek batang maupun pemisahan keki. Akan tetapi untuk menumbuhkan biji anggrek secara alami tidaklah mudah. Maka dari itu, teknologi perbanyakan anggrek yang banyak dikembangkan adalah melalui kultur jaringan. Metode ini dianggap efektif mengingat hasil yang diperoleh bisa dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu yang cukup singkat. Selain itu, melalui sistem kultur jaringan maka kualitas bunga anggrek dapat ditingkatkan. Keunggulan bunga anggrek ditentukan oleh warna, ukuran, bentuk, susunan, jumlah kuntum bunga pertangkai, panjang tangkai dan daya tahan kesegaran bunga (Zulkaidhah, 2018).

## **2.2 Kultur Jaringan**

Teknik kultur jaringan adalah suatu teknik untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan dan organ yang ditumbuhkan dalam kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang utuh lagi. Prinsip utama dari teknik kultur jaringan ialah perbanyakan tanaman menggunakan bagian vegetatif tanaman pada media buatan yang dilakukan pada tempat steril. Metode kultur jaringan dapat menghasilkan bibit dalam jumlah yang banyak tanpa memerlukan jumlah induk yang banyak dan waktu yang relatif singkat (Basri, 2016).

Teknik kultur jaringan tanaman mulai digunakan oleh para ahli ilmu tanaman sejak lebih dari seabad yang lalu, dipelopori oleh Gotlieb Haberland pada

tahun 1902, sebagai sarana untuk mempelajari biologi/fisiologi tanaman. Lebih dari enam dekade terakhir hingga sekarang penggunaan teknologi kultur jaringan telah berkembang menjadi sarana penting untuk mempelajari ilmu tanaman dasar yang meliputi sitologi, fisiologi, genetika dan biokimia tanaman, hingga aplikasinya dalam berbagai kegiatan bioteknologi pertanian, seperti perbanyakan bibit klonal berkualitas, *embryo rescue*, produksi tanaman bebas penyakit, produksi tanaman haploid, dan induksi keragaman somaklonal bersama dengan seleksi *in vitro* untuk menghasilkan karakter unggul. Di samping itu, khususnya dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan teknologi kultur jaringan difokuskan untuk memfasilitasi rekayasa genetika tanaman dan untuk produksi metabolit sekunder tanaman untuk bahan farmasi (Yusnita, 2015).

Kultur jaringan tanaman didasari oleh teori totipotensi sel (*cellular totipotency*) yang menyebutkan bahwa setiap sel tanaman memiliki kapasitas untuk beregenerasi membentuk tanaman secara utuh. Tanaman baru yang diperoleh dengan cara ini bersifat identik dengan induknya, dan disebut planlet. Jumlah tanaman baru yang dihasilkan tidak hanya satu, tapi bisa puluhan hingga ratusan (dari satu bahan tanam atau eksplan) sehingga teknik kultur jaringan digunakan sebagai metode perbanyakan tanaman. Metode perbanyakan tanaman yang dilakukan dengan teknik kultur jaringan tergolong perbanyakan vegetatif, artinya tidak melibatkan adanya fertilisasi antara sel telur dan sel kelamin jantan seperti halnya pembentukan biji pada tanaman, itu sebabnya planlet yang dihasilkan identik dengan induknya (Dwiyani, 2015).

Kultur jaringan memerlukan beberapa komponen penting dalam pelaksanaannya. Adapun komponen penting tersebut adalah bahan awal, media, dan

tempat kulltivasi (Yuwono, 2016). Kultur jaringan tanaman tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilannya. Faktor-faktor tersebut berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan teknik kultur *in vitro*, antara lain genotipe tanaman, media kultur (komposisi media, komposisi hormon pertumbuhan, dan keadaan fisik media), lingkungan tumbuh (suhu, kelembaban relatif, dan cahaya), dan kondisi eksplan (jenis, ukuran, umur, dan fase fisiologis jaringan) (Basri, 2016).

### **2.3 Peranan Cahaya dalam Kultur Jaringan**

Cahaya merupakan salah satu Faktor lingkungan penting yang mengontrol pertumbuhan, perkembangan, morfogenesis, metabolisme, dan kandungan klorofil tanaman dalam kultur sel, jaringan, dan organ tanaman (Chen, 2019). Selain itu, karakterisasi cahaya berpengaruh pada diferensiasi sel dan morfogenesis tanaman. Cahaya atau fotoperiode dapat mengontrol dormansi, perkecambahan dan beberapa fenomena fisiologis lainnya (Falah, 2015). Cahaya mempengaruhi produksi bahan metabolit dalam kultur jaringan, termasuk metabolit primer seperti enzim, karbohidrat, lipida dan asam amino sedangkan metabolit sekunder seperti antosianin, flavonol dan karotenoid (Ariany, 2013).

Tanaman dalam kondisi *in vitro* memiliki efisiensi fotosintesis yang terbatas karena sumber karbon disuplai dalam bentuk gula dari media, akan tetapi cahaya masih memiliki pengaruh terhadap aktivitas gen dan enzim, serta pertumbuhan eksplan (Miler, 2017). Terdapat beberapa aspek pencahayaan yang berpengaruh terhadap perkembangan tumbuhan dalam kultur jaringan yaitu lama pencahayaan atau fotoperioditas, kualitas dan intensitas cahaya. Lama pencahayaan

mencerminkan bagaimana kebutuhan lama penyinaran tanaman yang bersangkutan di lapangan. Sedangkan kualitas atau warna pencahayaan memiliki pengaruh terhadap diferensiasi jaringan (Yuniardi, 2019).

Intensitas cahaya yang diperlukan dalam kultur jaringan yaitu berkisar antara 1.000-4.000 lux dengan menggunakan lampu fluoresen 36 watt. Intensitas cahaya optimum berbeda-beda pada setiap tahap dimana pada tahap kultur inisiasi diperlukan 1-1.000 lux, sedangkan pada tahap multiplikasi 1.000-10.000 lux (Yuniardi, 2019). Selain itu intensitas cahaya juga dapat diatur melalui penempatan jarak lampu dimana jarak lampu dapat diatur pada jarak 40-50 cm dari botol kultur (Ariany, 2013). Intensitas cahaya penting dalam pertumbuhan tanaman. Akan tetapi intensitas yang terlalu tinggi tidak baik untuk tanaman. Hal ini dikarenakan ketika tanaman terkena cahaya dengan intensitas yang tinggi, maka proses fotosintesis akan terhenti akibat terlalu banyak menyerap cahaya (Falah, 2015).

Perbanyakan tanaman secara *in-vitro* pada kultur umumnya diinkubasikan pada ruang penyimpanan dengan penyinaran. Tunas-tunas umumnya dirangsang pertumbuhannya dengan penyinaran, kecuali pada teknik perbanyakan yang diawali dengan pertumbuhan kalus. Selain intensitas cahaya, lama penyinaran atau fotoperioditas juga mempengaruhi pertumbuhan eksplan yang dikulturkan. Lama penyinaran umumnya diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman sesuai dengan kondisi alamiahnya. Periode terang dan gelap umumnya diatur pada kisaran 8-16 jam terang dan 16-8 jam gelap tergantung varietas tanaman dan eksplan yang dikulturkan. Periode terang/gelap ini diatur secara otomatis menggunakan *timer* yang ditempatkan pada sakelar lampu pada ruang kultur. Dengan teknik ini penyinaran dapat diatur konstan sesuai kebutuhan tanaman (Basri, 2016).

Sumber cahaya yang paling sering digunakan dalam kultur jaringan yaitu lampu fluoresen, metal halida, dan infloresen (Al-Mayahi, 2016). Lampu fluoresen paling banyak digunakan dalam kultur jaringan karena lampu fluoresen menghasilkan cahaya warna putih, selain itu sinar lampu fluoresen tidak meningkatkan suhu ruang kultur secara drastis (hanya meningkat sedikit) (Basri, 2016). Akan tetapi kekurangan dari lampu ini yaitu konsumsi energi yang tinggi dan intensitas cahaya yang rendah, sedangkan pencahayaan menggunakan lampu LED memiliki keunggulan yaitu konsumsi energi yang rendah sehingga lebih menghemat penggunaan energi (Yu, 2020).

#### **2.4 Lama Pencahayaan**

Lama pencahayaan (fotoperiodisme) merupakan respon lama penyinaran pada tumbuhan yang mampu merangsang pembungaan. Lama pencahayaan dikendalikan oleh fitokrom dimana setiap tanaman memiliki respon yang berbeda-beda terhadap lama pencahayaan sesuai dengan jenisnya. Tanaman yang menyerap cahaya selama lebih dari 12 jam mampu menghasilkan karbohidrat dan protein yang lebih banyak untuk perkembangan batang dan daun yang lebih banyak. Sebaliknya tanaman yang menerima pencahayaan kurang dari 12 jam akan lebih sedikit memproduksi karbohidrat dan protein sehingga pertumbuhan vegetatif akan menjadi lambat (Hazwani, 2021).

Lama penyinaran tidak hanya mempengaruhi induksi pada pembungaan tanaman dan diferensiasi bunga, tetapi juga dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif dan karakteristik fisiologis dan biokimia. Lama penyinaran umumnya diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman sesuai dengan kondisi alamiahnya. Periode terang dan gelap umumnya diatur pada kisaran 8-16 jam terang dan 16-8

jam gelap tergantung varietas tanaman dan eksplan yang dikulturkan (Pratiwi, 2015). Hasil penelitian Xu (2020) menyatakan bahwa lama penyinaran selama 16 jam menunjukkan hasil pertumbuhan yang terbaik jika dibandingkan dengan lama penyinaran selama 8 dan 24 jam.

Perbanyakan secara *in vitro* memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan seperti genotipe tanaman, kondisi penyimpanan, tipe eksplan, lama pencahayaan, suhu, komposisi media kultur, dan zat pengatur tumbuh. Secara signifikan, terdapat tiga aspek cahaya yang memiliki pengaruh besar dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada kultur jaringan yaitu kualitas cahaya, intensitas cahaya, dan lama pencahayaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan lama pencahayaan berpengaruh terhadap regenerasi tanaman *Paulownia* pada kultur jaringan, dimana lama pencahayaan berpengaruh terhadap induksi akar dan daun pada tanaman (Khonakdari, 2020).

Lama pencahayaan mampu mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada kultur jaringan dengan cara mempengaruhi reaksi fisiologis tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama pencahayaan memiliki pengaruh terhadap proliferasi planlet dimana lama pencahayaan yang tinggi mampu menurunkan proliferasi. Akan tetapi lama pencahayaan yang lebih lama memiliki keuntungan terhadap planlet dimana lama pencahayaan mampu meningkatkan berat planlet, tinggi tanaman dan pertumbuhan akar (Li, 2019).

## **2.5 Warna Lampu LED**

Lampu berjenis *Light-Emitting Diode* (LED) telah mulai banyak diproduksi dan digunakan oleh masyarakat. Lampu jenis ini juga mudah didapatkan dan banyak dipasarkan di toko-toko elektronik skala besar dan kecil. Lampu LED

merupakan lampu yang berasal dari pancaran cahaya monokromatik dari semikonduktor apabila dialiri oleh elektron atau arus listrik (Isnaini, 2020).

Saat ini lampu LED dapat digunakan sebagai sumber pencahayaan alternatif dalam perbanyakan secara *in vitro* karena lampu LED memiliki keuntungan yang lebih baik daripada lampu fluoresen (Al-Mayahi, 2016). Keuntungan dari lampu LED ini yaitu tahan lama, panas yang rendah, konsumsi energi yang rendah, intensitas cahaya yang tinggi, dan efisiensi konversi fotolistrik yang tinggi. Selain itu, LED memancarkan panjang gelombang yang konsisten dengan spektrum penyerapan tanaman yang berbeda dan dapat secara efektif mendorong pertumbuhan tanaman. Keunggulan ini membuat cahaya LED sesuai untuk kebutuhan hemat energi kultur jaringan tanaman (Yu, 2020).

Pencahayaan LED dapat memainkan berbagai peran dalam hortikultura dan kultur jaringan tanaman. Hasil penelitian Yu (2020) menyatakan bahwa pemberian lampu LED mampu mendorong pertumbuhan tanaman hortikultura seperti tomat, bayam, lobak, kangkung, kemangi, paprika, dan selada. Lampu LED dengan panjang gelombang berbeda (<400 ultraviolet; 400–450 violet; 450–500 biru; 500–570 hijau; 570–590 kuning; 590–610 oranye/kuning; 610–760 merah; dan >760 nm warna infra merah), dapat digunakan sendiri atau digabungkan untuk mengoptimalkan fotosintesis. Namun, untuk memilih warna LED yang sesuai harus mempertimbangkan fotoreseptor yang ada pada tanaman, termasuk fitokrom yang menyerap cahaya merah dan merah jauh, serta kriptokrom dan fototropin yang menyerap cahaya biru (Batista, 2018).

Warna pencahayaan memiliki pengaruh terhadap proses fotomorfogenesis, dimana proses ini dipengaruhi oleh fitokrom. Fitokrom merupakan pigmen yang

berperan sebagai reseptor cahaya. Fitokrom disintesis di plastida dan distimulasi oleh cahaya merah dan *infra-red*. Selain menyerap cahaya pada spektrum merah, fitokrom juga menyerap cahaya di wilayah spektrum biru. Fitokrom paling banyak ditemui pada bibit yang mengalami etiolasi. Pemberian cahaya merah dan *infra-red* mampu menstimulasi pemanjangan hipokotil (Nasaruddin, 2019).

LED dapat mempengaruhi proses fisiologis planlet yang dibudidayakan secara *in vitro* melalui kombinasi optimal dari berbagai kualitas cahaya, sehingga dapat mendorong pertumbuhan dan meningkatkan kualitas planlet (Xu, 2020). Cahaya merah memainkan peranan penting dalam pertumbuhan tanaman dan akumulasi biomassa. Sedangkan cahaya biru menginduksi pertumbuhan fototropisme dan mendorong pembukaan stomata, tetapi menghambat pemanjangan batang tanaman (Yu, 2020).

Warna atau kombinasi LED yang biasa digunakan untuk kultur *in vitro* adalah putih, merah, biru, dan campuran biru dan merah. Telah dilaporkan bahwa lampu merah penting untuk pemanjangan pucuk dan batang, respon fitokrom dan perubahan anatomi tanaman. Sebaliknya, cahaya biru penting dalam biosintesis klorofil, pembukaan stomata, pematangan kloroplas, dan fotosintesis. LED kombinasi biru dan merah telah digunakan untuk studi di banyak bidang penelitian fotobiologis seperti fotosintesis dan sintesis klorofil (Bello-Bello, 2017).

Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan LED terhadap tanaman telah banyak dilakukan. Penggunaan cahaya biru baik digunakan dalam pertumbuhan planlet tanaman padi (Yu, 2020). Penelitian Bello-Bello (2017), menunjukkan bahwa penggunaan LED biru mampu menghasilkan klorofil terbanyak serta pertumbuhan yang baik terhadap tanaman Anthurium dan Anggrek *Phalaeonopsis*.

Analisis lain oleh Lin (2011), menunjukkan bahwa penggunaan campuran LED biru dan merah terhadap anggrek *Dendrobium officinale* secara *in vitro* mampu meningkatkan jumlah tunas serta meningkatkan kandungan klorofil pada tanaman.