

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tanaman Anggrek Bulan

#### 1. Biologi

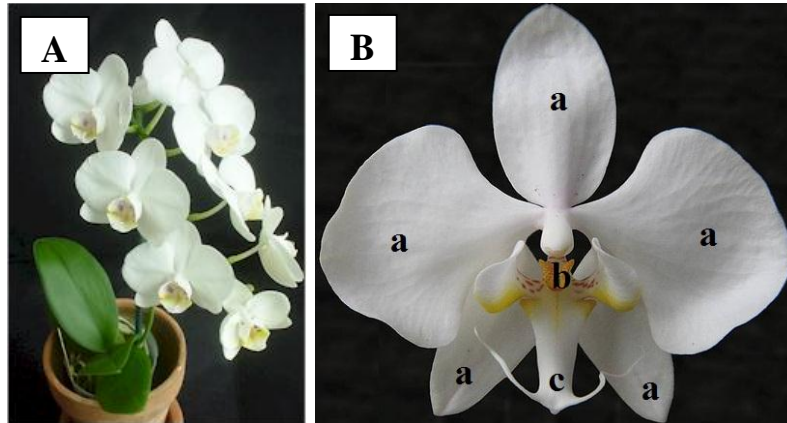
Menurut Tjitrosoepomo (2012), *Phalaenopsis amabilis* diklasifikasikan sebagai berikut.

Divisio : Spermatophyta  
Subdivisio : Angiospermae  
Classis : Monocotyledoneae  
Ordo : Orchidales  
Familia : Orchidaceae  
Genus : *Phalaenopsis*  
Species : *Phalaenopsis amabilis*

Salah satu jenis anggrek yang populer adalah genus *Phalaenopsis* atau lebih dikenal dengan anggrek bulan. Ciri khusus *Phalaenopsis* adalah bentuk bunganya yang lebih besar dengan warna yang bervariasi dan mekarnya bunga yang lebih lama dibandingkan jenis anggrek lain.

Keindahan *Phalaenopsis* tidak diikuti dengan ketersediaannya di alam dan semakin jarang, sehingga perlu dilakukan tindakan perbanyakan untuk

melestarikannya (Jenny & Rondonuwu, 2009). Gambar habitus dan bunga *P. amabilis* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Phalaenopsis amabilis*, A) Habitus *P. amabilis*, B) Bunga *P. amabilis*, keterangan: a = Tenda Bunga, b = Column, c = Labellum (Anonymous, 2008; Anonymous, 2009b)

Perbanyakan anggrek dapat dilakukan secara alami melalui perbanyakan vegetatif maupun generatif. Selain perbanyakan secara alami, dapat pula dilakukan perbanyakan dengan bantuan manusia (Mattjik, 2010). Anggrek bulan adalah salah satu species dari *Phalaenopsis* yang dianggap cukup penting karena peranannya sebagai induk dapat menghasilkan berbagai keturunan atau hibrida. Keistimewaan lainnya adalah mampu berbunga sepanjang tahun dengan masa rata-rata berbunga selama satu bulan (Iswanto, 2008).

Anggrek bulan termasuk anggrek epifit monopodial yang tumbuh menjuntai. Batangnya sangat pendek dan terbungkus oleh seludang daun. Daunnya berjumlah kurang dari lima helai, berwarna hijau, tebal, berdaging, berbentuk lonjong bulat telur sungsang atau jorong, melebar di

bagian ujungnya, berujung tumpul, atau sedikit meruncing, dengan panjang 20-30 cm dan lebar 5-8 cm (Tjitrosoepomo, 2012).

Bunga anggrek bulan tersusun dalam tandan dan kadang-kadang bercabang dengan panjang karangan bunga mencapai 50 cm yang tumbuh menjuntai. Setiap tangkai mendukung 10-12 kuntum bunga dengan daun penumpu 5 mm berbentuk segitiga, bunganya cukup harum dan waktu mekarnya lama. Perhiasan bunga tersusun membulat dengan diameter 6-10 cm atau lebih dan mahkotanya bertumpang tindih dengan kelopak tersusun membundar. Warna bunga putih bersih dengan sedikit variasi kuning dan bintik kemerahan di bibir bunga. Bibir kedua cuping samping tegak melebar dan bagian tepi depannya berwarna kuning dengan garis kemerahan. Buah berbentuk bulat lonjong, berukuran 7,5 x 1,3 cm. Akar anggrek bulan berbentuk bulat memanjang serta berdaging, bercabang, berwarna putih dan hijau di bagian ujungnya (Puspitaningtyas & Mursidawati, 2010; Tjitrosoepomo, 2012).

Anggrek bulan dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan dan umumnya hidup pada ketinggian 50-600 m dpl, juga dapat berkembang dengan baik pada ketinggian 700-1.100 m dpl. Anggrek ini tumbuh epifit atau menempel di pohon yang cukup rindang dan menyukai tempat yang teduh serta lembab, terutama di hutan basah dengan curah hujan 1.500-2.000 mm/tahun. Anggrek ini membutuhkan sedikit cahaya matahari (12.000-20.000 lux) sebagai penunjang hidupnya karena tidak tahan

terhadap kekeringan. Kelembaban udara yang diperlukan rata-rata 70-80% dengan suhu udara hangat di bawah 29°C (Puspitaningtyas & Mursidawati, 2010).

## 2. Nilai Ekonomi

*Phalaenopsis* merupakan tanaman hias anggota familia Orchidaceae yang sangat digemari konsumen di seluruh dunia dan bernilai ekonomi tinggi, baik sebagai bunga pot maupun bunga potong. Nilai ekonomi bunga anggrek ditentukan oleh keindahan, bentuk, warna, ukuran dan keseringannya berbunga, hal ini yang membuat anggrek menduduki peringkat pertama dari 10 besar pasar bunga potong internasional (Martin & Madassery, 2006). Badan Statistik Nasional melaporkan bahwa di Indonesia produksi tanaman anggrek setiap tahunnya meningkat dari tahun 2005 – 2009. Pada tahun 2005 kebutuhan anggrek sebesar 7.902.403, tahun 2006 sebesar 10.703.444, tahun 2007 sebesar 9.484.393, tahun 2008 sebesar 15.430.040 dan pada tahun 2009 sebesar 16.205.949 (Anonymous, 2009a).

### B. Penyakit Layu Fusarium

Genus *Fusarium* sp adalah patogen tular tanah yang menghasilkan makrokonidia, mikrokonidia, dan klamidospora. Sebagian besar dari genus ini merupakan jamur saprofit yang umumnya terdapat didalam tanah, tetapi ada juga yang bersifat parasit. *Fusarium* sp yang menyebabkan penyakit pembuluh dikelompokkan ke dalam spesies *F. oxysporum*. Jenis ini dibagi lagi menjadi

forma-forma spesialis (f.sp) yang menyesuaikan diri pada tumbuhan inang tertentu yang diinfeksi (Akhsan, 1996).



Gambar 2. Koloni *Fusarium oxysporum* (Nurchayani *et al*, 2012))

Layu fusarium umumnya terjadi pada pertengahan musim panas ketika suhu tinggi. Awal terbentuknya penyakit tanaman ini adalah perubahan warna daun yang paling tua menjadi kekuningan (daun yang dekat dengan tanah). Seringkali perubahan warna menjadi kekuningan terjadi pada satu sisi tanaman atau pada daun yang sejajar dengan tangkai daun tanaman. Daun yang terinfeksi akan layu dan mengering, tetapi tetap menempel pada tanaman. Kelayuan akan berlanjut ke bagian daun yang lebih muda dan tanaman akan segera mati (Cahyono, 2008).

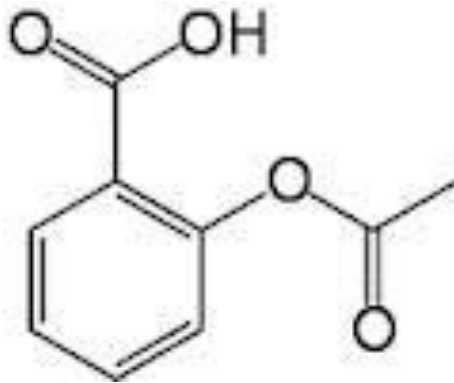
Tanda pada batang tanaman yang terinfeksi layu *Fusarium* adalah batang akan tetap keras dan hijau pada bagian luar, tetapi pada jaringan vaskular tanaman, terjadi diskolorisasi, berupa luka sempit berwarna cokelat. Diskolorisasi dapat dilihat dengan mudah dengan cara memotong batang tanaman didekat tanah dan akan terlihat luka sempit berbentuk cincin berwarna cokelat, diantara daerah sumbu tanaman dan bagian terluar batang (Cahyono, 2008).

Pengendalian penyakit layu *Fusarium* belum berhasil dengan baik karena patogen bersifat tular tanah dan dapat bertahan lama di dalam tanah tanpa adanya tanaman inang, sehingga rotasi tanaman menjadi tidak efektif.

Pengendalian penyakit dengan mengaplikasikan fungisida sintetis ke dalam tanah hanya dapat menekan penyakit layu *Fusarium* untuk beberapa bulan saja (Alabouvette *et al.*, 1996), selain itu penggunaan fungisida sintetis secara terus-menerus juga dapat menyebabkan munculnya populasi patogen yang lebih tahan dan juga akan mencemari lingkungan (Freeman *et al.*, 2002).

### C. Asam Salisilat

Asam salisilat termasuk dalam kelompok senyawa fenolik yang banyak berperan dalam respon tanaman terhadap penyakit dan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rivas & Plasencia, 2011). Struktur asam salisilat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 3. Struktur kimia asam salisilat  
Sumber : Purnomo *et al.* (2007)

Asam salisilat memiliki rumus molekul  $C_6H_4COOH$  berbentuk kristal kecil berwarna merah muda terang hingga kecokelatan yang memiliki berat molekul sebesar 138,123 g/mol dengan titik leleh sebesar  $156\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan densitas pada

25 °C sebesar 1,443 g/mL (Purnomo *et al.*, 2007). Asam salisilat atau asam benzoat orto-hidroksi dapat mempengaruhi berbagai proses fisiologis dan proses biokimia pada tanaman serta memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Hayat *et al.*, 2010 *cit* Javaheri *et al.*, 2012).

Asam salisilat merupakan komponen jalur sinyal transduksi yang menyebabkan ketahanan tanaman terhadap beberapa patogen (Ryals *et al.*, 1996). Asam salisilat juga dikenal sebagai molekul sinyal pada ketahanan lokal dan sistemik (Shah, 2003). Tanaman yang terinfeksi patogen akan meningkatkan akumulasi asam salisilat dalam tubuhnya, Hersanti (2005) menyatakan bahwa aktivitas asam salisilat pada tanaman cabai merah meningkat setelah terjadi infeksi *Cucumber mosaic virus* (CMV).

Faizah *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa akumulasi asam salisilat pada tanaman cabai yang diinokulasi *Begomovirus* lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (tanaman cabai yang tidak diinokulasi *Begomovirus*. Chivasa *et al.* (1997) melaporkan bahwa perlakuan asam salisilat dapat menghambat genom replikasi *tobacco mosaic virus* (TMV) pada daun tembakau rentan yang diinokulasi, sehingga terjadi penundaan gejala sistemik pada semua bagian tanaman.

#### **D. Kultur Jaringan**

Pelaksanaan teknik kultur jaringan ini berdasarkan atas teori sel seperti yang dikemukakan oleh Schleiden dan Schwann, yaitu sel mempunyai kemampuan autonomi, bahkan mempunyai kemampuan totipotensi. Kemampuan

totipotensi adalah kemampuan tiap sel untuk tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila diletakkan di lingkungan yang sesuai (Suryowinoto, 1991).

Prinsip-prinsip dasar mengenai kultur jaringan diantaranya:

1. Teori totipotensi sel yang dikemukakan oleh Schwan dan Schleiden.
2. Konsep Skoog dan Miller yang mengemukakan bahwa regenerasi tunas dan akar *in vitro* dikontrol secara hormonal oleh ZPT sitokinin dan auksin.
3. Sifat kompeten, dediferensiasi, dan determinasi sel atau jaringan eksplan (Yusnita, 2003).

Kultur jaringan dimulai dari potongan tubuh tanaman. Organ yang berukuran kecil ataupun potongan jaringan yang digunakan dalam kultur jaringan disebut eksplan. Bagian eksplan (baik itu pada tanaman stok atau tanaman induk) dari tiap eksplan yang diperoleh, bergantung pada (1) jenis kultur inisiasi, (2) tujuan pengkulturan, (3) species tanaman yang digunakan. Eksplan dapat menghasilkan berbagai bentuk yang berbeda. Pemilihan bahan eksplan yang tepat merupakan hal yang penting untuk dapat mencapai kesuksesan dalam kultur jaringan (George *et al.*, 2008).

#### **E. Ketahanan Terimbas**

Mekanisme ketahanan terimbas atau *Induced Resistance* adalah preinokulasi tanaman dengan berbagai agensia fisik, kimia, dan hayati, yang dapat menyebabkan perubahan reaksi penyakit yang diakibatkan oleh inokulasi berikutnya dengan patogen sasaran (Misaghi, 1982). Menurut Soesanto (2008)



ketahanan terimbas adalah pengaktifan ketahanan alami tanaman seperti produksi fitoaleksin dan penambahan sel lignin, peningkatan aktivitas enzim peroksidase dan kandungan klorofil untuk pertahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Reaksi biokimia yang terjadi di dalam sel atau jaringan mampu menghasilkan senyawa toksin terhadap patogen atau menciptakan kondisi yang menghambat pertumbuhan patogen di dalam tanaman (Agrios, 2005).

Ketahanan terimbas terhadap patogen ditunjukkan dengan ketahanan suatu tanaman terhadap infeksi patogen dengan cara dapat membatasi aktivitas patogen, sehingga patogen tidak dapat berkembang dan tidak dapat menyebabkan kerusakan yang berarti (Agrios, 2005). Ketahanan terimbas secara kimia ditunjukkan dengan terbentuknya senyawa kimia yang mampu mencegah pertumbuhan dan perkembangan patogen, dapat berupa PR-protein (*Pathogenesis Related Protein*), metabolit sekunder berupa alkaloida, fenol, flavonida, glikosida, fitoaleksin dan sebagainya (Chairul, 2000 *cit.* Chairul, 2003). Tanaman tahan pada umumnya mengandung senyawa kimia tersebut dengan konsentrasi lebih tinggi dari pada tanaman tidak tahan (Mansfield, 2000; Agrios, 2005)

Tumbuhan yang terserang patogen akan merespons dengan membentuk suatu ketahanan yang disebut ketahanan terimbas. Tahap-tahap proses ketahanan terimbas adalah sebagai berikut.

1. Pengenalan gen untuk gen

Pengenalan gen untuk gen merupakan upaya pengenalan molekul-molekul tumbuhan. Pengenalan molekul dari patogen oleh protein gen resisten

memicu jalur transduksi sinyal yang menyebabkan aktivasi respons-respons pertahanan, yang mencakup respons hipersensitif.

## 2. Respons hipersensitif

Respons hipersensitif merupakan respons pertahanan yang menyebabkan kematian sel dan jaringan di dekat infeksi patogen untuk membatasi penyebaran patogen. Respons hipersensitif juga menginduksi produksi PR protein (*Pathogenesis-related proteins*), salah satunya adalah enzim peroksidase yang berperan penting dalam proses lignifikasi dan sebagian besar merupakan enzim yang menghidrolisis komponen dinding sel patogen.

## 3. Resistensi sistemik yang diperoleh

Sebelum sel-sel yang terisolasi (sel yang terinfeksi) mati, sel-sel tersebut mengirim sinyal berupa asam metil salisilat keseluruh tubuh tumbuhan, kemudian asam metil salisilat diubah menjadi asam salisilat dibagian yang jauh dari bagian yang terinfeksi, pada proses ini resistensi sistemik yang diperoleh teraktivasi. Asam salisilat dalam hal ini berperan menginfeksi jalur transduksi sinyal untuk menginduksi produksi PR protein dan resistensi terhadap serangan patogen (Campbell & Jane, 2008).

Hersanti, (2005) menyatakan bahwa pada tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya terhadap *Cucumber Mosaic Virus* oleh ekstrak daun nanangkaan (*Euphorbia hirta*) menunjukkan kandungan asam salisilat dan aktivitas enzim

peroksidase yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kandungan asam salisilat pada tumbuhan sejalan dengan peningkatan enzim peroksidase.

Tumbuhan yang terserang patogen melakukan respons hipersensitif. Respons hipersensitif merupakan respons pertahanan tumbuhan terhadap patogen yang menyebabkan kematian sel-sel yang sudah terinfeksi dan sel-sel disekitar sel yang terinfeksi untuk membatasi penyebaran patogen. Respons hipersensitif tumbuhan, selain melakukan upaya tersebut juga mensintesis asam metil salisilat disekitar sel yang terinfeksi dan diangkut keseluruh bagian tumbuhan melalui floem, kemudian dibagian yang jauh dari sel yang terinfeksi, asam metil salisilat dirubah menjadi asam salisilat yang bertugas untuk menginduksi produksi protein-protein PR (*Pathogenesis-related Protein*) salah satunya enzim peroksidase. Enzim peroksidase merupakan enzim yang berperan penting dalam biosynthesis lignin, agar tumbuhan resisten terhadap serangan patogen (Campbell & Jane, 2008). Enzim peroksidase merupakan salah satu kelompok PR-protein dari golongan PR-9 (Loon, 1994).

#### **F. Biosintesis Klorofil**

Molekul klorofil adalah suatu derivat porfirin yang mempunyai struktur tetrapirrol siklis dengan satu cincin pirol yang sebagian tereduksi. Inti tetrapirrol mengandung atom Mg non-ionik yang diikat oleh dua ikatan kovalen, dan memiliki rantai samping. Sintesis klorofil terjadi melalui fotoreduksi protoklorofilid menjadi klorofilid a dan diikuti dengan esterifikasi fitol untuk

membentuk klorofil a yang dikatalisis enzim klorofilase. Perubahan protoklorofilid menjadi klorofilid a pada tumbuhan Angiospermae mutlak membutuhkan cahaya. Selanjutnya klorofil jenis yang lain disintesis dari klorofil a (Pandey dan Sinha, 1979 *cit.* Samenda *et al.*, 2011).

Tahap–tahap dalam biosintesis klorofil adalah sebagai berikut: Tahap pertama adalah konversi asam glutamat menjadi *5-aminolevulinic acid* (ALA).

Kemudian dua molekul ALA akan berkondensasi membentuk porphobilinogen (PGB), yang pada akhirnya membentuk cincin pirol dan klorofil. Selanjutnya adalah perakitan struktur porphyrin dari 4 molekul PGB, dalam tahap ini melibatkan enam reaksi enzimatik yang menghasilkan protophoryn IX (Taiz & Zeiger, 1998).

Tahap selanjutnya dalam biosintesis klorofil adalah pembentukan cincin kelima (cincin E) melalui siklisasi satu sisi rantai asam propionik menjadi protoklorofil. Jalur ini meliputi reduksi salah satu ikatan ganda pada cincin D menggunakan NADPH. Pada Angiospermae, proses ini digerakkan oleh cahaya dan dikatalisis oleh protoklorofil oksidoreduktase (POR). Tahap akhir dalam biosintesis klorofil adalah penambahan gugus phytol yang dikatalisis oleh klorofil sintetase (Taiz & Zeiger, 1998).

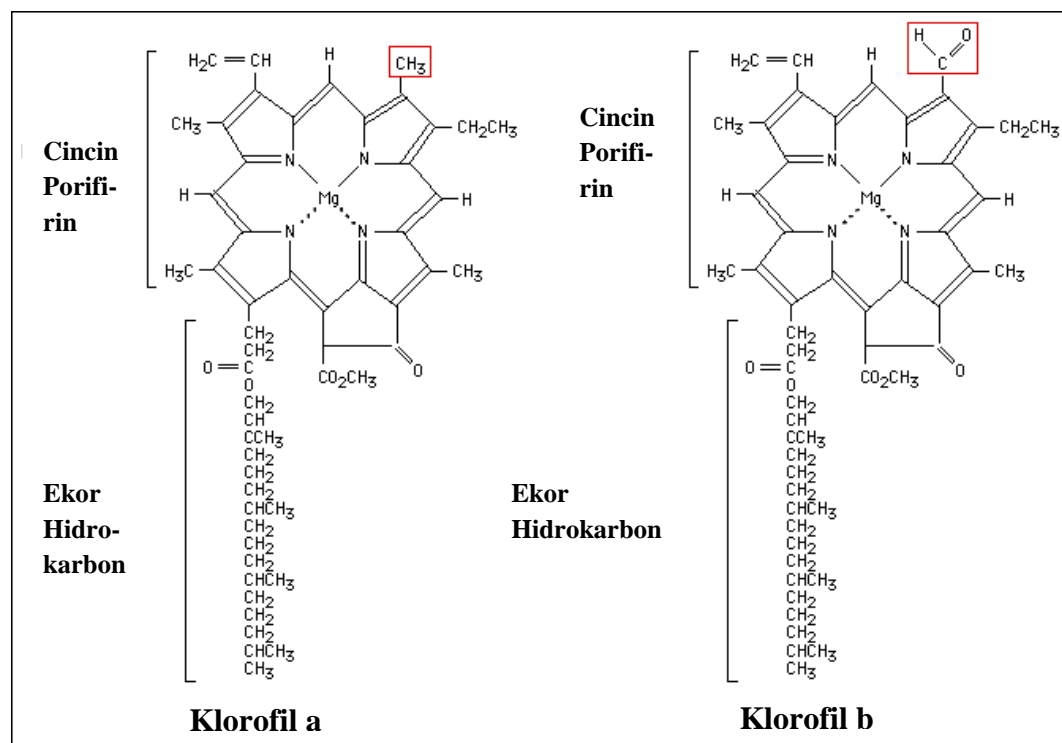
Klorofil tanaman hijau umumnya berada dalam dua bentuk, yaitu klorofil a dan klorofil b. Perbedaan klorofil a dan klorofil b disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Perbedaan klorofil a dan klorofil b

Kategori	Klorofil a	Klorofil b
Rumus empiris	$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$
Warna	Biru hijau	Kuning hijau
Sifat molekul	Kurang polar	Polar
Absorpsi maksimum	$\lambda 673$ nm	$\lambda 455-640$ nm
Peran dalam fotosintesis	Paling banyak pada fotosistem II	Paling banyak pada fotosistem I

(Anonymous, 2012)

Berdasarkan rumus empiris klorofil a dan klorofil b terdapat perbedaan jumlah atom H dan atom O, hal tersebut jelas terlihat pada susunan struktur molekul klorofil a dan klorofil b yang disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 4. Struktur molekul klorofil a dan klorofil b (Anonymous, 2013)