

Pertumbuhan Anggrek *Vanda limbata* Blume 'Jawa' pada Aplikasi Flurprimidol dan GA₃

Growth of the Vanda limbata Blume 'Java' Orchid on Application of Flurprimidol and GA₃

Aprilia Rahmawati, Iman Budisantoso, Murni Dwiati*

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto, Indonesia

*Corresponding author, Email : murnidwiati@unsoed.ac.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 15/05/2024

Disetujui : 20/06/2024

Abstract

Orchids are members of the Orchidaceae family with beautiful flowers. One interesting type of orchid is the *Vanda limbata* 'Java' orchid. This native Indonesian orchid is often found on the island of Java. This orchid is listed in CITES with appendix II status. Preservation can be done using the *in vitro* culture method, which is a plant propagation technique in a controlled and sterile environment. Several compounds can be added to the culture medium to ensure good growth, one of which is flurprimidol. However, Flurprimidol can inhibit the biosynthesis of gibberellic acid thereby reducing plant height, therefore this study also added GA₃ which plays a role in the process of cell elongation in the sub apical area. This study aims to determine the effect of administering Flurprimidol and GA₃ at different concentrations on the growth of *Vanda limbata* 'Java' plantlets *in vitro*. Determining the appropriate concentration of Flurprimidol and GA₃ to influence the growth of *Vanda limbata* 'Java' orchid plantlets *in vitro*. This research uses an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) with a two-factor factorial pattern. The first factor was Flurprimidol (0; 1; 2 mgL⁻¹), and the second factor was GA₃ (0; 1; 2; 3 mgL⁻¹). The parameters observed were chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll content, plant height, number of leaves, leaf length and width, number of roots and root length, as well as environmental conditions. Data were analyzed using analysis of variance (F test at test levels of 0,05 and 0,01, followed by the DMRT test (Duncan Multiple Range Test) using SPSS software at test levels of 0,05. Administration of Flurprimidol and GA₃ can influence the growth of *V. limbata* orchid plantlets *in vitro*. Application of Flurprimidol and GA₃ increased the contents of chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll, as well as root length. In addition, Flurprimidol application can increase leaf width and length. Flurprimidol treatment of 2 mg/L and GA₃ of 2 mg/L was the best treatment in influencing the growth of *V. limbata* 'Java'.

Key Words: Flurprimidol, GA₃, orchid, *Vanda limbata* 'Java'

Abstrak

Anggrek merupakan anggota suku Orchidaceae dengan bunga yang indah. Salah satu jenis anggrek yang menarik adalah anggrek *Vanda limbata* 'Jawa'. Anggrek asli Indonesia ini banyak dijumpai di Pulau Jawa. Anggrek ini tercatat dalam CITES berstatus apendiks II. Pelestariannya dapat dilakukan dengan metode kultur *in vitro*, yaitu teknik perbanyakan tanaman dalam lingkungan yang stabil dan steril. Beberapa senyawa dapat ditambah dalam media kultur agar pertumbuhan berlangsung baik, salah satunya yaitu flurprimidol. Akan tetapi, Flurprimidol dapat menghambat biosintesis asam giberelat sehingga menurunkan tinggi tanaman, oleh karena itu penelitian ini juga ditambahkan GA₃ yang berperan dalam proses pemanjangan sel di daerah sub apikal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian Flurprimidol dan GA₃ dengan konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan planlet *Vanda limbata* 'Jawa' secara *in vitro*. Menentukan konsentrasi Flurprimidol dan GA₃ yang tepat dalam mempengaruhi pertumbuhan planlet anggrek *Vanda limbata* 'Jawa' secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah Flurprimidol (0; 1; 2 mgL⁻¹), dan faktor ke dua adalah GA₃ (0; 1; 2; 3 mgL⁻¹). Parameter yang diamati yaitu kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang dan lebar daun, jumlah akar, dan panjang akar, serta kondisi lingkungan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (Uji F pada taraf uji 0,05 dan 0,01, dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menggunakan *software* SPSS pada taraf uji 0,05. Pemberian Flurprimidol dan GA₃ dapat mempengaruhi pertumbuhan pantlet anggrek *V. limbata* secara *in vitro*. Aplikasi Flurprimidol dan GA₃ meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total, serta panjang akar. Selain itu, aplikasi Flurprimidol dapat meningkatkan lebar dan panjang daun. Perlakuan Flurprimidol 2 mg/L dan GA₃ sebesar 2 mg/L merupakan perlakuan terbaik dalam mempengaruhi pertumbuhan *V. limbata* 'Jawa'.

Kata kunci: anggrek, Flurprimidol, GA₃, *Vanda limbata* 'Jawa'

PENDAHULUAN

Jenis anggrek asli Indonesia yang banyak dijumpai di Pulau Jawa salah satunya adalah *Vanda limbata* 'Jawa'. Anggrek ini tumbuh menempel (epifit) pada batang tanaman Jati, dan cocok tumbuh di wilayah tropis. *V. limbata* memiliki aroma yang mirip dengan kayu manis (Renjana & Hendrawati, 2019). Warna bunga anggrek ini sangat bervariasi, didominasi warna dasar kuning dengan pola total berwarna coklat pada sepal dan petalnya, dengan bagian tepi berwarna kuning dan *labellum* berwarna ungu (Metusala, 2011)

Pengembangan anggrek *V. limbata* di Indonesia masih sangat terbatas. Budidaya anggrek ini dengan bahan tanaman masih diambil langsung dari hutan, sehingga dikhawatirkan berdampak pada kelestariannya. Anggrek *V. limbata* terancam punah dan telah diklasifikasikan dalam CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) berstatus *appendix II*. Kepunahan tersebut didukung oleh adanya kerusakan hutan akibat bencana alam dan aktivitas manusia (Kasutjaningati & Firgiyanto, 2018).

Diperlukan adanya pelestarian anggrek *V. limbata* guna mencegah terjadinya kepunahan. Pelestarian dapat dilakukan di habitat aslinya (*in situ*), dapat pula dilestarikan di luar habitat aslinya (*ex situ*). Pelestarian anggrek *V. limbata* secara *ex situ* dilakukan dengan melestarikannya di dalam kultur *in vitro*. Kultur *in vitro* merupakan teknik budidaya (perbanyakan) sel, jaringan, dan organ tanaman dalam suatu lingkungan yang stabil dan keadaan steril. Media kultur merupakan salah satu kunci kesuksesan perbanyakan anggrek dengan teknik kultur *in vitro*. Pembuatan media kultur anggrek biasanya dilakukan dengan mencampurkan beberapa bahan organik yang mengandung unsur hara untuk mendukung pertumbuhan planlet secara *in vitro* (Hardianti & Soetopo, 2019).

Beberapa senyawa dapat ditambahkan di dalam media kultur *in vitro*, agar pertumbuhan tanaman *V. limbata* cukup baik. Flurprimidol merupakan salah satu senyawa yang dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan. Flurprimidol, termasuk ke dalam senyawa retardant, merupakan senyawa heterosiklik yang mengandung nitrogen dari kelas kimia pirimidin. Flurprimidol bertindak sebagai penghambat enzim yang mengkatalisis jalur biosintesis GA yang melibatkan oksidasi *ent kauren* menjadi asam *ent kauren*. Pada tumbuhan, Flurprimidol diketahui dapat meningkatkan warna daun dan ketebalan daun, serta meningkatkan jumlah klorofil (Neware, 2019). Flurprimidol mampu mendorong perkembangan daun serta akar pada kultur pucuk labu runcing, *Trichosanthes dioica* (Singh et al., 2015). Akan tetapi, Flurprimidol mengurangi tinggi tanaman melalui penghambatan biosintesis asam giberelat (Neware, 2019). Oleh karena itu, dalam penelitian ini ditambahkan GA₃ yang berperan dalam menstimulasi pemanjangan sel

di daerah sub apikal. GA₃ bertanggung jawab untuk memacu pemanjangan batang dan menstimulasi pembelahan sel. Seiring dengan dihambatnya GA₃ akibat aplikasi Flurprimidol, GA₃ eksternal dapat menggantikan peran ketidak tersediaan GA₃ akibat aplikasi Flurprimidol, yang secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan bagian vegetatif tanaman (Salachna et al., 2020).

Penambahan Flurprimidol dan GA₃ diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada anggrek *V. limbata*. Neware (2019) menambahkan bahwa pemberian Flurprimidol mampu meningkatkan kualitas tanaman, tanpa mengurangi pertumbuhan tanaman. Desta & Amare (2021) dalam penelitiannya juga menjelaskan bahwa pemberian Paklobutrazol (zat penghambat tumbuh yang efeknya sama dengan Flurprimidol) mampu meningkatkan produksi ABA, dan klorofil yang bermanfaat bagi pertumbuhan, dan kesehatan tanaman. Paklobutrazol juga akan mempercepat pembentukan akar pada tanaman *Lycopersicum esculentum*.

Dalam makalah ini akan diungkap aplikasi Flurprimidol, dan GA₃ terhadap pertumbuhan *Vanda limbata* 'Jawa' secara *in vitro*. Menentukan konsentrasi Flurprimidol, dan GA₃ yang tepat dalam mempengaruhi pertumbuhan anggrek *Vanda limbata* 'Jawa' secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi Unsoed. Bahan yang diperlukan yaitu planlet anggrek *V. limbata* 'Jawa' yang berasal dari koleksi Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi Unsoed, Flurprimidol, GA₃, alkohol 96%, akuades, sukrosa, arang aktif, vitamin C, agar, medium MS, aseton, NaOH 1N, HCl 1 N, air kelapa, air alkali, dan pepton. Alat yang diperlukan yaitu timbangan analitik, botol kultur, autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), pH meter, oven, *wrapping plastic*, jangka sorong, *mortar* dan *pestle*, *thermometer*, *hygrometer*, *lux meter*, *microsyringe* dan spektrofotometer.

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap pola Faktorial, dengan dua faktor. Faktor pertama berupa Flurprimidol dengan 3 taraf konsentrasi yaitu F (0; 1; 2 mg/L). Faktor kedua berupa GA₃ dengan 4 taraf yaitu G (0; 1; 2; 3 mg/L). Ulangan dilakukan tiga kali, sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Parameter yang diamati antara lain kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang, dan lebar daun, jumlah akar, dan panjang akar, serta faktor lingkungan yang terdiri atas suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya di rak inkubasi.

Planlet *V. limbata* 'Jawa' yang digunakan dalam penelitian ini berumur 1 tahun, dan telah disubkultur sebanyak 3 kali, serta memiliki daun sebanyak tiga helai. Penanaman planlet dilakukan dalam dua tahap.

Tabel 1. Analisis ragam pengaruh pemberian Flurprimidol dan GA₃ terhadap pertumbuhan anggrek *Vanda limbata* ‘Jawa’ pada pengamatan 122 hari mst.

Sumber ragam	dB	F-Hitung									F-Tabel 0,05	F-Tabel 0,01
		Klorofil a ($\frac{\mu g}{mL}$)	Klorofil b ($\frac{\mu g}{mL}$)	Klorofil Total ($\frac{\mu g}{mL}$)	Tinggi Tanaman (cm)	Jml. Daun	Jml. Akar	Lebar Daun (cm)	Pjg. Daun (cm)	Pjg. Akar (cm)		
F	2	25,17**	61,53**	73,47**	1,38 ns	1,38 ns	0,44 ns	21,17**	6,36*	1,94 ns	4,30	9,92
G	3	6,86**	8,29**	8,99**	4,11*	2,07 ns	1,33 ns	2,15 ns	3,10 ns	0,37 ns	3,18	5,84
Interaksi F & G	6	4,21**	5,39**	5,72**	1,75 ns	0,63 ns	1,63 ns	1,54 ns	1,39 ns	2,93*	2,44	3,70

Keterangan: F: Flurprimidol; G: GA₃; ns: tidak signifikan; *: berbeda nyata pada taraf uji 0,05; **: berbeda sangat nyata pada taraf uji 0,01

Tahap pertama planlet ditanam pada media perlakuan Flurprimidol dan diinkubasi pada lingkungan gelap selama empat minggu. Tahap kedua, setelah diinkubasi pada ruang gelap, secara bertahap planlet diberi penyinaran selama dua jam dalam sehari, delapan jam dalam sehari, 16 jam dalam sehari, dan 24 jam. Setelah dilakukan penyinaran bertahap, planlet dipindahkan pada media GA₃ dan diinkubasi di cahaya terang selama empat minggu.

Data dianalisis menggunakan analisis ragam atau uji F pada taraf 0,05 dan 0,01. Dilanjutkan menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf uji 0,05, menggunakan *software* SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Vanda limbata ‘Jawa’ dalam penelitian ini diinkubasi pada dua keadaan lingkungan yang berbeda. Pada tahap pertama *V. limbata* diinkubasi pada lingkungan yang gelap, dengan rerata suhu di 23°C dan kelembaban 75%. Kondisi gelap ini akan merangsang terjadinya organogenesis. Hal ini didukung oleh Dwiati *et al.* (2023) yang mengemukakan bahwa eksplan yang diinkubasi dalam ruang gelap dapat menunda degradasi zat pengatur tumbuh sehingga mampu merangsang regenerasi eksplan secara *in vitro*. Tahap kedua diinkubasi pada lingkungan terang dengan suhu di ruang inkubasi cenderung stabil sebesar 21°C dengan rerata kelembaban 82% dan intensitas cahaya sebesar 1.260 lux. Kondisi lingkungan ini sedikit berbeda dengan penelitian Adiguna *et al.* (2018) subkultur anggrek *V. tricolor* dilakukan pada suhu ruang inkubasi berkisar 24 dan 26 °C dengan kelembaban 67 dan 75%. Zahra *et al.* (2023) menjelaskan bahwa suhu ruang, cahaya dan kelembabannya merupakan lingkungan yang berpengaruh dalam pertumbuhan kultur. Suhu ruang inkubasi berpengaruh terhadap kerja enzim dan hormon baik secara eksogen maupun endogen. Cahaya dalam ruang inkubasi diperlukan oleh tanaman untuk fotosintesis.

Hasil analisis ragam pemberian Flurprimidol dan GA₃ terhadap pertumbuhan tanaman anggrek *V. limbata* disajikan pada Tabel 1. Flurprimidol dan GA₃ mampu meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total. Selain itu, aplikasi kedua senyawa tersebut dapat meningkatkan panjang akar, lebar dan panjang daun.

A. Kandungan Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil total

Hasil analisis ragam perlakuan Flurprimidol dan GA₃ terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total menunjukkan adanya interaksi antara Flurprimidol dan GA₃ (Tabel 1.).

Kandungan klorofil total F2G1 tidak berbeda nyata dengan F2G2 (Tabel 4). Artinya, perlakuan F2G2 merupakan interaksi perlakuan yang paling baik untuk kandungan klorofil total. Klorofil a merupakan pusat reaksi fotosistem I dan klorofil b merupakan pusat reaksi pada fotosistem II. Dengan meningkatnya kedua klorofil tersebut, maka reaksi terang baik pada fotosistem I maupun fotosistem II terpacu. Hasil NADPH₂ dan ATP meningkat semakin banyak. Kedua senyawa hasil reaksi terang tersebut meningkat, maka hasil reaksi karbon berupa heksosa juga akan meningkat. Heksosa sebagai hasil fotosintesis meningkat, diasumsikan heksosa digunakan untuk memacu pertumbuhan planlet. Selain itu, parameter lebar daun dan panjang daun juga meningkat (Tabel 1).

Neware (2019) mengemukakan bahwa Flurprimidol memiliki fungsi meningkatkan kandungan klorofil. Hal ini juga didukung dengan pernyataan Dwiati *et al.* (2023) yang mengemukakan bahwa kombinasi perlakuan Flurprimidol 2 mg/L dan GA₃ 2 mg/L mampu meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan kandungan klorofil total pada kultur *Nepenthes mirabilis*.

Kandungan klorofil a dan klorofil b tertinggi terdapat pada perlakuan F2G2 (Tabel 2 dan Tabel 3). Perlakuan ini merupakan perlakuan yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 2. Interaksi antara Flurprimidol dan GA₃ terhadap Kandungan Klorofil a pada Anggrek *V. limbata* 'Jawa' pada pengamatan 122 hari mst.

Flurprimidol	GA ₃			
	G0 (0 mg/L)	G1 (1 mg/L)	G2 (2 mg/L)	G3 (3 mg/L)
F0 (0 mg/L)	3,91±0,91 ^a p	3,14±0,12 ^a p	5,74±0,30 ^a r	5,36±0,15 ^a q
F1 (1 mg/L)	5,73±1,04 ^c p	5,45±0,20 ^{bc} p	5,53±0,36 ^a p	5,07±0,17 ^a p
F2 (2 mg/L)	5,67±0,58 ^{bc} p	6,06±1,28 ^c p	6,83±0,33 ^b r	6,53±0,04 ^b p

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 DMRT. Huruf a, b, bc, dan c merupakan tanda beda secara vertikal. Sementara itu, huruf p,q, dan r merupakan tanda beda secara horizontal

Tabel 3. Interaksi antara Flurprimidol dan GA₃ terhadap kandungan klorofil b pada Anggrek *V. limbata* 'Jawa' pada pengamatan 122 hari mst.

Flurprimidol	GA ₃			
	G0 (0 mg/L)	G1 (1 mg/L)	G2 (2 mg/L)	G3 (3 mg/L)
F0 (0 mg/L)	4,70±0,84 ^a p	4,12±0,20 ^a p	6,73±0,48 ^a q	6,92±0,30 ^a r
F1 (1 mg/L)	7,07±0,70 ^{bc} p	7,40±0,23 ^b p	7,26±0,41 ^a p	7,43±0,84 ^a p
F2 (2 mg/L)	7,53±0,57 ^c p	8,75±1,24 ^c q	8,82±0,42 ^b r	8,37±0,07 ^b p

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 DMRT. Huruf a, b, dan c merupakan tanda beda secara vertikal. Huruf p,q, dan r merupakan tanda beda secara horizontal

Tabel 4. Interaksi antara Flurprimidol dan GA₃ terhadap kandungan klorofil total anggrek *V. limbata* 'Jawa' pada pengamatan 122 hari mst

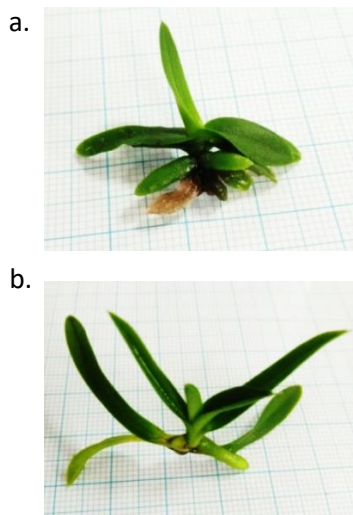
Flurprimidol	GA ₃			
	G0 (0 mg/L)	G1 (1 mg/L)	G2 (2 mg/L)	G3 (3 mg/L)
F0 (0 mg/L)	2,89±0,49 ^a p	2,62±0,13 ^a p	4,13±0,32 ^a q	4,37±0,21 ^a r
F1 (1 mg/L)	4,41±0,32 ^{bc} p	4,75±0,15 ^b p	4,61±0,25 ^a p	4,87±0,65 ^a p
F2 (2 mg/L)	4,80±0,32 ^c p	5,71±0,71 ^c r	5,58±0,29 ^b qr	5,28±0,05 ^b p

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 DMRT . Huruf a, b, dan c merupakan tanda beda secara vertikal. Dan huruf p, q, qr, dan r merupakan tanda beda secara horizontal

Paklobutrazol salah satu retardan yang mempunyai efek sama dengan Flurprimidol dapat mempengaruhi jalur terpenoid, melalui adaptasi fisiologi, yang melibatkan adanya perubahan kadar fitohormon. Fitohormon endogen yang terpengaruh oleh Paklobutrazol antara lain asam absisat (ABA), giberelin (GA₃), asam indol asetat (IAA), dan sitokinin (Soumya *et al.*, 2017). Efek zat penghambat tumbuh Flurprimidol mampu meningkatkan kandungan sitokinin. Sitokinin diketahui dapat meningkatkan perkembangan kloroplas (Wiraatmaja, 2017). Paklobutrazol diketahui dapat meningkatkan biosintesis klorofil akibat adanya peningkatan kandungan sitokinin. Akhirnya, kandungan klorofil meningkat. Soumya *et al.* (2017) menekankan bahwa zat penghambat Paklobutrazol juga dapat meningkatkan kandungan klorofil, klorofil total pada

daun, dan karotenoid. Selain itu, Kumar *et al.* (2012) menyatakan bahwa aplikasi Paklobutrazol juga meningkatkan kandungan sitokinin endogen, dan mendorong terbentuknya klorofil sehingga mampu memperpanjang masa *staygreen*. Adanya masa *staygreen* dalam jangka waktu lama, dan juga peningkatan pigmen antena, serta pigmen pada pusat reaksi akan memperbaiki hasil reaksi terang berupa NADPH₂ dan ATP. Akibatnya, reaksi karbon juga akan terpacu sehingga secara keseluruhan aplikasi Paklobutrazol dapat meningkatkan proses fotosintesis pada daun dan pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas bunga *Camelina sativa*.

Performance tanaman perlakuan F2G2 dapat dilihat pada Gambar 1. Tanaman *V. limbata* terlihat segar dengan daun berwarna hijau tua.



Gambar 1. Performance daun *V. limbata* 'Jawa' pada pengamatan 122 hari mst.
Keterangan: a. *V. limbata* pada perlakuan F0G0; b. *V. limbata* pada perlakuan F2G2

Dari Gambar 1 dapat diungkapkan bahwa tanaman perlakuan F2G2 (Gambar 1.b) mempunyai warna daun hijau lebih tua dibandingkan dengan perlakuan F0G0 yang berwarna hijau kekuningan. Perlakuan F2G2 merupakan perlakuan yang paling baik dalam meningkatkan kandungan klorofil dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 2 dan 3.). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sumenda *et al.* (2011) yang mengemukakan bahwa daun yang berwarna hijau tua pekat memiliki kandungan klorofil lebih tinggi dibandingkan dengan daun berwarna hijau muda pada daun tanaman mangga. Pada proses perkembangannya daun yang berwarna hijau muda, biosintesis klorofil b berasal dari klorofilid a atau klorofil a, yang diikuti dengan

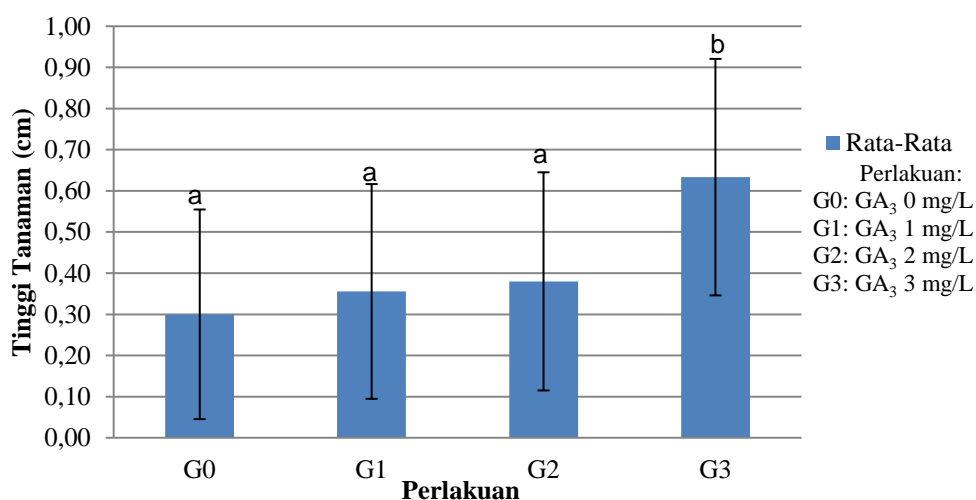
berkembangnya daun tersebut. Biosintesis klorofil b akan terus berlanjut bersamaan dengan perkembangan daunnya yang ditandai dengan berubahnya warna daun hijau muda menjadi hijau tua.

B. Tinggi Tanaman

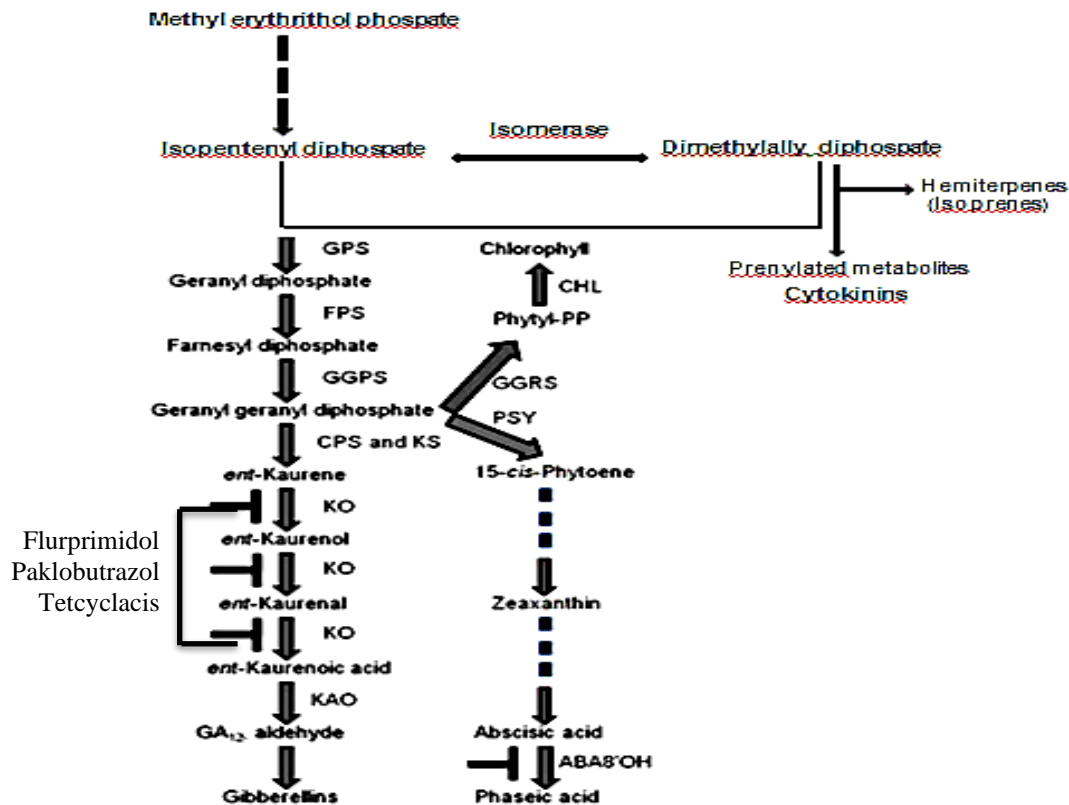
Hasil analisis ragam perlakuan Flurprimidol dan GA₃ terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan GA₃ secara mandiri berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel 1.).

Flurprimidol diketahui dapat menurunkan tinggi tanaman karena terjadinya penghambatan jalur biosintesis asam giberelat akibat efek pemberian Flurprimidol. Namun, perlakuan GA₃ eksogen berpengaruh terhadap tinggi tanaman *V. limbata* seiring bertambahnya konsentrasi. Artinya, GA₃ yang diaplikasikan dapat menggantikan GA₃ endogen yang terhambat pembentukannya akibat aplikasi Flurprimidol. Salachna *et al.* (2020) menyatakan bahwa GA₃ eksogen mampu menstimulasi perpanjangan sel di daerah meristem sub apikal ujung batang, sehingga mempengaruhi tinggi batang *Amarine tubergenii*.

Mobini *et al.* (2015) menjelaskan bahwa pemberian Flurprimidol menurunkan panjang ruas melalui penghambatan biosintesis asam giberelat. Sementara itu, Neware (2019) menunjukkan bahwa Flurprimidol menghambat biosintesis asam giberelat dengan cara menghambat produksi giberelin di awal jalur terpenoid dengan mengikat besi prohem dari sitokrom P450. Selanjutnya, akan menonaktifkan enzim monooksigenase yang bertanggung jawab untuk mengonversi *ent-kaurene* menjadi GA₁₂-aldehida. Soumya *et al.* (2017) menekankan bahwa keadaan ini dapat menurunkan tinggi tanaman pada perlakuan yang diberi Flurprimidol.



Gambar 2. Perlakuan GA₃ terhadap tinggi tanaman angrek *V. limbata* 'Jawa' pada pengamatan 122 hari mst.
Keterangan: Grafik dengan standar deviasi yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 DMRT. Huruf a dan b merupakan tanda beda antar perlakuan.



Gambar 3. Jalur terpenoid biosintesis Giberelin dan degradasi Asam Absisat akibat aplikasi Flurprimidol, Sumber: (Soumya et al., 2017)

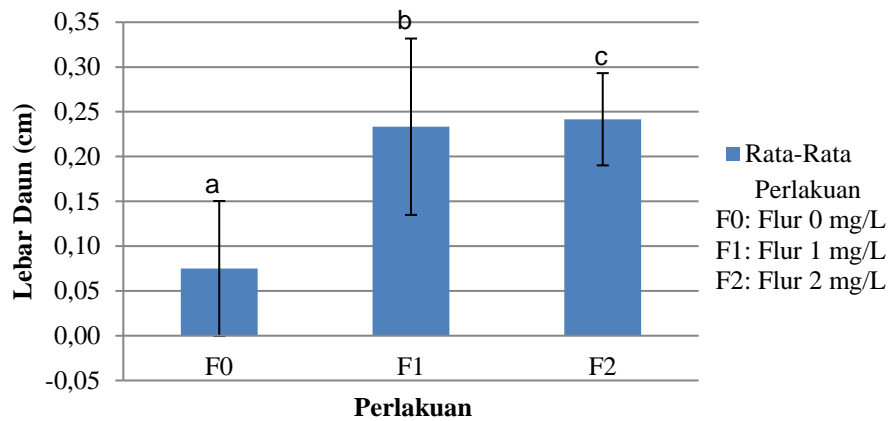
Pemberian Flurprimidol mampu meningkatkan kandungan ABA dan sitokinin. ABA disintesis melalui jalur terpenoid. Aplikasi Flurprimidol membuat enzim 8-hidroksilase dapat mendegradasi ABA menjadi *phaseic acid* (Gambar 3) Peningkatan ABA mampu mendorong produksi rantai fitol. Dubey et al. (2003) menjelaskan bahwa biosintesis sitokinin dapat terjadi secara katabolik, melalui jalur non mevalonat pada jalur terpenoid yang terjadi di dalam plastida. Isopentyl diphosphate dan dimethylallyl diphosphate dapat disintesis secara *independent* melalui peran isomerase pada tanaman *Matricaria recutita*.

Flurprimidol diketahui mampu mendorong produksi rantai fitol melalui peningkatan kandungan ABA. Produksi rantai fitol yang meningkat, akan memacu kandungan klorofil dengan cara mengonversi fitol bebas melalui jalur fosforilasi fitol menjadi *phytyl-PP* (Gutbroad et al., 2019). Peningkatan klorofil dapat meningkatkan molekul ATP dan NADPH₂ hasil reaksi terang. Reaksi terang fotosintesis membutuhkan cahaya matahari. Reaksi ini terjadi di dalam grana. NADP⁺ direduksi menjadi NADPH₂ oleh atom hidrokarbon dari molekul H₂O. ATP yang terbentuk melalui proses penyimpanan energi matahari diserap dan diubah menjadi energi kimia. Dengan adanya ADP dan Pi maka terbentuklah ATP. Tahap kedua dari fotosintesis adalah reaksi fiksasi/reduksi CO₂ yang sering disebut reaksi karbon. Reaksi karbon dapat berlangsung

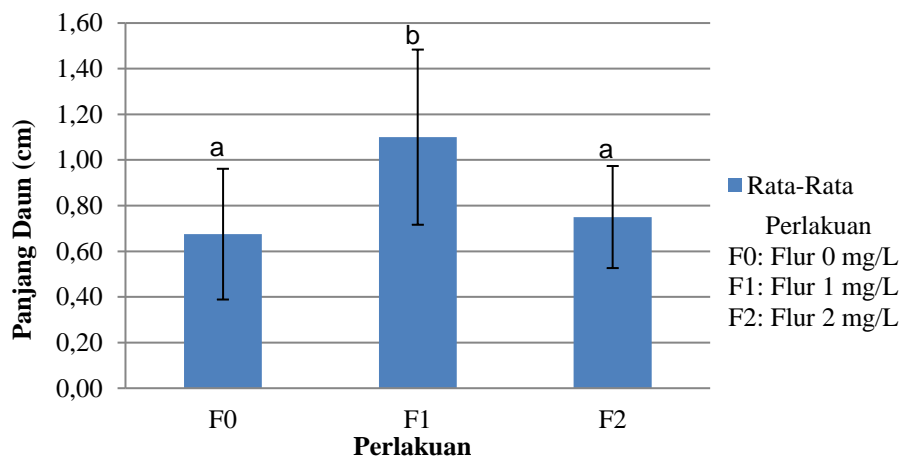
tanpa peran cahaya matahari. Reaksi ini terjadi di dalam stroma. Enzim-enzim stroma pada kloroplas akan menggunakan ATP dan NADPH₂ hasil reaksi terang untuk aktivitasnya (Song, 2012).

V. limbata merupakan tanaman yang termasuk dalam tanaman C₃, sehingga reduksi CO₂ menggunakan daur C₃ atau sering disebut dengan daur Calvin. Daur reaksi disebut C₃ karena senyawa yang dihasilkan pertama kali merupakan senyawa yang memiliki 3 atom karbon berupa asam fosfogliserat. Ribolusa -1,5-bifosfat diubah menjadi 3-fosfogliserat dari CO₂ dan H₂O. Dalam daur C₃, satu molekul fosfogliseraldehida dibentuk dari fiksasi 3 molekul CO₂. Selanjutnya molekul fosfogliseraldehida diubah menjadi heksosa (Song, 2012).

Adanya aplikasi Flurprimidol mampu meningkatkan kandungan klorofil, maka heksosa yang dihasilkan dari reaksi reduksi CO₂ juga meningkat. Akibatnya, pertumbuhan planlet *V. limbata* tetap berjalan. Meskipun aplikasi Flurprimidol dapat menekan tinggi tanaman, aktivitas meristem tetap berjalan. Aplikasi Flurprimidol diketahui dapat meningkatkan kandungan sitokinin, sehingga aktivitas meristem meningkat (Soumya et al., 2017). Proses pembelahan dan diferensiasi sel pada planlet *V. limbata* meningkat, sehingga pertumbuhan akar dan daun berlangsung dengan baik.



Gambar 4. Perlakuan Flurprimidol secara mandiri terhadap lebar daun anggrek *V. limbata* pada pengamatan 122 hari mst
Keterangan: Grafik dengan standar deviasi yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 DMRT. Huruf a, b, dan c merupakan tanda beda antar perlakuan.



Gambar 5. Pengaruh Perlakuan Flurprimidol secara mandiri terhadap panjang daun anggrek *V. limbata* pada pengamatan 122 hari mst
Keterangan: Grafik dengan standar deviasi yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 DMRT. Huruf a dan b merupakan tanda beda

Tabel 5. Interaksi antara Flurprimidol dan GA₃ terhadap panjang akar anggrek *V. limbata* pada pengamatan 122 hari mst

Flurprimidol	GA ₃			
	G0 (0 mg/L)	G1 (1 mg/L)	G2 (2 mg/L)	G3 (3 mg/L)
F0 (0 mg/L)	0,77±0,75 ^a p	0,20±0,20 ^a p	0,10±0,17 ^a p	0,93±0,40 ^a p
F1 (1 mg/L)	0,53±0,47 ^a p	1,10±0,61 ^b p	1,53±0,76 ^b q	0,27±0,23 ^a p
F2 (2 mg/L)	0,47±0,72 ^a p	0,73±0,64 ^b p	0,57±0,06 ^a p	0,30±0,26 ^a p

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 DMRT. Huruf a dan b merupakan tanda beda secara vertikal. Dan huruf p dan q merupakan tanda beda secara horizontal.

B. Jumlah, Lebar dan Panjang Daun

Hasil analisis ragam interaksi Flurprimidol dan GA₃, terhadap jumlah, lebar, dan panjang daun *V. limbata* tidak berbeda nyata. Demikian pula perlakuan Flurprimidol dan GA₃ secara mandiri terhadap jumlah daun *V. limbata* tidak berbeda nyata (Tabel 1.). Sementara itu, aplikasi Flurprimidol secara mandiri menunjukkan perbedaan yang sangat

nyata terhadap lebar daun (Tabel 1 dan Gambar 4). Flurprimidol yang diberikan, ternyata semakin meningkatkan lebar daun *V. limbata*. Dari Gambar 4. dapat dikemukakan bahwa daun perlakuan F2 lebih lebar bila dibandingkan dengan daun perlakuan F1. Singh *et al.* (2015) menjelaskan bahwa perlakuan Flurprimidol sebesar (1; 2; 5 μM) mampu mendorong perkembangan daun pada kultur pucuk labu runcing,

Trichosanthes dioica. Baik panjang maupun lebar daun terpengaruh oleh perlakuan Flurprimidol. Hal ini secara tidak langsung mampu mempengaruhi luas daun *V. limbata*. Sementara itu, aplikasi Flurprimidol secara mandiri mempengaruhi panjang daun (Tabel 1 dan Gambar 5).

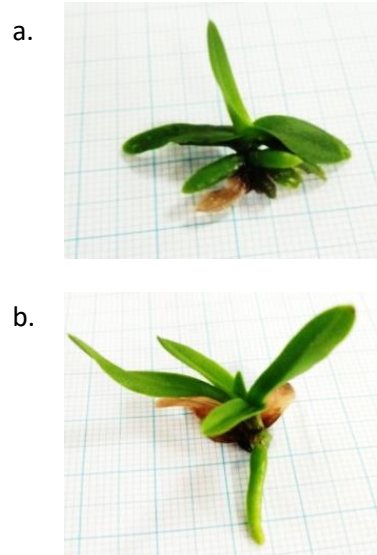
Aplikasi perlakuan Flurprimidol (F1) pada parameter panjang daun lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (F0) (Gambar 5). Namun seiring dengan bertambahnya konsentrasi Flurprimidol yang diberikan, ternyata dapat menurunkan panjang daun pada anggrek *V. limbata*. Hal ini sesuai dengan pendapat Demir & Çelikel (2018) yang menekankan bahwa penurunan panjang daun terjadi seiring dengan adanya peningkatan konsentrasi Flurprimidol yang diberikan (sampai konsentrasi 20 mg/L). Hal ini dapat mengakibatkan bertambahnya tebal daun, dan bertambahnya kandungan klorofil per satuan luas pada daun tanaman *Narcissus* cv. 'Ice Follies' pada perlakuan Flurprimidol 20 mg/L.

C. Jumlah dan Panjang Akar Terpanjang

Hasil analisis ragam aplikasi Flurprimidol dan GA₃ terhadap jumlah akar baik interaksi, perlakuan mandiri Flurprimidol maupun GA₃ tidak berbeda nyata (Tabel 1.). Akan tetapi, untuk parameter panjang akar terpanjang terdapat interaksi antara aplikasi Flurprimidol dan GA₃ (Tabel 1).

Interaksi Flurprimidol dan GA₃ terbaik dalam memacu panjang akar adalah perlakuan FIG2 (Tabel 5.). Akan tetapi, semakin tinggi perlakuan Flurprimidol yang diberikan, maka mampu menekan pertumbuhan panjang akar *V. limbata*. Dari Gambar 6 dapat diungkapkan bahwa tanaman perlakuan FIG2 (Gambar 6.b) mempunyai akar paling panjang dibandingkan perlakuan lainnya. Untuk tanaman perlakuan kontrol (F0G0) dapat dilihat pada Gambar 6.a akar yang terbentuk sangat pendek. Perlakuan FIG2 menjadi perlakuan yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 5.). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Singh *et al.* (2015) yang mengemukakan bahwa aplikasi Flurprimidol (1;2;5 µM) mampu mendorong perkembangan akar lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol kultur pucuk labu runcing, *Trichosanthes dioica*.

Flurprimidol mampu menginduksi pertumbuhan akar, diasumsikan oleh adanya peningkatan kadar sitokinin endogen. Desta & Amare (2021) menjelaskan bahwa aplikasi Paklobutrazol sebesar 0,05 mg/L dan 0,2 mg/L mampu menstimulasi panjang akar pada kondisi suhu minimum (18-21°C) hingga maksimum (20-24°C). Paklobutrazol dapat meningkatkan diameter akar tanaman kedelai. Jaringan xylem akar kedelai tampak sedikit tidak beraturan. Perlakuan Paklobutrazol akan mendukung banyaknya pembuluh xilem sekunder yang terbentuk. Paklobutrazol juga diketahui mampu



Gambar 6. Performance panjang akar *V. limbata* 'Jawa' pada pengamatan 122 hari mst
Keterangan: a. *V. limbata* pada perlakuan F0G0; b. *V. limbata* pada perlakuan FIG2.

meningkatkan diameter dan panjang akar tanaman jagung. Peningkatan panjang akar tanaman jagung yang diberi perlakuan Paklobutrazol disebabkan oleh bertambahnya ukuran sel parenkim korteks. Hal ini akan mendorong ekspansi sel parenkim korteks secara radial.

Aplikasi Flurprimidol dan GA₃ berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman anggrek *V. limbata*. Dalam kondisi yang tercekam, Flurprimidol dapat memacu tanaman untuk membentuk ABA secara endogen. Selanjutnya, secara berangsur-angsur tanaman *V. limbata* akan mengalami proses pemulihan, antara lain dengan terbentuknya klorofil, sitokinin. Dengan dibantu oleh pemberian GA₃ eksogen, maka pertumbuhan *V. limbata* tetap berjalan dengan baik. Pemberian Flurprimidol dan GA₃ mampu meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan kandungan klorofil total, serta meningkatkan panjang akar. Selain itu, aplikasi Flurprimidol juga dapat meningkatkan lebar dan panjang daun *V. limbata*. Perlakuan F2G2 merupakan perlakuan terbaik untuk memacu pertumbuhan anggrek *V. limbata*. Perlakuan FIG2 merupakan perlakuan terbaik dalam memacu panjang akar. Perlakuan FIG2 dapat diterapkan untuk memperbaiki perakaran bagi anggrek *V. limbata* 'Jawa' yang kelak dapat menunjang proses aklimisasinya.

SIMPULAN

Flurprimidol dan GA₃ dengan konsentrasi yang berbeda mampu mempengaruhi pertumbuhan *V. limbata* 'Jawa' secara *in vitro*. Terdapat interaksi antara Flurprimidol dan GA₃ dalam meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan kandungan klorofil total, serta panjang akar. Perlakuan Flurprimidol 2 mg/L dan GA₃ sebesar 2 mg/L

merupakan perlakuan terbaik dalam memacu pertumbuhan *V. limbata* 'Jawa' secara *in vitro*.

DAFTAR REFERENSI

- Adiguna, E., Dwiati, M., & Kamsinah, K., 2018. Penambahan Ekstrak Alga *Sargassum duplicatum* Bory pada Medium Kultur *In vitro* terhadap Pertumbuhan Seedling Anggrek *Vanda tricolor* Lindl. *Biosfera*, 35(1), pp. 49-53.
- Demir, S., & Çelikel, F. G., 2018. Plant Height Control of *Narcissus* cv . 'Ice Follies' by Gibberellin Inhibitors as Bulb Soak. *Yü Tar Bil Derg*, 28, pp. 102-110.
- Desti, B., & Amare, G., 2021. Paclobutrazol as a Plant Growth Regulator. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), pp. 1-15.
- Dubey, S. V., Bhalla, R., & Luthra, R., 2003. an Overview of the Non-Mevalonate Pathway for Terpenoid Biosynthesis in Plants. *J. Biosci*, 28(5), pp. 637-646.
- Dwiati, M., Widodo, P., & Susanto, A. H., 2023. Shoot Regeneration in *Nepenthes mirabilis* as Affected by Flurprimidol and GA₃ Application. *Biodiversitas*, 24(7), pp. 4168-4174.
- Dwiyanto, W., Soelistijono, R., & Susilo Utami, D., 2017. Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Isolat *Rhizoctonia* Mikoriza Anggrek *Vanda limbata*. *Agrineca*, 17(1), pp. 854-2813.
- Gutbrod, K., Romer, J., & Dormann, P., 2019. Phytol Metabolism in Plant. *Progress in Lipid Research*, 74(1), pp. 1-17.
- Hardianti, O., & Soetopo, L., 2019. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun pada Media Anggrek *Dendrobium* dan *Cattleya* secara *In vitro*. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(5), pp. 881-888.
- Kasutjaningati, K., & Firgiyanto, R., 2018. Characterization of Morphology from Orchid *Vanda* sp. as a Genetic Information Source for Preservation and Agribusiness of Orchids in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 207(1), pp. 1-7.
- Kumar, S., Ghatti, S., Satyanarayana, J., Guha, A., Chaitanya, B. S. K., & Reddy, A. R., 2012. Paclobutrazol Treatment as a Potential Strategy for Higher Seed and Oil Yield in Field-Grown *Camelina sativa* L. Crantz. *BMC Research Notes*, 5, pp. 1-13.
- Kumar, V., Kumar, V., Umrao, V., & Singh, M., 2012. Effect of GA₃ and Iaa on Growth and Flowering of Carnation. in *HortFlora Research Spectrum*, 1(1), pp. 69-72
- Metusala, D., 2011. Keragaman *Vanda* spp. (Orchidaceae) di Kepulauan Sunda Kecil - Indonesia. *Journal of Biologcal Researchers*, 5(A), pp. 29-33.
- Mobini, S. H., Lulsdorf, M., Warkentin, T. D., & Vandenberg, A., 2015. Plant Growth Regulators Improve *In vitro* Flowering and Rapid Generation Advancement in Lentil and Faba Bean. *In-vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 51(1), pp. 71-79.
- Neware, M. R., 2019. Flurprimidol: A Growth Retardant. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(6), pp. 141-143.
- Rademacher, W., 2000. Growth Retardants : Effects on Gibberellin. *Annual Review of Plant Physiology & Plant Molecular Biology*, 51, pp. 501-531.
- Renjana, E., & Kris Hendrawati, R., 2019. Inventarisasi Koleksi Anggrek (Orchidaceae) di Kebun Raya Purwodadi sebagai Sumber Informasi Kegiatan Kunjungan Studi. in *Prosceeding Biology Education Conference: Biology Science, Enviromental, and Learning*, 16(1), pp. 182-189.
- Sabatini, A.P., Nurcahyani, E., Yulianty, Y., & Agustriana, R., 2022. Respon Planlet Anggrek *Cattleya* sp. Hasil Seleksi *In vitro* terhadap Cekaman Kekeringan dengan Polietilenglikol (PEG) 6000. In *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 6(2), pp. 61-67.
- Salachna, P., Mikiciuk, M., Zawadzińska, A., Piechocki, R., Ptak, P., Mikiciuk, G., Pietrak, A., & Łopusiewicz, Ł., 2020. Changes in Growth and Physiological Parameters of × Amarine Following an Exogenous Application of Gibberellic Acid and Methyl Jasmonate. *Agronomy*, 10(7), pp. 1-13.
- Singh, H., Kumar, S., & Singh, B. D., 2015. *In-vitro* Conservation of Pointed Gourd (*Trichosanthes dioica*) Germplasm Through Slow-Growth Shoot Cultures: Effect of Flurprimidol and Triiodobenzoic Acid. *Scientia Horticulturae*, 182, pp. 41-46.
- Song, N. A., 2012. Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(1), pp. 28-34.
- Soumya, P. R., Kumar, P., & Pal, M., 2017. Paclobutrazol: a Novel Plant Growth Regulator and Multi-Stress Ameliorant. *Indian Journal of Plant Physiology*, 22(3), pp. 267-278.
- Sumenda, L., Henny, L. R., & Feky, R. M., 2011. Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Jurnal*

Bios Logos, 1(1), pp. 20-24.

Wardani, F. F., Damayanti, F., & Rahayu, S., 2020. Respon Pertumbuhan dan Pembungaan Bunga Lisptik 'Soedjana Kasan' terhadap Aplikasi GA₃, Etefon, dan Paklobutrazol. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(1), pp. 75–82.

Wiraatmaja, I. W., 2017. Zat Pengatur Tumbuh Gibberelin dan Sitokinin. *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Udayana*, pp. 1–44.

Zahra, J. A. Z., Sasmita, E. R., & Wijayani, A., 2023. Subkultur Anggrek Bulan (*Phalaenopsis* sp.) pada Media MS dengan Penambahan Thiamin dan Ekstrak Tauge. *Agro Wiralodra*, 6(2), 34–39.