

**GEN KETAHANAN PENYAKIT PADA FAMILIA ORCHIDACEAE****DISEASE RESISTANCE GENES IN THE FAMILY ORCHIDACEAE****Risma Rasmani, Endang Nurcahyani*, Sri Wahyuningsih, Sumardi**

Program Studi Magister Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung.
Jalan. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro. No. 1. Gedung Meneng. Kec. Rajabasa.
Bandar Lampung, Lampung. 35145

*Corresponding author : endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id

Abstrak

Familia Orchidaceae memiliki banyak jenis spesies yang terdiri dari 25.000 spesies. Beberapa contoh spesies dari Orchidaceae yaitu diantaranya adalah anggrek bulan, vanilli, anggrek tanah, *Dendrobium* dan lain-lainnya. Tanaman seperti anggrek dan vanilli terancam kepunahannya. Tanaman anggrek dan vanilli sering terserang oleh jamur patogen yaitu *Fusarium oxysporum* (Fo) yang dapat menimbulkan penyakit layu tanaman. Pengendalian penyakit yang tidak menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitarnya yaitu menggunakan kultivar unggul yang resisten terhadap infeksi dari jamur patogen *F. oxysporum* atau melalui penambahan senyawa-senyawa atau melalui media lainnya. Tujuan review jurnal ini adalah untuk mengetahui senyawa dan gen apa saja yang tahan penyakit pada familia Orchidaceae. Berdasarkan hasil review dari beberapa jurnal dapat diketahui bahwa senyawa-senyawa seperti Asam Fusarat, Asam Salisilat dan PEG 6000 dapat menunjukkan korelasi positif antara ketahanan penyakit terhadap toksin. Gen-gen seperti gen *KNAT1*, *POH 1*, *TCP*, *nptII*, *hpt* dan *LTP* merupakan gen-gen yang tahan terhadap penyakit dan juga gen yang ditemukan dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman. Hasil review beberapa jurnal diperoleh kesimpulan bahwa senyawa yang tahan terhadap penyakit tanaman yaitu Asam Fusarat, Asam Salisilat dan PEG 6000. Gen yang tahan penyakit yaitu gen *KNAT1*, gen *POH 1*, gen *TCP*, gen *nptII* dan *hpt* dan gen *LTP*. Hasil yang didapat tidak hanya tahan terhadap penyakit, tetapi senyawa dan gen tersebut dapat meningkatkan baik pada pertumbuhan seperti daun, bunga dan batang.

Kata Kunci : Gen, Ketahanan, Orchidaceae, Penyakit, dan Senyawa

Abstract

Family Orchidaceae has many species consisting of 25,000 species. Some examples of species of Orchidaceae include moon orchids, vanilli, soil orchids, *Dendrobium* and others. Plants such as orchids and vanilli are threatened with extinction. Orchid and vanilla plants are often attacked by pathogenic fungi, *Fusarium oxysporum* (Fo), which can cause plant wilting. Disease control that does not cause negative effects on the surrounding environment is using superior cultivars that are resistant to infection from the pathogenic fungus *F. oxysporum* or through the addition of compounds or through other media. The purpose of this review is to find out which compounds and genes are resistant to diseases in the Orchidaceae family. Based on the results of reviews from several journals it can be seen that compounds such as Fusaric Acid, Salicylic Acid and PEG 6000 can show a positive correlation between disease resistance to toxins. Genes such as *KNAT1*, *POH1*, *TCP*, *nptII*, *hpt* and *LTP* genes are genes that are resistant to disease and also genes that are found to accelerate the process of plant growth. The results of a review of several journals concluded that compounds that are resistant to plant diseases are Fusaric Acid, Salicylic Acid and PEG 6000. Disease-resistant genes are *KNAT1* gene, *POH 1* gene, *TCP* gene, *nptII* and *hpt* gene and *LTP* gene. The results obtained are not only resistant to disease, but these compounds and genes can increase both growth such as leaves, flowers and stems.

Keywords: Gene, Endurance, Orchidaceae, Disease, and Compounds

Familia Orchidaceae memiliki banyak jenis spesies yang terdiri dari 25.000 spesies. Beberapa contoh spesies dari Orchidaceae yaitu diantaranya adalah anggrek bulan, vanilli, anggrek tanah, *Dendrobium* dan lain-lainnya. Anggrek memiliki bentuk bunga yang beragam tergantung spesiesnya. Anggrek juga merupakan tanaman hias yang bernilai ekonomi tinggi dan digemari masyarakat karena nilai estetikanya. Tidak hanya anggrek yang diburu masyarakat tetapi vanilli pun diincar keberadaannya. Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) merupakan salah satu tanaman industri yang mempunyai nilai ekonomi tinggi sebagai komoditas ekspor penghasil devisa yang masih potensial dikembangkan di Indonesia.

Salah satu permasalahan dalam budidaya anggrek dan vanilli adalah infeksi oleh jamur patogen. Kendala yang dihadapi dalam budidaya anggrek adalah gangguan dalam bentuk penyakit yang bisa membuat tanaman rusak dan mati. Beberapa penyakit jamur *Phalaenopsis* termasuk penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* (Fo). Fo menyebabkan layu fusarium yang mengganggu pertumbuhan anggrek dan vanilli. Berdasarkan permasalahan yang banyak terjadi pada tanaman anggrek, vanilli dan nilam, sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut banyak digunakan cara alternatif yang tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Maka tujuan dari beberapa jurnal yaitu untuk mengetahui senyawa dan gen apa saja yang tahan penyakit pada familia Orchidaceae.

Potensi Tanaman Orchidaceae

Potensi pengembangan kegiatan ekonomi dari tanaman Orchidaceae dapat sebagai usaha agribisnis dengan menggunakan benih yang berkualitas sebagai bahan baku produksi yang pemakaiannya tidak dapat terus-menerus tanpa ada upaya memperbaharuihnya. Penggunaan benih tanpa upaya memperbaharui akan menyebabkan penurunan kualitas genetik yang drastis (untuk jenis tertentu) bahkan menurunkan ketahanannya terhadap hama dan penyakit. Untuk mengatasi ketahanan dari tanaman Orchidaceae ada beberapa upaya seperti pemberian senyawa dan gen yang tahan terhadap penyakit, tidak hanya tahan terhadap penyakit saja. Tetapi dapat pula meningkatkan baik pada pertumbuhannya seperti daun, bunga dan batang. Sesungguhnya potensi jenis-jenis anggrek sangatlah besar dengan melihat sasaran pasaran untuk anggrek seperti konsumen domestik dan regional.

Pengertian Ekspresi Gen

Ekspresi gen adalah proses penentuan sifat dari suatu organisme oleh gen. Suatu sifat yang dimiliki oleh suatu organisme merupakan hasil proses metabolisme yang terjadi di dalam sel. Proses metabolisme dapat berlangsung karena adanya enzim yang berfungsi sebagai katalisator proses-proses biokimia. Enzim dan protein lainnya diterjemahkan dari urutan nukleotida yang ada pada molekul mRNA. Ekspresi gen dilakukan melalui 2 tahap yaitu : transkripsi dan translasi. Proses transkripsi terjadi di dalam inti sel, sedangkan translasi berlangsung di sitoplasma.

Permasalahan dalam Budidaya Tanaman

• Anggrek

Tanaman anggrek dalam pertumbuhannya mendapatkan gangguan yang dihadapi seperti timbulnya penyakit dari jamur patogen, bakteri, ataupun virus yang menyerang bagian-bagian pada tubuh tanaman anggrek (Djatnika, 2012). Beberapa penyakit pada tanaman anggrek yang disebabkan oleh jamur, bakteri, dan virus adalah busuk hitam, busuk akar, layu fusarium, busuk lunak, bercak daun, busuk daun, Cymbidium mosaic, dan bercak bercincin. Penyakit layu fusarium merupakan salah satu kendala dalam budidaya tanaman anggrek bulan yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* (Fo), dan dapat menyerang akar yang terluka (Pandjaitan, 2005).

• Vanilli

Salah satu penyakit utama yang menjadi kendala dalam budidaya vanilli adalah penyakit busuk batang, yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*. Penyakit ini

menyebabkan kerugian yang sangat besar akibat matinya tanaman (50% - 100%), memperpendek umur produksi dari 10 kali panen menjadi dua kali, bahkan tidak dapat berproduksi, serta mutu buah sangat rendah (Hadisutrisno, 2004).

Upaya mengatasi permasalahan

Upaya mengatasi masalah pada budidaya tanaman anggrek yaitu dapat melalui penambahan senyawa seperti asam fusarat, asam salisilat dan PEG 6000. Selain penambahan senyawa dapat pula melalui pengaktifan gen ketahanan penyakit seperti pada gen seperti *KNAT1*, *POH 1*, *TCP*, *nptII* dan *hpt*, serta *LTP* yang proses transformasinya dilakukan secara *in vitro* dan dilihat dari hasil pertumbuhan tanaman yang telah diberi perlakuan.

Senyawa-Senyawa Ketahanan Penyakit

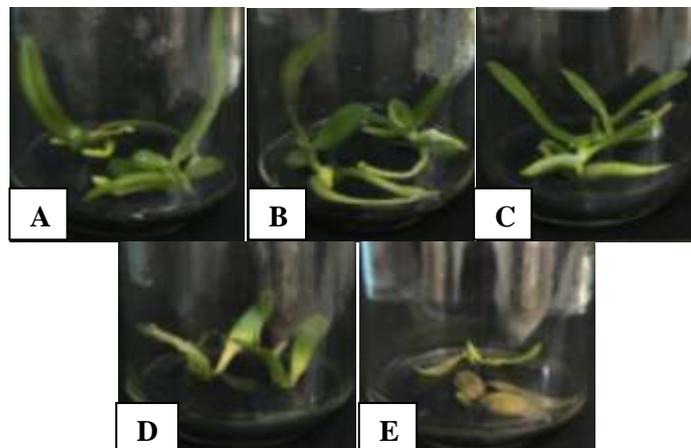
• **Asam Fusarat**

Pengaruh pengimbasan asam fusarat (AF) terhadap planlet anggrek dapat diketahui pula dengan melakukan analisis aktivitas enzim peroksidase (Nurchayani, 2015). Secara fisiologis, mekanisme ketahanan terhadap virus melibatkan peningkatan aktivitas enzim peroksidase yang berperan dalam mekanisme ketahanan terhadap suatu cekaman. Saravanan *et al.*, (2004) menyatakan bahwa gen yang mengatur aktivitas enzim peroksidase merupakan gen ketahanan hipersensitif dominan pada tanaman sehingga membantu membentuk suatu mekanisme ketahanan terhadap suatu penyakit. Konsentrasi FA yang optimal untuk seleksi *in vitro* planlet *P. amabilis* adalah 40 ppm. Hasil seleksi planlet hidup dalam 100% berada pada konsentrasi (10-30 ppm) dan pada konsentrasi 40 ppm jumlah planlet yang hidup menjadi 60%. Berikut dapat dijelaskan pada (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis kandungan klorofil dari planlet *P. amabilis* yang diinduksi dengan asam fusarat.

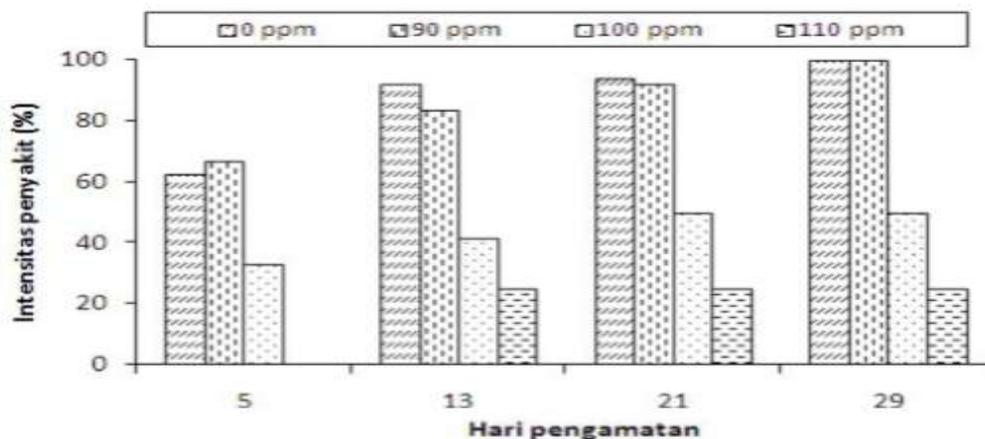
Fusaric Acid (Concentration (ppm))	Chlorophyll A content (mg/g tissue)	Chlorophyll B content (mg/g tissue)	Chlorophyll C content (mg/g tissue)
0 (control)	0,053±,003180 ^b	0,067±,002728 ^b	0,119±,006028 ^b
10	0,262±,018889 ^a	0,122±,018448 ^a	0,397±,025621 ^a
20	0,244±,026577 ^a	0,129±,005044 ^a	0,404±,028416 ^a
30	0,293±,0,16737 ^a	0,137±,004177 ^a	0,429±,020851 ^a
40	0,324±,0,15875 ^a	0,164±,004177 ^a	0,488±,021835 ^a

Kandungan klorofil A, klorofil B, dan klorofil tertinggi yang tertinggi pada planlet *P. amabilis* berada pada konsentrasi FA pada 40 ppm (Sumber: Nurchayani, 2019). Gambar Pengembangan planlet *P.amabilis* pada masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar. 1: Pengembangan planlet *P.amabilis* setelah 4 minggu pada berbagai konsentrasi FA. A = 0 ppm (kontrol), B = 10 ppm, C = 20 ppm, D = 30 ppm, dan E = 40 ppm (Sumber : Nurchayani, 2019).

Pengaruh pengimbasan asam fusarat (AF) terhadap planlet anggrek tanah dapat diketahui pula dengan melakukan analisis aktivitas enzim peroksidase. Saravanan *et al.*, (2004) menyatakan bahwa gen yang mengatur aktivitas enzim peroksidase merupakan gen ketahanan hipersensitif dominan pada tanaman sehingga membantu membentuk suatu mekanisme ketahanan terhadap suatu penyakit. Intensitas penyakit dan ketahanan yang telah diberi perlakuan asam Fusarat dapat dilihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Intensitas penyakit dan ketahanan yang telah diberi perlakuan asam Fusarat (Sumber: Nurcahyani, 2012).

Berdasarkan data (Nurcahyani, 2012) intensitas penyakit dan kategori ketahanannya, dapat diketahui bahwa perlakuan 110 ppm asam fusarat mampu mengimbas ketahanan yang paling baik, sehingga mampu menurunkan nilai intensitas penyakit hingga 25% dan menaikkan kriteria ketahanan dari moderat menjadi tahan. Hal tersebut menunjukkan bahwa asam fusarat mampu mengimbas ketahanan tanaman vanili terhadap penyakit layu fusarium. Hal ini sesuai dengan pendapat Bouizgarne *et al.*, (2006) bahwa konsentrasi asam fusarat toksik dapat menyebabkan kematian pada tanaman, tetapi konsentrasi non toksik yang dibawah dari 10^{-6} M akan membantu mengimbas sintesis fitoaleksin, suatu respon tanaman dalam menghambat aktivitas patogen.

• **Asam Salisilat**

Asam salisilat merupakan signal penting dalam ketahanan tanaman, digunakan sebagai senyawa pengimbas ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit layu Fusarium (Suryanti *et al.*, 2009). Hasil persentase dari seleksi dengan asam salisilat dapat dilihat pada (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase jumlah planlet hidup hasil seleksi dengan asam salisilat

Konsentrasi Asam Salisilat (ppm)	Persentase jumlah planlet hidup pada minggu				
	I	II	III	IV	
0	100	100	100	100	
65	100	100	100	100	
75	100	100	100	100	
85	100	100	100	80	

Asam salisilat (AS) dapat digunakan sebagai agen penyeleksi dalam seleksi *in vitro* untuk memperoleh varian yang tahan terhadap *Fusarium oxysporum*. Kisaran konsentrasi asam salisilat toleran untuk seleksi planlet anggrek bulan secara *in vitro* adalah 65-85 ppm. Secara *in vitro* penekanan perkembangan jamur *F. oxysporum* menggunakan seleksi asam salisilat pada konsentrasi 85 ppm lebih efektif dibandingkan konsentrasi 65 dan 75 ppm. Konsentrasi asam salisilat 85 ppm mampu mengimbas ketahanan yang paling baik, sehingga mampu menekan intensitas penyakit hingga 0% (Noviantia, 2017). Berikut penjelasan dapat dilihat pada data (Tabel 3).

Tabel 3. Intensitas penyakit hasil uji ketahanan dan tingkat ketahanan anggrek bulan pada setiap perlakuan asam salisilat.

Perlakuan	Hari Pengamatan										
	4	8	12	16	20	4	8	12	16	20	
IP (%)	Kriteria Ketahanan	IP (%)	Kriteria Ketahanan	IP (%)	Kriteria Ketahanan	IP (%)	Kriteria Ketahanan	IP (%)	Kriteria Ketahanan	IP (%)	Kriteria Ketahanan
Kontrol	33,33	Moderat	66,67	Rentan	66,67	Rentan	66,67	Rentan	66,67	100	Rentan
65 ppm	33,33	Moderat	33,33	Moderat	66,67	Rentan	66,67	Rentan	66,67	66,67	Rentan
75 ppm	0	Tahan	33,33	Moderat	33,33	Moderat	33,33	Moderat	33,33	33,33	Moderat
85 ppm	0	Tahan	0	Tahan	0	Tahan	0	Tahan	0	0	Tahan

Keterangan : IP = Intensitas Penyakit

Berdasarkan data intensitas penyakit dan kategori ketahanannya, dapat diketahui bahwa perlakuan AS 85 ppm mampu mengimbas ketahanan yang paling baik, dapat menekan intensitas penyakit kurang dari 25% sehingga kriteria menjadi tahan. Hal ini menunjukkan bahwa AS mampu mengimbas ketahanan planlet anggrek bulan terhadap penyakit layu Fusarium.

• **PEG 6000**

Polyethylene Glycol adalah senyawa kimia yang mengandung aktivitas sub unit matriks etilen oksida yang mampu mengurangi potensi osmotik dengan mengikat molekul air menggunakan ikatan hidrogen. Pemberian PEG ke planlet bertujuan untuk menghasilkan kondisi tekanan kekeringan karena berkurangnya ketersediaan air dalam tanaman (Rahayu *et al.*, 2005).

Gen Ketahanan Penyakit

• **Gen *KNAT1***

Gen *KNAT1* (*Knotted1-like Arabidopsis thaliana*) adalah kelompok gen *KNOX* kelas 1 yang berhasil diisolasi dan dikarakterisasi dari tanaman *Arabidopsis thaliana* dan diketahui berfungsi dalam ketahanan dari penyakit yang menyerang anggrek dan juga dapat mengatur pembentukan, perkembangan dan pemeliharaan meristem ujung batang agar sel-selnya tetap meristematik. Overekspresi gen *KNAT1* pada *Arabidopsis* diketahui menyebabkan terbentuknya tunas-tunas adventif baru pada permukaan atas dan bawah daun serta bentuk daun menjadi berlobi. Berdasarkan asumsi bahwa gen-gen yang berperan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman *Arabidopsis* memiliki kesamaan dengan tanaman anggrek maka studi homologi pada tanaman anggrek dengan menggunakan gen *KNAT1 Arabidopsis* akan sangat membantu dalam identifikasi gen penentu yang berperan dalam proses pertumbuhan tunas yang selanjutnya akan mempengaruhi daur hidup tanaman *P. amabilis* (Ismningsih, 2019).

• **Gen *POH1***

Gen *POH1* (*Phalaenopsis Orchid Homeobox1*) memelihara perkembangan tunas di tanaman dan menjaganya dalam kondisi normal. Gen *POH1* berfungsi sebagai pengaturan genetik dalam pengembangan protocorm dan semai dalam kultur *in vitro* dan transisi bunga *in vivo*. Namun, kami juga menemukan bahwa 40% protocorm menghasilkan tunas ganda (2 tunas menjadi 3 tunas) dari satu benih yang berkecambah pada medium kultur NP, dan 60% lainnya tumbuh menjadi tunas tunggal dari setiap benih. Ini sesuai dengan pendapat Arditti dan Ernst bahwa embrio anggrek *Phalaenopsis* mengalami lebih dari satu tunas muncul dari satu biji dalam perkecambahan biji. Ini kemungkinan terkait dengan aktivitas gen homeobox seperti *POH1*, gen homolog *STM* dan lainnya dalam meristem apikal pucuk selama pertumbuhan embrio dan protocorm (Semiarti, 2016).

• **Gen *TCP***

Gen *TCP* (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Gen *TCP* ini merupakan salah satu gen dari keluarga anggrek. Gen ini memiliki profil ekspresi seperti berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan. Anggrek *PePCF10* dan *PeC1N8* menunjukkan pola ekspresi pada

pengembangan ovula. Kedua gen ini dapat berkontribusi pada TCP TF pada anggrek, mengendalikan dan pengembangan ovula (Lin, 2016).

- **Gen *nptII* dan *hpt***

Gen *nptII* singkatan dari Neimycin phospho transferase dan gen *hpt* singkatan dari Hygromycin phospho transferase. Keduanya merupakan gen ketahanan antibiotik atau gen ketahanan herbisida sebagai gen penyeleksi karena disamping lebih mudah diperoleh dan digunakan, diketahui memiliki dampak yang efektif pada berbagai tanaman baik pada monokotil dan dikotil (Qin, 2011).

- **Gen *LTP***

Gen *LTP* merupakan gen lipid transfer protein. Perbandingan tanaman kontrol dengan tanaman *LTP*, kemampuan beradaptasi terhadap permeabilitas sel tanaman transgenik *LTP* lebih dapat dikendalikan dan dikonversi di bawah tekanan suhu rendah, yang mengurangi kemungkinan menyebabkan kerusakan pada sel dan tanaman. Setelah mengukur indeks fisiologis yang disebutkan di atas dalam sampel daun melalui aklimasi dingin pada 15°, 10°, 5° C dan pemulihan yang menyertainya, gen *LTP* memindahkan tanaman yang terutama memberikan toleransi terhadap tekanan lingkungan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil review yang telah dilakukan maka senyawa yang tahan terhadap penyakit tanaman yaitu Asam Fusarat, Asam Salisilat dan PEG 6000. Sedangkan gen yang tahan penyakit yaitu gen *KNAT1*, gen *POH1*, gen *TCP*, gen *nptII* dan *hpt* dan gen *LTP*. Selain tahan terhadap penyakit, tetapi senyawa dan gen tersebut dapat meningkatkan baik pada pertumbuhan seperti daun, bunga dan batang.

Daftar Pustaka

- Bouizgarne, B., El-Maarouf, B.H., Frankart, C., Rebutier, D., Madiona, K., Pennarun AM, Monestiez, M., Trouverie, J., Amiar, Z., Briand, J., Brault, M., Rona, JP., Ouhdouch, Y & El Hadrami, I. 2006. Early physiological responses of *Arabidopsis thaliana* cells to fusaric acid : Toxic and signalling effects. *New Phytologist* 169: 209 – 218.
- Djatnika, I. 2012. Seleksi Bakteri Antagonis Untuk Mengendalikan Layu Fusarium pada Tanaman *Phalaenopsis*. *J. Hort.* 22 (3): 276-284.
- Hadisutrisno B. 2004. Taktik dan strategi perlindungan tanaman menghadapi gangguan penyakit layu Fusarium. *Simposium Nasional I*. Purwokerto, 2-3 Maret 2004.
- Isminingsih, S., Endang, S. dan Aziz, P. 2009. Homologi Fungsi Gen *KNAT1* (Knotted 1– Like *Arabidopsis thaliana*) Pada Anggrek Bulan *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. Dengan Mediator *Agrobacterium tumefaciens*. *Jurnal. Agroekotek.* 1 (1): 12-19.
- Lin, Y.F., You-Yi. C., Yu-Yun .H., Ching-Yu .S., Jui-Ling .H., Chuan-Ming .Y., Nobutaka .M., Masaru O.T., Zhong-Jian .L and Wen-Chieh .T. 2016. Genome-wide identification and characterization of TCP genes involved in ovule development of *Phalaenopsis equestris*. *Journal of Experimental Botany.* 67 (17): 5051–5066.
- Noviantia, R. A., Endang, N. dan Martha, L. L. 2017. Uji Ketahanan Planlet Anggrek Bulan

- Nurcahyani, E., Issirep, S., Bambang, H. dan Suharyanto, E. 2012. Penekanan Perkembangan Penyakit Busuk Batang Vanili (*Fusarium Oxysporum* F.Sp.Vanillae) Melalui Seleksi Asam Fusarat Secara *In Vitro*. *J. HPT Tropika*. 12 (1): 12 – 22.
- Nurcahyani, E., Rochmah, A., Tundjung, T.H. dan Isharnani. 2015. Pengimbasan Ketahanan Anggrek Tanah Dengan Asam Fusarat Secara *In Vitro* Terhadap Aktivitas Peroksidase. *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan*. ISBN 978-602-70530-2-1 halaman 183-187.
- Nurcahyani, E., Sumardi., Hardoko, I. Q., Asma, P. and Sholekhah. 2019. Analysis of Chlorophyll *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. Results of the Resistance to *Fusarium oxysporum* and Drought Stress. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* (IOSR-JAVS). 12 (11) Ser. I. PP 41-46.
- Panjaitan, E. 2005. Respons Pertumbuhan Tanaman Anggrek (*Dendrobium* sp.) Terhadap Pemberian BAP dan NAA Secara *In Vitro*. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*. 3 (3): 45-51.
- Qin, X., Yang, L., Shanjing, M., Tianbi, L., Hsinkan., Chengcai, C. and Youping, W. 2011. Genetic transformation of lipid transfer protein encoding gene in *Phalaenopsis amabilis* to enhance cold resistance. *Euphytica*. 177:33–43 DOI 10.1007/s10681-010-0246-4.
- Saravanan T, Bhaskaran R, and Muthusamy M. 2004. *Pseudomonas fluorescens* Induced Enzymological Changes in Banana Roots (cv. Rasthali) against *Fusarium Wilt Disease*. *Plant Pathology Journal* 3: 72-80. Yanti Y. 2011. Aktivitas Peroksidase Mutan Pisang Kepok dengan Ethyl Methane Sulphonate (EMS) Secara *In Vitro*. *Jurnal Natur Indonesia* 14 (1): 32-36.
- Semiarti, E., Agus, S., Rinaldi, R. and Ixora, S.M. 2016. Dynamic expression of POH1 gene in shoot development during *in vitro* culture of *Phalaenopsis orchid*. *AIP Conference Proceedings* 1744.
- Suryanti, Chinta, Y.D., dan Sumardiyono, D. 2009. Pengimbasan Ketahanan Pisang Terhadap Penyakit Layu *Fusarium* dengan Asam Salisilat *In Vitro*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15 (2): 90-95.