

## ANALISIS AKTIVITAS ENZIM PEROKSIDASE TANAMAN VANILI (*Vanilla planifolia* Andrews) HASIL PENGIMBASAN ASAM FUSARAT SECARA *IN VIVO*

Endang Nurcahyani<sup>1\*</sup>, Ratna Oktaviani<sup>1</sup>, Tundjung Tripeni Handayani<sup>2</sup>, Bambang Irawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prodi Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung

<sup>2</sup> Prodi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung

Correspondence Author: [endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id](mailto:endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id)

Diterima  
20.02.2023

Direvisi  
25.04.2023

Dipublikasikan  
30.04.2023

© Penulis 2022

PISSN 2540-8224  
EISSN 2540-8267



Penerbit:  
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

### ABSTRAK

Kendala produksi dalam budidaya vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) salah satunya diakibatkan oleh penyakit busuk batang yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*. Solusi untuk mengatasi penyakit tersebut menggunakan agen pengimbas yaitu asam fusarat dengan berbagai konsentrasi. Penggunaan kultivar vanili yang tahan penyakit busuk batang dengan hasil tinggi diharapkan merupakan alternatif pengendalian penyakit yang penting. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui aktivitas enzim peroksidase pada tanaman vanili yang diimbas asam fusarat berbagai konsentrasi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu konsentrasi asam fusarat 0 ppm (kontrol), 115 ppm, 125 ppm, dan 135 ppm. Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) kemudian dilakukan uji lanjut dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi asam fusarat, semakin tinggi aktivitas enzim peroksidasinya. Pada konsentrasi asam fusarat 135 ppm aktivitas enzim peroksidase tertinggi menghasilkan 0,74 U/mg/min.

**Kata Kunci:** asam fusarat, *Fov*, *in vivo*, peroksidase, *Vanilla planifolia*

### ABSTRACT

One of the production constraints in the cultivation of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) is stem rot disease is caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*. The solutions used to treat this disease is by using irritating agents, namely fusaric acid with various concentrations. The use of vanilla cultivars that are resistant to stem rot with high yields is expected to be an important disease control alternative. The purpose of this study was to determine the activity of the peroxidase enzyme in vanilla plants induced by various concentrations of fusaric acid. The study was conducted using a completely randomized design (CRD) with one factor, namely fusaric acid concentrations of 0 ppm (control), 115 ppm, 125 ppm, and 135 ppm. The data that has been obtained is analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) then a further test is carried out with the Honest Significant Difference (BNJ) with a level of 5%. The results showed that the higher the concentration of fusaric acid, the higher the activity of the peroxidase enzyme. At a fusaric acid concentration of 135 ppm, the highest activity of the peroxidase enzyme was 0.74 U/mg/min.

**Keywords:** fusaric acid, *Fov*, *in vivo*, peroxidase, *Vanilla planifolia*

## PENDAHULUAN

Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) sebagai salah satu tanaman yang memiliki nilai ekonomis sangat tinggi karena banyak dibutuhkan oleh konsumen. Kebutuhan yang semakin meningkat karena aroma vanili banyak digunakan pada berbagai industri, seperti industri makanan dan kosmetik. Kemajuan pesat akan kebutuhan tanaman vanili terlihat dari data statistik tahun ke tahun yang semakin meningkat. Direktorat Jenderal Perkebunan melakukan pengembangan tanaman vanili dengan memperluas lahan tanam sebesar 9.532 Ha dengan hasil yang dapat diproduksi senilai 1.456 ton (Dirjen Perkebunan Kementerian Pertanian, 2021).

Perkebunan untuk penanaman vanili di Indonesia cukup luas dengan nilai 19.920 Ha pada tahun 2012 dengan hasil yang didapatkan senilai 3.066 ton. Lampung sebagai provinsi yang memiliki nilai tinggi di Pulau Sumatera dengan luas perkebunan sebesar 479 Ha yang mampu menghasilkan 63ton pada tahun 2014 (BPS Lampung, 2020). Menurut *Food and Agriculture Organization Statistics* (FAOSTAT, 2020), Indonesia memiliki kapasitas untuk menghasilkan vanili sebanyak 2.306 ton pada tahun 2020.

Meskipun tanaman vanili telah banyak dibudidayakan dan memberikan hasil yang cukup banyak, terdapat kesulitan para petani vanili ketika proses budidaya. Salah satunya karena vanili rentan terhadap penyakit busuk batang vanili (BBV) yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vanilla* (*Fov*). Penyakit Busuk Batang Vanili (BBV) atau dikenal juga sebagai Penyakit layu *Fusarium* dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar dengan akibat matinya tanaman 50 - 100%, atau bahkan tidak dapat berproduksi serta mutu buah yang berasal dari tanaman yang sakit sangat rendah (Nurchayani *et al.*, 2012). Kadir *et al.* (2019) menyatakan bahwa tanaman vanili yang memiliki mutu rendah disebabkan karena terdapat jamur *Fusarium oxysporum* pada bagian daun, cabang batang, akar, dan batang. Penyakit ini sampai sekarang masih belum bisa diatasi secara efektif walaupun beberapa penelitian telah dilakukan. Salah satu alternatif cara pengendalian penyakit yang aman, efisien dan efektif serta aman terhadap lingkungan, antara lain menggunakan varietas yang tahan (Nurchayani *et al.*, 2021a; Nurchayani *et al.*, 2021b; Nurchayani *et al.*, 2021c).

Ketahanan terhadap penyakit dapat diperoleh dengan cara pengimbasan ketahanan (*Induced Resistance*), yaitu perlakuan sebelum infeksi patogen dengan senyawa kimia maupun dengan inokulasi mikroorganisme non patogenik (Sumardiyono dkk., 2015; Walters *et al.*, 2013). Ketahanan terimbas merupakan ketahanan yang tereksresi setelah tanaman diserang

patogen serta dapat dimanfaatkan sebagai alat penting untuk untuk pengendalian hama dan penyakit tumbuhan (Heil and Bostock, 2002; War *et al.*, 2012).

Penggunaan Asam Fusarat (AF) sebagai agen penyeleksi dalam seleksi *in vitro* dapat menghasilkan varian yang insensitif terhadap AF, sehingga setelah diregenerasikan menjadi tanaman maka tanaman tersebut resisten terhadap infeksi *Fo* (Purwati dkk., 2007; Gupta and Acharya, 2018). Asam fusarat (AF) merupakan metabolit yang dihasilkan oleh beberapa spesies jamur dari genus *Fusarium*. Secara kimia AF disebut *5-n-butylpicolinic acid*. Penggunaan AF sebagai agens penyeleksi dalam seleksi *in vitro* dapat menghasilkan sel atau jaringan *mutant* yang insensitif terhadap AF, sehingga setelah diregenerasikan menjadi tanaman dapat menghasilkan galur yang resisten terhadap infeksi patogen (Sukmadjaja dkk., 2013). Asam fusarat tidak beracun apabila konsentrasi yang diberikan yaitu di bawah  $10^{-6}$  M. Asam fusarat merupakan komponen penting dalam proses infeksi, tanaman inang yang insensitif terhadap AF diduga juga resisten/toleran terhadap infeksi *Fo* (Bouizgarne *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2008; Singh and Upadhyay, 2014).

Identifikasi mutan atau varian yang insensitif terhadap AF dengan seleksi *in vitro* pernah dilakukan pada *Arabidopsis thaliana* (Bouizgarne *et al.*, 2006); tanaman nanas (Borras *et al.*, 2001), vanili (Nurcahyani *et al.*, 2012; Nurcahyani *et al.*, 2014; Nurcahyani *et al.*, 2017; Nurcahyani *et al.*, 2018); Anggrek Tanah *Spathoglottis plicata* Bl. (Nurcahyani *et al.*, 2016a; Nurcahyani *et al.*, 2016b; Andari *et al.*, 2018); *Dendrobium sonia* (Dehgahi *et al.*, 2015); Cassava (Nurcahyani *et al.*, 2019a; Nurcahyani *et al.*, 2019b; Nurcahyani *et al.*, 2021a; Nurcahyani *et al.*, 2021c); *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. (Nurcahyani *et al.*, 2020; Nurcahyani *et al.*, 2021). Hasil penelitian para peneliti tersebut menunjukkan bahwa somaklonal dari hasil regenerasi *massa* sel yang tahan terhadap toksin tersebut juga tahan terhadap patogen, dan sifat ini diturunkan pada generasi berikutnya.

Mutagen dapat menyebabkan perubahan basa DNA sehingga struktur gen juga mengalami perubahan (Silverio *et al.*, 2007). Jika terjadi perubahan gen dapat mengaktivasi gen yang berperan dalam pertahanan, sehingga akan terbentuk mutan yang tahan terhadap suatu penyakit (Potdukhe, 2004). Menurut Saravanan *et al.* (2004) gen ketahanan hipersensitif dominan yang diekspresikan pada tanaman adalah gen penyandi enzim peroksidase. Enzim ini umumnya berperan dalam mekanisme ketahanan terhadap penyakit sehingga aktivitasnya dapat dijadikan sebagai induksi ketahanan.

Pada tanaman yang diperlakukan dengan AF, akan mengaktivasi gen-gen di antaranya gen peroksidase (Saravanan *et al.*, 2004). Perbandingan pita protein yang terbentuk melalui

pemisahan elektroforesis dapat dilakukan untuk mengidentifikasi produk gen yang dihasilkan selama tanaman vanili diseleksi dengan menggunakan AF.

## **METODE**

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan antara lain: rumah kaca, spektrofotometer, tabung reaksi, pipet tetes, rak tabung reaksi, neraca analitik, *hot plate*, labu erlenmeyer 300 mL, gelas ukur 10 mL dan 100 mL, labu ukur 100 mL, bibit tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) umur 4 bulan yang didapatkan dari petani vanili di Desa Srimenganten, Kecamatan Air Bakoman, Kabupaten Tanggamus, Lampung; *polybag*, akuades, tanah, pupuk kompos, alkohol 70%, asam fusarat, pirogalol 1.5 mL 0.05 M, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1% 105 mL.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu konsentrasi asam fusarat yang dibagi atas 4 taraf, yaitu 0 ppm, 115 ppm, 125 ppm, dan 135 ppm. Masing-masing dari konsentrasi tersebut dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali, dan pada setiap ulangan terdiri dari satu bibit tanaman vanili dalam *polybag*. Aktivitas enzim peroksidase dianalisis dengan menggunakan metode dari Saravanan (2004).

### **Prosedur**

Media tanam yang digunakan yaitu tanah dan pupuk organik dengan perbandingan 1:1, kemudian media yang sudah siap dimasukkan ke dalam *polybag* sebanyak 25 buah yang berukuran satu kg dan disusun pada masing – masing petakan. Asam fusarat yang digunakan pada penelitian ini yaitu 4 taraf konsentrasi meliputi 0 ppm, 115 ppm, 125 ppm, dan 135 ppm dari larutan stok 1000 ppm. Stok larutan dibuat dengan sebanyak 0,1 g asam fusarat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan dilarutkan dengan aquades sampai tanda batas, kemudian dihomogenkan. Selanjutnya dilakukan pengenceran asam fusarat dengan sesuai konsentrasi perlakuan. Pengimbasan AF dilakukan pada bibit vanili yang berumur empat bulan yaitu dengan merendam akar tanaman ke dalam larutan AF sebanyak 100 ml selama 30 menit. Masing – masing tanaman yang telah direndam kemudian ditanam pada media tanah yang telah disiapkan sebanyak 25 buah dan setiap *polybag* berisi 1 tanaman vanili.

Aktivitas enzim peroksidase dapat dianalisis dengan menggunakan metode Saravanan *et al.* (2004). Daun segar sebanyak 0,5 g digerus dengan aquades 10 ml kemudian disaring menggunakan kertas saring. Filtrat ditambahkan 1,5 ml 0,05 M pirogalol, dan 0,5 ml. 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Campuran disentrifus pada kecepatan 5.000 rpm dengan suhu 25 °C selama 10 menit, kemudian larutan dimasukkan ke dalam kuvet sebanyak 2 ml. Spektrofotometer diatur dengan <http://dx.doi.org/10.23960%2Fae.v8i01.2023.p68-76>  
*Anal. Environ. Chem.*

panjang gelombang 420 nm dan dibaca dari nol. Pada tahap awal ditambahkan 100  $\mu$ L 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pada kuvet yang sudah terisi campuran sampel. Aktivitas enzim dihitung dalam (u/mg)/min. Satu unit adalah aktivitas berubahnya OD 420 nm pada spektrofotometer per menit.

Data kuantitatif ditabulasi dengan faktor konsentrasi yang berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), data kuantitatif dari setiap parameter dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* pada taraf nyata 5% dan uji lanjut dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, aktivitas enzim peroksidase sebagai suatu mekanisme ketahanan tanaman vanili terhadap asam fusarat telah diukur dengan menggunakan metode Saravanan *et al.* (2004) pada tanaman vanili yang diimbasi asam fusarat (konsentrasi 115 ppm, 125 ppm, dan 135 ppm), dan kontrol. Hasil analisis aktivitas enzim peroksidase disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil Uji dan rata-rata aktivitas enzim peroksidase vanili pada minggu ke-4 setelah perlakuan minggu ke-4 setelah perlakuan

Perlakuan Asam fusarat (ppm)	Aktivitas Enzim Peroksidase (U/mg)/menit $\bar{y} \pm SE$
Kontrol (0)	0.31 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
115	0.43 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>
125	0.60 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>
135	0.74 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>

Keterangan:

$\bar{y}$  = Rata-rata aktivitas enzim peroksidase

SE = Standar error

Nilai-nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5% pada uji BNJ

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui adanya indikasi peningkatan aktivitas enzim peroksidase yang signifikan dari tiga konsentrasi cekaman AF yang berbeda. Pada konsentrasi AF 115 ppm menghasilkan aktivitas peroksidase 0,43 U/mg/min, konsentrasi 125 ppm menyebabkan aktivitas peroksidase 0,60 U/mg/min dan pada konsentrasi AF 135 ppm menghasilkan 0,74 U/mg/min. Pada kontrol, aktivitas peroksidase sebesar 0,31 U/mg/min. Satu unit aktivitas enzim adalah perubahan absorbansi pada spektrofotometer pada satu mg protein

per menit. Hasil penelitian tersebut membuktikan adanya peningkatan konsentrasi cekaman asam fusarat akan meningkatkan pula aktivitas enzim peroksidase.

Bouizgarne *et al.* (2006) menyatakan konsentrasi asam fusarat yang nontoksik (di bawah  $10^{-6}$  M) dapat mengimbas sintesis fitoaleksin, suatu bentuk tanggapan tanaman untuk menghambat aktivitas patogen. Melalui metode ini telah banyak dilakukan penelitian dan telah berhasil mendapatkan sifat ketahanan terhadap penyakit layu *Fusarium* seperti pada pisang, gandum, anyelir dan planlet vanili secara *in vitro* (Nurchayani *et al.*, 2012; Nurchayani *et al.*, 2014). Penggunaan asam fusarat sebagai agens penyeleksi dalam seleksi *in vitro* dapat menghasilkan sel atau jaringan mutan yang insensitif terhadap asam fusarat, sehingga setelah diregenerasikan menjadi tanaman dapat menghasilkan galur yang resisten terhadap infeksi patogen.

Selain itu penelitian ini juga didukung oleh penelitian Yanti (2011), yang menunjukkan bahwa ada peningkatan aktivitas enzim peroksidase sekitar 8 kali pada bibit pisang kepok yang diperlakukan dengan mutagen *Ethyl Methane Sulphonat* (EMS) dibandingkan kontrol. Aktivitas enzim peroksidase juga telah dipublikasi oleh Harni *et al.* (2012), pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin*) yang diinfeksi oleh bakteri endofit dan nematoda *Pratylenchus brachyurus* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan oleh *Achromobacter xylosoxidans* TT2, *Pseudomonas putida* EH11 dan *Alcaligenes faecalis* NJ16.

Menurut Saravanan *et al.* (2004), pembentukan protein peroksidase dan aktivitasnya tergantung dari tingkat cekaman patogen dan jenis patogennya. Fakta ini didukung oleh penelitian Alkahtani *et al.* (2011), yang meneliti berbagai perlakuan cekaman abiotik terhadap mentimun dapat meningkatkan aktivitas enzim peroksidase.

Adanya indikasi peningkatan aktivitas enzim peroksidase yang signifikan dari tiga konsentrasi cekaman asam fusarat yang berbeda pada tanaman vanili diduga karena cekaman asam fusarat dapat menyebabkan peningkatan senyawa peroksida ( $H_2O_2$ ). Bouizgarne *et al.* (2006) dan Patel *et al.* (2007), menyatakan bahwa asam fusarat pada konsentrasi  $10^{-7}$  dapat mengimbas produksi dan meningkatkan  $H_2O_2$ . Peroksida merupakan senyawa yang dapat memicu meningkatnya aktivitas enzim peroksidase. Selain  $H_2O_2$  sebagai senyawa yang bersifat toksik bagi patogen, enzim peroksidase juga dapat menjadi katalisator dalam pembentukan lignin. Selanjutnya, Agrios (2005) mengemukakan bahwa pada tanaman yang tahan terjadi peningkatan aktivitas peroksidase, sedangkan pada tanaman yang peka tidak ada perubahan atau bahkan aktivitas peroksidase menurun dibandingkan dengan tanaman sehat.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang didanai oleh Hibah Penelitian *Professorship*, LPPM, Universitas Lampung, berdasarkan surat Penugasan Penelitian *Professorship* Nomor Kontrak: 478/UN26.21/PN/2022 Tanggal 17 Mei 2022, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan bahwa semakin meningkat konsentrasi asam fusarat maka semakin tinggi aktivitas enzim peroksidasenya. Pada konsentrasi asam fusarat 135 ppm aktivitas enzim peroksidase tertinggi menghasilkan 0,74 U/mg/min.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alkahtani, M., Omer, S.A., El-Naggar, M.A., Abdel-Kareem, E.M., & Mahmoud, M.A. (2011). Pathogenesis-related Protein and Phytoalexin Induction Against Cucumber Powdery Mildew by Elicitors. *International Journal of Plant Pathology* 2(2): 63-71.
- Andari, G., & Nurcahyani, E. (2018). Analisis Kandungan Klorofil Hasil Ketahanan Terimbas *Fusarium oxysporum* terhadap *Spathoglottis plicata* Secara *In Vitro*. *Musamus Journal of Animal Livestock Science*, 1 (1). pp. 17-26.
- BPS Lampung. (2020). Badan Pusat Statistik Lampung. <https://lampung.bps.go.id/> diakses pada tanggal 20 November 2022.
- Bouizgarne, B, Bouteau HEM, Frankart C, Reboutier D, Madiona K, Pennarun AM, Monestiez M, Trouverie J, Amiar Z, Briand J, Brault M, Rona JP, Ouhdouch Y, & Hadrami EI. (2006). Early Physiological Responses of *Arabidopsis thaliana* Cells to Fusaric Acid : Toxic and Signalling Effects. *New Phytologist* 169: 209 – 218.
- Dirjen Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2021). *Pengembangan Perkebunan 2021*. Laporan Tahunan 2021. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia: Jakarta.
- Dehghi, R., Latiffah, Z., Azhar, M., Alireza, J., & Sreeramanan, S. (2015). Effects of Fusaric Acid Treatment on The Protocorm-like Bodies of *Dendrobium sonia-28*. Springer. 253(5): 1373–1383.
- FAOSTAT. (2020). Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> diakses pada tanggal 20 November 2022.
- Gupta, N.S., & Acharya, K. (2018). Fungal Toxin as Potential Tool for *in vitro* Selection and Regeneration of Resistant Plants. *Asian J. Plant Pathol.* 12(1): 38-45.
- Harni, R., Supramana, Sinaga, M.S., Giyanto, & Supriadi. (2012). Mekanisme Bakteri Endofit mengendalikan nematoda *Pratylenchus brachyurus* Pada Tanaman Nilam. *Bul. Litro* 23 (1): 102-114.

- Heil, M., & Bostock, R.M. (2002). Induced Systemic Resistance (ISR) Against Pathogens in the Context of Induced Plant Defences. *Annals of Botany*. 89: 503-512.
- Kadir, N., Ab., Naher, L., & Sidek, N. (2019). Economical Important Phytopathogenesis Diseases in *Vanilla planifolia*: A review paper. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science*. 7 : 77-82.
- Nurchahyani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B., & Suharyanto, E. (2012). Penekanan Perkembangan Penyakit Busuk Batang Vanili (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*) Melalui Seleksi Asam Fusarat Secara *In Vitro*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. Terakreditasi SK No. 110/DIKTI/Kep/2009. ISSN: 1411-7525. Vol. 12 /No. 1: 12-22
- Nurchahyani, E., Hadisutrisno, B., Sumardi, I., & Suharyanto, E. (2014). Identifikasi Galur Planlet Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) Resisten Terhadap Infeksi *Fusarium oxyporum* f. sp. *vanillae* Hasil Seleksi *In Vitro* dengan Asam Fusarat. Prosiding Seminar Nasional: “Pengendalian Penyakit Pada Tanaman Pertanian Ramah Lingkungan”. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komda Joglosemar-Fakultas Pertanian UGM. Hlm: 272-279.
- Nurchahyani, E., Agustrina, R. & Handayani, T.T. (2016a). The Protein Profile of the Plantlets of *Spathoglottis plicata* Bl. Induced Resistance to *Fusarium oxysporum*. *Journal of Plant Science* 4(5): 102-105.
- Nurchahyani, E., Agustrina, R., Suroso, E., & Andari, G. (2016b). Analysis of Peroxidase Enzyme and Total Phenol from Ground Orchid (*Spathoglottis plicata* Bl) as Result of the *In Vitro* Fusaric Acid Selection Toward to *Fusarium oxysporum*. *International Journal of Applied Agricultural Science* 2(6): 79-82.
- Nurchahyani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B., & Suharyanto, E. (2017). DNA Pattern Analysis of *Vanilla planifolia* Andrews Plantlet which Resistant to *Fussarium oxysporum* f. sp.*vanillae*. *WJPLS* 3(4): 27-34.
- Nurchahyani, E., Yulianty, & Suharyanto, E. (2018). *In Vivo* Study: Characterization of Mutants *Vanilla planifolia* Andrews Resistant To *Fusarium* Wilt Disease Based On Analysis of the Lignin and the Phenol Content. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* Volume 11, Issue 3 Ver. I. PP: 15-18.
- Nurchahyani, E., Sumardi, Irawan, B., Sari, E.Y., & Sari, T.L. (2019a). *In Vitro* Study: Induced Resistance of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) Plantlet Against *Fusarium oxysporum* Based on Analysis of Phenol Content. *WJPLS*, Vol. 5, Issue 2, 195-198.
- Nurchahyani, E., Sumardi, Irawan, B., Sari, E.Y., & Sari, T.L. (2019b). Analisis Pola DNA Planlet Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz.) Hasil *Induced Resistance* Terhadap *Fusarium oxysporum*. *Journal of Tropical Upland Resources*, Vol. 1, No. 01, 93-102.
- Nurchahyani, E., Sumardi, Qudus, H.I., Palupi, A., & Sholekhah. (2019c). 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)*. Volume 12, Issue 11 Ser. I.: 41-46.
- Nurchahyani, E., Sumardi, Qudus, H.I., Wahyuningsih, S., Sholekhah, & Palupi, A. (2020). *In Vitro* Selection *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. Plantlets Result of Induced Resistance With Fusaric Acid. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*. *WJPLS*. Vol. 6, Issue 2, 25-28.



- Nurcahyani, E., Sholekhah, Sumardi, & Qudus H. I. (2021a). Analysis of Total Carbohydrate and Chlorophyll Content of The Orchid Plantlet [*Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl.] Resistant Fusarium Wilt Disease. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1751 012061. 1751(2021)012061. pp. 1-5
- Nurcahyani, E., Qudus H. I., & Evlin, F. (2021b). Analysis of the Protein Profile of Cassava Plantlets (*Manihot esculenta* Crantz.) Resistance to Fusarium Wilt Disease. *OnLine Journal of Biological Sciences* 21 (2): 327-333.
- Nurcahyani, E., Qudus, H.I., & Evlin, F. (2021c). Analysis of The Reducing Sugar of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) Mutant Plantlets Resistant to Fusarium Wilt.". *AIP Conference Proceedings* 2331, 050010.
- Patel, V.K, Yadav, R.S.S, & Yadav, K.D.S. (2007). Enzymatic Characteristics of Lignin Peroxidases of Indigenous Lignolytic Fungal Strains-Part I. *Indian Journal of Biotechnology* 6: 553-556.
- Potdukhe, N.R. (2004). Effect of Physical and chemical mutagens in M1 generation in red gram (*Cajanus cajan*) *Nat. J. Pl. Improve* 6(2): 108-111.
- Saravanan, T., Bhaskaran, R., & Muthusamy, M. (2004). *Pseudomonas fluorescens* Induced Enzymological Changes in Banana Roots (cv. Rasthali) against *Fusarium* Wilt Disease. *Plant Pathology Journal* 3: 72-80.
- Silverio, G.L., Jhon, T.A., David, D.P., Elvira, G., & David, J.B. (2007). Soluble peroxidase activity in maize endosperm associated with Maize Weevil Resistance. *J. Crop Science Society of America* 15-22.
- Singh, V.K. & Upadhyay, R.S. (2014). Fusaric Acid Induced Cell Death and Changes in Oxidative Metabolism of *Solanum lycopersicum* L. *Botanical Studies*. p: 55-66.
- Sumardiyono, C., Suharyanto, S., Suryanti, S., Rositasari, P. & Chinta, Y. D. (2015). Deteksi Pengimbasan Ketahanan Pisang Terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan Asam Fusarat. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 19 (1): 40-44.
- Sukmadjaja, D., Purnamaningsih, R., & Priyatno, T.P. (2013). Seleksi *In Vitro* dan Pengujian Mutan Tanaman Pisang Ambon Kuning untuk Ketahanan terhadap Penyakit Layu Fusarium. *Jurnal AgroBiogen*. 9(2): 66-76.
- Walters, D.L., Ratsep, J. & Havis, N.D. (2013). Controlling Crop Diseases Using Induced Resistance Challenges for the Future. *Journal of Experimental Botany*, 64 (5): 1263–1280.
- War, A.R., Paulraj, M.G., Ahmad, T., Buhroo, A.A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., & Sharma, H.C. (2012). Mechanisms of Plant Defense Against Insect Herbivores. *Plant signaling and behavior*. 7(10): 1306-20.
- Wu, H.S., Bao, W., Liu, D.Y., Ling, N., Ying, R.R., Raza, W., & Shen, Q.R. (2008). Effect of Fusaric Acid on Biomass and Photosynthesis of Watermelon Seedlings Leaves. *Caryologia*. 61(3): 258-268.
- Yanti, Y. (2011). Aktivitas Peroksidase Mutan Pisang Kepok dengan *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) secara *In Vitro*. *Jurnal Natur Indonesia* 14(1): 32-36.