

LITERATURE REVIEW: PENYAKIT LAYU FUSARIUM PADA TANAMAN PISANG DAN STRATEGI PENGENDALIANNYA

Dian Fatma Azizah*, Linda Advinda

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang 25171 Indonesia

e-mail: dianfatmaazizah09@gmail.com

Abstrak

Penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang, yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense (Foc), merupakan ancaman serius bagi produksi pisang di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Penyakit ini mengakibatkan gejala layu daun, penguningan, dan kematian tanaman, dengan kerugian ekonomi yang signifikan, mencapai 50% hingga 100% pada varietas yang rentan. Artikel ini disusun melalui kajian literatur yang mencakup pencarian melalui basis data ilmiah seperti PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar dengan menggunakan kata kunci terkait. Hasil kajian menunjukkan bahwa penyakit ini sulit dikendalikan karena daya tahan jamur di dalam tanah dan kemampuan infeksiya terhadap tanaman inang yang tidak menunjukkan gejala. Berbagai strategi pengendalian telah diterapkan, antara lain pengendalian agroteknis, kimia, dan biologis. Pengendalian agroteknis meliputi rotasi tanaman dan pemilihan varietas tahan, sedangkan pengendalian kimia menggunakan fungisida yang memiliki efektivitas terbatas. Pendekatan biologis, seperti penggunaan mikroorganisme antagonis, menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam mengurangi dampak penyakit ini. Penelitian terbaru menunjukkan potensi penggunaan bioteknologi, seperti teknik CRISPR, dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit ini. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik penyakit dan metode pengendalian yang efektif, diharapkan dapat mengurangi dampak penyakit layu Fusarium terhadap produksi pisang.

Kata kunci: **Pisang, layu fusarium; gejala fusarium, pengendalian fusarium**

Abstract

*Fusarium wilt disease in banana plants, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense (Foc), is a serious threat to banana production worldwide, including Indonesia. This disease causes symptoms of leaf wilting, yellowing, and plant death, with significant economic losses, reaching 50% to 100% in susceptible varieties. This article was compiled through a literature review that included searches through scientific databases such as PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar using related keywords. The results of the study indicate that this disease is difficult to control due to the resistance of the fungus in the soil and its ability to infect host plants that do not show symptoms. Various control strategies have been applied, including agrotechnical, chemical, and biological control. Agrotechnical control includes crop rotation and selection of resistant varieties, while chemical control uses fungicides that have limited effectiveness. Biological approaches, such as the use of antagonistic microorganisms, show promising potential in reducing the impact of this disease. Recent research has shown the potential for the use of biotechnology, such as the CRISPR technique, in increasing plant resistance to this disease. With a better understanding of the characteristics of the disease and effective control methods, it is hoped that the impact of Fusarium wilt disease on banana production can be reduced.*

Keywords: Banana, Fusarium wilt, Fusarium symptoms, Fusarium control

1. PENDAHULUAN

Pisang (*Musa* spp.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan memiliki potensi pasar baik dalam dan maupun luar negeri. Buah pisang mengandung mineral, vitamin, dan serat sehingga memiliki fungsi kesehatan seperti mengontrol tekanan darah, menjaga kesehatan ginjal, dan melancarkan pencernaan. Selain memiliki fungsi kesehatan, pisang juga memiliki fungsi sosial budaya dengan digunakannya dalam upacara religi dan adat (Sirappa, 2021).

Pisang tidak hanya dikonsumsi sebagai buah segar, tetapi juga digunakan dalam berbagai produk olahan, dan sediaan kosmetik seperti *sheet mask*, lotion, masker *pell off*, dan sabun cair yang menjadikannya salah satu sumber pendapatan utama bagi petani (Ekayanti et al., 2023). Penduduk desa Borani membuat kripik dari buah pisang dan kripik dari batang pelepah pisang sebagai inovasi dalam pemanfaatan pisang untuk mendorong perekonomian warga (Sagajoka et al., 2021). Di Indonesia, pisang menjadi salah satu buah yang paling banyak dibudidayakan. Namun, produksi pisang juga sering kali mengalami kendala dalam pengembangan dan peningkatan mutunya. Salah satu kendala utama adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* (Sudantha & Ni, 2014).

Penyakit layu Fusarium dikenal sebagai salah satu penyakit paling merusak yang dapat menyebabkan kerugian signifikan dalam produksi pisang. Jamur *F. oxysporum* masuk melalui akar yang terluka kemudian menyerang jaringan batang sehingga batang mengering dan menjadi kecoklatan. Daun tanaman yang terinfeksi akan menjadi kuning tua, layu, dan tangkai daun patah pada bagian pangkal (Bukhari & Nuryulsen, 2018). Dampak dari penyakit ini tidak hanya mempengaruhi hasil panen tetapi juga kualitas buah, yang dapat berdampak negatif pada harga di pasar dan kesejahteraan petani.

Penyakit layu Fusarium memiliki sejarah panjang dalam mempengaruhi produksi pisang di seluruh dunia. Sejak pertama kali diidentifikasi, penyakit ini telah menyebar

ke berbagai negara penghasil pisang, menyebabkan kerugian yang signifikan. Di beberapa negara, seperti Filipina dan India, penyakit ini telah menyebabkan penurunan produksi yang drastis, dengan laporan kerugian mencapai lebih dari 50% pada beberapa varietas pisang (Ploetz, 2015). Hal ini menunjukkan betapa seriusnya ancaman yang ditimbulkan oleh penyakit ini terhadap industri pisang global.

Pengendalian penyakit layu fusarium sudah dilakukan dengan beberapa metode, mulai dari penggunaan fungisida kimia, hingga pendekatan agroteknis dengan memilih varietas pisang yang tahan terhadap penyakit. Petani pisang di Dusun Margomulyo melakukan penggantian varietas Pisang Emas Kirana menjadi Pisang Agung setelah jamur *Fusarium oxysporum* menyerang dan menyebabkan pohon pisang menjadi layu, berair, hingga mati (Ulumuddin, 2021). Penggunaan fungisida asam fosfit (Agrifos), aluminium-fosetil (Aliette), dan fungisida antracol mampu menghambat perkembangan penyakit layu pada bibit pisang (Kristiawati et al., 2014; Syarifudin et al., 2021). Meskipun banyak penelitian telah dilakukan, perlu untuk merangkum hasil-hasil tersebut dalam satu artikel review yang komprehensif. Artikel ini dibuat berdasarkan berbagai informasi sehingga diharapkan mampu menjadi referensi yang berguna bagi peneliti, praktisi pertanian, maupun pembuat kebijakan dalam upaya mengendalikan penyakit layu fusarium secara efektif.

2. METODE PENELITIAN

Artikel ini disusun dengan menggunakan pendekatan kajian literature dengan memfokuskan pada penyakit layu fusarium pada tanaman pisang dan metode pengendalian yang digunakan. Proses pencarian literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah seperti PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan meliputi “Penyakit pada pisang”, “Produk olahan pisang”, “Penyakit Layu Fusarium”, “*Fusarium oxysporum*”, “Fusarium pada pisang”, “*plant-pathogen interaction*”, “*Banana disease management*” dan “pengendalian fusarium”. Artikel yang diulas mencakup publikasi dalam rentang waktu 20 tahun terakhir untuk memastikan relevansi dan memperhatikan temuan terbaru di bidang ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyakit Layu Fusarium

Tabel 1 Gejala penyakit layu fusarium pada tanaman pisang

Gejala	Deskripsi	Referensi
Menguningnya daun	Daun berubah warna menjadi kuning tua	Bukhari & Nuryulsen (2018), Saptayani (2023)
Layu	Daun dan batang tampak layu dan tidak segar	Saptayani (2023), Maryani et al. (2023)
Tangkai Daun Patah	Tangkai daun patah pada bagian pangkal	Maryani et al. (2023) Bukhari & Nuryulsen (2018)
Bercak hitam pada batang	Terdapat bercak hitam hingga kemerahan saat dibelah	Fitriani et al (2020), Saptayani (2023)
Bonggol kecoklatan	Bonggol pisang menunjukkan warna coklat seperti busuk	Saptayani (2023)

Penyakit layu fusarium disebabkan oleh jamur dari genus *Fusarium*, yaitu *Fusarium oxysporum*. Jamur ini dapat menular melalui tanah, air, tanaman yang terinfeksi, maupun alat pertanian yang sudah terkontaminasi dan menyerang bagian akar dan umbi (Salacinas et al., 2022). Penyakit Layu Fusarium (PLF) memiliki gejala menguningnya daun kemudian layu. Selain itu, pangkal daun atau pelepah akan mengalami rebah. Saat bagian batang dibelah melintang terdapat bercak hitam hingga kemerahan dan bonggol pisang akan kecoklatan seperti busuk kering. Hal ini disebabkan jamur yang masuk ke sistem pembuluh membentuk koloni di sepanjang pembuluh xylem. Pisang yang terinfeksi PLF tidak akan produktif menghasilkan buah dan lama kelamaan akan mati (Saptayani, 2023; Maryani et al., 2023; Fitriani et al., 2020).

Penyakit layu fusarium sulit dikendalikan karena termasuk jamur tular tanah yang memiliki daya tahan hidup yang lama di dalam tanah (tanpa adanya tanaman inang) atau berada dalam tanaman inang yang tidak memiliki gejala penyakit karena memiliki struktur bertahan berupa klamidospora (Buddenhagen, 2009; Hennessy et al, 2005). Sebagai patogen vaskular, jamur dapat lolos dari sarana pengendalian yang kurang tepat karena sudah menginfeksi ke dalam tanaman. Teknik pertanian seperti monokultur pisang juga menjadi salah satu fasilitas penyebaran patogen (Bubici et al., 2019). Upaya pengendalian penyakit layu fusarium telah diterapkan beberapa metode seperti pengendalian agtoreknis, kimia, dan biologis.

Tabel 2 Metode Pengendalian Penyakit Layu Fusarium

Metode Pengendalian	Jenis Metode	Deskripsi	Efektivitas	Referensi
Agroteknik	Rotasi tanaman	Mengganti jenis tanaman	Meningkatkan ketahanan	Gulo & Yoel (2025)
Agroteknik	Kebersihan lahan	Menghilangkan gulma	Mengurangi resiko infeksi	Warhana et al. (2021)
Agroteknik	Penggunaan varietas tahan	Menggunakan varietas tahan terhadap penyakit	Efektif	Dita et al. (2018), Li et al. (2015)
Kimia	Fungisida	Penggunaan propineb, asam fosfit (Agrifos), aluminium-fosetil (Aliette)	Terbatas (kemungkinan resistensi)	Syarifudin et al. (2021), Kristiawati et al, (2014)
Kimia	Induksi ketahanan	Menginduksi ketahanan tanaman	Meningkatkan ketahanan	Juwanda et al. (2016), Sumardiyan

Metode Pengendalian	Jenis Metode	Deskripsi	Efektivitas	Referensi
		menggunakan bahan kimia		to et al. (2015)
Biologis	<i>Trichoderma</i> spp.	Menggunakan jamur antagonis untuk meningkatkan ketahanan tanaman	Efektif dalam mengurangi gejala	Sudantha & Ni (2014)
Biologis	Ekstrak tanaman	Menggunakan ekstrak daun kedondong dan jamur dewandaru sebagai biofungisida	Menghambat pertumbuhan jamur	Fadilah et al. (2018), Dewantari & Yuni (2021)

3.2 Pengendalian Secara Agroteknis

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengurangi infeksi oleh jamur fusarium, namun masih ada tantangan dalam proses implementasinya. Jamur *F. oxysporum* memiliki makronidium dan mikronidium yang dapat terbentuk dan berkembang di dalam jaringan xilem sehingga menyumbat dan mengganggu proses fisiologis tanaman. Dampak dari terganggunya proses fisiologis, tanaman menjadi layu dan mati. Jamur *F. oxysporum* juga memiliki klamidospora yang dapat bertahan lama di dalam tanah bekas tanaman inang yang sudah mati. Kemampuan ini yang menyebabkan penyebaran jamur *F. oxysporum* semakin luas (Kristiawati et al., 2014). Kondisi lingkungan (suhu, kandungan unsur tanah) dan kondisi biotik dapat mempengaruhi perkembangan *F. oxysporum*. Suhu 22 – 30°C merupakan suhu optimum untuk perkembangan *F. oxysporum*. Tanah dengan kandungan nitrogen tinggi

namun kekurangan unsur lain menjadi pendukung *F. oxysporum* untuk berkembang biak (Desai et al., 2015; Tanjung et al., 2022). Fitonematoda merupakan kondisi biotik yang membantu *F. oxysporum* saat menginfeksi tanaman. Hasil penelitian Rocha et al. (2020) menyebutkan dengan kehadiran *Radopholus similis*, tanaman resisten menjadi rentan saat menghadapi serangan *F. oxysporum*.

Menghadapi tantangan tersebut, para praktisi pertanian masih bergantung pada metode tradisional dalam mengendalikan penyebaran penyakit ini seperti pemberian kapur barus, air seni kambing, minyak tanah, dan menebang tanaman induk yang terinfeksi walaupun hasilnya kurang memuaskan (Ulumuddin, 2021; Maryani et al., 2023). Selain itu, kebersihan lahan dari gulma juga harus diperhatikan karena gulma mampu menjadi inang dari jamur *F. oxysporum* tanpa menyebabkan gejala. Hasil penelitian Wardhana et al. (2021) terhadap *F. oxysporum* endofit dari gulma yang tumbuh di daerah pertanaman pisang bersifat patogenik, sehingga petani harus meningkatkan sanitasi lahan dari pertumbuhan gulma.

Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah metode rotasi tanaman dan penggunaan varietas pisang yang tahan terhadap patogen ini (Gulo & Yoel, 2025). Penelitian Dita et al. (2018) menyebutkan bahwa varietas jenis “Prata” di Brasil dan “Gros Michel” di Kolombia merupakan varietas tahan terhadap *Foc R1*. Sementara itu, varietas resistensi terhadap *Foc TR4* telah ditemukan pada kerabat liar pisang, terutama *M. basjoo* dan *M. itinerans*, tetapi juga pada *M. yunnanensis*, *M. nagensium*, *M. ruiliensis*, dan *M. velutina* (Li et al., 2015).

3.3 Pengendalian Secara Kimia

Pengendalian penyakit tanaman ini juga dapat dilakukan secara kimiawi. Untuk mengendalikan jamur pada tanaman, bahan kimia yang digunakan adalah propineb selaku bahan aktif dari fungisida antracol (Syarifudin et al., 2021). Namun pengendalian secara kimiawi juga memiliki efektivitas yang terbatas karena patogen dapat mengembangkan resistensi terhadap bahan kimia yang digunakan. Penggunaan fungisida kimia secara berlebihan sebagai upaya pengendalian penyebaran jamur

fusarium dikhawatirkan menimbulkan kerusakan pada lingkungan (Tarigan et al., 2024).

Penyakit layu fusarium merupakan penyakit sistemik yang sulit dikendalikan menggunakan fungisida. Untuk mengurangi peluang terinfeksi penyakit ini, perlu dilakukan peningkatan ketahanan menggunakan metode induksi ketahanan. Metode ini bisa dilakukan secara *in-vitro* dengan menggunakan asam salisilat sebagai bahan kimia. Hasil penelitian Juwanda et al. (2016) pada planlet bawang merah menunjukkan bahwa asam salisilat mampu meningkatkan ketahanan terhadap serangan fusarium dan menurunkan status ketahanan planlet yang sebelumnya rentan menjadi moderat. Penelitian Sumardiyanto et al. (2015) terhadap hasil pengimbasan ketahanan pisang dengan 1,165 ppm asam fusarat dalam kultur jaringan menunjukkan peningkatan ketahanan di lapangan. Hal ini menunjukkan masih ada bahan kimia yang bisa digunakan untuk pengendalian serangan penyakit layu fusarium selain fungisida walaupun menggunakan metode yang berbeda.

3.4 Pengendalian Secara Biologis

Di samping itu, pengendalian biologis juga mulai mendapatkan perhatian sebagai alternatif yang ramah lingkungan. Pupuk hayati yang terbuat dari mikroorganisme dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah (Nugraheni et al., 2022).

Penggunaan mikroorganisme antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan Fusarium merupakan salah satu metode yang sedang diteliti. Hasil penelitian Sudantha & Ni (2014) menyatakan jamur endofit *T. viride* isolat ENDO-20, *T. koningii* isolat ENDO-21 dan *T. polysporum* isolat ENDO-22 yang diperlakukan pada bibit pisang meningkatkan ketahanan terinduksi bibit pisang terhadap penyakit layu Fusarium. Hasil penelitian Bukhari dan Nuryulsen (2018) menyebutkan bahwa pemberian campuran *Trichoderma* sp . dan pupuk kandang memiliki pengaruh nyata terhadap intensitas serangan penyakit layu fusarium umur 30, 60, dan 90 HST. Melalui uji *in-vitro* *Trichoderma* sp. dapat melisis hifa *F. oxysporum* melalui penempelan hifa

Trichoderma sp. hingga keluarnya sitoplasma sebagai tanda lisis pada hifa *F. oxysporum* (Sudirman et al., 2011).

Selain *Trichoderma*, *Pseudomonad fluoresens* menunjukkan kemampuan dalam menekan perkembangan serangan jamur fusarium (Sulyanti et al., 2018). Hal ini berkaitan dengan kemampuan *Pseudomonad fluoresens* dalam menghasilkan siderofor. Senyawa ini memiliki afinitas besi yang tinggi, larut dalam air dan dapat berdifusi dengan cepat. Sehingga dapat berperan sebagai pengendali hayati (Advinda et al., 2019). Pendekatan ini tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia, tetapi juga dapat meningkatkan kesehatan tanah dan keberlanjutan pertanian.

Selain memanfaatkan mikroorganisme, ekstrak tanaman juga dimanfaatkan sebagai biofungisida dalam menghambat pertumbuhan jamur fusarium. Hasil penelitian Dewantari dan Yuni (2021) menyebutkan bahwa ekstrak daun dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan persentase $70,31 \pm 3,21\%$. Selain itu ekstrak daun kedondong dengan konsentrasi 30% mampu menghambat pertumbuhan miselia jamur fusarium sebesar 63%. Dimana hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan semakin tinggi konsentrasi ekstrak kedondong yang digunakan, semakin tinggi juga daya hambat yang dihasilkan (Fadilah et al., 2018). Hasil penelitian Titalianingtyas & Evie (2023) mengemukakan bahwa ekstrak daun jarak pagar juga berpotensi sebagai biofungisida dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara in vitro.

Fokus terbaru dalam penelitian terkait pengendalian penyakit layu fusarium yaitu menggunakan pendekatan bioteknologi dan pemuliaan tanaman. Teknik CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*) merupakan metode pengeditan gen untuk mengubah atau menonaktifkan gen. Teknik ini memungkinkan terjadinya modifikasi pada genom tanaman sehingga dapat meningkatkan ketahanan tanaman (Jumiono et al., 2024). Teknik CRISPR/Cas9 pernah digunakan untuk memodifikasi lima gen homolog GA20ox2 pada pisang untuk meningkatkan ketahanan terhadap stress abiotik (Shahzaib et al., 2023). Diharapkan penelitian penggunaan

teknik CRISPR untuk mengedit gen tanaman pisang agar tahan terhadap penyakit layu fusarium terus berkembang. Selain itu, penelitian interaksi mikrobioma tanah dan tanaman terus meningkat dan menunjukkan potensi untuk meningkatkan ketahanan tanaman. Pendekatan ini diharapkan menjadi solusi jangka panjang dalam mengatasi penyakit layu fusarium di Indonesia.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Penyakit layu fusarium merupakan ancaman serius yang mempengaruhi produksi pisang. Meskipun berbagai metode pengendalian telah ditetapkan, tantangan seperti resistensi patogen dan ketergantungan pada metode tradisional masih menjadi kendala. Pengendalian yang terintegrasi seperti pendekatan agroteknis, biologis, dan kimia diperlukan untuk mengurangi dampak penyakit ini. Selain itu, penelitian dan pengembangan varietas tahan diharapkan mampu memberikan solusi jangka panjang dalam menghadapi penyakit layu fusarium.

4.2 Saran

Untuk penelitian di masa depan, disarankan agar fokus diberikan pada pengembangan varietas pisang yang tahan terhadap *Fusarium oxysporum* dan interaksi mikrobioma tanah dengan tanaman untuk menemukan solusi jangka panjang dalam menghadapi penyakit layu fusarium. Edukasi kepada petani mengenai praktik pertanian yang baik serta alternatif pengendalian penyakit layu fusarium juga diperlukan untuk menekan penyebaran penyakit ini.

5. REFERENSI

- Advinda, L., Pratama, I., Fifendy, M., & Anhar, A. (2019). The addition of various carbon sources on growing media to increase the siderophore level of fluorescent pseudomonad bacteria. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1).
- Bubici, G., Kaushal, M., Prigigallo, M. I., Gómez-Lama Cabanás, C., & Mercado-Blanco, J. (2019). Biological control agents against Fusarium wilt of banana. *Frontiers in microbiology*, 10, 616.
- Buddenhagen, I. (2009). Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense

- and history of introduction of “Tropical Race 4” to better manage banana production. *Acta Hortic.* 193–204.
- Bukhari & Nuryulsen, S. (2018). Pengaruh Pemberian *Trichoderma* sp. Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Beberapa Jenis Pisang di Lahan yang Telah Terinfeksi. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(1), 23-34.
- Desai, M.S., Jagtap, A.A., & Kamble, S.S. (2015). *Influence of some growth factors in-vitro growth of Fusarium oxysporum f.sp. Cubunse causing Panama Wilt of Banana. Emerging Research Trends in Life Sciences.* Maharashtra : Bhumi Publishing.
- Dewantari, S.S., & Yuni, S.R. (2021). Aktivitas Biofungisda Ekstrak Daun Dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium* sp secara *In Vitro*. *LentreaBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 199-206.
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E. S. G., & Staver, C. P. (2018). Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. *Front. Plant Sci.* 9, 1468.
- Ekayanti, N.L.F., Fitria, M., & Ni, L.K.A.A.D. (2023). Artikel Review: Pemanfaatan Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) sebagai Sediaan Kosmetik. *Jurnal Integrasi Obat Tradisional*, 2(2), 19-24.
- Fadilah, L.L., Mahanani, T.A., & Evie, R. (2018). Penggunaan Ekstrak Daun Kedondong (*Spondias pinnata*) untuk menghambat Pertumbuhan Miselia Jamur *Fusarium oxysporum* secara *In-Vitro*. *LentreaBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 7(1), 28-32.
- Fitriani, M. L., Wiyono, S., & Sinaga, M. S. (2020). Potensi Kolonisasi Mikoriza Arbuskular dan Cendawan Endofit untuk Pengendalian Layu Fusarium pada Bawang Merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 15(6), 228–238.
- Gulo, B.T & Yoel, M.L. (2025). Strategi Pengendalian Hama dan Penyakit pada Budidaya Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) secara Ramah Lingkungan. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 202-212.
- Hennessy, C., Walduck, G., Daly, A., and Padovan, A. (2005). Weed hosts of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in northern Australia. *Australas. Plant Pathol.* 34, 115–117.
- Jumiono, A., Judijanto, L., Apriyanto, A., Suryanto, A., Nuriadi, N., Fanani, M. Z., & Rusliyadi, M. (2024). *Pengantar Ilmu Pertanian*. Jambi : PT. Sonpedia Publishing.
- Juwanda, M., Khotimah, K., & Amin, M. (2016). Peningkatan Ketahanan Bawang Merah Terhadap Penyakit Layu Fusarium Melalui Induksi Ketahanan Dengan Asam Salisilat Secara *In vitro*. *Agrin*, 20(1).
- Kristiawati, Y., Sumardiyono, C., & Wibowo, A. (2014). Uji Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pisang (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) dengan Asam Fosfit dan Aluminium-Fosetil. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 18(2), 103-110.
- Li, W. M., Dita, M., Wu, W., Hu, G. B., Xie, J. H., and Ge, X. J. (2015). Resistance sources to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana wild relatives. *Plant Pathol.* 64, 1061–1067.
- Maryani, N., Elmira, R.O.H., Rida, O.K., & Fajarudin, A. (2023). Deteksi Penyakit Layu

- Fusarium pada Pisang-Pisang Lokal di Pandeglang. *Jurnal Fitopatologi*, 19(4), 133-144.
- Nugraheni, I.A., Nita, W., Sharfina, M.S., & Wisnu, A.A. (2022). Uji Antagonis *Bacillus megaterium* terhadap *Fusarium oxysporum* dan Pengaruhnya Pada Pertumbuhan Tanaman Cabe Rawit. *Biosense*, 5(1), 14-23.
- Ploetz, R.C. (2015). The impact of the Fusarium wilt disease on banana production in the tropics. *HortScience*, 50(4), 483-490.
- Rocha, A. D. J., Ferreira, M. D. S., Rocha, L. D. S., Oliveira, S. A., Amorim, E. P., Mizubuti, E. S., & Haddad, F. (2020). Interaction between *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and *Radopholus similis* can lead to changes in the resistance of banana cultivars to Fusarium wilt. *European Journal of Plant Pathology*, 158, 403-417.
- Sagajoka, E., Reyna, V.N., Yuliana, N.A., & Devikarlinda G. (2021). Peningkatan Ekonomi Masyarakat Desa Borani Melalui Inovasi Pengolahan Keripik Batang Pisang (BAPIS). *Prima Abdika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(4), 136-143.
- Salacinas M, Meijer H.J.G., Mamora S.H., Corcolon B., Gohari A.M., Ghimire B., & Kema G.H.J. (2022). Efficacy of disinfectants against tropical race 4 causing Fusarium wilt in cavendish bananas. *Plant Disease*. 106(3), 966-974.
- Saptayanti, N. (2023). *Penyakit Layu Fusarium Pada Pertanaman Pisang di Indonesia*. Direktorat Perlindungan Holtikultura, Kementerian Pertanian.
- Shahzaib, M., Bruegmann, T., Shakeel, M., Khan, S. H., Azhar, M. T., Atif, R. M., ... & Rana, I. A. (2023). *Development of Climate Smart Fruit Plants via CRISPR/Cas Genome Editing Systems: A Spatiotemporal Review*.
- Sirappa, M. P. (2021). Potensi Pengembangan Tanaman Pisang : Tinjauan Syarat Tumbuh dan Teknik Budidaya Pisang dengan Metode Bit. *Jurnal Ilmiah Agrosaint*, 12(2), 54-65.
- Sudantha, I.M., & Ni M.L.E. (2014). Peran Jamur Endofit *Trichoderma* spp. Untuk Meningkatkan Ketahanan Terinduksi Bibit Pisang Terhadap Penyakit Layu Fusarium. *Agroteksos*, 24(3), 145-151.
- Sudirman, A., Sumardiyono, C., & Widyastuti, S. M. (2011). Pengendalian Hayati Penyakit Layu Fusarium Pisang (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) dengan *Trichoderma* sp. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 17(1), 31-35.
- Sulyanti, E., Trimurti, H., Eti, F.H., Nasril, N., & Abdi D. (2018). Evaluasi Isolat *Pseudomonad fluoresens* Indigenus dari Rizosfir Berbagai Kultivar Tanaman Pisang Sehat di Lahan Endemik Penyakit Layu Fusarium untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 2(2), 85-94.
- Sumardiyono, C., Suharyanto, 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.
- Syarifudin, R., Kalay, A. M., & Uruilal, C. (2021). Efek Pemberian Pupuk Hayati Dan Fungisida Kimia Terhadap Serangan Penyakit Layu Fusarium, Pertumbuhan dan Hasil Pada Bawang Merah (*Allium ascaloncum* L). *Jurnal Agrologia*, 10(2), 69-79.
- Tanjung, M. R., Munif, A., Effendi, Y., & Tondok, E. T. (2022). Korelasi Keparahan Penyakit

- Layu Fusarium dengan Kelimpahan *Fusarium oxysporum* dan Fitonematoda: Studi Kasus Perkebunan Pisang PTPN VIII Parakansalak. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(5), 222-230.
- Tarigan, R. Y., Mayasari, U., & Nasution, R. A. (2023). Uji Aktivitas Minyak Atsiri Daun Ekor Kucing (*Acalypha hispida*) sebagai Fungisida Alami terhadap Jamur *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* secara *In-vitro*. *Bioma :Jurnal Biologi Makassar*, 9(1), 97-104.
- Titalianingtyas, E., & Ratnasari, E. (2023). Aktivitas Biofungisida Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap Pertumbuhan *Fusarium* sp. secara *In Vitro*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(2), 107-114.
- Ulumuddin, I. (2021). Gerakan Pengalihan Varietas Pisang Emas Kirana ke Pisang Agung Tahan Virus di Dusun Margomulyo Desa Kenongo Kecamatan Gucialit Kabupaten Lumajang. *Khidmatuna : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 22-31.
- Wardhana, V.W., Suryo, W., Sri, H.H., & Widodo. (2021). Patogenitas *Fusarium oxysporum* Endofit asal Gulma dari Pertanaman Pisang terhadap Bibit Pisang Raja Bulu. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 17(1), 1-8.