



Penggunaan beberapa cendawan endofit untuk menekan penyakit layu pada jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di lahan gambut

Using of some endophyte fungies to supressed wilting disease on ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) in peatsoil

Iman Suswanto^{1*} & Tris Haris Ramadhan¹

¹Prodi Agroteknologi/Budi Daya Pertanian/Fakultas Pertanian,
universitas Tanjungpura, Indonesia

*corresponding author: iman.suswanto@faperta.untan.ac.id

Received: 15th December, 2021 | accepted: 29th January, 2022

ABSTRAK

Upaya mengatasi *R. solanacearum* penyebab layu bakteri pada jahe di lahan gambut melalui strategi menekan populasi awal. Salah satu upaya adalah menggunakan cendawan endofit (CE) sebagai agens pengendali hayati. Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan beberapa isolat cendawan endofit asal lada untuk menekan penyakit layu bakteri dan memperbaiki pertumbuhan jahe. Perlakuan agens hayati CE berupa *Aspergillus* spp., *Fusarium* sp., *T. harzianum*, dan *T. viride* untuk menekan penyakit layu secara *in vivo* dan penggunaan agens hayati sebagai biofertilizer di lapangan. Sumber patogen bakteri *P. solanacearum* diperoleh dari sampel rimpang bergejala layu dari kebun jahe masyarakat yang diisolasi pada media NA. Penelitian ini disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan lima ulangan. Variabel penelitian berupa keparahan penyakit layu, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah batang, diameter batang & bobot rimpang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *R. solanacearum* menimbulkan gejala setelah masa inkubasi selama 9 hari setelah inokulasi. Keempat isolat CE mampu menekan gejala layu jahe dengan kisaran 70-80%. Penggunaan isolat CE juga mampu memperbaiki pertumbuhan jahe, tetapi belum diikuti dengan peningkatan produksi rimpang jahe. Di sarankan penggunaan CE sebagai biofertilizer perlu ditingkatkan frekuensi aplikasinya.

Kata kunci: cendawan endofit; jahe; layu bakteri; *R. solanacearum*

ABSTRACT

Efforts to overcome *R. solanacearum* which causes bacterial wilt (BW) in ginger in peatlands are through a strategy to suppress the initial population. One of the efforts is to use endophytic fungi (CE) as biological control agents. This study aims to examine the use of several endophytic fungi isolates from pepper to suppress bacterial wilt disease and improve the growth of ginger. The treatment of CE biological agents in the form of *Aspergillus* spp., *Fusarium* sp., *T. harzianum*, and *T. viride* to suppress wilt disease in vivo and the use of biological agents as biofertilizers in the field. The source of the pathogenic bacterium *P. solanacearum* was obtained from samples of wilted rhizomes from community ginger field isolated on NA media. This study was arranged based on a completely randomized design with five replications. The research variables were wilt disease severity, plant height, number of leaves, number of stems, stem diameter & rhizome weight. The results showed that *R. solanacearum* caused symptoms after an incubation period of 9 days after inoculation. The four CE isolates were able to suppress the symptoms of ginger wilt in the range of 70-80%. The use of CE isolate was also able to improve the growth of ginger, but it has not been followed by an increase in the production of ginger rhizomes. It is suggested that the use of CE as a biofertilizer needs to be increased in the frequency of its application.

Keywords: bacterial wilt; endophytic fungi; ginger; *R. solanacearum*

PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Pandemi Covid 19 yang terjadi sepanjang tahun 2020 mendorong permintaan jahe (*Zingibar officianale*) sebagai bahan obat herbal meningkat drastis. Jahe sebagai obat berkaitan dengan kandungan senyawa antioksidan yang berperan dalam mengikat molekul radikal bebas dan spesies oksigen reaktif sebagai pemicu munculnya berbagai penyakit. Jahe juga mengandung senyawa anti mikroorganisme merugikan sehingga dimanfaatkan sebagai bahan pengawet pangan.

Penggunaan jahe sebagai rempah/ bumbu dapur selain sebagai sumber rasa pedas juga menghilangkan bau tidak enak dari ikan atau dagingkambing. Peran jahe yang sangat luas, prospek harga yang bagus dan cara budidaya yang mudah menarik banyak petani untuk bercocok tanam jahe (Armansyah, et al., 2017; Efrina et al., 2018; Kawiji et al.,

2011; Suharto et al., 2019). Gambaran produksi jahe nasional pada tahun 2018 mencapai 207 ribu ton yang dipanen dari lahan seluas 402.379 ha (BPS, 2018).

Sebagian produksi jahe dihasilkan dari lahan gambut di Kalimantan Barat. Umumnya lahan gambut yang digunakan untuk budidaya tanaman hortikultura seperti sawi, bawang daun, kangkung, bayam, tomat, cabai, terung termasuk juga jahe diusahakan secara intensif mulai dari penyiapan lahan, pembuatan guludan, pemberian naungan, penggunaan mulsa plastik sampai pemberian pupuk dan obat-obatan. Meskipun input budidaya jahe sudah dilakukan secara intensif, tetapi belum menjamin terbebas dari kendala utama berupa serang patogen layu bakteri/bacterial wilt (BW) *Ralstonia solanacearum*.

Penyakit menyebabkan penurunan produksi pada lebih dari 55 tanaman budidaya dan tanaman liar meliputi kentang, tembakau, tomat, pisang,

cabai, jahe dan kacang tanah dan lain-lain dengan tingkat kerugian mencapai 90%. Di lingkungan yang basah dan hangat patogen dapat bertahan di dalam tanah mencapai 2 tahun (Gutarra et al., 2017; Wahyudi et al., 2012). Pada tanaman jahe, penyakit menyebabkan rimpang busuk, tanaman layu dan kerusakan akan lebih parah apabila pada lahan budidaya dijumpai kepadatan populasi nematoda yang tinggi (Handini & Nawangsih, 2014).

Salah satu upaya mengendalikan *R. solanacearum* adalah pemanfaatan cendawan endofit sebagai agens pengendali hayati. Menurut (Suswanto et al., 2018), cendawan endofit yang diperoleh dari tanaman lada memiliki keunggulan menekan patogen. Kondisi jaringan lada secara alami mengandung kadar fenol yang tinggi sehingga CE asal lada harus mampu beradaptasi pada senyawa yang bersifat racun bagi kebanyakan mikroorganismenya.

Beberapa keberhasilan penggunaan cendawan endofit preinokulasi dapat menekan serangan patogen *Fusarium* spp., *Phytophthora* sp., *R. solanacearum* pada tomat, kakao, cabai dan lain-lain melalui mekanisme penekanan agens hayati secara langsung maupun melalui induksi ketahanan tanaman. Induksi ketahanan tanaman ditandai dengan ditandai dengan akumulasi asam salisilat dan fenol dalam kadar yang lebih tinggi dari tanaman normal (Mandal et al., 2017; Sariasih & Sutrawati, 2015; Simamora et al., 2021; Wulandari et al., 2014). Penggunaan CE juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme PGPR, kemampuan melarutkan fosfor dan kalium, pengkekelat besi dan lainnya (Fadji & Babalola, 2020; Rigobelo & Baron, 2021). Cendawan endofit juga menghasilkan senyawa aktif alami

yang berguna tidak hanya terbatas pada ketahanan tanaman, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai unsur esensial bagi kesehatan manusia, bertindak sebagai antibiotik, imuno regulator dan lain-lain (Mandal et al., 2017; Triastuti, 2020). Bahkan pada famili *orchidaceae* diketahui bahwa CE berperan dalam membantu penyerapan unsur hara bagi pertumbuhan anggrek (Sarsaiya et al., 2019). Luasnya peran CE pada tanaman budidaya, diharapkan CE asal lada dapat di manfaatkan secara luas pada komoditas selain lada. Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan beberapa isolat cendawan endofit yang berasal dari lada untuk menekan penyakit layu bakteri dan memperbaiki pertumbuhan jahe.

METODOLOGI/METHODOLOGY

1. Penyiapan isolat patogen.

Isolasi *P. solanacearum* diisolasi dari dari rimpang bergejala layu dicuci, dibersihkan dan ditumbuhkan pada media NA sesuai dengan metoda Feldsine et al. (2002).

2. Uji agens hayati *in vivo*.

Pengujian CE *Aspergillus* spp., *Fusarium* sp. *T. harzianum*, *T. viride* dan sebagai control digunakan akuades. Inokulasi metoda Pancasiwi et al. (2013). Permukaan rimpang dilukai dengan jarum steril seluas 0.5 cm × 0.5 cm sedalam 1-2 mm, selanjutnya ditetesi suspensi patogen. Rimpang jahe ditanam kembali dan dirawat sampai muncul gejala.

3. Penggunaan agens hayati CE di lapangan.

Perlakuan sama dengan pengujian *in vivo*. Unit perlakuan sebanyak 6 polybag/perlakuan. Polibag disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan lima ulangan. Variabel berupa tinggi tanaman,

jumlah daun, jumlah batang, diameter batang & bobot rimpang.

4. Analisis data.

Data pada uji *in vivo* dan lapangan dianalisis menggunakan uji F dan bila menunjukkan hasil yang berbeda dilanjutkan dengan DMRT taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULTS AND DISCUSSION

1. Patogen penyebab layu pada jahe

Hasil pengamatan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa isolasi dan inokulasi dari jahe sakit berhasil menyebabkan jahe uji bergejala yang disebabkan oleh bakteri. Pengamatan morfologi bakteri pada media NA memiliki ciri-ciri lapisan koloni berlendir, warna putih kusam, bagian tepi kasar dan beberapa bagian koloni tumbuh intensif membetuk permukaan cembung tanpa diikuti dengan kerusakan media NA. Di duga ciri-ciri dari isolat bakteri tersebut adalah patogen penyebab layu antara lain mampu memanfaatkan monosakarida, tidak menghasilkan enzim amilase, bersifat aerob dan memiliki virulensi terhadap jahe. Hal ini berarti isolat bakteri yang diperoleh merupakan patogen penyebab layu pada jahe. Menurut (Suryadi & Machmud, 2002), terdapat 2 jenis ras yang ditemukan pada jahe di Indonesia yaitu ras 1 dan 3. Kisaran inang ras 1 meliputi famili solanaceae dan famili lain. Di lain pihak, ras 3 terbatas pada famili solanaceae. Dengan demikian penyakit layu bakteri pada Jahe di kebun jahe masyarakat diduga berupa *R. solanacearum* ras 1.



Gambar 1. Hasil isolasi dari lapangan dan pengujian isolat bakteri penyebab layu pada jahe

Lebih lanjut (She et al., 2017) menyatakan bahwa *R. solanacearum* di China termasuk dalam ras 1 memiliki kisaran inang famili solanaceae juga ditemukan pada jahe dan famili cucurbitaceae. Hal serupa dilaporkan oleh (Junaid & Ahmad, 2018), penyebaran *bacterial wilt* (BW) di kawasan india dan Pakistan sebagai salah satu daratan asal tanaman jahe sebagian besar diketahui termasuk dalam Biovar III yang beranggotakan Rs ras 1 dan sebagian kecil masuk dalam Biovar II yang beranggotakan Rs ras 3. Menurut (Paret et al., 2010), penyebab layu bakteri pada jahe di Hawaii berupa Rs ras 4.

2. Uji agens hayati *in vivo*

Hasil analisis statistik pada Tabel 1 menunjukkan bahwa inokulasi patogen pada jahe yang diberi perlindungan agens pengendali hayati beda nyata. Secara umum penggunaan CE sebagai agens pengendali hayati mampu menekan penyakit layu antara 70-80%. Tanaman

sakit ditandai dengan pembusukan pada bagian rimpang yang diikuti dengan perubahan warna daun menjadi kuning sampai coklat. Perlindungan infeksi tertinggi diperlihatkan oleh isolat *T. viride* dan *A. flavus*. Di duga kemampuan perlindungan CE disebabkan oleh kemampuan CE yang memenangkan persaingan untuk mendapatkan ruang dan nutrisi pada jaringan jahe sehingga menghambat perkembangan bakteri. Semakin baik adaptasi CE pada jaringan tanaman akan diikuti pula oleh mekanisme penekanan infeksi oleh bakteri. Hal ini berarti penggunaan CE sebagai agens pengendali hayati dapat digunakan pada tanaman jahe. Sifat penting agens hayati tersebut mampu berkembang dan mengkoloni pada jaringan tanaman jahe.

Tabel 1.
Penggunaan agens hayati melalui perendaman rimpang untuk melindungi inokulasi patogen layu jahe

Agens Pengendali Hayati	Intensitas Penyakit Layu Hayati (%)
<i>Aspergillus flavus</i>	17,95 a
<i>Fusarium spp.</i>	32,03 b
<i>T. harzianum</i>	27,90 b
<i>T. viride</i>	16,9 a
Kontrol	100 c

Menurut Suharti, et al. (2011) kemampuan agens hayati menekan patogen dapat melalui beberapa cara seperti menghasilkan antibiotik, kompetisi terhadap nutrisi, ruang, dan zat tumbuh dengan organisme lain, serta enzim yang menyebabkan organisme lain mati. Lebih lanjut Rai et al., (2021) dan Suswanto et al., (2018) CE asal tanaman lada mampu beradaptasi pada jaringan yang

memiliki senyawa fenol tinggi. Senyawa fenol ini menyeleksi mikroorganisme yang tumbuh di jaringan lada. Di dalam jaringan, CE memproduksi senyawa bioaktif seperti asam fenolik, alkaloid, kuinon, steroid, saponin, tanin, dan terpenoid yang dimanfaatkan oleh tanaman inang untuk mempertahankan diri dari cekaman abiotik maupun biotik.

3. Penggunaan agens hayati CE di lapangan

Hasil pengamatan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa perendaman bibit jahe dalam suspensi CE tidak menimbulkan efek merugikan.



Gambar 2. Penggunaan beberapa isolat agens hayati dalam membantu pertumbuhan tanaman

Aplikasi CE pada jahe sebagai tanaman uji komoditas pertanian selain lada memperlihatkan hasil yang baik ditandai dengan viabilitas tanaman yang tidak berbeda dengan kontrol. Di duga intorduksi CE melalui bahan propagasi rimpang berhasil berasosiasi di dalam jaringan tanaman jahe tanpa menimbulkan gangguan pertumbuhan. Hal ini berarti CE mampu beradaptasi pada berbagai inang komoditas pertanian lainnya. Menurut Ramdan et al. (2013),

bisa jadi penggunaan beberapa CE berdampak patologis pada tanaman budidaya. Lebih lanjut Irawati et al. (2017) menyatakan bahwa interaksi CE-inang dapat berasosiasi saling menguntungkan. CE mendapatkan nutrisi dan inang mendapat pasokan nutrisi, perlindungan akibat tekanan lingkungan biotik maupun abiotik.

Tabel 2.
Pengaruh penggunaan beberapa isolat cendawan endofit pada komponen pertumbuhan dan produksi Jahe

Isolat Cendawan Endofit	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (cm)	Jumlah Batang (buah)	Jumlah Daun (buah)	Bobot Rimpang (gr)
<i>Aspergillus</i> sp.	35,06	0,66 a	12,4	15,34	143 b
<i>Fusarium</i> sp	38,75	0,60 a	13,4	14,93	189 ab
<i>T. harzianum</i>	37,67	0,67 a	10,6	15,02	237 ab
<i>T. viride</i>	41,12	0,68 a	9,8	14,92	279 a
Kontrol	34,51	0,52 b	9,2	14,92	192 ab

Keterangan: angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata uji Duncan taraf 95%

Hasil pengamatan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian isolat CE berpengaruh terhadap diameter batang dan bobot rimpang. Penambahan cendawan endofit melalui perendaman rimpang mampu meningkatkan diameter batang berkisar 13-24%. Sedangkan penggunaan agens hayati hanya menyebabkan perbedaan bobot rimpang antar isolat khususnya pada penggunaan *T. viride* dengan *Aspergillus* spp. dan tidak memperlihatkan perbedaan dengan kontrol.

Pertumbuhan diameter batang terjadi pada fase pertumbuhan cepat. Pada fase ini juga diikuti pembentukan tunas dan anakan baru dan rimpang jahe membentuk percabangan baru. Oleh karena itu, fase ini membutuhkan pupuk yang paling besar dibandingkan fase lain. Di duga penambahan cendawan endofit mampu meningkatkan pertumbuhan fase cepat sehingga diameter batang jahe yang diberi perlakuan lebih besar

dibandingkan kontrol. Hal ini berarti terdapat perbedaan kemampuan CE dalam meningkatkan pertumbuhan inang. CE memiliki kemampuan untuk mendukung pertumbuhan inang yang lebih baik melalui kemampuan menghasilkan hormon pertumbuhan, kemampuan pelarutan mineral dan lain-lain. Menurut Irawati et al. (2017) terdapat CE yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman inang termasuk dalam CE kelas-2 dan CE yang mampu melindungi inang dari serangan organisme pengganggu tanaman masuk dalam kelas 4.

SIMPULAN/CONCLUSION

Isolat *R. solanacearum* dari jahe sakit tumbuh pada media NA, bersifat patogenik, permukaan koloni mengkilap dengan sisi koloni kasar dan penularan bakteri layu pada jahe memerlukan masa inkubasi 9 HIS; Penggunaan keempat isolat CE *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp. *T. harzianum* dan *T. viride* mampu menekan infeksi patogen layu bakteri sebesar 70-80%; Penggunaan isolat CE melalui perendaman rimpang jahe berhasil memperbaiki pertumbuhan vegetatif, tetapi belum mampu meningkatkan produksi jahe.

Saran untuk penelitian berikutnya penggunaan agens hayati sebagai biofertilizer dapat ditingkatkan melalui penambahan frekuensi aplikasi melalui penyiraman.

UCAPAN TERIMA KASIH/ ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DIPA Universitas Tanjungpura Tahun Anggaran 2019 yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Armansyah, A., Ratulangi, F. S., & Rembet, G. D. G. (2017). Pengaruh penggunaan bubuk jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap sifat organoleptik bakso daging kambing. *Zootec*, *38*(1), 93. <https://doi.org/10.35792/zot.38.1.2018.18536>
- BPS. (2018). *Statistik Tanaman Biofarmaka*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Efrina, Anwar Kasim, Tuty Anggraini, Novelina, A. A. (2018). The Used Effect of Yellow Ginger and Red Ginger on Physical Characteristic, Total Phenol, and The Content of Gingerol, Shogaol of Ginger Ting-Ting (*Zingiber Officinale*). *Jurnal Litbang Industri*, *8*(2), 61–66. <http://ejournal.kemenperin.go.id/jli>
- Fadiji, A. E., & Babalola, O. O. (2020). Elucidating Mechanisms of Endophytes Used in Plant Protection and Other Bioactivities With Multifunctional Prospects. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *8*(May), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00467>
- Feldsine, P., Abeyta, C., & Andrews, W. H. (2002). AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis. *Journal of AOAC International*, *85*(5), 1187–1200. <https://doi.org/10.1093/jaoac/85.5.1187>
- Gutarra, L., Herrera, J., Fernandez, E., Kreuze, J., & Lindqvist-Kreuze, H. (2017). Diversity, pathogenicity, and current occurrence of bacterial wilt bacterium *Ralstonia solanacearum* in Peru. *Frontiers in Plant Science*, *8*(July), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01221>
- Handini, Z., & Nawangsih, A. (2014). Keefektifan Bakteri Endofit dan Bakteri Perakaran Pemacu Pertumbuhan Tanaman dalam Menekan Penyakit Layu Bakteri pada Tomat. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *10*(2), 61–67. <https://doi.org/10.14692/jfi.10.2.61>
- Irawati, A. F. C., Mutaqin, K. H., Suhartono, M. T., Sastro, Y., Sulastri, N., & Widodo, N. (2017). Eksplorasi dan Pengaruh Cendawan Endofit yang Berasal dari Akar Tanaman Cabai Terhadap Pertumbuhan Benih Cabai Merah. *Jurnal Hortikultura*, *27*(1), 105. <https://doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017.p105-112>
- Junaid, M., & Ahmad, M. (2018). Race and biovar determination of *Ralstonia solanacearum* in the north west of Pakistan. *Novel Research in Microbiology Journal*, *2*(6), 138–146. <https://doi.org/10.21608/nrmj.2018.22706>
- Kawiji, Utami, R., & Himawan, E. N. (2011). Pemanfaatan Jahe (*Zingiber officinale* Rosc .) dalam Meningkatkan Umur Simpan dan Aktivitas Antioksidan "Sale Pisang Basah." *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, *4*(2), 114–119.
- Mandal, S. M., Chakraborty, D., Dey, S., Mandal, S. M., Chakraborty, D., & Dey, S. (2017). Phenolic acids act as signaling molecules in plant- microbe symbioses Phenolic acids act as signaling molecules in plant-microbe symbioses. *Plant Signaling and Behavior*, *2324*(December), 359–368.
- Pancasiwi, D., Soedarmono, S., Mugiastuti, E., & Soesanto, L. (2013). Ketahanan Tiga Varietas Jahe terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* in Vitro dan in Planta. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *9*(2), 68–70. <https://doi.org/10.14692/jfi.9.2.68>
- Paret, M. L., Cabos, R., Kratky, B. A., & Alvarez, A. M. (2010). Effect of plant essential oils on *Ralstonia solanacearum* race 4 and bacterial wilt of edible ginger. *Plant Disease*, *94*(5), 521–527. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-5-0521>



- Rai, N., Kumari Keshri, P., Verma, A., Kamble, S. C., Mishra, P., Barik, S., Kumar Singh, S., & Gautam, V. (2021). Plant associated fungal endophytes as a source of natural bioactive compounds. *Mycology*, *12*(3), 139–159.
<https://doi.org/10.1080/21501203.2020.1870579>
- Ramdan, E., Widodo, W., Tondok, E., Wiyono, S., & Hidayat, S. (2013). Cendawan Endofit Nonpatogen Asal Tanaman Cabai dan Potensinya sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *9*(5), 139–144.
<https://doi.org/10.14692/jfi.9.5.139>
- Rigobelo, E. C., & Baron, N. C. (2021). Endophytic fungi: a tool for plant growth promotion and sustainable agriculture. *Mycology*, *00*(00), 1–17.
<https://doi.org/10.1080/21501203.2021.1945699>
- Sariasih, Y., & Sutrawati, M. (2015). The Potential Test of Endophytic Fungi on the Growth of Cucumber Crops and the Pathogenicity of the Pathogen *Fusarium*. *International Seminar on Promoting Local Resources for Food and Health*, 414–417.
- Sarsaiya, S., Shi, J., & Chen, J. (2019). A comprehensive review on fungal endophytes and its dynamics on Orchidaceae plants: current research, challenges, and future possibilities. *Bioengineered*, *10*(1), 316–334.
<https://doi.org/10.1080/21655979.2019.1644854>
- She, X., Yu, L., Lan, G., Tang, Y., & He, Z. (2017). Identification and genetic characterization of *ralstonia solanacearum* species complex isolates from cucurbita maxima in China. *Frontiers in Plant Science*, *8*(October), 1–17.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01794>
- Simamora, A. V., Hahuly, M. V., & Henuk, J. B. (2021). Endophytic fungi as potential biocontrol agent of *Phytophthora palmivora* in the cocoa plant. *Biodiversitas*, *22*(5), 2601–2609.
- Suharti, N., Habazar, T., Nasril, Dachryanus, & Jamsari. (2011). *Induksi ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu ralstonia solanacearum RAS 4 menggunakan fungi mikoriza arbuskular (FMA) indigenus*.
- Suharto, I. P. S., Lutfi, E. I., & Rahayu, M. D. (2019). Pengaruh Pemberian Jahe (*Zingiber Officinale*) Terhadap Glukosa Darah Pasien Diabetes Mellitus. *Care: Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*, *7*(3), 76.
<https://doi.org/10.33366/jc.v7i3.1363>
- Suryadi, Y., & Machmud, M. (2002). Keragaman Genetik Strain *Ralstonia solanacearum* berdasarkan Karakterisasi Menggunakan Teknik Berbasis Asam Nukleat. *Buletin AgroBio*, *5*(2), 59–66.
- Suswanto, I., Simamora, C. J. K., & Anggorowati, D. (2018). Penggunaan cendawan endofit sebagai agens pengendali hayati pada lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Agroqua*, *16*(2), 143–151.
- Triastuti, A. (2020). Jamur endofit sebagai sumber obat bahan alam. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, *16*(1), 52–73.
- Wahyudi, A., Hadipoentyanti, E., Atmadja, W. R., & Ruhnayat, A. (2012). *Deteksi dan Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Tanaman-Jahe.pdf*.
- Wulandari, D., Sulistyowati, L., & Muhibuddin, A. (2014). Keanekaragaman jamur endofit pada tanaman tomat (*lycopersicum esculentum mill.*) Dan kemampuan antagonisnya terhadap *phytophthora infestans*. *Hpt*, *2*(1), 110–118.