

KERAGAMAN DAN KELIMPAHAN JAMUR PADA JAHE MERAH (*Zingiber officinale* Roscoe var *Rubrum*) DI KECAMATAN SANGATTA SELATAN KABUPATEN KUTAI TIMUR

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF RED GINGER (*Zingiber officinale* Roscoe var *Rubrum*) IN SOUTH SANGATTA DISTRICT EAST KUTAI REGENCY

Zainuddin Saleh^{1*}, Nurhidayati², Liris Lis Komara²

^{1,2,3}Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur, Sangatta, Indonesia

*Email Penulis korespondensi: ehainul@gmail.com

Abstrak

Jahe merah adalah salah satu tanaman dari famili *Zingiberaceae* yang banyak dipakai untuk bumbu masak dan obat-obatan. Produksi jahe merah turun karena penyakit. Karenanya agen penyebab pasti penyakit perlu diidentifikasi. Penelitian ini dilakukan dengan mengisolasi dan mengidentifikasi agen penyebab penyakit jahe dari tanaman yang sakit dan sampel tanah yang dikumpulkan di sekitar tanaman sakit di tiga lokasi di Dusun Melawan, Desa Pinang Raya, Kecamatan Sangatta Selatan Kabupaten Kutai Timur. Selain itu faktor edafik berupa pH, suhu, dan kelembaban udara juga ukur. Hasil kultur dan identifikasi 15 koloni jamur, terdiri dari dua genera. Hasil penelitian menunjukkan banyak jenis jamur tidak berpengaruh pada banyaknya tanaman yang terserang penyakit, tetapi kelimpahan sangat berpengaruh, dan hal yang paling mempengaruhi kelimpahan jamur pada penelitian ini adalah faktor edafik berupa kelembaban.

Kata Kunci: jamur, patogen, penyakit, jahe merah, kondisi edafik

Abstract

Red ginger is a member of *Zingiberaceae* family which is widely used as a cooking spice and medicine. Red ginger production fell due to disease. Hence the exact causative agent of the disease needs to be identified. This research was carried out by isolating and identifying the agent that causes ginger disease from diseased plants and soil samples collected around diseased plants in three locations in Melawan Hamlet, Pinang Raya Village, South Sangatta District, East Kutai Regency. Apart from that, edaphic factors such as pH, temperature and air humidity are also measured. Results of culture and identification of 15 fungal colonies consisting of two genera. The results of the research show that many types of fungi do not have an effect on the number of plants affected by disease, but their abundance is very influential, and the thing that most influences the abundance of fungi in this study is the edaphic factor in the form of humidity.

Keywords: Fungi, pathogens, diseases, red ginger, edaphic conditions.

PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) adalah salah satu tanaman dari famili *Zingiberaceae*. Berdasarkan morfologinya (ukuran, bentuk, dan warna rimpang), dikenal tiga jenis jahe, yaitu: jahe putih besar (*Zingiber officinale* var *Roscoe*), jahe putih kecil (*Zingiber officinale* var. *Amarum*, & jahe merah (*Zingiber officinale* var *Rubrum*). Salah satu jenis jahe yang banyak dibutuhkan dan mempunyai nilai ekonomis tinggi adalah jahe merah (Anwar & Azizah, 2020). Jahe sudah lama dikenal masyarakat sebagai bahan bumbu masak, bahan herbal (jamu), dan sebagai bahan obat-obatan. Bagian rimpang jahe bisa untuk untuk mengobati penyakit rematik, asma, stroke, sakit gigi, sakit otot, hipertensi, demam, infeksi, dan anti mual dan muntah pada wanita hamil. Jahe merupakan produk biofarmaka yang mampu meningkatkan imunitas tubuh (Putri, et al., 2023). Imunitas tubuh dapat ditingkatkan dengan meminum jahe karena jahe mengandung senyawa gingerol dan curcumin yang berfungsi sebagai antioksidan dan anti inflamasi untuk menangkal radikal bebas (Nurlila & La Fua, 2020).

Mikroba *endofit* dapat ditemukan pada seluruh bagian tanamand ari jaringan akar, batang, dan daun. Organisme *endofitik* memiliki potensi besar untuk dieksploitasi dan menghasilkan senyawa-senyawa alami baru yang berman faat di bidang medis, pertanian, dan industry (Abdul et al., 2020). Patogen dapat menyerang tanaman rimpang, baik di persemaian maupun di lahan pertanian, yang dapat menyebabkan kematian rimpang dan tanaman. Penyakit rimpang dapat menurunkan produksi jahe dan menurunkan hasil panen sebesar 50% hingga 90% (Acharya, et al., 2016). Pengembangan budidaya jahe merah untuk memenuhi kebutuhan industri biofarmasi memerlukan metode biologis untuk mengendalikan penyakit tanaman (Marwan, et al., 2023). Gejala penyakit tanaman merupakan penampakan hasil interaksi antara tanaman dengan patogen tanaman yang ditunjukkan dengan *nekrotik* (kematian seluruh atau sebagian sel/jaringan tanaman), *hiperplastis* (pertumbuhan atau perkembangan tanaman yang berlebihan) dan *hipoplastis* (penghambatan pertumbuhan tanaman atau perkembangan tanaman) (Putri et al., 2023).

Pada pengamatan yang dilakukan pada tiga jenis rimpang jahe menunjukkan bahwa jahe gajah memiliki persentase rimpang sehat paling kecil dan jahe merah mampu mencapai 50% rimpang yang sehat. Pengamatan rimpang jahe selama satu bulan tidak menunjukkan adanya tanda serangan patogen yang disebabkan oleh bakteri. Namun *Sclerotium rolfsii* dominan muncul pada permukaan rimpang jahe dibandingkan dua patogen lain yang ditemukan pada pengamatan (Putri et al., 2023). *Pyricularia zingiberi* adalah penyebab penyakit bercak pada daun yang merupakan salah satu penyakit utama pada jahe merah dengan kejadian berkisar 10% hingga 30%. Selain itu kondisi lingkungan, umur tanaman, dan jenis jahe yang ditanam memengaruhi tingkat kerusakan dan cendawan patogen yang dominan di suatu daerah (Sari, at al., 2022). Cendawan penyebab bercak daun di Indonesia diantaranya adalah *Phakopsora eletariae*, *P. zingiberi*, dan yang paling dominan adalah *Phyllosticta zingiberi* (Wahyuno, et al., 2020). Pada tanaman berumur kurang dari 5 bulan, kondisi kelembapan tinggi dan tanaman ternaungi, intensitas serangan cendawan lebih meningkat (Sari, et al., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jamur patogen adalah penyebab penyakit pada jahe dan menjadi masalah serius karena dapat menyebabkan produksi jahe menurun. Penurunan hasil rimpang ini menjadi masalah bagi petani. Agen penyebab penyakit ini belum banyak diidentifikasi, karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi agen penyebab penyakit jahe dari tanaman yang sakit dan sampel tanah yang dikumpulkan di sekitar tanaman sakit di Dusun Melawan, Desa Pinang Raya, Kecamatan Sangatta Selatan Kabupaten Kutai Timur. Jamur dikultur dan dimurnikan dengan menggunakan *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang ditambah dengan antibakteri (*Kloramfenikol*). Karakteristik morfologi dilakukan dengan mengidentifikasi struktur isolat dibawah mikroskop dengan menggunakan pewarna *lactofhenol cotton blue*. Penelitian ini dharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan strategi pengelolaan penyakit jamur yang menginfeksi jahe merah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan bulan Juni sampai Agustus 2023. Pengambilan sampel dilakukan di Dusun Melawan, Desa Pinang Raya, Kecamatan Sangatta Selatan, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: 1) observasi ke lokasi, 2) persiapan alat dan bahan, 3) penyiapan media *PDA* steril yang ditambah *chloramfenikol* dalam cawan petri: digunakan untuk menghitung dan mengidentifikasi fungi, dan 4) penyiapan media, dan 5) Kultur dan identifikasi. Bahan yang digunakan antara lain: sampel daun, batang, rimpang jahe merah, tanah di sekitar tempat

tumbuh jahe merah, alkohol, spirtus, klorox, akuades serta media PDA. Alat yang digunakan cangkul, *coolbox*, *handsprayer*, tabung reaksi, micro pipet, cawan petri, batang L, object glass, pinset dan mikroskop dengan lensa objek 10X.

Terdapat 3 lokasi pengambilan sampel, yaitu lokasi A, B, dan C. Pengukuran faktor edafik (pH, suhu, dan kelembapan) diukur dengan *soil tester*. Pada setiap lokasi diambil 100 g tanah secara komposit sebagai sampel, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik hitam agar tidak terkena sinar matahari dan disimpan dalam *cooler box* untuk menjaga suhu di bawah 4°C sampai waktunya diidentifikasi dan dianalisis di laboratorium. Untuk identifikasi, sampel harus diproses pada hari pertama atau kedua paling lama satu minggu karena komposisi fungi akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur atau suhu sampel (Komara, 2017).

Mikroba diisolasi dari sampel berupa tanah di sekitar lokasi penelitian dan rizosfir tanaman dengan metode cawan-sebar (*spread plate-method*) dengan teknik pengenceran serial (Cappucino dan Sherman, 2005). Sampel tanah sebanyak 10 g dimasukan ke dalam 90 ML akuades steril sehingga diperoleh pengenceran 10 kali (10^{-1}). Diambil 1 ML suspense 10^{-1} , dimasukan kedalam 9 ML akuades steril hingga diperoleh pengenceran 100 kali (10^{-2}). Demikian seterusnya hingga diperoleh pengenceran 10^{-8} . 0,1 ML suspense dari pengenceran 10^{-8} , 10^{-7} dan 10^{-6} diteteskan di atas media PDA, lalu disebarkan secara merata dengan menggunakan batang kaca L. Kultur diinkubasi pada suhu 28 °C selama 24-28 jam. Koloni yang tumbuh pada media diamati karakteristik morfologinya melalui bentuk, warna permukaan, dan warna dasar (Cappucino dan Sherman, 2005 dalam Komara, 2017). Hasil kultur dihitung untuk mengetahui CFU, lalu diisolasi. Hasil isolasi diidentifikasi berdasarkan morfologi koloni dan ciri mikroskopis sampai tingkat genus (Cappucino dan Sherman, 2005 dalam Komara, 2017). Pada fungi berumur 24 jam, dilakukan idenfiikasi dengan meneteskan *lactophenol cotton blue* untuk melihat bentuk fungi serta ciri dan warnanya. Data yang diperoleh selanjutnya dirujuk kepada literatur hingga diperoleh genus untuk fungi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koleksi yang dikumpulkan sebanyak 36 sampel terdiri dari 27 sampel tumbuhan (daun, rimpang, dan batang) dan 9 sampel tanah. Dengan menggunakan teknik kultur, didapatkan kelimpahan fungi dan karakteristik morfologi.

Kelimpahan Jamur

Dari hasil kultur dapat dilihat bahwa kelimpahan jamur dalam CFU/g yang tertinggi adalah di lokasi C sebanyak 76×10^{-5} CFU/g dan yang tersendah adalah di lokasi B sebanyak $3,6 \times 10^{-5}$ CFU/g (tabel 1). Bila melihat dari kondisi tanaman jahe di lapangan, terlihat bahwa pada lokasi A tanaman jahe hanya 20% saja yang terkena penyakit sementara pada lokasi C tanaman jahe tumbuh sangat lambat dengan banyak bercak kuning pada daun dan pertumbuhannya kurang maksimal.

Tabel 1. Kelimpahan rata-rata pada tiap lokasi penelitian

Lokasi	Jumlah (CFU/gram)
A	25×10^{-5}
B	$3,6 \times 10^{-5}$
C	76×10^{-5}

Jenis Jamur

Hasil kultur dan identifikasi dari 36 dengan teknik kultur didapatkan 15 koloni jamur berbeda diidentifikasi menggunakan teknik kultur murni. Identifikasi tahap pertama

adalah dengan melihat warna koloni (secara *makroskopis*) dimana dari pengamatan pertumbuhan dari semua sampel yang dikultur. Terdapat Diantaranya, terdapat koloni berwarna kehijauan dengan lingkaran putih, koloni berwarna kuning-hijau, koloni kuning dan putih dan coklat kehitaman. Hasil pengamatan mikroskopis, semua koloni ini mempunyai miselium tidak berwarna dengan kepala bengkak dan ini merupakan ciri dari genera *Aspergillus* genera *Penicillium* dikenali dengan ciri miselium seperti sikat bercabang panjang dengan warna koloni berbeda (Tabel 2).

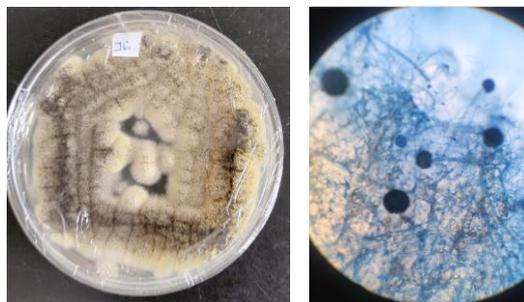
Tabel 2. Hasil identifikasi spora

Kode Isolat	Karakteristik Spora	Fungi
Isolat 1	Coklat atau hitam, bengkak, smooth, hyaline, circular	<i>Aspergillus niger</i>
Isolat 2	Kompak tebal, konidia di kepala kering	<i>Aspergillus oryzae</i>
Isolat 3	Coklat- tengah merah muda, reverse kuning, circular, filamentous	<i>Penicillium</i> Sp 1
Isolat 4	Coklat atau hitam, bengkak, smooth, hyaline, circular	<i>Aspergillus niger</i>
Isolat 5	Hijau berminyak, bercabang, bentuk bersopulasi, bulat telur dan panjang	<i>Aspergillus flavus</i>
Isolat 6	Coklat atau hitam, bengkak, smooth, hyaline, circular	<i>Aspergillus niger</i>
Isolat 7	Cpklat kehitamaan dengan sekeliling putih, konidia kering, hijau-putih, bengkak, konidia kasar	<i>Aspergillus flavus</i>
Isolat 8	Kuning keputihan, bengkak, warna olive ke coklat	<i>Aspergillus tamari</i>
Isolat 9	Hijau tua, irregular, berfilamen, reverse, tak berwarna. Sesudah tua jadi kekuningan.	<i>Penicillium</i> Sp 2
Isolat 10	Konidia kering, hijau-putih, kepala bulat, kasar	<i>Aspergillus nomius</i>
Isolat 11	Kompak tebal, konidia kering	<i>Aspergillus oryzae</i>
Isolat 12	Kuning keputihan, bengkak, warna olive ke coklat	<i>Aspergillus flavus</i>
Isolate 13	Kuning keputihan, bengkak, warna olive ke coklat	<i>Aspergillus flavus</i>
Isolat 14	Kompak tebal, konidia kering	<i>Aspergillus oryzae</i>
Isolat 15	Kompak, kuning, hijau kekuningan, bundar, Circular	<i>Aspergillus oryzae</i>

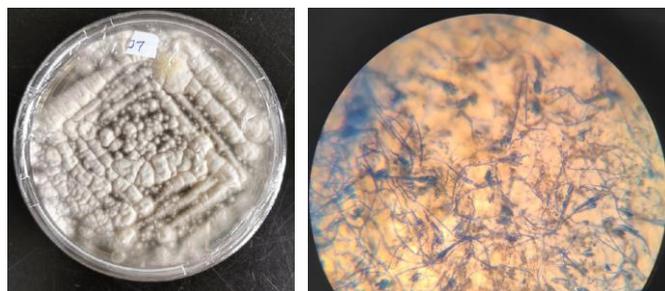
Dari genera *Aspergillus* terdapat 4 jenis yaitu *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus tamari*, *Aspergillus oryzae* dan *Aspergillus nomius*, sedangkan dari genera *Penicillium* terdiri dari dua jenis yaitu *Penicillium* sp 1 dan *Penicillium* sp 2 (Tabel 2). Dengan presentasi kemunculan tertinggi yaitu pada jenis *Aspergillus niger* dan *Aspergillus flavus*.

Penyakit pada jahe merah sudah banyak dilakukan di negara lain, diantaranya adalah Dake (1995) yang melaporkan bahwa *Fusarium* adalah jamur penyebab busuk akar di India, selain itu Pawar et al., (2008) juga melaporkan *Aspergillus niger* sebagai patogen tanaman pada jahe merah. Moreira, et al., (2013) serta Meenu dan Kaushal (2017) juga menyatakan *Penicillium* dan *Pythium* serta *Phyllostica* merupakan patogen untuk jahe merah. Beberapa penelitian melaporkan bahwa turunnya hasil produksi jahe merah disebabkan oleh berapa jenis jamur diantaranya yang paling umum adalah *Fusarium*

oxyforum, *Fusarium solani*, *Fusarium zingiber* serta *Phythium graminicolum*. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa *Aspergillus niger* dan *Aspergillus flavus* menjadi penyebab penyakit pada pohon paling tinggi, diikuti oleh *Aspergillus oryzae*, dan yang lainnya. Ini sesuai dengan hasil penelitian dari Berza, et al., (2012) serta Mekuria dan Alemu (2020) yang menyatakan bahwa *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Erotium*, dan *Rhizopus* adalah penyebab busuk rimpang.



Gambar 1. *Aspergillus niger* a. Makroskopis b. Mikroskopis



Gambar 2. *Aspergillus flavus* a. Makroskopis b. Mikroskopis

Tabel 2. Hasil Identifikasi spora

Fungi	Isolat	Frekuensi	Lokasi		
			Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
<i>Aspergillus niger</i>	Isolat 1	2	+	-	+
<i>Aspergillus oryzae</i>	Isolat 2	1	-	-	+
<i>Penicillium</i> Sp 1	Isolat 3	3	+	+	+
<i>Aspergillus niger</i>	Isolat 4	1	+	-	-
<i>Aspergillus flavus</i>	Isolat 5	2	+	-	+
<i>Aspergillus niger</i>	Isolat 6	3	+	+	+
<i>Aspergillus flavus</i>	Isolat 7	1	-	-	+
<i>Aspergillus tamari</i>	Isolat 8	2	+	-	+
<i>Penicillium</i> Sp 2	Isolat 9	1	-	+	-
<i>Aspergillus nomius</i>	Isolat 10	1	+	-	-
<i>Aspergillus oryzae</i>	Isolat 11	3	+	+	+
<i>Aspergillus flavus</i>	Isolat 12	3	+	+	+
<i>Aspergillus flavus</i>	Isolate 3	2	+	-	+
<i>Aspergillus oryzae</i>	Isolat 14	2	+	-	+
<i>Aspergillus niger</i>	Isolat 15	2	+	-	+
		29	12	5	12

Aspergillus niger, *Aspergillus flavus*, dan *Aspergillus oryzae* paling banyak ditemukan di lokasi A dengan sebanyak 3 dan paling sedikit ditemukan di lokasi B. *Aspergillus tamari* hanya ditemukan di lokasi A dan C tetapi tidak ditemukan di lokasi B, *Aspergillus nomius* hanya ditemukan di lokasi C, *Penicillium* sp1 ditemukan di semua lokasi dan *penicillium* sp 2 hanya ditemukan di lokasi B. bila dilihat dilapangan bahwa tanaman yang terkena penyakit lebih banyak di A dan C karena memang di daerah tersebut lebih banyak bakteri pathogen. dan karena jenis di kedua lokasi tersebut sama maka bisa dilihat bahwa kelimpahan bakteri di kedua lokasi tersebut yang berpengaruh. di lokasi B kelimpahan bakteri lebih tinggi daripada di lokasi A (Tabel 1).

Faktor pendukung kelimpahan jamur

Kelimpahan dan keberadaan jamur di daerah tertentu terkait dengan faktor lingkungan. pH tanah pada ketiga lokasi penelitian relatif sama yaitu asam, Dimana lokasi paling asam adalah lokasi B. suhu pada ketiga lokasi penelitian relative sama yaitu antara 30-32 °C, sedangkan kelembapan tertinggi yaitu dilokasi C dan terendah di lokasi B (Tabel 3).

Tabel 3. Faktor edafik pada lokasi penelitian

Lokasi	Faktor Edafik		
	pH	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
A	5,6	31	68
B	5,3	32	61
C	5,4	30	74

Lokasi A dan B memiliki jenis yang sama tetapi lokasi C lebih banyak tanaman terkena penyakit ini dimungkinkan karena kelembapan yang tinggi, mencapai 74% dan ini mendukung kehidupan jamur pathogen (Garraways dan Evans, 1984). *Aspergillus* juga menjadi genera yang mendominasi pada ketiga lokasi, karena genera ini bisa hidup pada pH netral hingga asam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari data dan hasil diskusi dapat disimpulkan bahwa lokasi C memiliki jumlah jamur tertinggi yaitu 76×10^{-5} CFU/gram. Terdapat dua genera yaitu *Aspergillus* dan *Penicillium* pada ketiga lokasi. Lokasi C mempunyai keanekaragaman fungsi yang sama dengan lokasi A dibanding dengan lokasi B. banyaknya jumlah dan keanekaragaman fungsi dipengaruhi oleh gaktor edafik tanah yaitu kelembapan. Identifikasi jamur yang dapat menyebabkan penyakit untuk tanaman jahe merah merupakan Langkah pertama dalam pengembangan pengelolaan tanaman terpadu mencegah pathogen jahe di Kutai Timur, kedepannya uji pathogenesis terhadap isolate akan bermanfaat untuk mengidentifikasi derajat patogenisitas. Serta penelitian mikroorganisme pathogen lain seperti bakteri, virus dan nematoda juga diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Indominco Mandiri yang telah memberi izin untuk melaksanakan penelitian di lokasi Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai PT. Indominco Mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul, J., Posangi, J., Wowor, P. M., & Bara, R. A. (2020). Uji Efek Daya Hambat Jamur Endofit Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Bakteri *Staphylococcus*

- aureus dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biomedik*, 12(2), 88-93. DOI: <https://doi.org/10.35790/jbm.12.2.2020.29163>
- Acharya, B., Regmi, H., Ngangbam, A. K., & Nongmaithem, B.D. (2016). Management of rhizome of disease of ginger using eco-friendly natural products. *Indian Journal Agriculture Research*, 50(6), 599-603. DOI:10.18805/ijare.v0iOF.3757.
- Anwar, N. H., & Azizah, N. (2020). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) pada Berbagai Jenis dan Komposisi Media Tanam Substrat. *Plantropica: Journal of Agricultural Science*, 5(1), 37-42
- Berza, B., Abegaz, K., Alemu, T., & Assefa, F. (2012). Isolation, characterization and identification of post-harvest spoilage fungi of ginger (*Zingiber officinale*) at Hadaro-Tunto and Boloso-Bombae, Southern Ethiopia. *Ijls* 1, 17–27.
- Dake, G. N. (1995). Diseases of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and their management. *Journal of spices and aromatic crops*, 4(1), 40-48.
- Garraway, M. O., & Evans, R. C. (1984). Fungal Nutrition and Psychology. John Willey and Sons, Inc. Canada.
- Komara, L. L. (2017). *Peran Protozoa Dalam Daur Karbon Tanah Pada Lahan Pasca Tambang Batubara*. Disertasi. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati. Institut Teknologi Bandung.
- Marwan, H., Hayatix, Islah., & Mulyati, S. (2023). Effectiveness of biofungicide formula on rhizome rots disease of red ginger and its plant growth. *Biodiversitas*, 24(4), 2143-2148.
- Meenu, G., & Kaushaal, M. (2017). Diseases infecting ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review *Agricultural Reviews*, 38(1), 15-28. doi: 10.18805/ag.v0iOF.7305.
- Mekuria, T., & Alemu, T. (2020). Morphological and molecular diversity of fusarium species causing wilt disease in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in South Western Ethiopia. *Singapore Journal Science Research*, 10(4), 342–356. doi: 10.3923/sjsres.2020.342.356
- Moreira, S. I., Dutra, D., Rodrigues, A. C., Oliveira, J. R., Dhingra, O. D., & Pereira, O. L. (2013). Fungi and bacteria associated with post-harvest rot of ginger rhizomes in Espírito Santo, Brazil. *Tropical plant Pathology*, 38 (3), 218–226. doi: 10.1590/S1982-56762013000300006.
- Nurlila, R. U. (2020). Jahe Peningkat Sistem Imun Tubuh di Era Pandemi Covid 19 di Kelurahan Kadia Kota Kendari. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 54–61.
- Pawar, N.V., Patilz, V.B, Kamble, S. S., & Dixit, G. B. (2008) First Report of *Aspergillus niger* as a Plant Pathogen on *Zingiber officinale* from India. *Plant Dis.* 92(9):1368. doi: 10.1094/PDIS-92-9-1368C. PMID: 30769433.
- Putri, S. U., Darma, W. A., Tiara, D., & Septiana. (2023). Keragaman Patogen Tanaman Jahe pada Tahap Persemaian. *Planta Simbiosa*, 5 (2), 15-21. <https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.vXiX.XXXX>
- Rachmat, A. (1993). *Rust of Zingiber ottensii*. Dalam Kobayashi T, Oniki M, Matsumoto K, Sitepu D, Manohara D, Tombe M, Djiwanti SR, Nurawan A, Wahyuno D, Nazarudin SB, editor. *Diagnostic manual for Industrial Crop Diseases in Indonesia*. Bogor (ID): JICA- Baliitro 15–17
- Sari, M. P., Hardiyanti, S., Wahyuno, D., & Manohara, D. (2022). Penyakit bercak daun *Pyricularia zingiberia* pada jahe merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(4), 167-176. DOI: 10.14692/jfi.18.4.167–176

- Umniyatie, S., & Henuhili, C. (2014). Diversitas fungi saprofit pada tanah pertanian di Wukisari, Cangkingan, Sleman Yogyakarta. *Journal Sains Dasar*, 3(1), 79-86.
- Wahyuno, D., Florina, D., Sari, M. P., & Susilowati, D. N. (2020). *Pyricularia zingiberi*, a causal agent of diamond shape leaf spot disease of ginger in Indonesia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 468 (1), 012032. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012032>.