

Eksplorasi dan Identifikasi Agen Antagonis dari Lahan Organik Sebagai Implementasi Pengendalian Hayati

Exploration and Identification of Antagonistic Agents from Organic Farms as Biological Control

Muhammad Miftahurohman¹⁾, Amilia Ayu Jen Utari¹⁾, I Gede Rio Mahendra¹⁾, Novita Dong Mariris Simbolon¹⁾, Septina Nur Annisa¹⁾, Priyadi²⁾, Ni Siluh Putu Nuryanti²⁾, Juwita Suri Maharani²⁾, dan Lina Budiarti²⁾*

¹Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

²Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

*Email: linabudiarti@polinela.ac.id

Submitted: 17/10/2024, Accepted: 18/10/2024, Published: 30/10/2024.

ABSTRAK

Sektor pertanian memiliki peran strategis dalam ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan, namun menghadapi tantangan seperti penurunan produktivitas dan pencemaran akibat penggunaan bahan kimia sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jamur antagonis dari lahan organik dan menguji efektivitasnya dalam mengendalikan patogen *Fusarium* sp. sebagai bagian dari pengendalian hayati. Metode yang digunakan meliputi eksplorasi, isolasi, identifikasi, dan uji antagonis jamur pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa empat jenis jamur yang teridentifikasi, yaitu hijau muda, coklat, dan hitam, termasuk dalam spesies *Aspergillus* sp. dan hijau tua adalah *Trichoderma* sp. Jamur antagonis hijau muda mampu menekan pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. sebesar 57,84%, sedangkan hijau tua sebesar 32,32%. Penelitian ini menegaskan potensi jamur antagonis sebagai agen biokontrol yang efektif dalam pertanian berkelanjutan.

Kata Kunci: Biokontrol, *Fusarium*, Jamur Antagonis, Pengendalian Hayati.

ABSTRACT

The agricultural sector plays a strategic role in food security and environmental sustainability; however, it faces challenges such as declining productivity and pollution due to synthetic chemicals. This study aims to identify antagonistic fungi from organic lands and test their effectiveness in controlling *Fusarium* sp. pathogens as part of integrated pest management. The methods employed include exploration, isolation, identification, and antagonistic fungi testing on *Potato Dextrose Agar* (PDA) media. The results revealed four types of identified fungi, including light green, brown, and black, which belong to the *Aspergillus* sp. and dark green is *Trichoderma* sp. species. The light green antagonistic fungus effectively suppressed the growth of *Fusarium* pathogens by 57.84%, while the dark green fungus showed a suppression rate of 32.32%. This study emphasizes the potential of antagonistic fungi as effective biocontrol agents in sustainable agriculture.

Keywords: Antagonistic Fungi, Biocontrol, *Fusarium*, Biological Control.



Copyright © 2024 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian memiliki peran yang sangat strategis dalam memastikan keberlanjutan kehidupan masyarakat. Keberadaan sektor ini tidak hanya berkaitan dengan penyediaan pangan, tetapi juga berkontribusi secara signifikan terhadap perekonomian nasional, mata pencaharian masyarakat, dan pelestarian lingkungan. Kedaulatan dan kemandirian pangan merupakan tujuan utama yang harus dicapai untuk mendukung ketahanan pangan suatu negara, dan hal ini sangat bergantung pada kemajuan serta pertumbuhan sektor pertanian. Namun, seperti yang dijelaskan (Rahman & Octaviani, 2021), terdapat berbagai kendala yang menghambat potensi sektor ini, antara lain: menurunnya tingkat produktivitas lahan akibat berkurangnya kesuburan, tingginya alih fungsi lahan pertanian yang sering kali diubah menjadi area permukiman atau industri, meluasnya lahan kritis, serta meningkatnya pencemaran dan kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh praktik pertanian konvensional.

Pencemaran lingkungan di sektor pertanian secara langsung berkaitan dengan penggunaan produk pertanian berbahan kimia sintetis, seperti pestisida dan pupuk anorganik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Pahalvi et al., 2021; Rochman et al., 2023) penggunaan pupuk anorganik yang berkelanjutan dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah, hilangnya mikroorganisme yang bermanfaat, serta degradasi lahan budidaya. Sementara itu, penggunaan pestisida kimia tidak hanya merusak organisme non-target, tetapi juga menjadi penyebab timbulnya resistensi

dan resurgensi hama, sehingga menciptakan siklus ketergantungan yang membahayakan ekosistem pertanian (Kamal et al., 2020). Sebagai upaya menangani permasalahan ini, pemerintah telah mencanangkan program pertanian berkelanjutan yang menjadi paradigma baru dalam pengelolaan pertanian (Soekamto et al., 2023).

Sebagaimana dijelaskan oleh (Harwood, 2020) pertanian berkelanjutan memiliki tujuan untuk menciptakan keseimbangan yang berkualitas antara aspek ekonomi, sosial, dan ekologi. Strategi yang diambil untuk mencapai tujuan tersebut adalah penerapan pengendalian hama terpadu (PHT). PHT adalah konsep pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang melibatkan kolaborasi berbagai metode pengendalian untuk meminimalisir kerusakan lingkungan dan memastikan keberlanjutan ekosistem (Baker et al., 2020). Salah satu metode efektif dalam PHT adalah pemanfaatan jamur antagonis sebagai agen biokontrol seperti jamur antagonis, yang memiliki potensi untuk menekan populasi OPT secara ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Meskipun aplikasi jamur antagonis dalam pengendalian OPT menunjukkan hasil yang positif, pemanfaatannya dalam praktik masih dianggap belum masif (Herlinda, 2020). Beberapa keuntungan penggunaan jamur antagonis adalah ketersediaannya yang melimpah di ekosistem, biaya yang rendah, serta dampaknya yang ramah lingkungan. Namun, tantangan yang dihadapi meliputi perlunya identifikasi jamur antagonis yang tepat guna

menghindari kesalahan penggunaan. Oleh karena itu, penelitian lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas jamur antagonis terhadap hama atau penyakit tertentu dan untuk mengembangkan panduan penggunaan yang lebih komprehensif.

Dalam konteks tersebut, pemanfaatan jamur antagonis tidak hanya menjadi alternatif pengendalian hama yang efektif, tetapi juga merupakan bagian dari perjalanan menuju sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Dengan harapan dapat meningkatkan produktivitas lahan serta menjaga keberlanjutan lingkungan, penerapan pendekatan-pendekatan berbasis ilmu pengetahuan yang lebih inovatif sangat diperlukan. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengoptimalkan penggunaan jamur antagonis dalam PHT serta mendukung upaya pelestarian pertanian berkelanjutan yang dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat dan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi jamur antagonis dan uji antagonisme dalam menekan pertumbuhan patogen melalui pengujian dalam media buatan.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2023 di lahan *Polinela Organic Farm*, Lampung, Indonesia. Lokasi ini dipilih karena merupakan pusat pertanian organik yang memiliki beragam tanaman dengan potensi jamur antagonis dan kondisi pertumbuhan yang sesuai. Keberadaan

lahan organik di Polinela memberikan kesempatan untuk mengeksplorasi ekosistem tanah yang kaya dan mendalami interaksi antara jamur antagonis dan patogen dalam konteks pertanian berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini akan menggunakan pendekatan eksperimen komprehensif yang terdiri dari beberapa tahapan: eksplorasi, inokulasi, identifikasi, dan uji antagonis. Desain ini dirancang untuk memperoleh data yang komprehensif mengenai keberadaan jamur antagonis di lahan organik dan kemampuan mereka dalam mengendalikan patogen tertentu, khususnya *Fusarium*.

3. Tahapan Penelitian

a. Eksplorasi pada Lahan Organik

Kegiatan eksplorasi akan dilakukan dalam rentang waktu tiga bulan. Sampel tanah akan diambil dari area perakaran tanaman ubi jalar di lahan organik, dengan pengambilan sampel yang dilakukan di berbagai lokasi di dalam pertanian untuk memastikan variasi yang ada. Setiap sampel tanah akan dikelola dengan baik untuk mempertahankan kesuburan dan keanekaragaman mikrobiana, yang merupakan faktor kunci dalam keberhasilan isolasi jamur antagonis.

b. Isolasi Jamur Antagonis melalui Inokulasi pada Media PDA

Jamur yang tumbuh pada media nasi diisolasi isolasi jamur menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) sesuai warna jamur yang tumbuh. Proses inokulasi dilakukan dengan menumbuhkan isolat jamur yang

diambil dari sampel tanah pada media PDA, dalam kondisi inkubasi tanpa cahaya pada suhu 25-28°C selama 5-7 hari hingga didapat isolat murni jamur pada setiap warna. Pertumbuhan koloni jamur akan diamati dan didokumentasikan untuk langkah berikutnya.

c. Identifikasi Menggunakan Mikroskop

Koloni jamur yang berhasil tumbuh pada media PDA akan dipindahkan ke preparat mikroskop untuk identifikasi lebih lanjut. Prosedur ini meliputi ekstraksi spora dan pengamatan struktur morfologi jamur. Menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 40x, ciri-ciri morfologi jamur akan diamati, seperti ukuran, bentuk, dan warna spora, yang kemudian akan dibandingkan dengan literatur terkait tentang jamur antagonis.

d. Uji Antagonis Menggunakan Patogen *Fusarium*

Jamur antagonis yang telah diisolasi diuji efektivitasnya terhadap patogen *Fusarium* sp. Inokulasi patogen dilakukan menggunakan *Fusarium* yang diisolasi, pada media PDA yang sama dengan inokulasi jamur antagonis, dengan metode cakram untuk memastikan interaksi antara kedua mikroorganisme tersebut. Pengamatan dilakukan selama 3 hari untuk mengukur diameter koloni dan efek antagonisme jamur terhadap pertumbuhan *Fusarium*, dan data yang diperoleh akan dianalisis untuk menentukan tingkat efektivitas jamur antagonis yang diuji.

4. Analisis Data

Data yang diperoleh dari uji efektivitas dianalisis secara deskriptif

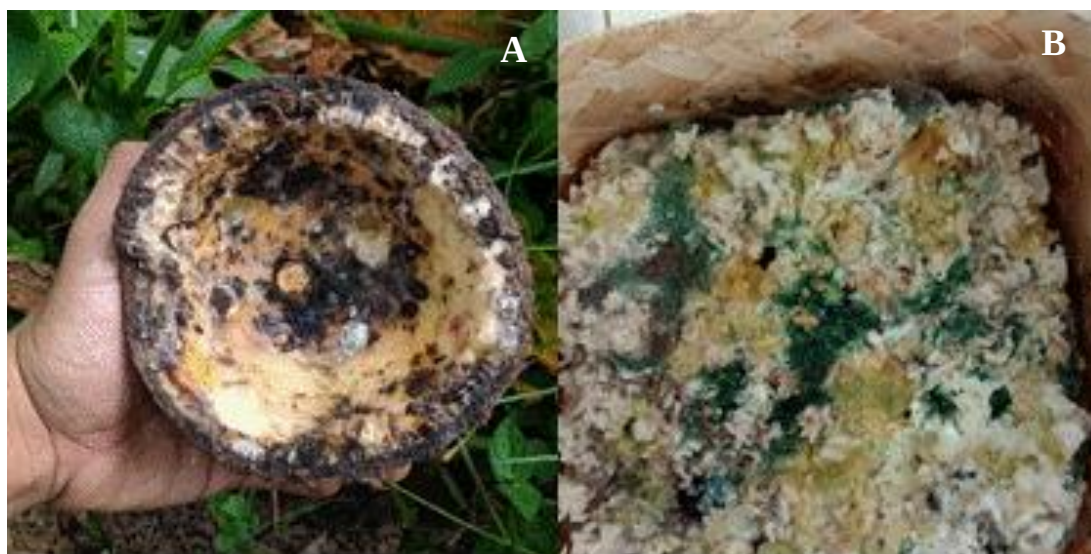
antara perlakuan yang menggunakan jamur antagonis dan kontrol tanpa jamur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi jamur antagonis yang diisolasi dari media kelapa dan nasi, yang bertujuan untuk mengevaluasi potensi jamur-jamur tersebut sebagai agen biokontrol terhadap patogen tanaman. Hasil isolasi menunjukkan bahwa beberapa jenis jamur antagonis berhasil diidentifikasi, dengan performa pertumbuhan yang optimal pada kedua media tersebut. Media kelapa dan nasi terbukti kaya akan nutrisi, memberikan lingkungan yang mendukung pertumbuhan miselium yang cepat dan sehat.

Menurut (Khalid et al., 2021) daging buah kelapa yang sudah tua mengandung karbohidrat 15%, protein 3%, kalori tinggi yang berasal dari minyak kurang lebih 33%, serta kadar air yang mendukung untuk pertumbuhan jamur. Untuk melakukan eksplorasi, kelapa dibelah menjadi dua kemudian masing-masing keping kelapa diletakkan pada lubang yang telah dibuat disekitar perakaran tanaman buah maja. Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis pada gambar 1a terdapat jamur berwarna putih, hitam, kuning dan merah muda.

Kegiatan eksplorasi menggunakan media nasi dilakukan dengan meletakkan nasi pada daerah perakaran umbi talas (Gambar 1b). Nasi dipilih sebagai media karena warnanya putih sehingga memudahkan saat melakukan pengamatan jamur yang tumbuh, selain itu nasi mengandung karbohidrat dan air yang mendukung pertumbuhan jamur (Bao et al., 2022).



Gambar 1. Hasil eksplorasi jamur antagonis menggunakan media kelapa (A) dan media nasi (B).

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, terdapat jamur berwarna hitam, coklat dan hijau muda dan hijau tua (Gambar 1B). Hasil eksplorasi jamur antagonis menunjukkan keberadaan beberapa jenis jamur dengan variasi warna yang mencolok, yaitu coklat, hijau muda, dan hitam. Jamur berwarna coklat biasanya menunjukkan pertumbuhan yang kuat dan berfungsi sebagai agen antagonis terhadap patogen, di mana pigmen melanin yang dihasilkan berperan dalam perlindungan terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Eisenman et al., 2020).

Sementara itu, jamur berwarna hijau muda sering kali merupakan spesies saprofit yang mampu menguraikan bahan organik dan menghasilkan senyawa yang dapat menghambat laju pertumbuhan mikroorganisme patogen (Kazerooni et al., 2020). Di sisi lain, jamur berwarna hitam biasanya menunjukkan adanya spora yang matang dan mampu bertahan dalam kondisi ekstrem, serta dapat

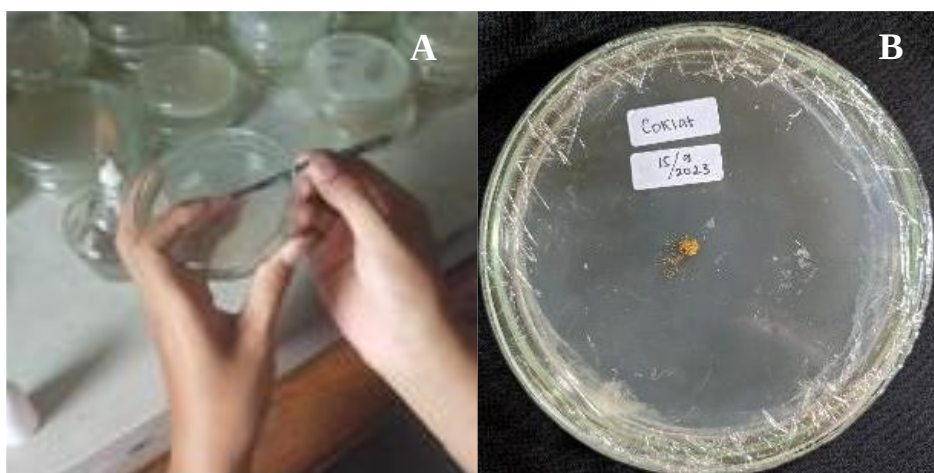
memproduksi senyawa antimikroba yang efektif dalam mengendalikan patogen (Khare et al., 2021).

Keberagaman warna pada jamur antagonis ini mencerminkan variasi dalam spesies dan mekanisme pertahanan yang mereka miliki, serta menunjukkan potensi interaksi sinergis dalam menghambat pertumbuhan patogen. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi spesies spesifik dari jamur-jamur ini serta mengeksplorasi potensi aplikasi mereka dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman. Melalui pemahaman karakteristik dan mekanisme kerja jamur-jamur ini, kita dapat mengembangkan strategi biokontrol yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

Setelah dilakukan eksplorasi dan mendapatkan beragam jenis jamur, selanjutnya yaitu kegiatan inokulasi (Gambar 2). Kegiatan inokulasi dilakukan dengan memindahkan isolat jamur ke media *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk mengamati pertumbuhan

dan kemampuan antagonisme. Setelah inokulasi, pertumbuhan miselium diamati, dan hasil menunjukkan bahwa jamur berwarna coklat dan hijau muda tumbuh dengan baik, membentuk koloni yang padat dan sehat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa media PDA sangat efektif untuk pertumbuhan jamur, karena kaya akan nutrisi yang mendukung perkembangan miselium (Jarial et al., 2024).

Gambar 2 (kiri) merupakan kegiatan inokulasi dari jamur antagonis hasil eksplorasi pada cawan petri. Cawan petri mengindikasikan ruang kerja yang terorganisir untuk melakukan eksperimen, yang mungkin melibatkan pembudidayaan jamur atau mikroorganisme lainnya. Gambar 2 (kanan) merupakan peletakkan inokulan jamur anatagonis berwarna coklat.

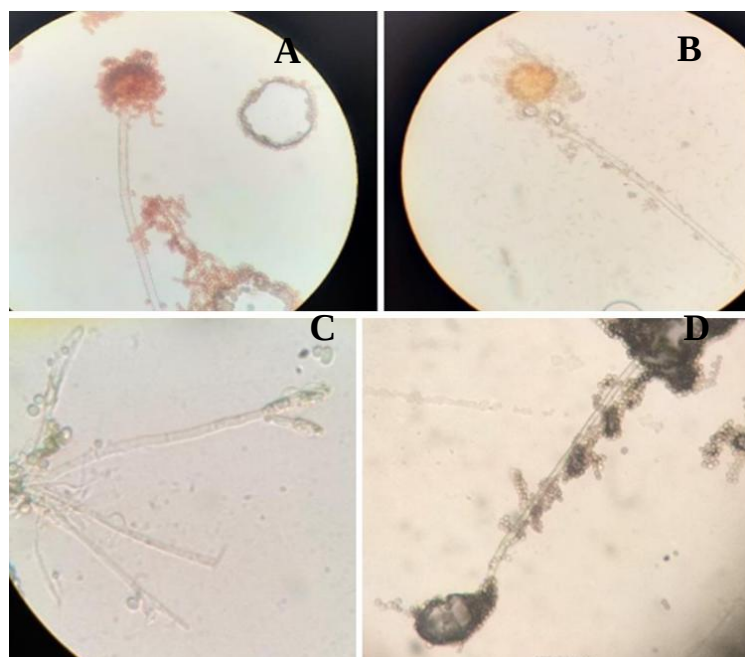


Gambar 2. Inokulasi jamur antagonis hasil eksplorasi menggunakan media PDA. Inokulasi isolat jamur (A) dan hasil inokulasi (B).

Keragaman jamur yang diisolasi dan kemampuan antagonisme yang ditunjukkan oleh jamur ini memberikan indikasi bahwa mereka dapat digunakan sebagai agen biokontrol yang efektif dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman. Identifikasi jamur yang telah diinokulasi perlu dilaksanakan guna melihat secara detail susunan hifa dan konidiofor jamur (Bich et al., 2021).

Hal tersebut membantu dalam penentuan jenis jamur yang telah

diinokulasi. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, terdapat 3 jenis jamur berdasarkan perbedaan warna dan analisis makroskopisnya, yakni warna hitam, coklat, hijau tua, dan hijau muda. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa keempat jamur tersebut termasuk kedalam jenis jamur antagonis *Aspergillus* sp. (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil identifikasi mikroskopis, jamur warna coklat, jamur warna hijau muda adalah *Aspergillus* sp, (c) jamur warna hijau tua adalah *Trichoderma* sp., (d) jamur warna hitam adalah *Aspergillus* sp.

Uji Antagonisme

Setelah teridentifikasi jenis jamur melalui pengamatan mikroskopis, selanjutnya dilakukan uji antagonis untuk melihat efektivitas jamur antagonis dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan

patogen (Bich et al., 2021). Pada penelitian ini, patogen *Fusarium* sp. digunakan untuk melihat efektivitas jamur antagonis. Sedangkan jamur dengan warna hijau muda dan hijau tua digunakan untuk menekan pertumbuhan patogen *Fusarium* sp.

Tabel 1. Hasil uji antagonis isolat dengan pathogen *Fusarium* sp.

Isolat	Sifat	1		2		3	
		r1 (mm)	r2 (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
Hijau muda (<i>Aspergillus</i> sp.)	Patogen	2.72	2.21	4.81	5.92	12.35	8.54
	Anatagonis	3.51	3.22	8.43	8.73	9.19	8.76
Hijau tua (<i>Trichoderma</i> sp.)	Patogen	5.64	6.08	12.97	3.72	23.61	10.17
	Anatagonis	4.41	3.66	22.9	9.11	20.22	10.10

Keterangan: Panjang jari-jari hifa (r1), Panjang jari-jari hifa + kemampuan penghambatan (r2), pengamatan minggu ke-1 (1), ke-2 (2), dan ke-3 (3).

Tabel 2. Hasil uji patogen *Fusarium* sp. menekan perkembangan jamur antagonis.

Isolat	Jari-jari hifa	Waktu Pengamatan (hari ke-)			% patogen
		1	2	3	
Hijau muda (<i>Aspergillus</i> sp.)	r1 (mm)	2.72	4.81	12.35	77.36
	r2 (mm)	2.21	5.92	8.54	
Hijau tua (<i>Trichoderma</i> sp.)	r1 (mm)	5.64	12.97	23.61	33.26
	r2 (mm)	6.08	3.72	10.17	

Keterangan: Panjang jari-jari hifa (r1), Panjang jari-jari hifa + kemampuan penghambatan (r2), pengamatan minggu ke-1 (1), ke-2 (2), dan ke-3 (3).

Tabel 3. Hasil uji antagonis dalam menekan perkembangan patogen *Fusarium* sp.

Isolat	Jari-jari hifa	Waktu Pengamatan (hari ke-)			% antagonis
		1	2	3	
Hijau muda (<i>Aspergillus</i> sp.)	r1 (mm)	2.72	4.81	12.35	57.84
	r2 (mm)	2.21	5.92	8.54	
Hijau tua (<i>Trichoderma</i> sp.)	r1 (mm)	5.64	12.97	23.61	32.32
	r2 (mm)	6.08	3.72	10.17	

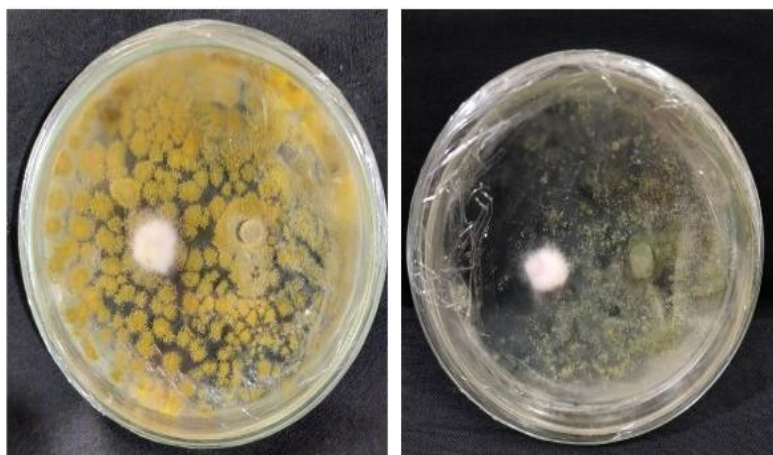
Keterangan: Panjang jari-jari hifa (r1), Panjang jari-jari hifa + kemampuan penghambatan (r2), pengamatan minggu ke-1 (1), ke-2 (2), dan ke-3 (3).

Tabel 1 menunjukkan hasil uji antagonis isolat terhadap patogen *Fusarium* sp. dengan dua jenis isolat, yaitu hijau muda dan hijau tua. Hasil pengukuran panjang jari-jari hifa patogen dan kemampuan penghambatan dari masing-masing isolat dicatat dalam dua pengukuran (r1 dan r2) untuk tiga minggu pengamatan. Hasil uji menunjukkan bahwa isolat hijau tua memiliki panjang jari-jari hifa patogen yang lebih besar dibandingkan dengan isolat hijau muda pada semua minggu pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa isolat hijau tua lebih rentan terhadap infeksi patogen *Fusarium* sp. Sebaliknya, isolat hijau muda menunjukkan kemampuan penghambatan yang lebih baik pada minggu ke-1 dan ke-2, tetapi isolat hijau tua menunjukkan peningkatan kemampuan penghambatan yang signifikan pada minggu ke-2 dan ke-3.

Peningkatan panjang jari-jari hifa patogen pada isolat hijau tua di minggu ke-2 dan ke-3 menunjukkan bahwa patogen dapat berkembang dengan cepat, sedangkan isolat antagonis dari hijau

muda menunjukkan kemampuan penghambatan yang lebih stabil. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa isolat antagonis dapat menghambat pertumbuhan patogen dengan cara kompetisi sumber daya dan produksi senyawa antimikroba (Khare et al., 2021).

Uji antagonis menggunakan isolat jamur antagonis hijau muda dan isolat jamur antagonis hijau tua. Tabel 2 menunjukkan presentase patogen dalam menekan parasitasi jamur antagonis hijau muda mencapai 77,36% sedangkan pada isolat jamur antagonis hijau tua mencapai 33,26%. Tabel 3 menunjukkan hasil uji agen antagonis jamur berwarna hijau muda terhadap patogen *Fusarium* sp. mencapai 57,84% (*Aspergillus* sp.), sedangkan untuk jamur antagonis hijau tua adalah 32,32% (*Trichoderma* sp.) (Gambar 4). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan pentingnya pemilihan isolat antagonis yang tepat dalam pengendalian patogen *Fusarium* sp., serta perlunya penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme penghambatan yang terjadi.



Gambar 4. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. (A) dan *Trichoderma* sp. (B) yang menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat empat jenis jamur yang teridentifikasi secara makroskopis yang terdiri atas jamur berwarna hijau muda, hijau tua, coklat, dan hitam. Secara mikroskopis, isolat jamur berwarna hijau muda, cokelat dan hitam jamur yang teridentifikasi termasuk kedalam jenis jamur *Aspergillus* sp. dan isolat jamur berwarna hijau tua adalah *Trichoderma* sp. Hasil uji antagonis, jamur hijau muda *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp. dari rizosfer tanaman ubi jalar berpotensi sebagai antagonis yang mampu menekan pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. sebesar 57,48% dan 32,32%.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, B. P., Green, T. A., & Loker, A. J. (2020). Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*, 140, 104095.
- Bao, X., Zou, J., Zhang, B., Wu, L., Yang, T., & Huang, Q. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi and microbes interaction in rice mycorrhizosphere. *Agronomy*, 12(6), 1277.
- Bich, G. A., Castrillo, M. L., Kramer, F. L., Villalba, L. L., & Zapata, P. D. (2021). Morphological and molecular identification of entomopathogenic fungi from agricultural and forestry crops. *Floresta e Ambiente*, 28(2), e20180086.
- Eisenman, H. C., Greer, E. M., & McGrail, C. W. (2020). The role of melanins in melanotic fungi for pathogenesis and environmental survival. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 4247–4257.
- Harwood, R. R. (2020). A history of sustainable agriculture. In *Sustainable agricultural systems* (pp. 3–19). CRC Press.
- Herlinda, S. (2020). Pemanfaatan musuh alami untuk pengendalian hayati hama tanaman pangan dan sayuran guna mendukung keberhasilan pertanian organik. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 1, 39–46.
- Jarial, R. S., Jarial, K., & Bhatia, J. N. (2024). Comprehensive review on

- oyster mushroom species (Agaricomycetes): Morphology, nutrition, cultivation and future aspects. *Heliyon*.
- Kamal, A., Ahmad, F., & Shafeeque, M. (2020). Toxicity of pesticides to plants and non-target organism: A comprehensive review. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4(4), 3299.
- Kazerooni, E. A., Velazhahan, R., Essa, M. M., & Al-Sadi, A. M. (2020). Direct and indirect threats imposed by plant pathogenic and saprophytic fungi on humans and animals. *CABI Reviews*, 2020.
- Khalid, S. K., Ismail-Fitry, M. R., Yusoff, M. M., Halim, H. H., Jaafar, A. H., & Anuar, N. (2021). Different maturities and varieties of coconut (*Cocos nucifera* L.) flesh as fat replacers in reduced-fat meatballs. *Sains Malaysiana*, 50(8), 2219–2228.
- Khare, T., Anand, U., Dey, A., Assaraf, Y. G., Chen, Z.-S., Liu, Z., & Kumar, V. (2021). Exploring phytochemicals for combating antibiotic resistance in microbial pathogens. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 720726.
- Pahalvi, H. N., Rafiya, L., Rashid, S., Nisar, B., & Kamili, A. N. (2021). Chemical fertilizers and their impact on soil health. *Microbiota and Biofertilizers, Vol 2: Ecofriendly Tools for Reclamation of Degraded Soil Environs*, 1–20.
- Rahman, A., & Octaviani, E. (2021). Analisis produktivitas tenaga kerja sektor pertanian dan kemiskinan di Indonesia. *Seminar Nasional Variansi (Venue Artikulasi-Riset, Inovasi, Resonansi-Teori, Dan Aplikasi Statistika)*, 2020, 39–48.
- Rochman, F., Priyadi, P., & Rahmadi, R. (2023). Respons Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays* ssp. *mays*) akibat Aplikasi Dosis Pupuk Kalium dan Nitrogen pada Tanah Kering Masam dengan Pemberian Amelioran. *AGRICOLA*, 13(1), 50–58.
- Soekamto, M. H., Ohorella, Z., & Tabara, R. (2023). *Peningkatan Produktivitas Tanah, Tanaman dan Sumberdaya Petani (Suatu Pendekatan dengan Pemanfaatan Pupuk Organik Menuju Sistem Pertanian Berkelanjutan)*. Deepublish.