

EKSPLORASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ANTAGONIS ASAL LIMBAH MEDIA JAMUR TIRAM SERTA DALAM MENEKAN KOLONI *Fusarium oxysporum* PENYEBAB PENYAKIT LAYU FUSARIUM CABAI SECARA *IN-VITRO*

EXPLORATION AND IDENTIFICATION OF ANTAGONISTIC FUNGI FROM OYSTER MUSHROOM MEDIA WASTE AND IN SUPPRESSING *Fusarium oxysporum* COLONIES THAT CAUSE FUSARIUM WILT DISEASE OF CHILI IN-VITRO

Nuraeni^{1*}, Satriyo Restu Adhi^{1*}, Sugiarto¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

ABSTRAK

Fusarium oxysporum tergolong ke dalam patogen tular tanah penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman cabai. Salah satu pengendalian yang ramah lingkungan yaitu pengendalian secara biologis. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan isolat jamur asal limbah media jamur tiram yang bersifat antagonistik terhadap *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu fusarium cabai. Tahapan penelitian ini: (1) isolasi dan identifikasi jamur asal limbah media jamur tiram, (2) uji antagonisme secara *in-vitro* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 11 perlakuan dalam 3 kali ulangan. Hasil penelitian diperoleh 10 isolat jamur antagonis terdiri dari genus *Trichoderma* sp. dan genus *Gliocladium* sp. Hasil analisis uji antagonisme secara *in-vitro* pada uji *dual culture* memberikan hasil berbeda nyata semua isolat jamur asal limbah media jamur tiram bersifat antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu fusarium cabai, perlakuan penghambatan terbaik yaitu JTH (*Trichoderma* sp. 6) dengan nilai AUCGC terkecil 14,59.

Kata kunci: *Fusarium oxysporum*; jamur antagonis limbah media jamur tiram; cabai; layu fusarium

ABSTRACT

Fusarium oxysporum classified as soil-borne pathogen that causes fusarium wilt disease in chili plants. Biological control is one of the environmentally friendly controls. This study aims to obtain fungal isolates from oyster mushroom media waste that are antagonistic to *Fusarium oxysporum* and are non-pathogenic to chili plants. This research stages: (1) isolation and identification of fungi from oyster mushroom media waste, (2) *in-vitro* antagonism test using a single-factor Completely Randomized Design (RAL) with 11 treatments in 3 replications, (3) pathogenicity test of antagonistic fungi against chili seed germination using a single-factor Group Randomized Design with 11 treatments in 3 replications. The research results obtained 10 isolates of antagonistic fungi consisting of the genus *Trichoderma* sp. and the genus *Gliocladium* sp. Analysis of *in-vitro* antagonism test results in dual culture tests gave significantly different results all fungal isolates from oyster mushroom media waste are antagonistic to *Fusarium oxysporum* causing chili fusarium wilt disease, the best inhibitory treatment was JTH (*Trichoderma* sp. 6) with the smallest AUCGC value 14.59.

Keywords: *Fusarium oxysporum*; antagonistic fungi oyster mushroom media waste; chili; fusarium wilt

^{*}) Penulis Korespondensi.

E-mail: aeni89743@gmail.com

Pendahuluan

Tanaman cabai (*Capsicum* sp.) merupakan sejenis buah yang sering digolongkan sebagai komoditas hortikultura dan dapat digunakan sebagai bumbu masakan. Selain sebagai bumbu masak, cabai juga termasuk ke dalam komoditas unggul dan bernilai ekonomis tinggi. Salah satu keunggulan cabai dijadikan bahan baku farmasi dan bahan baku industri pangan (Afriani *et al.*, 2019). Produksi tanaman cabai di Indonesia pada tahun 2021 menurun. BPS (2021) mencatat penurunan produksi cabai rawit sebesar 8,09%, penurunan ini pertama kalinya pada 10 tahun terakhir. Salah satu faktor penurunan tersebut adanya hama atau penyakit seperti jamur patogen, yang akan berdampak pada buah cabai bisa menurunkan kuantitas dan kualitas. Jamur patogen yang menyerang tanaman cabai salah satunya yaitu *Fusarium oxysporum*.

Fusarium oxysporum tergolong ke dalam patogen tular tanah yang bisa menyebabkan penyakit pada tanaman cabai berupa layu fusarium, dampaknya terhadap penurunan produksi cabai. Budidaya tanaman cabai tidak tergantung pada musim tertentu, artinya tanaman cabai bisa ditanam pada musim kapan pun (Sitompul *et al.*, 2018). Akan tetapi penanaman di musim hujan akan menimbulkan risiko kerugian dan gagal panen cukup besar mencapai 50% karena *Fusarium oxysporum* menyerang tanaman dari masa vegetatif sampai generatif (Afriani *et al.*, 2019).

Pengendalian yang biasa dilakukan oleh para petani salah satunya menggunakan pestisida kimia sintetis, akan tetapi upaya pengendalian tersebut akan mengakibatkan dampak yang buruk terhadap lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini dengan melakukan pengendalian secara hayati dengan memanfaatkan mikroorganisme jamur antagonis (Agustinur *et al.*, 2020). Pengendalian secara hayati tentunya sangat ramah lingkungan, pemanfaatan bahan organik dapat digunakan dalam pengendalian penyakit pada tanaman (Yusidah dan Istifadah, 2018). Karena bahan organik mengandung mikroorganisme yang memiliki sifat antagonistik terhadap patogen dan inkubasi resistensi pada tanaman, maka bahan organik tersebut dapat digunakan untuk menekan penyakit tanaman. Bahan organik memiliki kemampuan untuk menekan penyakit pada tanaman disebabkan dari mekanisme terdiri dari senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroba yang terdapat pada kandungan bahan organik tersebut,

sehingga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen (Bonanomi *et al.*, 2020).

Bahan organik yang bisa digunakan yaitu dengan memanfaatkan limbah media jamur tiram. Berdasarkan hasil penelitian Verma *et al.* (2020) dari limbah media tanam jamur (*spent mushroom substrate* (SMS)) terkandung bahan organik tinggi sebesar 20%. Kandungan C/N rasio limbah jamur tiram 116,29% (Mortada *et al.*, 2020). Bahan organik tinggi dan C/N rasio tinggi menandakan aktivitas mikroorganisme di dalam limbah tersebut tinggi. Telah banyak dilaporkan limbah media jamur konsumsi bisa dimanfaatkan dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. berupa layu fusarium pada kacang kapri dan fusarium pada tanaman tomat (Istifadah dan Sianipar, 2015). Berdasarkan pada penjelasan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat jamur asal limbah media jamur tiram yang bersifat antagonistik terhadap *Fusarium oxysporum* dan bersifat non patogenik terhadap tanaman cabai.

Metode Penelitian

Pelaksanaan percobaan untuk uji antagonisme secara *in-vitro* dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang.

Pengambilan Sampel Limbah Media Jamur Tiram

Sampel media limbah jamur tiram diambil dari produsen jamur konsumsi berkah jamur tiram 17, yang berlokasi di Kp. Sukasari, Ds. Karangjaya, Kec. Tirtamulya, Kab. Karawang, Jawa Barat. Pengambilan sampel diambil secara acak dari beberapa titik kumbang (atas, bawah, tengah, kiri dan kanan). Sampel yang diambil merupakan limbah baglog media jamur tiram yang sudah tidak terpakai lagi. Masing-masing titik diambil sebanyak ± 10 gram.

Isolasi dan Purifikasi

Masing-masing sampel limbah media jamur tiram yang telah diambil dari beberapa titik digabungkan kemudian diaduk sampai tercampur merata dan di isolasi. Proses isolasi yang dilakukan dalam pengenceran menggunakan pengenceran bertingkat, untuk isolasi jamur menggunakan pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-5} . Langkah pertama mengambil 10 gram sampel limbah yang sudah tercampur merata lalu disuspensikan ke dalam 90 ml akuades steril

kemudian di kocok dalam waktu 15 menit dengan menggunakan *vortex*, selanjutnya suspensi diambil 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi 9 ml akuades steril (pengenceran tahap I atau 10^{-1}), dan di ulang pengenceran yang sama sampai 10^{-5} dengan perbandingan yang digunakan yaitu 1:9. (Sutari, 2020).

Hasil dari masing-masing pengenceran diambil sebanyak 1 ml lalu dituangkan ke dalam cawan Petri yang sudah steril menggunakan pipet steril secara aseptik, selanjutnya dituangkan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang telah ditambahkan anti bakteri atau *chloramphenicol* ke dalam cawan Petri tersebut, kemudian cawan petri yang berisi media PDA dan suspensi digoyangkan agar suspensi limbah media jamur tiram merata pada media PDA, lalu di inkubasi dengan suhu kamar selama 7 hari (Ristiari *et al.*, 2018). Nantinya akan diperoleh kultur campuran sehingga dilakukannya pemurnian dengan mempurifikasi atau memindahkan setiap koloni jamur asal limbah media jamur tiram hasil isolasi yang memiliki karakteristik berbeda berdasarkan morfologi bentuk dan warna setiap koloni yang terlihat secara makroskopis. Koloni jamur yang terlihat berbeda lalu di ambil kemudian diletakkan ke dalam *petri dish* yang sudah diisi media PDA steril kemudian n di inkubasi selama 7 hari.

Identifikasi Jamur Antagonis

Identifikasi dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan melihat bentuk dan warna isolat jamur. Selanjutnya dilakukan pengamatan secara mikroskopis. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan menumbuhkan isolat pada *water agar* di atas *object glass* selama tujuh hari, kemudian diamati menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400X. Menurut Sinaga *et al.* (2020) pengamatan mikroskopis diamati dengan melihat ada atau tidak septate pada hifa, ukuran dan bentuk konidifor dan konidia. Identifikasi morfologi dari koloni jamur antagonis asal limbah media jamur tiram dan hasil pengamatan secara mikroskopis kemudian dibandingkan dengan bantuan kunci buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* karangan Barnett and Hunter (1987).

Uji Antagonisme secara *In-vitro*

Proses pengujian antagonisme secara *in-vitro* menggunakan metode *dual culture*, untuk cara pengujian nya dengan meletakkan inokulum

isolat jamur antagonis asal limbah media jamur tiram secara bersamaan dalam media dengan isolat *Fusarium oxysporum* dengan posisi yang berlawanan pada jarak 3 cm di dalam cawan Petri berukuran diameter 9 cm yang berisi media PDA yang telah diberi anti bakteri (*chloramphenicol*), sedangkan untuk perlakuan kontrol hanya diinokulasikan jamur patogen *Fusarium oxysporum* pada media PDA tanpa adanya inokulasi isolat jamur antagonis limbah media jamur tiram. Kemudian di inkubasi pada suhu kamar sampai dengan patogen tumbuh memenuhi cawan Petri.

Percobaan pada uji antagonisme secara *in-vitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 11 perlakuan dan diulang 3 kali. Perlakuan berupa isolat jamur terseleksi dengan jamur patogen dan ditambahkan satu perlakuan kontrol (tanpa isolat jamur antagonis).

Data yang diperoleh kemudian dilakukan perhitung *Area Under Colony Growth Curve* (AUCGC) untuk mengetahui jumlah pertumbuhan miselia dengan rumus:

$$AUCGC = \sum_i^{n-1} \left\{ \left(\frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right) \right\} (t_{i+1} - t_i)$$

Keterangan:

Y_i = Diameter koloni pada saat i

Y_{i+1} = Diameter koloni pada saat $i+1$

t = Beda waktu antar pengamatan

Analisis Data

Data pengamatan dari hasil uji antagonisme secara *in-vitro* dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji F pada taraf 5% tujuannya agar mengetahui pengaruh tingkat perlakuan yang telah diberikan tersebut berbeda nyata atau tidak. Jika data yang dihasilkan berbeda nyata (*signifikan*) maka dilakukan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.

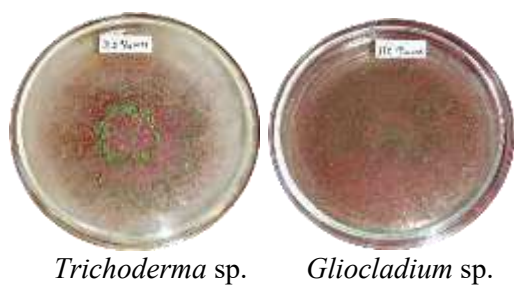
Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Jamur Antagonis

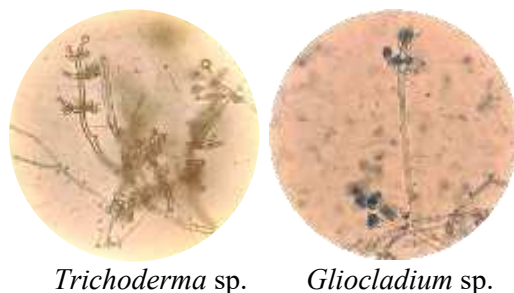
Berdasarkan hasil isolasi dan purifikasi diperoleh 10 isolat jamur asal limbah media jamur tiram, yang terdiri 8 isolat termasuk ke dalam genus *Trichoderma* sp. dan 2 isolat dari genus *Gliocladium* sp (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil isolasi dan purifikasi jamur asal limbah media jamur tiram

Kode	Genus
JTA	<i>Gliocladium</i> sp. 1
JTB	<i>Trichoderma</i> sp. 1
JTC	<i>Gliocladium</i> sp. 2
JTD	<i>Trichoderma</i> sp. 2
JTE	<i>Trichoderma</i> sp. 3
JTF	<i>Trichoderma</i> sp. 4
JTG	<i>Trichoderma</i> sp. 5
JTH	<i>Trichoderma</i> sp. 6
JTI	<i>Trichoderma</i> sp. 7
JTJ	<i>Trichoderma</i> sp. 8



Gambar 1. Karakteristik secara makroskopis



Gambar 2. Karakteristik secara mikroskopis

Karakteristik genus *Trichoderma* sp. hasil pengamatan makroskopis memperlihatkan koloni berwarna hijau keabuan, hijau kekuningan, hijau dan hijau tua. Miselium berwarna putih dan hijau dengan permukaan halus seperti kapas tipis, penyebaran merata sebagian isolat ada yang berongga dan ada yang tidak berongga. Beberapa isolat *Trichoderma* sp. mengeluarkan pigmen coklat kemerahan pada PDA. Sedangkan secara mikroskopis pada buku Barnett & Hunter (1987), memiliki konidifor bercabang, konidia hialin, bulat telur dan bersel satu.

Karakteristik genus *Gliocladium* sp. hasil pengamatan makroskopis memperlihatkan koloni berwarna hijau keabuan, hijau dengan permukaan halus seperti kapas tipis dan penyebaran merata, teratur serta berongga. Sedangkan genus

Gliocladium sp. secara mikroskopis pada buku Barnett & Hunter (1987), memiliki konidifor hialin dan bercabang, konidia hialin dan bersel satu diproduksi berturut-turut secara apikal dan terkumpul dalam tetesan *mucilaginous*.

Uji Antagonisme secara *In-vitro*

Pengamatan pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum* yang telah diberikan perlakuan jamur asal limbah media jamur tiram dilakukan setiap hari sampai hari ketujuh. Berdasarkan hasil uji statistik hasil pengamatan area di bawah kurva pertumbuhan koloni atau *Area Under Colony Growth* (AUCGC) yang tersaji pada Tabel 2, menunjukkan hasil tingkat pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum* patogen selama pengamatan.

Tabel 2. Rata-rata nilai AUCGC

	Perlakuan		AUCGC
	Jamur antagonis	Patogen	
K (Kontrol)		<i>F. oxysporum</i>	26,46 d
JTA	<i>Gliocladium</i> sp. 1	<i>F. oxysporum</i>	17,92 bc
JTB	<i>Trichoderma</i> sp. 1	<i>F. oxysporum</i>	15,14 abc
JTC	<i>Gliocladium</i> sp. 1	<i>F. oxysporum</i>	17,85 bc
JTD	<i>Trichoderma</i> sp. 2	<i>F. oxysporum</i>	18,19 c
JTE	<i>Trichoderma</i> sp. 3	<i>F. oxysporum</i>	18,00 bc
JTF	<i>Trichoderma</i> sp. 4	<i>F. oxysporum</i>	17,81 bc
JTG	<i>Trichoderma</i> sp. 5	<i>F. oxysporum</i>	14,91 ab
JTH	<i>Trichoderma</i> sp. 6	<i>F. oxysporum</i>	14,59 a
JTI	<i>Trichoderma</i> sp. 7	<i>F. oxysporum</i>	17,57 abc
JTJ	<i>Trichoderma</i> sp. 8	<i>F. oxysporum</i>	16,76 abc

Keterangan: Nilai AUCGC yang dinotasikan dengan huruf yang sama pada setiap kolom yang sama, menunjukkan bahwa perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Lanjut DMRT taraf 5%

Hasil AUCGC perlakuan kontrol menunjukkan nilai AUCGC tertinggi dan signifikan (berbeda nyata) terhadap perlakuan lainnya. Tingginya nilai AUCGC pada kontrol dapat terjadi karena isolat *Fusarium oxysporum* tidak diberikan perlakuan jamur antagonis, sehingga pertumbuhan isolat *Fusarium oxysporum* memiliki diameter paling besar dari perlakuan lainnya dikarenakan tidak ada yang mempengaruhi.

Nilai AUCGC yang terendah yaitu pada perlakuan JTH (*Trichoderma* sp. 6). Hal ini menunjukkan isolat jamur asal limbah media jamur tiram *Trichoderma* sp. 6 memiliki pengaruh paling tinggi pada pertumbuhan patogen

Fusarium oxysporum. Sedangkan nilai AUCGC yang mendekati nilai kontrol yaitu pada perlakuan JTD (*Trichoderma* sp. 2), menandakan bahwa isolat jamur asal limbah media jamur tiram *Trichoderma* sp. 2 memberikan pengaruh yang lebih kecil dibandingkan perlakuan jamur asal limbah media jamur tiram yang lain terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* patogen. Semakin tinggi nilai AUCGC maka semakin rendah daya hambat jamur antagonis dalam menghambat pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum*, apabila semakin rendah nilai AUCGC maka semakin tinggi nilai penghambatan dari jamur antagonis sehingga pertumbuhan koloni jamur *Fusarium oxysporum* patogen semakin kecil.

Perbedaan nilai AUCGC antara perlakuan jamur *Trichoderma* isolat JTH (*Trichoderma* sp. 6) dan JTD (*Trichoderma* sp. 2) diduga karena adanya kemampuan penghambatan yang berbeda dari setiap perlakuan. Meskipun keduanya dari genus yang sama akan tetapi hasil yang diberikan berbeda hal ini diduga adanya perbedaan spesies dari masing-masing isolat. Hal ini sejalan dengan penelitian Rizali & Sari (2023), hasil data penghambatan yang berbeda pada setiap spesies *Trichoderma* sp. hal ini bisa terjadi disebabkan adanya perbedaan morfologi, lingkungan hidup, dan perbedaan genetik yang mengakibatkan respons dari setiap spesies bahkan setiap ulangan yang menunjukkan penghambatan yang berbeda, hal ini disebabkan fisiologi dan morfologi nya berbeda.

Menurut Ainy *et al.* (2015) *Trichoderma* dalam menghambat patogen bukan hanya melalui mekanisme dalam kompetisi merebutkan nutrisi dan tempat tumbuh (kompetisi ruang) saja, tetapi *Trichoderma* sp. dalam menekan pertumbuhan patogen mempunyai sifat antibiosis. Antibiosis ini terjadi melewati mekanisme antibiotik, senyawa antibiotik seperti trichodermin, trichodermol, tricotoxin, harzianum A dan harzionolidia. Hal ini seperti yang dikemukakan Jyoti & Singh (2016) setiap jamur dapat melepaskan satu atau lebih senyawa metabolit sekunder yang akan berkaitan dengan proses antibiosis, perubahan morfologi dan dengan fase pertumbuhan jamur.

Perbedaan nilai AUCGC antara genus *Trichoderma* sp. dengan *Gliocladium* sp. (Tabel 2) terjadinya sebuah perbedaan disebabkan adanya perbedaan jenis jamur antagonis, karena setiap jamur memiliki aktivitas dalam menekan pertumbuhan patogen, aktivitas yang terjadi karena adanya mikro parasitisme, antibiosis,

kompetisi nutrisi dan kompetisi ruang (tempat tumbuh. (Ali & Samosir, 2021).

Kesimpulan

Sepuluh isolat jamur asal limbah media jamur tiram semua isolat genus *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. pada uji antagonisme secara *in-vitro* pada uji *dual culture* memberikan hasil berbeda nyata semua isolat bersifat antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu fusarium cabai. Perlakuan JTH (*Trichoderma* sp. 6) terhadap *Fusarium oxysporum* pada uji antagonisme merupakan perlakuan terbaik dengan nilai *Area Under Colony Growth Curve* (AUCGC) terkecil 14,59.

Daftar Pustaka

- Afriani, A., Heviyanti, M., & Harahap, F. S. (2019). Efektivitas *Gliocladium virens* untuk Mengendalikan Penyakit *Fusarium oxysporum* F. sp. *capsici* pada Tanaman Cabai. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(3), 403–411. <https://core.ac.uk/download/pdf/270240280.pdf>
- Agustinur, A., Chairudin, C., & Mustawa, K. (2020). Pengaruh Antagonis Pemberian Kultur Cair *Pseudomonas* sp. Spesifik Lokasi Meurebo dalam Menekan *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrotek Lestari*, 6(1), 91–99. <https://doi.org/10.35308/jal.v6i1.2372>
- Ainy, E. Q., Ratnayani, R., & Susilawati, L. (2015). Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma Harzianum* 11035 terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai. *Seminar Nasional*, 892–897.
- Ali, M., & Samosir, I. Y. (2021). Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr.) terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Agrikultura*, 32(3), 304–311. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i3.36611>
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1987). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi Fourth Edition*.
- Bonanomi, G., Alioto, D., Minutolo, M., Marra, R., Cesarano, G., & Vinale, F. (2020). Organic amendments modulate soil

- microbiota and reduce virus disease incidence in the tswvtomato pathosystem. *Pathogens*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/pathogens9050379>
- BPS. (2021). *Produksi Tanaman Sayuran Cabai Rawit (Ton) Tahun 2011-2021*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/site/resultTab>
- Istifadah, N., & Sianipar, P. R. D. (2015). Potensi Limbah Media Jamur Konsumsi untuk Menekan Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada Tanaman Kentang. *Agrikultura*, 26(2), 84–89. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v26i2.8465>
- Jyoti, S., & Singh, D. P. (2016). Introduction: Microbes and Enviromental Mangement. *Fungi as Biocotrol Agents in Sustainable Agricultur*, 172–194.
- Mortada, A. N., Bolhassan, M. H., & Wahi, R. (2020). Physicochemical composition of spent oyster mushroom substrate. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 24(6), 848–854.
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., & Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10–19.
- Rizali, A., & Sari, N. (2023). Daya Antagonisme *Trichoderma* spp . Terhadap Patogen *Fusarium oxysporum* Fo Penyebab Penyakit Layu pada Bawang Merah. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 8(2), 204–210.
- Sinaga, L., Lingga, R., Afriyansyah, B., & Hudatwi, M. (2020). Identifikasi Jamur Mikroskopik Dari Tambak Udang *Litopenaeus vannamei* Sistem Semi-Intensif. *EKOTONIA: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi Dan Mikrobiologi*, 5(1), 17–25. <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v5i1.1945>
- Sitompul, R., Harahap, F. S., Rauf, A., Rahmawaty, & Sidabukke, S. H. (2018). Evaluasi Kesesuaian Lahan pada Areal Penggunaan Lain di Kecamatan Sitteu Tali Urang Julu Kabupaten Pakpak Bharat untuk Pengembangan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L .). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 829–839.
- Sutari, N. W. S. (2020). Isolasi dan Identifikasi Morfologi Jamur Selulolitik dari Limbah Rumah Tangga di Desa Sanur Kauh, Bali. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(2), 100–105. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v13i2.7443>
- Verma, D., Didwana, V., & Maurya, B. (2020). Spent mushroom substrate: a potential sustainable substrate for agriculture. *International Journal of Grid and Distributed Computing*, 13(2), 104–109. <https://www.researchgate.net/publication/347489805>
- Yusidah, I., & Istifadah, N. (2018). The abilities of spent mushroom substrate to suppress basal rot disease (*Fusarium oxysporum* f.sp *cepae*) in shallot. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 13(01), 440–448. <https://doi.org/10.12692/ijb/13.1.440-448>