

Analisis Morfologi Enzim Kitinase *Simplicillium* sp. sebagai Media Ajar Teknologi Perbanyakan Agens hayati

Ambar Susanti¹, Ospa Pea Yuanita Meishanti², Siti Nur Aisyah³

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

e-mail korepondensi: sekarsasanti@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the research was to determine the morphology of *Simplicillium* sp. which can be used as a teaching media in the identification of pathogenic fungi, useful in practical technology for the propagation of biological agents. The research was carried out in the microbiology laboratory at Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Jombang, June – August 2023. This type of research is qualitative which aims to determine the morphological characteristics of the fungus *Simplicillium lanosoniveum* CG888 from the collection of the Faculty of Agriculture UNWAHA as a data source. Data collection methods include observations carried out macroscopically and microscopically, and documentation. Data obtained from observations are compared with existing literature in books and supporting literature to identify the data. The results showed that the colonies of the fungus *S. lanosoniveum* were white on the upper surface, and yellowish on the bottom. The growth of the colony forms a circle, the edges are white with the growth of new hyphae. The texture of the colony is like wavy cotton with thick mycelia. This fungus has hyaline and septate hyphae. They are branched and tend to be arranged regularly, tapering towards the tip, and have phialids. Phialids produce conidia attached to their tips. Conidia are transparent, small and round in shape. *Simplicillium lanosoniveum* CG888 has chitinase enzyme activity in it. It is hoped that this teaching media can help students to increase their knowledge of the identification and propagation of fungi which act as biological agents.

KEYWORDS: identification, Instructuinal media, *Simplicillium lanosoniveum* CG888, chitinase enzym

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengetahui morfologi *Simplicillium* sp. yang dapat dijadikan sebagai media ajar dalam identifikasi cendawan patogenik berguna pada praktikum Teknologi perbanyakan agens hayati. Penelitian dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Jombang, bulan Juni – Agustus 2023. Jenis penelitian bersifat kualitatif yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfologi cendawan *Simplicillium lanosoniveum* koleksi Fakultas Pertanian Unwaha sebagai sumber data. Metode pengumpulan data meliputi observasi yang dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis, dan dokumentasi. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dibandingkan dengan literatur yang ada pada buku dan penunjang pustaka untuk mengidentifikasi data tersebut. Hasil penelitian diperoleh koloni cendawan *S. lanosoniveum* pada permukaan atas berwarna putih, dan di bawah kekuning – kuning.

Pertumbuhan koloni membentuk bulatan, bagian pinggir berwarna putih dengan adanya pertumbuhan hifa baru. Tekstur koloni seperti kapas bergelombang dengan miselia yang tebal. Cendawan tersebut mempunyai hifa hyalin dan bersepta. Hifa bercabang dengan letak cenderung teratur, dengan meruncing ke ujung, dan terdapat phialid. Phialid menghasilkan konidium yang menempel diujungnya. Konidia transparan, berukuran kecil dan berbentuk bulat. *Simplicillium lanosoniveum* CG888 terdapat aktivitas enzim kitinase di dalamnya. Diharapkan media ajar tersebut dapat membantu mahasiswa untuk meningkatkan pengetahuannya terhadap identifikasi dan perbanyakan cendawan yang berperan sebagai agens hayati.

KATA KUNCI: identifikasi, media ajar, *Simplicillium lanosoniveum* CG888, enzim kitinase

Article History

Received: 8 September 2023

Revised: 15 Januari 2024

Accepted: 31 Januari 2024

PENDAHULUAN

Pengendalian hayati dengan menggunakan cendawan patogenik berguna, merupakan pengendalian OPT yang secara ekologis dan ekonomis telah terbukti menguntungkan, karena menjadi komponen agroekosistem yang sudah berkoevolusi dengan komponen lainnya, sehingga tidak mengganggu keseimbangan ekosistem di wilayah tersebut, tidak mencemari lingkungan, dan mampu memainkan perannya sebagai cendawan patogenik yang berguna. Fakeer,*et.al.*(2023) melaporkan *Beauveria bassiana* AUMC3563 menyebabkan kematian *S. frugiperda* mencapai 80,33 persen pada instar 1, 2, dan 3 dengan kerapatan konidia $5,6 \times 10^7/\text{ml}$, dan efektif daripada *M. anisopliae* AUMC2605 di lapang. Laporan Mullo,*et.al* (2020) menyatakan *Metarhizium rileyi* kerapatan spora 10^9 konidium/ml mampu menyebabkan kematian larva *S. frugiperda* 100 persen 7hsi, nilai $LT_{50} = 4$ hari, LC_{50} konsentrasi $10^{5,4}$ konidium/ml. *Trichoderma sp* dapat menekan perkembangan *Fusarium sp* dengan tingkat antagonisme 70 persen (Susanti, dkk. 2021). Salah satu upaya untuk memperoleh cendawan patogenik yang berguna adalah melalui eksplorasi, isolasi, dan identifikasi. Pada proses identifikasi diperlukan untuk mengetahui karakteristik jenis spesies cendawan yang diperoleh.

Pada Mata kuliah Teknologi Agens hayati di program studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, salah satu capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) adalah mahasiswa menjelaskan tentang karakteristik cendawan patogenik berguna. Hal tersebut merupakan konsep yang dipraktekkan untuk media ajar acara praktikum Mata kuliah Teknologi Perbanyakan Agens hayati. Oleh karena itu diperlukan analisis yang tepat dalam pelaksanaan praktikum identifikasi cendawan sebagai media ajar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui morfologi

Simplicillium sp. yang dapat dijadikan sebagai media ajar dalam identifikasi cendawan patogenik pada praktikum Teknologi perbanyakan agens hayati. Diharapkan media ajar tersebut dapat membantu mahasiswa untuk meningkatkan pengetahuannya terhadap identifikasi dan perbanyakan cendawan yang berperan sebagai agens hayati. Pembelajaran pada peserta didik untuk saat ini membutuhkan pendekatan pembelajaran yang dapat mendorong peserta didik untuk lebih aktif bertanya dan mudah dalam memahami pelajaran, tidak hanya dituntut untuk menghafal dan menimbun informasi tanpa mengetahui apakah peserta didik sudah memahami atau belum menurut Meishanti, (2023)

METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Jombang, bulan Agustus – Oktober 2023.

1. Penyiapan Cendawan *Simplicillium lanosoniveum* CG888

Potato Dextrose Agar(PDA) merk Ltd Darmstad Jerman sebanyak 19,5 gram dilarutkan ke 500 ml akuades. Larutan dipanaskan hingga mendidih dan disterilisasi dengan autoklaf 121°C selama 15 menit. Setelah selesai diangkat dan diletakkan di Laminar Air Flow, dalam kondisi steril, klorofemikol 1% dimasukkan didalamnya. Kemudian dituang ke cawan petri 9 cm³ sebanyak 10 ml, dan pada tabung reaksi IWAKI 15 cm dalam posisi miring, setelah itu ditunggu sampai media memadat dan siap untuk diinokulasi. Biakan murni *S. lanosoniveum* CG888 (Susanti, *et.al.*, 2023) sebagai media uji disiapkan untuk ditanam pada media PDA. Biakan cendawan dipotong satu cork borer diameter 5mm secara steril pelaksanaan di dalam Laminar Air Flow (LAF). Kemudian potongan diletakkan di atas media PDA pada petri dish menggunakan scalpel satu potongan tiap petri dish. Sedangkan untuk agar miring, miselia biakan cendawan diambil dengan jarum, kemudian ditanam pada agar miring di dalam tabung. Selanjutnya ditutup steril dan diinkubasikan 7 hari pada suhu kamar dan tanpa penyinaran. Cendawan juga dibiakkan dalam media perbanyakan untuk pengujian molekuler.

2. Identifikasi Cendawan Agens Hayati

Identifikasi cendawan dari hasil isolat murni dilakukan berdasarkan pengamatan ciri – ciri makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan terhadap pertumbuhan dan perkembangan koloni cendawan di cawan petri, pada saat kultur sudah berumur 7 - 10 hari setelah inokulasi. Variabel pengamatan meliputi; warna koloni bagian atas dan bawah, bentuk permukaan, tekstur, dan penyebaran koloni. Gandjar,dkk (1999) menyatakan pengamatan struktur koloni meliputi garis-garis radial dari pusat

menuju ke tepi koloni, dan lingkaran konsentris koloni.

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menyiapkan biakan murni cendawan pada tabung reaksi. Setelah itu, setetes minyak emersi ditetaskan di atas gelas benda (object glass) yang sudah disiapkan untuk pengamatan mikroskopis cendawan. Secara steril, hifa cendawan di dalam tabung reaksi diambil dengan jarum ose. Kemudian hifa diletakkan di atas gelas benda tersebut kemudian ditutup dengan gelas penutup (cover glass). Selanjutnya gelas benda diletakkan di bawah mikroskop perbesaran 400x untuk dilakukan identifikasi mikroskopis cendawan. Variabel pengamatan meliputi Pengamatan secara mikroskopis meliputi bentuk konidiofor (bercabang atau tidak), fialid dan konidia. Identifikasi cendawan *Simplicillium sp.* berdasarkan pada buku identifikasi Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Barnett dan Hunter, 1972), Zare& Gams,(2001), Sung,et.al,(2007), dan Ward,et.al (2012).

Sebagai upaya untuk melengkapi identifikasi cendawan melalui morfologi dan topografi, maka dilakukan juga pengamatan melalui Scanning electron microscope (SEM). Uji tersebut banyak digunakan untuk pengamatan struktur morfologi permukaan sampel dalam perbesaran yang tinggi dengan menggunakan berkas elektron berenergi tinggi (Adhika,dkk., 2018). Uji SEM dilakukan di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI - Institut Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Hasil SEM berbentuk fotomikrograf dalam tampilan hitam putih,yang kemudian diamati secara visual.

3. Pembuatan Media PDA dan MGMK

Media yang digunakan yaitu media padat NA. Penggunaan medium garam minimum kitin (MGMK) yang digunakan sebagai media terbuat dari komponen 0,3 gram KH_2PO_4 ; 0,7 gram K_2HPO_4 ; 0,5 gram $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,01 gram $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,001 gram ZnSO_4 ; 20 gr MnCl_2 koloid kitin (b/v); 20 gr agar; pH 7,0; 1000 m air suling; HCl 10N; dan NaOH 10N.

4. Uji kitinase *S.lanosoniveum* dengan Reagen Bromocresol Purple

Kultur *S.lanosoniveum* yang sudah diremajakan, diinokulasikan satu cork borer pada media MGMK yang ditambah reagen *bromocresol purple*, dan diletakkan di tengah permukaan media cawan petri secara steril. Selanjutnya kultur diinkubasi pada suhu ruangan selama 7 hari. Pengamatan dilakukan pada 7 hsi untuk melihat perubahan warna pada cawan Petri.

5. Jenis dan Sumber data

Jenis penelitian ini bersifat kualitatif yang bertujuan untuk mengetahui morfologi *Simplicillium sp.* yang dapat dijadikan sebagai media ajar dalam identifikasi cendawan patogenik pada praktikum Teknologi perbanyakan agens hayati. Sumber data adalah cendawan *Simplicillium lanosoniveum* yang merupakan koleksi dari Fakultas Pertanian

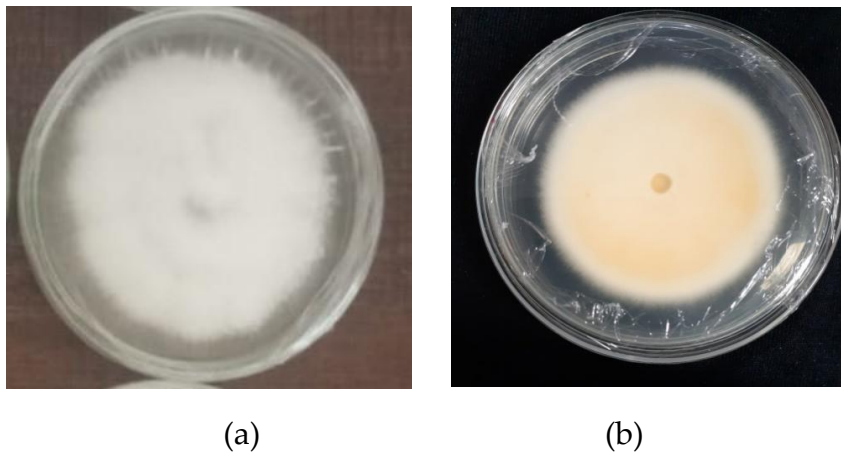
Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Jombang. Cendawan tersebut merupakan hasil eksplorasi pada tanah rhizosfer di pertanaman Jambu bol Gondang Manis di Desa Gondang legi, Kecamatan Perak, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur.

6. Analisis Data

Analisis data menggunakan teknik kualitatif, dimana metode pengumpulan data berdasarkan pengamatan (observasi) dan dokumentasi. Hasil observasi disajikan dalam bentuk deskripsi dan gambar. Data selanjutnya dibandingkan dengan referensi dan literature pada penunjang pustaka yang berasal dari buku dan jurnal terkait.

HASIL dan PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi Setelah diinkubasi selama \pm 10 hari, morfologi cendawan *S. lanosoniveum* CG888 dapat dilihat pada tampilan di bawah ini..

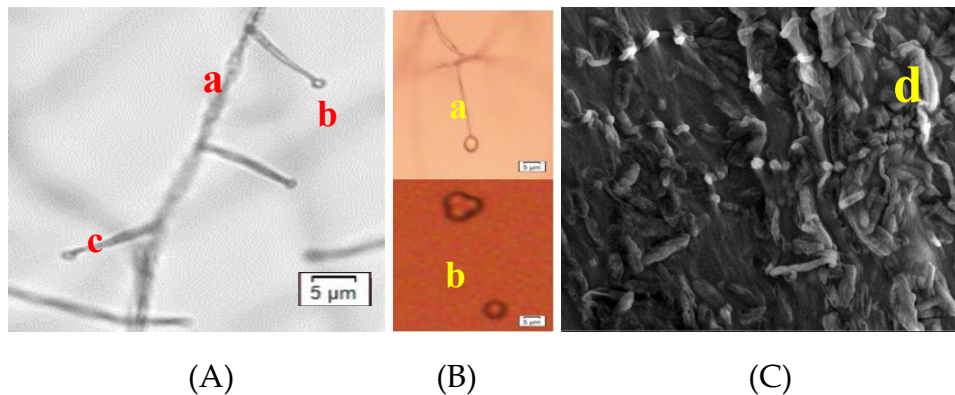


Gambar 1. Tampilan koloni miselium cendawan *S. lanosoniveum* CG888 ;(a) permukaan atas, (b) bawah

Tabel 1. Hasil pengamatan morfologi cendawan *Simplicillium lanosoniveum* CG888 10 hari setelah inokulasi pada suhu kamar (26⁰-27⁰ C)

Variabel Pengamatan	Keterangan
Warna koloni atas	Putih
Warna koloni bawah	Kekuning - kuningan
Bentuk Permukaan	Bergelombang dengan pertumbuhan hifa yang meruncing ke atas
Tekstur miselium	Kapas tebal
Penyebaran hifa	Bulat
Garis radial	Ada

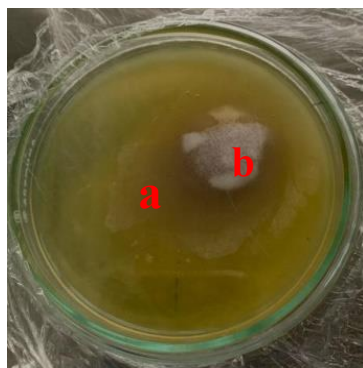
Biakan *S. lanosoniveum* CG888 pada medium PDA menghasilkan koloni miselium berwarna putih, tekstur lembut (Gambar 1). Cendawan cepat tumbuh dan berkembang, akan tampak seperti tumpukan kapas tumbuh ke atas (A). Pada bagian bawah koloni berwarna kekuning – kuning dan terdapat garis radial (B).



Gambar 2. (A) struktur hifa (a) bersepta, (b) phialid; (B) phialid cendawan *S. lanosoniveum* CG888 di ujung hifa(a); (b) spora, (C) Struktur cendawan *S. lanosoniveum* berdasarkan uji scanning mikroskop

Gambar 2A menunjukkan Tampak warna hifa bening, zig zag, tegak dan rapat. Secara mikroskopis, hifa membentuk septa(a), dan ujungnya terdapat phialid(b). Gambar 2B warna phialid bening (a) spora berbentuk bundar sampai bundar memanjang(b). Berdasarkan hasil uji scanning mikroskop SEM, struktur cendawan tersebut terdapat pada gambar 2C. Hifa – hifa yang tumbuh rapat membentuk miselium dengan ukuran kecil bertumpuk – tumpuk secara rapat.

Berdasarkan hasil pengamatan terkait analisis enzim kitinase *S. lanosoniveum* CG888 menunjukkan adanya perubahan warna pada campuran medium kitin dan bromocrecol ungu (BCP) yang telah diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang 27°C (gambar 3). Proses tersebut menimbulkan perubahan pH dan warna indikator pH yaitu BCP, sehingga terjadi perubahan warna kuning menjadi ungu di wilayah cendawan.



Gambar 3. Hasil uji enzim kitinase pada cendawan *Simplicillium lanosoniveum* CG888 :
(a) zona bening, (b) zona ungu

Perubahan tersebut menunjukkan terdapat aktivitas enzim kitinase pada cendawan yang diinokulasikan pada media tersebut. Enzim kitinase cendawan menguraikan kitin yang terkandung dalam media, sehingga terdapat proses pemecahan kitin menjadi N-asetil glukosamin (Gomez, et.al. 2004)

Simplicillium lanosoniveum CG888 (Susanti, et.al., 2023) merupakan spesies dari *Simplicillium*. Spesies tersebut termasuk dalam Cordycipitaceae (Hypocreales, Hypocreomycetidae, Sordariomycetes (Sung et al., 2007). anamorphic terhadap genus *Isaria* dan *Beauveria* (Zare& Gams, 2001; Sung, et.al, 2007; Ward, et.al, 2012). Cendawan tersebut mempunyai peran ganda, yaitu sebagai antagonis dan entomopatogen pada organisme pengganggu tanaman.

Sebagai cendawan antagonis *S. lanosoniveum* mampu menekan penyakit yang diakibatkan oleh cendawan pathogen. *Pakhopsora pachyrhizi* pada daun kedelai (Ward, et.al. 2012), dan *Aecidium elaeagni latifoliae* penyebab karat *E. latifolia* (Baiswar, et.al, 2014) mampu ditekan perkembangannya oleh *S. lanosoniveum*. Terdapat juga species *S. lamellicola* mampu menekan *Fusarium* penyebab head blight pada gandum mencapai 82 persen (Abaya, et.al, 2021). dan mampu menghambat pertumbuhan spora powdery mildew 14% di tanaman jeruk *Murraya paniculata* dibandingkan tanpa perlakuan (55,17%) (Chen et.al, 2017). Cendawan entomopatogen merupakan salah satu spesies yang bersifat heterotrof, hidup sebagai parasit pada serangga (Permadi et al., 2019). Pengendalian hayati yang banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama di lapangan adalah cendawan jenis tersebut (Reddy et al., 2016). Dua isolat *S. lamellicola* (TR-01 dan TR-01) mampu menyebabkan kematian larva *Hyphantria cunea* Durr (Lepidoptera: Arctidae) mencapai 60 persen pada kepadatan 1×10^8 konidia/ml (Saruhan, et.al., 2017). *Simplicillium sp.* juga mampu menyebabkan kematian pada larva Spodoptera

litura (Nurtiati, dkk., 2021) dan hama *Nilaparvata lugens* Stål (Minarni, et.al. 2021) masing – masing mencapai 40 dan 100 persen.

Asmaningrum (2018) menyatakan bahwa panduan praktikum menjadi sarana yang diperlukan untuk memperlancar kegiatan praktek di laboratorium sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. Oleh karena itu diperlukan media untuk mendukung proses praktikum. Salah satu teknik agar proses belajar lebih terkoneksi dan relevan bagi mahasiswa diantaranya adalah Scientific Inquiry.

Menurut Meishanti (2022) Scientific Inquiry merupakan bagian dari STEM (Sains, Teknologi, Engineering dan Matematika), yang terkait dengan sains dan konteks relevansinya dalam mentransfer pengetahuan ilmiah pada kondisi yang nyata. Hal tersebut mampu membangun rasa keingintahuan mahasiswa, yang mendorong timbulnya ide baru yang terkait dengan materi sains yang dipelajari. Keberadaan identifikasi morfologi cendawan sebagai media ajar pada praktikum Teknik Perbanyakan Agens Hayati merupakan bagian untuk membantu mahasiswa dalam menguasai ilmu terkait cendawan. Selain itu dapat mendorong mahasiswa untuk tertarik mempelajari mikrobiologi sebagai alat bantu dalam mengidentifikasi cendawan yang berperan sebagai agens hayati. Hal tersebut sebagai bagian upaya perbanyakan agens hayati untuk pengendalian OPT yang ramah lingkungan

KESIMPULAN dan SARAN

Hasil identifikasi diperoleh koloni cendawan *S. lanosoniveum* CG888 pada permukaan atas berwarna putih, dan di bawah kekuning – kuning. Pertumbuhan koloni membentuk bulatan, bagian pinggir berwarna putih dengan adanya pertumbuhan hifa yang baru. Tekstur koloni seperti kapas bergelombang dengan susunan miselia yang tebal. Cendawan tersebut mempunyai hifa hyalin dan bersepta. Hifa bercabang dengan letak cenderung teratur, dengan meruncing ke ujung, dan terdapat phialid. Phialid menghasilkan konidium yang menempel diujungnya. Konidia transparan, berukuran kecil dan berbentuk bulat. *Simplicillium lanosoniveum* CG888 terdapat aktivitas enzim kitinase di dalamnya.

Identifikasi morfologi *Simplicillium lanosoniveum* dapat dijadikan sebagai media ajar dalam identifikasi cendawan patogenik berguna pada praktikum Teknologi perbanyakan agens hayati. Diharapkan media ajar tersebut dapat membantu mahasiswa untuk meningkatkan pengetahuannya terhadap identifikasi dan perbanyakan cendawan yang berperan sebagai agens hayati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada DRTPM Kemendikbudristek tahun anggaran 2023 yang mendanai penelitian ini dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Jombang.

DAFTAR RUJUKAN

- Abaya, A., Serajazari, M., & Hsiang, T. 2021. Control Of Fusarium Head Blight Using The Endophytic Fungus, *Simplicillium lamellicola*, and Its Effect on The Growth of *Triticum aestivum*. *Biological Control*, 160, 104684. doi:10.1016/j.biocontrol.2021.104684
- Adhika, D.R., Atsarina L.A, Viny V.T., & Heni Rachmawati. 2018. Teknik Pengamatan Sampel Biologi dan Non-konduktif Menggunakan *Scanning Electron Microscopy*. *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2018*. Bandung, Indonesia, 10-11 Desember 2018. 5p
- Agrawal, T., & Kotasthane, A.S. 2012. Chitinolytic Assay of Indigenous Trichoderma Isolates Collected From Different Geographical Locations of Chhattisgarh in Central India. *Springer Plus*, 1(73), 1-10.
- Baiswar, P., Ngachan, S. V., Rymbai, H., & Chandra, S. 2014. *Simplicillium lanosoniveum*, A Hyperparasite on *Aecidium Elaeagni-Latifoliae* in India. *Australasian Plant Disease Notes*, 9(1). doi:10.1007/s13314-014-0144-z
- Barnett & Barry B. Hunter. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Company. United States of America. 241p
- Chen, Ruey-Shyang., Chi-Chung Huang, Jia-Cian Li, & Jwu-Guh Tsay. 2017. Evaluation of Characteristics Of *Simplicillium Lanosoniveum* on Pathogenicity to Aphids and in Vitro Antifungal Potency Against Plant Pathogenic Fungi. *International Journal of Environmental dan Agriculture Research (IJOEAR)*, 3(1)
- Fakeer, Mahmoud, Hamam, Gamal, Joo, Jin, & Hussein, Khalid. 2023. Applicability of Entomopathogenic Fungi and Essential Oils Against The Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)., *Research Square Platform LLC*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2959941/v1>
- Gandjar, I., R. A. Samson, K. van den Tweel-Vermeulen, A. Oetari, & I. Santoso. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia
- Gomez, RM, R. Avelizapa LI, R. Avelizapa, C. Camarillo R. (2004). Colloidal chitin stained with Remazol Brilliant blue R, a useful substrate to select chitinolytic microorganisms and to evaluate chitinases. *J. Microbiol. Methods* 56:213-219

- Meishanti., O.P.Y. 2022. STEM-Based E-Module (Science Technology Engineering and Mathematics) on Class XI Respiratory System Materials. *Journal of Biology Education* Vol 5 No 2 (2022) <https://journal.iainkudus.ac.id/index.php/jbe/article/view/10787/pdf>
- Meishanti., O.P.Y., dkk. 2023. Ipteks bagi Green Entrepreneurship melalui Edu Eco-frienzym di MA Bahrul Ulum Jombang. *Jumat Pendidikan: Jurnal Pengabdian Masyarakat* Vol.4 No. 3 Desember 2023 <https://ejournal.unwaha.ac.id/index.php/abdimaspen/article/view/4143/1781>
- Minarni, E.W., Soesanto, L., Suyanto, A., & Rostaman. 2021. Effectiveness of Secondary Metabolites from Entomopathogenic Fungi for Control *Nilaparvata Lugens* Stål. in The Laboratory Scale. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 25 (1), 2021:86–97. .Avaliable from:<https://jurnal.ugm.ac.id/jpti/article/view/62116> DOI: 10.22146/jpti.62116
- Mullo, I. A., Siahaan, P., & Wahyudi, L. 2022. Uji Patogenisitas Jamur *Metarhizium* Rileyi (Farlow) Isolat Tomohon terhadap Larva Ulat Grayak *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *JURNAL BIOS LOGOS*, 12(1), 31–38. <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i1.35828>
- Nurtiati, Endang Warih Minarni,& Puty Andini. 2021. Uji Efektivitas Metabolit Sekunder Fungi *Simplicillium* sp. Terhadap *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith di Laboratorium. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences, Volume 2 Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian dan Perikanan*. 2. 160-164. Available from:<https://conferenceproceedings.ump.ac.id/index.php/pspfs/issue/view/>. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v2i.194>
- Permadi MA, Lubis RA, & Siregar IK. 2019. Studi Keragaman Cendawan Entomopatogen dari Berbagai Rizosfer Tanaman Hortikultura di Kota Padangsidempuan. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA* 4(1): 1-9.
- Reddy GVP, Antwi FB, Shrestha G, & Kuriwada T. 2016. Evaluation Of Toxicity Of Biorational Insecticides Against Larvae of The Alfalfa Weevil . *Toxicology Reports* 3: 473–480
- Saruhan,I., Şeyma Toksöz, & İsmail Erper, 2017. Evaluation Of Some Entomopathogenic Fungi Against The Fall Webworm (*Hyphantria cunea* Durr, Lepidoptera: Arctidae). *Selcuk J Agr Food Sci*, (2017) 31 (2), 76-81
- Sung GH, Hywe-ljones NL, Sung JM, Luangsa-ard JJ, Shrestha B, & Spatafora JW. 2007. Phylogenetic Classification of Cordyceps and The Clavicipitaceous Fungi. *Studies in Mycology* 57: 5–59. <https://doi.org/10.3114/sim.2007.57.01>

- Susanti, A., Nur Afifah & Ruri Febrianti, 2021. Penekanan Jamur Endofit Terhadap Patogen pada Tanaman Jambu Bol Gondang Manis. *Journal Viabel Pertanian*. (2021), 15(1) 1-15
- Susanti,A., Primaadi A., and Ino Angga P., (2023). Identification of *Simplicillium lanosoniveum* at Suppressive Soil Potential Areas in Brantas Watershed – Indonesia. *AIP Conference Proceedings* 2583, 020032 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0116197>
- Ward, N.A., Robertson, C.L., Chanda, A.K. & Schneider, R.W. 2012. Effects of *Simplicillium lanosoniveum* on *Phakopsora pachyrhizi*, The Soybean Rust Pathogen, and Its Use as a Biological Control Agent. *Phytopathology* **102**(8),749–760(2012) <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-11-0031>
- Zare, R. & Gams, W. 2001. A Revision Of *Verticillium* Section Prostrata. IV The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. *Nova Hedwigia* **71**,1–50