

Pemanfaatan *Verticillium lecanii* sebagai Pestisida Hayati untuk Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan

Utilization of Verticillium lecanii as a Biological Pesticide to Support Sustainable Food Security

Jazila Tur Rohmah¹, Ika Oktavia Ramadani¹, Istandi Galuh Saputro¹, Eka Nurmala Sari^{1*}, Aldy Bahaduri Indraloka¹, Abdul Rahman Jauhari²

¹Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Banyuwangi

²Direktur Produksi dan R&D PT Sirtanio Organik Indonesia

*Email Koresponden: ekanurmala@poliwangi.ac.id

Received : 14 Februari 2026 | Accepted : 24 Februari 2026 | Published : 27 Februari 2026

Kata Kunci

Jamur entomopatogen, pestisida hayati, *Verticillium lecanii*

Copyright (c) 2026
Authors Jazila Tur Rohmah, Ika Oktavia Ramadani, Istandi Galuh Saputro, Eka Nurmala Sari, Aldy Bahaduri Indraloka, Abdul Rahman Jauhari



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAK

Pemanfaatan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* sebagai langkah awal pengendalian secara hayati guna menekan penggunaan bahan kimia yang berpotensi menimbulkan dampak negative bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses perakitan instalasi aerasi sederhana, pembuatan media biakan, serta pelaksanaan aerasi dan fermentasi dalam perbanyakan pestisida hayati berbahan aktif *Verticillium lecanii*. Penelitian dilaksanakan pada minggu ketiga Oktober hingga minggu keempat November 2025 di PT Sirtanio Banyuwangi serta Laboratorium Produksi Tanaman Jurusan Pertanian Politeknik Negeri Banyuwangi. Alat yang digunakan meliputi jerigen plastik, aerator, selang aerasi, dan ozonizer, sedangkan bahan yang digunakan berupa kentang, gula, ebi, air, serta isolat *Verticillium lecanii*. Metode yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode eskperimental yang meliputi tahap observasi, perakitan instalasi, pembuatan media, inokulasi hingga pemanenan. Media cair dibuat dari ekstrak kentang yang diperkaya gula dan ebi, kemudian disterilisasi menggunakan ozonizer, diaerasi selama 24 jam, diinokulasi isolat *Verticillium lecanii*, dan difermentasi selama 14 hari dengan aerasi kontinu. Hasil fermentasi menunjukkan bau segar khas fermentasi dan warna putih pucat yang mengindikasikan pertumbuhan miselium serta biomassa jamur berlangsung optimal tanpa adanya kontaminasi. Dengan demikian, instalasi aerasi sederhana mampu menciptakan kondisi fermentasi yang stabil dan mendukung keberhasilan produksi pestisida hayati *Verticillium lecanii*.

Keywords

ABSTRACT

Entomopathogenic fungi, biological pesticides, Verticillium lecanii.

This study aims to describe the assembly process of a simple aeration installation, the creation of culture media, and the implementation of aeration and fermentation in the multiplication of biological pesticides containing the active ingredient Verticillium lecanii. The study was conducted from the third week of October to the fourth week of November 2025 at PT Sirtanio Banyuwangi and the Food Crop Production Laboratory and Food Crop Production Technology Laboratory of the Banyuwangi State Polytechnic. The tools used included plastic jerry cans, aerators, aeration hoses, and ozonizers, while the materials used were potatoes, sugar, dried shrimp, water, and Verticillium lecanii isolates. The method used in this research uses an experimental method which includes the observation stage, installation assembly, media creation, inoculation and harvesting. Liquid media was made from potato extract enriched with sugar and dried shrimp, then sterilized using an ozonizer, aerated for 24 hours, inoculated with Verticillium lecanii isolates, and fermented for 14 days with continuous aeration. The fermentation results showed a fresh odor typical of fermentation and a pale white color indicating optimal mycelial growth and fungal biomass without any contamination. Thus, a simple aeration installation is able to create stable fermentation conditions and support the successful production of the biological pesticide Verticillium lecanii..

1. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan masyarakat secara berkelanjutan yang artinya sangat bergantung pada sektor pertanian dan menjadi isu strategis dalam pembangunan pertanian nasional. Seiring pertumbuhan penduduk sekaligus peningkatan kebutuhan pangan menuntut sistem produksi pertanian yang tidak hanya produktif, tetapi juga berkelanjutan. Namun, sektor pertanian masih terus menghadapi tantangan akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen, sehingga berdampak langsung terhadap stabilitas sistem pangan (Vajri *et al.*, 2024).

Upaya pengendalian OPT di lapangan hingga saat ini masih didominasi oleh penggunaan pestisida kimia sintesis karena dinilai praktis dan memberikan hasil yang cepat. Namun, penggunaan pestisida kimia secara berulang dan tidak terkontrol berpotensi menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain pencemaran lingkungan, gangguan terhadap organisme non-target, residu berbahaya pada hasil pertanian, serta menyebabkan resistensi hama yang berpotensi mengancam keberlanjutan sistem produksi pangan. Kondisi tersebut mendorong pengembangan alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Putri, 2023). Salah satu alternatif yang banyak dikembangkan adalah pestisida hayati berbasis mikroorganisme, khususnya jamur entomopatogen, yang mampu menginfeksi serangga hama secara spesifik melalui mekanisme biologis alami, sehingga relatif aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Dewi *et al.*, 2022). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa jamur entomopatogen efektif menekan populasi hama utama pada berbagai komoditas pertanian, seperti ulat grayak (*Spodoptera litura*), kutu kebul (*Bemisia tabaci*), dan kutu daun

(*Aphis spp.*) serta berpotensi sebagai komponen dalam sistem pengendalian hama terpadu (Vajri *et al.*, 2024).

Verticillium lecanii merupakan salah satu jamur entomopatogen yang telah banyak dinyatakan memiliki efektivitas tinggi sebagai bahan aktif pestisida hayati. Jamur ini menginfeksi serangga melalui proses adhesi spora, penetrasi kutikula, dan kolonisasi jaringan inang yang pada akhirnya menyebabkan kematian serangga target (Widariyanto *et al.*, 2021). Aplikasi *Verticillium lecanii* terbukti mampu menekan populasi kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada tanaman tomat (Sudarjat *et al.*, 2023), efektif terhadap larva Spodoptera litura, salah satu hama utama pada berbagai tanaman pangan dan hortikultura (Firmansyah *et al.*, 2023), serta memiliki tingkat infektivitas yang baik terhadap hama penggerek ubi jalar (*Cylas formicarius*) (Dewi *et al.*, 2022).

Pemanfaatan *Verticillium lecanii* sebagai pestisida hayati berkaitan erat dengan aspek teknis produksi yang menentukan kualitas hasil fermentasi. Proses produksi meliputi perakitan instalasi, pembuatan media biakan, serta proses perbanyakan jamur yang dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, sterilisasi, suplai oksigen, dan kondisi fermentasi. Proses produksi yang tidak terkontrol berpotensi menurunkan kualitas biomassa dan spora jamur, sehingga berdampak pada efektivitas pengendalian hama di lapangan. Produksi *Verticillium lecanii* dalam jumlah besar biasanya dilakukan melalui sistem fermentasi padat atau cair yang terkontrol, yang memerlukan peralatan khusus seperti fermentor dengan pengaturan aerasi, suhu, dan kelembapan yang presisi. Tanpa investasi pada sistem fermentasi dan sumber daya manusia terlatih dalam teknik kultur mikroorganisme, seringkali menyebabkan hasil produksi tidak stabil dan viabilitas spora rendah, sehingga kualitas final produk tidak terjamin. Dengan demikian, keterbatasan alat sterilisasi dan mahalnya sistem fermentasi menjadi penghambat utama bagi petani atau laboratorium kecil untuk memproduksi *Verticillium lecanii lecanii* secara mandiri dan berkelanjutan (Shi *et al.*, 2009).

Salah (Tsatu aspek teknis yang berperan dalam proses perbanyakan *Verticillium lecanii* adalah pengaturan suplai oksigen selama fermentasi. Dalam praktiknya, pengaturan suplai oksigen dilakukan melalui penerapan sistem aerasi. Penerapan sistem aerasi bertujuan menjaga ketersediaan oksigen selama fermentasi sehingga kondisi tetap stabil dan mendukung pertumbuhan jamur secara optimal. Namun, penerapan teknologi aerasi sering kali terkendala oleh keterbatasan teknis, terutama terkait ketersediaan peralatan dan efisiensi biaya pada skala laboratorium. Sedangkan sistem aerasi yang tidak optimal dapat menyebabkan pertumbuhan jamur terhambat dan meningkatkan risiko kontaminasi (Widariyanto *et al.*, 2017). Salah satu alternatif efisiensi biaya dalam produksi agensia hayati adalah penggunaan Ozonizer. Ozonizer merupakan alat yang menghasilkan gas ozon (O_3) yang bersifat oksidator kuat dan memiliki kemampuan antimikroba tinggi. Dalam proses produksi agens hayati berbahan *Verticillium lecanii*, ozonizer dapat dimanfaatkan sebagai alternatif atau pelengkap proses sterilisasi untuk menurunkan tingkat kontaminasi mikroba pada ruang produksi, permukaan alat, maupun bahan tertentu sebelum proses inokulasi. Ozon efektif menginaktivasi bakteri, kapang, dan spora melalui mekanisme oksidasi dinding sel dan komponen intraseluler, sehingga membantu menciptakan kondisi lingkungan yang lebih aseptik (Tiwari *et al.*, 2010).

Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya pengembangan pendekatan teknologi yang sederhana, efisien, dan mudah diaplikasikan untuk mendukung pemanfaatan *Verticillium lecanii* sebagai pestisida hayati. Perakitan instalasi dengan sistem aerasi dan media biakan sederhana diharapkan mampu menyediakan kondisi fermentasi yang mendukung pertumbuhan biomassa jamur secara optimal, menekan risiko kontaminasi, serta meningkatkan kualitas hasil fermentasi dengan mempertimbangkan efisiensi biaya dan kemudahan perakitan. Penelitian ini

bertujuan untuk mendeskripsikan proses perakitan instalasi aerasi sederhana, pembuatan media biakan, serta pelaksanaan aerasi dan fermentasi dalam perbanyakan pestisida hayati berbahan aktif *Verticillium lecanii*. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis dalam pengembangan pestisida hayati, mendukung penerapan pengendalian hama terpadu, serta berkontribusi terhadap upaya mewujudkan sistem pertanian yang berkelanjutan dan mendukung ketahanan pangan.

2. METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada minggu ketiga Oktober hingga minggu keempat November 2025 di PT Sirtanio Banyuwangi dan Laboratorium Produksi Tanaman, Jurusan Pertanian Politeknik Negeri Banyuwangi.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jerigen plastik, aerator, selang aerasi, ozonizer, panci perebus, kompor gas, timbangan, gelas ukur, saringan, suntik steril, corong, dan botol kemasan. Bahan yang digunakan meliputi kentang, gula, ebi, air, minyak sayur, alkohol 70%, aquades, bubuk PK (Kalium Permanganat), glasswool, serta isolat *Verticillium lecanii*.

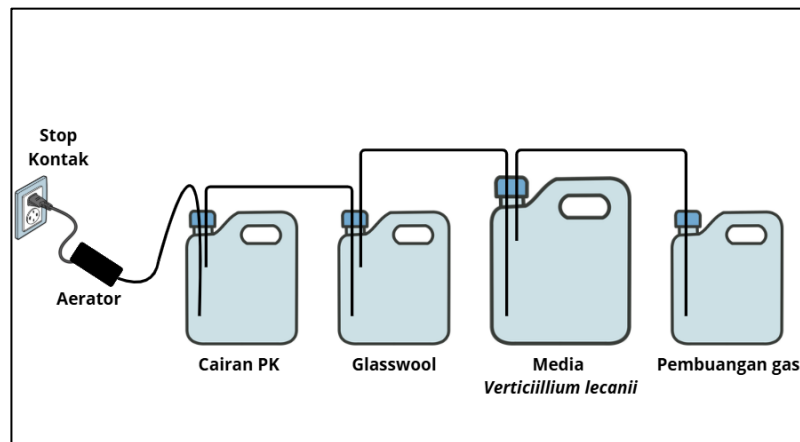
2.3 Prosedur Penelitian

Metode pelaksanaan penelitian ini dilakukan berdasarkan diagram alir yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Perakitan instalasi aerasi dilakukan menggunakan jerigen plastik dengan volume 15-20 liter yang dihubungkan dengan selang dan aerator sebagai sumber suplai udara, dengan perakitan yang mengacu pada gambar desain instalasi aerasi berikut.



Gambar 2. Rancangan Instalasi Sistem Aerasi

Media cair disiapkan dari ekstrak kentang sebanyak 4,5 kg yang diperkaya dengan gula 0,45 kg dan ebi 0,45 ons sebagai sumber nutrisi. Semua bahan dicampur dalam air dengan volume 14 liter direbus selama 30 menit, kemudian disaring dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Media yang telah disiapkan selanjutnya disterilisasi menggunakan ozonizer selama 15-20 menit untuk menekan risiko kontaminasi mikroorganisme. Media steril kemudian diaerasi selama 24 jam untuk menjaga homogenitas dan meningkatkan suplai oksigen. Setelah aerasi, dilakukan inokulasi isolat komersial dari *Verticillium lecanii* secara aseptik ke dalam media. Media yang telah diinokulasi difermentasi selama 14 hari dengan aerasi kontinu untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas jamur. Setelah fermentasi selesai, hasil fermentasi dipanen dan dikemas ke dalam botol kemasan berukuran 1 liter, kemudian disimpan pada tempat sejuk dan terlindung dari cahaya matahari langsung (Dewi *et al.* 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil fermentasi menunjukkan bahwa bau segar khas fermentasi dan warna putih pucat, menandakan proses fermentasi berlangsung baik tanpa kontaminasi mikroorganisme lain. Bau segar ini mengindikasikan bahwa prosedur sterilisasi dan inokulasi dilakukan dengan benar, karena kegagalan proses fermentasi akibat adanya kontaminasi biasanya menghasilkan bau yang tidak sedap. Keberhasilan proses fermentasi *Verticillium lecanii* tidak hanya dapat diamati melalui parameter kuantitatif, tetapi juga melalui indikator kualitatif seperti bau dan warna media fermentasi. Bau segar khas fermentasi menunjukkan bahwa aktivitas metabolisme jamur berlangsung secara normal dan didominasi oleh mikroorganisme target. Menurut Papagianni (2004), fermentasi jamur yang optimal umumnya menghasilkan senyawa metabolit yang stabil dan tidak menimbulkan bau menyengat, sedangkan kontaminasi bakteri atau jamur lain sering memicu pembentukan senyawa volatil yang menyebabkan bau tidak sedap. Tabel berikut merupakan tabel hasil pengamatan media dari fermentasi agensia hayati *Verticillium lecanii*

Tabel 1. Hasil Pengamatan Media Hasil Fermentasi *Verticillium lecanii*

Parameter	Hasil Pengamatan	Keterangan
Bau	Segar khas fermentasi	Menunjukkan proses fermentasi berlangsung normal dan tidak ada kontaminasi.
Warna	Putih pucat	Mengindikasikan pertumbuhan miselium dan biomassa <i>Verticillium lecanii</i> berjalan baik.

Warna putih hingga putih pucat pada media fermentasi merupakan ciri khas pertumbuhan miselium *V. lecanii* yang sehat. Warna ini menunjukkan bahwa jamur mampu beradaptasi dengan baik terhadap kondisi lingkungan fermentasi, seperti ketersediaan nutrisi, oksigen, dan kelembapan. Faktor nutrisi/nutrient memegang peranan krusial dalam mendukung pertumbuhan dan sporulasi *V. lecanii*. Penambahan ebi (udang kering) efektif karena mengandung protein tinggi, asam amino, nitrogen organik, mineral (seperti kalsium dan fosfor), serta unsur mikro yang dibutuhkan dalam sintesis enzim dan pembentukan biomassa jamur (Jackson *et al.*, 2010). Nitrogen merupakan unsur esensial dalam pembentukan protein struktural dan enzimatis, termasuk enzim kitinase dan protease yang penting bagi jamur entomopatogen. Sementara itu, penambahan gula (misalnya sukrosa atau glukosa) berfungsi sebagai sumber karbon utama yang menyediakan energi melalui respirasi seluler untuk pertumbuhan miselium dan produksi konidia. Literatur mengenai produksi jamur entomopatogen menunjukkan bahwa rasio karbon dan nitrogen (C/N ratio) yang seimbang sangat menentukan kepadatan dan viabilitas spora (Jaronski, 2010).

Menurut Inglis *et al.* (2001), jamur entomopatogen yang tumbuh optimal akan membentuk miselium berwarna cerah dan homogen, yang mencerminkan keseimbangan antara pertumbuhan vegetatif dan proses sporulasi. Warna putih pucat yang terlihat pada hasil produksi pestisida hayati ini merupakan indikator pertumbuhan optimal jamur *Verticillium lecanii*, yang berasal dari miselium dan biomassa jamur. Jika terjadi perubahan warna media menjadi keruh gelap atau menguning, kondisi tersebut dapat mengindikasikan pertumbuhan jamur yang tidak optimal atau adanya kontaminasi mikroorganisme lain. Perubahan warna media menjadi kekuningan atau gelap juga dapat menandakan terjadinya stres fisiologis pada jamur atau adanya kompetisi dengan mikroorganisme lain. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh ketidakseimbangan nutrisi, aerasi yang tidak optimal, atau kegagalan dalam proses sterilisasi. Goettel dan Inglis (1997) menjelaskan bahwa kontaminasi selama fermentasi jamur entomopatogen dapat menghambat pertumbuhan miselium, menurunkan viabilitas spora, serta berdampak langsung pada efektivitas jamur sebagai agen pengendali hayati.

Perubahan warna pada produksi pestisida hayati umumnya berkaitan dengan terganggunya proses pertumbuhan miselium dan sporulasi, yang ditandai dengan menurunnya kualitas jamur *Verticillium lecanii*. Ihrwati *et al.* (2020) melaporkan bahwa pertumbuhan *V. lecanii* yang optimal secara makroskopis ditandai oleh warna koloni putih hingga putih pucat dengan tekstur halus dan penyebaran merata pada media tumbuh, sedangkan perubahan warna

menunjukkan kondisi media yang tidak mendukung atau terjadinya kompetisi dengan mikroorganisme lain. Oleh karena itu, kombinasi bau segar dan warna putih pucat menegaskan keberhasilan proses ozonasi, aerasi, inokulasi, dan fermentasi, serta menunjukkan bahwa produk siap untuk dipanen dan dikemas sebagai pestisida hayati berbahan aktif *Verticillium lecanii*. Tahapan ozonasi dan aerasi memang memiliki peranan penting dalam menekan populasi mikroorganisme kontaminan serta meningkatkan ketersediaan oksigen terlarut, yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur aerob seperti *V. lecanii*. Menurut Restrepo et al. (2014), aerasi yang memadai selama fermentasi cair jamur entomopatogen mampu meningkatkan biomassa dan kualitas spora yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan hasil fermentasi yang menunjukkan warna putih pucat dan bau segar, yang mencerminkan kondisi fermentasi yang stabil dan terkendali. Berikut merupakan hasil akhir dari proses fermentasi jamur *Verticillium lecanii*



Gambar 3. Hasil Akhir Produk Pestisida Hayati

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, proses perakitan instalasi aerasi sederhana menggunakan jerigen plastik, selang, dan aerator yang dirakit sesuai rancangan desain terbukti dapat mendukung proses fermentasi *Verticillium lecanii* secara optimal. Media cair berbahan ekstrak kentang yang diperkaya gula dan ebi, disertai sterilisasi menggunakan ozonizer serta aerasi kontinu selama fermentasi 14 hari, menghasilkan produk fermentasi dengan ciri bau segar khas fermentasi dan warna putih pucat. Kondisi tersebut menunjukkan pertumbuhan biomassa dan miselium *Verticillium lecanii* berlangsung baik serta tidak ditemukan indikasi kontaminasi mikroorganisme lain. Dengan demikian, sistem aerasi sederhana yang diterapkan mampu menciptakan kondisi fermentasi yang stabil, meningkatkan suplai oksigen, dan mendukung keberhasilan produksi pestisida hayati berbahan aktif *Verticillium lecanii*. Untuk memastikan kualitas produk secara biologis dan aplikatif, perlu dilakukan pengujian viabilitas spora dan efektivitas hasil fermentasi terhadap serangga hama target.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada PT. Sirtanio Organik Indonesia, Kabupaten Banyuwangi organikbanyuwangi@gmail.com yang telah memberikan dukungan berupa fasilitas dan layanan kegiatan penelitian. Terimakasih kepada Bapak Abdul Rahman Jauhari selaku Direktur Produksi dan R&D PT. Sirtanio Organik Indonesia yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama melakukan kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, P. K., Afifah, L., Surjana, T., & Kurniati, A. (2022). Infektivitas cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* terhadap hama penggerek ubi jalar (*Cylas formicarius*). *Jurnal Agroplasma*, 9(2), 231–238. <https://doi.org/10.36987/agroplasma.v9i2.3177>
- Dewi, A. S. K., Muliati, Zahra, S. F., Aprilla, M., Salsabila, N., Noviani, Hasliana, & Said, M. R. 2024. Metode perbanyakan agen pengendali hayati. Makassar: UNM Press
- Firmansyah, E., Nurhidayah, S., & Selpiansah, S. (2023). Keefektifan cendawan *Lecanicillium lecanii* mengendalikan larva *Spodoptera litura* Fabricius. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 9(1), 65–73. <https://doi.org/10.26858/jtp.v9i1.42819>
- Goettel, M. S., & Inglis, G. D. (1997). Fungi: Hyphomycetes. *Manual of Techniques in Insect Pathology*, 213–249.
- Ihrawati, I., Anshary, A., & Pasar, F. (2020). Uji berbagai jenis bahan media buatan untuk pertumbuhan cendawan *Verticillium lecanii* isolat lokal Palolo Kabupaten Sigi. *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian (E-Journal)*, 8(6), 1225–1232.
- Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M., & Strasser, H. (2001). Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. *Fungi as Biocontrol Agents*, 23–69.
- Jackson, M. A., Dunlap, C. A., & Jaronski, S. T. (2010). Ecological considerations in producing and formulating fungal entomopathogens for use in insect biocontrol. *BioControl*, 55, 129–145.
- Jaronski, S. T. (2010). Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. *BioControl*, 55, 159–185.
- Papagianni, M. (2004). Fungal morphology and metabolite production in submerged mycelial processes. *Biotechnology Advances*, 22(3), 189–259.
- Putri, R. A. (2023). Uji efektifitas jamur entomopatogen *Lecanicillium lecanii* Zimm. terhadap larva grayak *Spodoptera exigua* Hubner pada tanaman bawang merah *Allium ascalonicum* L. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 8(2), 159–165. <https://doi.org/10.32503/hijau.v8i2.3098>
- Restrepo, S., (2014). Effect of aeration on biomass and spore production of entomopathogenic fungi in liquid fermentation. *Journal of Invertebrate Pathology*, 119, 44–50.
- Shi Y, Xu X, Zhu Y. (2009). Optimization of *Verticillium lecanii* spore production in solid-state fermentation on sugarcane bagasse. *Appl Microbiol Biotechnol* 82(5).doi: 10.1007/s00253-009-1874-2.
- Sudarjat, Hersanti, & Yulia, E. (2023). Aplikasi jamur entomopatogen *Lecanicillium lecanii* pada berbagai kerapatan konidia dan frekuensi aplikasi terhadap hama kutukebul (*Bemisia tabaci*) pada tanaman tomat. *Jurnal Agrikultura*, 34(2), 274–283. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.47658>
- Tiwari, B.K. (2010). Application of ozone in food processing and preservation: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*.

-
- Vajri, I. Y., Trizelia, T., Kuswardani, R. A., & Saragih, M. (2024). Cendawan entomopatogen sebagai penginduksi ketahanan tanaman: Sebuah tinjauan sistematis. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 21(1), 76–91. <https://doi.org/10.5994/jei.21.1.75>
- Widariyanto, R., Pinem, M. I., & Zahara, F. (2017). Patogenitas beberapa cendawan entomopatogen (*Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana*) terhadap *Aphis glycines* pada tanaman kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(1), 8–16. <https://doi.org/10.32734/ja.v5i1.2283>