

Uji Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Hayati dalam Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera frugiperda*) pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Oktodika Ryando Sembirig^{1*}, Amelia Zuliyanti Siregar^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

Email: ameilia@usu.ac.id, oktodikar@gmail.com

Abstrak

Hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) merupakan hama dari golongan serangga yang dikenal sebagai polifag, memiliki kemampuan untuk menyerang tanaman padi dengan dampak yang bervariasi tergantung pada spesies dan kondisi lingkungan. Hama ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman padi sehingga dapat mempengaruhi kerugian hasil panen. Cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* merupakan salah satu agens hayati yang berpotensi untuk mengendalikan ulat grayak (*S. frugiperda*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas jamur *M. anisopliae* sebagai agen hayati dalam mengendalikan hama ulat grayak (*S. frugiperda*) pada tanaman padi. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara pada bulan Februari 2025 sampai Agustus 2025. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan yaitu: P0 = Kontrol (tanpa perlakuan), P1 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^5 konidia/mL, P2 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^6 konidia/mL, P3 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/mL, P4 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/mL, P5 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^9 konidia/mL. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi *M. anisopliae* dapat meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* dengan persentase mortalitas tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan P3 dan P4 terdapat pada pengamatan 7 hari setelah aplikasi. Gejala infeksi pada larva ditandai dengan perubahan warna *S. frugiperda* menjadi hijau gelap, menghitam dan kaku diamati beberapa hari setelah terinfeksi.

Kata kunci: Cendawan entomopatogen, *Metarhizium anisopliae*, *Spodoptera frugiperda*

Abstract

The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is an insect pest known as a polyphagous pest, capable of attacking rice plants with impacts that vary depending on the species and environmental conditions. This pest can interfere with the growth of rice plants and can affect harvest losses. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* is one of the biological agents with potential to control the fall armyworm (*S. frugiperda*). This study aims to determine the effectiveness of the fungus *Metarhizium anisopliae* as a biological agent in controlling the fall armyworm (*S. frugiperda*) on rice plants. The research was conducted at the Plant Pest and Disease Laboratory, Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Sumatera Utara, from February 2025 to August 2025. The research method used a Completely Randomized Design (CRD) non-factorial consisting of 6 treatments and 4 replications, namely: P0 = Control (no treatment), P1 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^5 conidia/mL, P2 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^6 conidia/mL, P3 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^7 conidia/mL, P4 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^8 conidia/mL, P5 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^9 conidia/mL. The results showed that the application of *M. anisopliae* could increase the mortality of *S. frugiperda* larvae, with the highest mortality percentage (100%) observed in treatments P3 and P4 seven days after application. Infection symptoms in the larvae were indicated by a color change to dark green, which then turned black and rigid a few days after infection.

Keywords: Entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, *Spodoptera frugiperda*

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) mengandung karbohidrat sebagai bahan konsumsi bagi masyarakat populasi di Asia. Beras mengandung nutrisi penting, seperti protein, vitamin B, dan mineral yang berperan dalam mendukung kesehatan tubuh.(Kumalasari *et al.*, 2017). Pada masa sekarang ini, di Indonesia permintaan kebutuhan beras setiap tahunnya meningkat. Menurut data Badan Pusat Statistik (2024) mencatat produksi tanaman padi pada tahun 2021 sebanyak 54.41 juta ton dan pada tahun 2022 berkisar 54.74 juta ton. Namun pada tahun 2023 produksi tanaman padi mengalami penurunan yaitu menjadi 53.98 juta ton, dan tahun 2024 menjadi 52.65 juta ton.

Hama merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan produksi padi. Jenis hama yang menyerang tanaman padi salah satunya adalah ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*). Hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) merupakan hama dari golongan serangga yang dikenal sebagai polifag, memiliki kemampuan untuk menyerang berbagai jenis tanaman. Hama polifag dapat mempengaruhi banyak jenis tanaman lebih 100 spesies tanaman dengan dampak yang bervariasi tergantung pada spesies dan kondisi lingkungan. Hama ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, menyebabkan kerusakan pada daun, batang, dan bagian tanaman lainnya, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi hasil panen (Sharanabasappa *et al.*, 2018).

Pada umumnya dalam pengendalian hama ini petani menggunakan insektisida kimia intensif dengan frekuensi dan dosis tinggi yang dapat mengakibatkan gejala resistensi, hilangnya musuh alami, meningkatnya residu pada hasil, mencemari lingkungan dan dapat mengakibatkan terganggunya kesehatan pengguna. Penggunaan insektisida kimia juga dapat menimbulkan dampak ekologis yang sangat serius. Dampak ekologis yang ditimbulkan di antaranya adalah timbulnya resurgensi hama, ledakan hama sekunder, matinya musuh alami dan timbulnya resistensi hama utama (Hastuti *et al.*, 2017).

Pengurangan penggunaan insektisida sintetis diareal pertanian dapat dilakukan dengan alternatif pengendalian lain yang ramah lingkungan misalnya penggunaan agensia hayati berupa jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen merupakan jamur yang bersifat parasit terhadap serangga. Menurut Widariyanto *et al.* (2017) jamur entomopatogen ini dapat merusak sistem metabolisme struktur tubuh serangga dan menginfeksi serangga hama. Organel serta fungsi sel serangga terganggu, jaringan tubuh serangga rusak akibat racun dari jamur tersebut. Jamur entomopatogen yang sangat

potensial dalam mengendalikan serangga dari ordo *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Homoptera*, dan *Coleoptera* yaitu jamur *Metarhizium anisopliae*.

Jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai agen pengendalian hayati yang bersifat parasit dan saprofit di dalam tanah dengan sisa-sisa tanaman. Jamur *M. anisopliae* banyak digunakan untuk mengatasi larva pada serangga dan ulat pengganggu tanaman. Adapun infeksi pada serangga oleh jamur entomopatogen *M. anisopliae* dapat dikenali dari kemunculan miselia jamur yang awalnya berwarna putih. Seiring waktu, miselia ini akan mengalami perubahan warna menjadi hijau gelap. Jamur *M. anisopliae* digunakan dalam pengendalian hama karena kemampuannya untuk menginfeksi dan membunuh serangga target (Suprayogi *et al.*, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai agen hayati dalam mengendalikan hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman padi.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara pada bulan Februari 2025 sampai Agustus 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi *petridish*, *haemocytometer*, gelas ukur, *erlenmeyer*, bunsen, jarum ose, mikroskop, pinset, stoples, *handsprayer*, kain kasa, timbangan, kamera, kertas label, alat tulis dan pendukung lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva *Spodoptera frugiperda*, isolat jamur *Metarhizium anisopliae*, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), air, alkohol 70%, aquades dan daun tanaman padi.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan yaitu: P0 = Kontrol (tanpa perlakuan), P1 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^5 konidia/mL, P2 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^6 konidia/mL, P3 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/mL, P4 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/mL, P5 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^9 konidia/mL.

Pelaksanaan penelitian sebagai berikut: Sterilisasi alat seperti gelas ukur, *erlenmeyer*, dan cawan petri dilakukan dengan mencuci alat menggunakan detergen dan dibungkus menggunakan kertas, serta dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Setiap alat yang telah dibungkus dimasukkan ke dalam *autoclave* dengan tekanan 1,5 psi dan suhu 121°C selama 45 menit. Sterilisasi alat seperti scalpel dan pinset dilakukan dengan

menggunakan alkohol 70% dan bunsen. Sterilisasi bahan seperti media PDA dan aquades disterilkan menggunakan autoclave dengan tekanan 1,5 psi dan suhu 121°C selama 15-20 menit (Oratmangun *et al.*, 2017).

Media Potato Dextrose Agar (PDA) sebagai media pembiakan jamur *Metarhizium anisopliae*. Media PDA dibuat menggunakan kentang 200 g yang telah dikupas dan dibersihkan. Kentang dipotong-potong kecil seperti dadu dan direbus menggunakan aquades 1000 ml selama 20 menit. Setelah 20 menit air rebusan kentang disaring. Selanjutnya, air yang telah disaring ditambahkan aquades hingga mencapai 1000 ml. Setelah itu, air rebusan dipanaskan kembali dengan menambahkan 20 g dextrose dan 20 g agar agar, diaduk hingga homogen. Setelah homogen, media dituangkan ke dalam Erlenmeyer. Erlenmeyer ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil. Setelah tertutup rapat, Erlenmeyer disterilkan dengan menggunakan autoclave tekanan 1,5 psi dan suhu 121°C selama 20 menit (Jamilatun *et al.*, 2020).

Jamur *Metarhizium anisopliae* didapat dari pemancingan jamur yang menggunakan *Tenebrio molitor* (ulat hongkong) sebagai media tumbuh jamur entomopatogen. Pemancingan dilakukan dengan pengambilan sampel tanah disekitar perakaran tanaman pisang. Eksplorasi dilakukan dengan metode umpan serangga (*baiting*), yaitu dengan menentukan lokasi pengambilan sampel tanah serta penentuan titik sampel tanah secara diagonal, kemudian masing-masing titik sampel tanah diambil sebanyak 100 gr pada kedalaman 10 cm. Setiap sampel tanah dimasukkan kedalam plastik tahan panas. Tanah dilembabkan menggunakan sprayer yang berisi air bersih. Setelah tanah lembab, dimasukkan 10 ekor larva *T. molitor* sebagai media tumbuh jamur entomopatogen. Setelah 7-14 hari dilakukan pengecekan pada larva yang terinfeksi. Isolasi *Metarhizium anisopliae* dilakukan dengan inokulasi jamur entomopatogen yang telah menginfeksi ulat hongkong. Ulat hongkong terinfeksi terlebih dahulu dicelupkan pada alkohol 70%, kemudian dicelupkan pada aquades sebanyak 2 kali untuk pembilasan. Setelah itu diletakkan diatas tisu steril dan dipotong menggunakan skalpel menjadi lima bagian. Masing-masing bagian kemudian diletakkan diatas media PDA dan dibiakan selama kurang lebih 2-3 hari. Cendawan yang tumbuh kemudian diremajakan hingga diperoleh biakan murni.

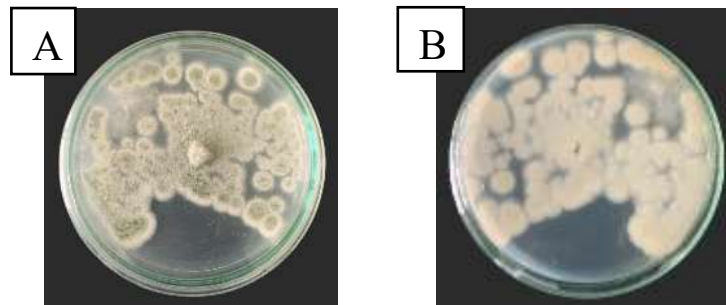
Ulat grayak sebagai bahan penelitian diperoleh dengan cara mengumpulkan larva ulat grayak (*S. frugiperda*) dari lahan padi di Desa Dalan Naman, Kabupaten Langkat. Kemudian larva instar 3 tersebut ditempatkan di dalam toples/ wadah baru, serta diberi pakan tanaman padi yang bebas pestisida. Pemeliharaan dilakukan selama 2 minggu

sebelum dilakukan pengujian untuk memilih serangga uji yang betul-betul sehat. Larva *S. frugiperda* instar 3 masing-masing diletakkan sebanyak 5 ekor ke dalam toples yang berisi pakan daun padi muda sebanyak 10 gr. Selanjutnya daun padi muda umur sekitar 3-4 minggu dan larva yang ada dalam toples disemprot dengan larutan *M. anisopliae* dengan kerapatan spora sesuai perlakuan sebanyak 10ml dengan memakai sprayer. Penyemprotan dilakukan pukul 15.00 WIB. Toples kemudian ditutup dengan kain kasa dan diamati keadaan serangga uji tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

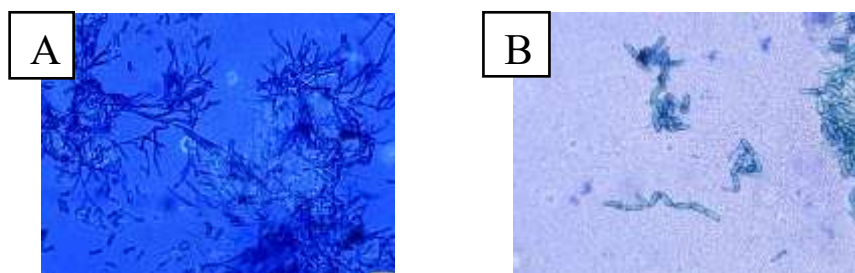
Karakteristik makroskopis dan mikroskopis *Metarhizium anisopliae*

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis dapat dilihat bahwa jamur *Metarhizium anisopliae* yang tumbuh pada media PDA memiliki ciri koloni berwarna putih di awal pertumbuhannya. Seiring bertambahnya umur koloni, warna koloni akan berubah menjadi hijau gelap dan menyebar rata hingga memenuhi cawan petri dapat dilihat pada Gambar 1. Hal ini sesuai dengan literatur Herlinda *et al.*, (2020b) isolat *Metarhizium sp.* yang tumbuh pada media PDA memiliki koloni berwarna putih kemudian berubah warna menjadi putih kekuningan, selanjutnya berubah menjadi hijau dengan bertambahnya umur koloni.



Gambar 1. Isolat jamur *Metarhizium anisopliae*, (A) Tampak depan (B) Tampak belakang

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis dengan perbesaran 40x *Metarhizium sp.* memiliki ciri hifa bersekat, konidia berbentuk silindris bersel satu yang memanjang dengan konidiofor yang hialin tersusun tegak, berlapis, bercabang dan konidia membentuk rantai paralel yang berjumlah banyak dapat dilihat pada Gambar 2. Hal ini sesuai dengan literatur Sopialena *et al.*, (2020) yang mengemukakan bahwa cendawan *Metarhizium sp.* memiliki ciri hifa bersepta, konidiofor dan konidia hialin, konidianya bersel satu dan berbentuk bulat silinder.



Gambar 2. Mikroskopis jamur *Fusarium oxysporum*, (A) hifa (B) spora jamur perbesaran 40x

Persentase mortalitas (%)

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf uji 5% memperlihatkan mortalitas larva *S. frugiperda* pada berbagai tingkat kepadatan konidia jamur *M. anisopliae* tampak berbeda nyata pada pengamatan hari yang ke 2 hingga ke-7 setelah aplikasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Rataan Persentase Mortalitas Larva *S. Frugiperda* (%)

Perlakuan	Persentase mortalitas (%)						
	1 HSA	2 HSA	3 HSA	4 HSA	5 HSA	6 HSA	7 HSA
P0	0a	0b	0c	0c	0b	0b	0d
P1	0a	5ab	20b	35b	55a	70a	75c
P2	0a	10ab	20b	40b	60a	90a	95ab
P3	0a	20a	35a	65a	80a	85a	100a
P4	0a	20a	30ab	50b	75a	90a	100a
P5	0a	5ab	30ab	45b	65a	80a	80bc

Keterangan: P0 = Kontrol (tanpa perlakuan), P1 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^5 konidia/ml, P2 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^6 konidia/ml, P3 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/ml, P4 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/ml, P5 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^9 konidia/ml. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan jamur *M. anisopliae* mampu meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0) dengan nilai 0% yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan pada perlakuan P0 merupakan perlakuan tanpa pengaplikasian suspensi konidia jamur *M. anisopliae* sehingga mortalitas yang dihasilkan terbilang rendah, karena seluruh larva *S. frugiperda* masih dalam keadaan hidup. Kepadatan konidia yang lebih rendah akan mempengaruhi keefektifan jamur patogen dalam menginfeksi serangga. Menurut Hasnah *et al.*, (2012) keefektifan jamur patogen serangga untuk mengendalikan hama sasaran sangat tergantung pada kepadatan spora yang diaplikasikan.

Perlakuan dengan masing-masing kerapatan konidia *M. anisopliae* yaitu P1, P2, P3, P4, dan P5 secara konsisten meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* yang tinggi. Pada pengamatan 2 HSA persentase mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dan P4 dengan nilai 20% yang tidak berbeda nyata pada perlakuan P1, P2, dan P5 namun berbeda nyata dengan perlakuan P0. Pada pengamatan 3 HSA persentase mortalitas larva *S. frugiperda* tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan persentase 35% dimana tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4 dan P5 namun berbeda nyata pada perlakuan P0, P1, dan P2. Pada hari ke-4 dan ke-6 setelah aplikasi persentase mortalitas mencapai 65-90% yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

Pada pengamatan selama 7 HSA persentase mortalitas tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan (P3) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/ml dan perlakuan (P4) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/ml. Hal ini disebabkan oleh penggunaan jamur entomopatogen *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10^7 /ml dan kerapatan konidia 10^8 /ml lebih efektif dari perlakuan lainnya dikarenakan spora yg dimilikinya lebih tinggi dan menjadi lebih efektif. Semakin tinggi kerapatan sebaran konidia, maka semakin banyak pula konidia yang menempel pada tubuh larva ulat *S. frugiperda*. Konidia jamur *M. anisopliae* yang menempel pada tubuh larva berkecambah dan membentuk *apresorium* (tabung kecambah). Kemudian akan menghasilkan enzim kitinase yang dapat menghancurkan kutikula larva uji. Menurut Ulya *et al.*, (2016) Hal ini dikarenakan *M. anisopliae* memiliki enzim yaitu lipase, kithinase, amylase, proteinase, pospatase dan esterase. Ketika jamur *M. anisopliae* berada dalam tubuh larva, jamur tersebut memproduksi toksin destruksin yang menyebabkan kematian akibat rusaknya jaringan tubuh larva (Budi *et al.*, 2013).

Jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* menginfeksi larva *S. frugiperda* melalui kontak dan mulut. Jamur *M. anisopliae* yang diaplikasikan mengenai larva *S. frugiperda* dan daun tanaman padi yang mendukung proses infeksi. Kondisi lingkungan yang mendukung, membantu spora berkecambah dan menembus integument larva *S. frugiperda* yang mengakibatkan kematian pada larva. Hal ini sesuai dengan literatur Hasyim (2016) yang menyatakan bahwa *Metarhizium* sp. dapat menginfeksi dan menembus ke dalam lapisan kutikula serangga sasaran oleh karena adanya bantuan toksin dan tekanan mekanik yang ada. Proses infeksi dapat melalui berbagai macam cara, baik melalui celah atau segmen tubuh serangga, mulut, maupun melalui lapisan kutikula.

Gejala Infeksi jamur *M. anisopliae* pada larva *S. frugiperda*

Berdasarkan hasil penelitian perlakuan aplikasi cendawan *M. anisopliae* terhadap larva *S. frugiperda* mengalami proses perubahan morfologi. Hasil pengamatan pada larva yang mati terinfeksi jamur *M. anisopliae* ditandai dengan gejala awal tubuh larva akan mengeras dan adanya miselium tipis. Kemudian larva tersebut mulai mengalami perubahan warna menjadi hijau gelap yang menyelimuti tubuhnya. Hal ini menandakan konidia jamur tersebut telah berkecambah dan tumbuh secara langsung pada kutikula sampai sebagian dalam tubuh inangnya. Menurut Hendarjanti (2021) menyatakan bahwa tubuh larva terjadi perubahan warna menjadi lebih gelap diduga karena adanya proses melanisasi larva sebagai bentuk pertahanan tubuh serangga dalam melawan patogen.

Adapun gejala lainnya dari serangga uji sejak terpapar *M. anisopliae* yaitu dimulai dengan gerakan lambat, nafsu makan berkurang, berubah warna menjadi keputihan, kemudian beberapa hari selanjutnya kehitaman dan menjadi kaku. Hal ini diduga akibat dari mulai bekerjanya toksin yang diproduksi oleh jamur *M. anisopliae*. Toksin tersebut merusak jaringan dan menyerap cairan sel tubuh larva, sehingga menyebabkan larva mengering dan mati. Hal ini sesuai dengan literatur Kherb (2014) yang menyatakan bahwa jamur hidup dan tumbuh dengan memanfaatkan cairan di dalam tubuh serangga dan menghasilkan racun yang dapat membunuh serangga.

Menurut Hastuti *et al.* (2017) perubahan warna tubuh larva dari hijau muda menjadi coklat kekuningan, bertekstur lunak, kemudian menghitam dan kaku beberapa hari setelah terinfeksi. Hal ini disebabkan oleh spora cendawan *M. anisopliae* melekat pada kutikula larva uji dan menghasilkan enzim-enzim seperti protease, lipase, serta kitinase yang merusak struktur integument serangga. Spora berkembang menjadi hifa dan menyerap hemolimfa dan menghasilkan toksin destruktif yang dapat menyebabkan kematian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi cendawan entomopatogen *M. anisopliae* menunjukkan hasil mampu meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* dibandingkan perlakuan kontrol, dengan puncak kematian terjadi pada 4 hari setelah aplikasi. Persentase mortalitas tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan (P3) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/ml dan perlakuan (P4) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/ml pada pengamatan 7 hari setelah aplikasi. Hal ini menunjukkan efektivitas cendawan *M. anisopliae* dalam menekan populasi hama. Ciri khusus yang dimiliki cendawan *M. anisopliae* tersebut yaitu hifa berwarna putih hingga menjadi hijau gelap, memiliki konidia tegak bersel satu dan

berbentuk bulat silinder. Adapun gejala larva *S. frugiperda* yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* ditandai dengan larva mengeras, perubahan warna menjadi hijau gelap yang menyelimuti tubuh, kemudian menghitam dan kaku beberapa hari setelah terinfeksi. Dalam strategi pengendalian hama ulat grayak *S. frugiperda* perlunya dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai keefektifan jamur *M. anisopliae* dalam kondisi tingkat lapangan dengan variasi faktor lingkungan yang berbeda sehingga didapat rekomendasi yang lebih aplikatif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan yang tulus juga saya sampaikan kepada Terima kasih kepada Rektor Universitas Sumatera Utara, Ketua Program Studi, Laboratorium Hama dan Penyakit tanaman, petani di Desa Dalan Aman, Kec. Kuala, Kabupaten Langkat yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penelitian, serta teman-teman yang turut membantu dalam pengumpulan data dan analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2024). *Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Padi Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Budi, A.S., Afandhi, A., Retno, D., & Puspitarini, D. (2013). "Patogenitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* balsamo (Deuteromycetes: moniliales) pada Larva Spodoptera litura Fabricius (Lepidoptera: noctuidae)". *Jurnal HPT*, 1(1), 57-65.
- Hastuti, D., Rusbana, T. B., & Hidayatullah, D. N. (2017). Pengaruh Lama Penyimpanan Jamur *Metarhizium Anisopliae* Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera Litura F.) Di Laboratorium. *Agroekoteknologi*, 9(1).
- Hasyim A, Setiawati W, Hudayya A, & Luthfy N. (2016). Sinergisme jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dengan insektisida kimia untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang Spodoptera exigua. *Jurnal Hortikultura*, 26(2), 257-266.
- Hendarjanti, H. (2021). "Sustainable Urban Farming Guna Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Era Pandemi" *Potensi dan Upaya Mempertahankan Keefektifan Beberapa Entomopatogen dalam Mengendalikan Larva Oryctes rhinoceros Linn. di Perkebunan Kelapa Sawit (S. Herlinda, Ed.)*. Indralaya: Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Herlinda S, Effendi RA, Suharjo R, Hasbi, Setiawan A, Elfita, & Verawaty M. (2020) b. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against Spodoptera litura. *Biodiversitas*, 21(11), 5103-5113.

- Kherb W A A. (2014). Virulence Bio-Assay Efficiency of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for the biological control of *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and the 1st instar larvae. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.* 8(3), 313-323.
- Kumalasari, S. N., Sudiarso, & Suryanto, A. (2017). Pengaruh Jarak Tanam dan Jumlah Bibit Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Hibrida Varietas PP3. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(7), 1220–1227.
- Sari, W., & Rosmeita, C. N. (2020). Identifikasi molekuler cendawan entomopatogen *Beauveria Bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* asal isolat Cianjur. *Jurnal Pro-STek*, 1(1), 1-9.
- Sharanabassappa S, Kalleshwaraswamy, C M., & Maruthi, M S. (2018). Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize. *Indian Journal of Entomology*, 80(3), 540-543.
- Sopialena MA, Mirza R, & Soraya. (2020). Influence of biopesticides on growth (*Colletotrichum capsici* Sydow) causes antraknosa in cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(2), 105-110.
- Suprayogi., Marheni., & S. Oemry. (2015). Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera; Pentatomidae) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Di Rumah Kasa. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1), 320-327.
- Ulya, Lia Ni'matul, Toto Himawan & Gatot Mudjiono. (2016). Uji Patogenesitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Moniliales: Moniliaceae) terhadap Hama Uret *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera: Scarabaeidae). Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Widariyanto, R., Pinem, M. I., & Azahra, F. (2017). Patogenitas Beberapa Cendawan Entomopatogen *anisopliae*, (*Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium* dan *Beauveria bassiana*) Terhadap *Aphis glycines* Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5(1), 8- 16.