

**KARAKTERISASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR
ENDOFIT TANAMAN TEBU SEBAGAI ENTOMOPATOGEN
PENGGEREK BATANG TEBU**

(Skripsi)

Oleh

**Qannitha Shaffa Juliebe Subroto
2114191008**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

KARAKTERISASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR ENDOFIT TANAMAN TEBU SEBAGAI ENTOMOPATOGEN PENGGEREK BATANG TEBU

Oleh

QANNITHA SHAFFA JULIEBE SUBROTO

Pengendalian hayati menggunakan jamur endofit merupakan salah satu pilihan pengendalian yang baik untuk menekan populasi *Chilo auricilius*. Hingga saat ini belum ada laporan mengenai jamur endofit tanaman tebu yang berperan sebagai entomopatogen *C. auricilius* di Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter dan identitas isolat jamur endofit tanaman tebu serta tingkat patogenisitasnya terhadap *C. auricilius*. Penelitian dilaksanakan dari Agustus sampai Desember 2024 di Laboratorium Hama, PT Gunung Madu Plantation (GMP) dan Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni, sporulasi, dan viabilitas tertinggi dihasilkan oleh isolat G3D1.1 dengan kerapatan spora sebesar $15,5 \times 10^7$ dan viabilitas 96,41%. Hasil patogenisitas tertinggi (terhadap *C. auricilius*) dihasilkan oleh isolat G3D2.5 (66,67%), diikuti oleh isolat G3D3.2 (35%) dan isolat G3D1.1 (18,33%). Hasil uji PGPF menunjukkan bahwa isolat G3D1.1 merupakan isolat yang menunjukkan kemampuan sebagai PGPF, tetapi tidak untuk isolat G3D2.5 dan G3D3.2. Temuan ini menunjukkan ketiga isolat memiliki potensi besar sebagai agen pengendali hayati dengan mekanisme aksi yang beragam. Isolat G3D2.5 merupakan isolat yang direkomendasikan untuk diaplikasikan di lapangan sebagai agens pengendali hayati penggerek batang tebu. Isolat G3D1.1 merupakan isolat yang direkomendasikan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman tebu. Berdasarkan hasil identifikasi molekuler, isolat G3D1.1, G3D2.5, dan G3D3.2 merupakan spesies *Trichoderma asperellum*, *Beauveria bassiana*, dan *Penicillium javanicum*.

Kata kunci: jamur endofit, entomopatogen, *Chilo auricilius*, *Trichoderma asperellum*, *Beauveria bassiana*.

**KARAKTERISASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR
ENDOFIT TANAMAN TEBU SEBAGAI ENTOMOPATOGEN
PENGGEREK BATANG TEBU**

Oleh

Qannitha Shaffa Juliebe Subroto

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

pada

Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

**: KARAKTERISASI, IDENTIFIKASI DAN UJI
KEMAMPUAN JAMUR ENDOFIT
TANAMAN TEBU SEBAGAI
ENTOMOPATOGEN PENGGEREK BATANG
TEBU**

Nama Mahasiswa

: Qannitha Shaffa Juliebe Subroto

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114191008

Jurusan

: Proteksi Tanaman

Fakultas

: Pertanian



Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

Dr. Puji Lestari, S.P., M.Si.
NIP 231407870704201

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.
NIP. 198002082005011002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.

Pembimbing Kedua : Dr. Puji Lestari, S.P., M. Si.

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kusyanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Maret 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Karakterisasi, Identifikasi dan Uji Kemampuan Jamur Endofit Tanaman Tebu sebagai Entomopatogen Penggerek Batang Tebu” merupakan karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua penulisan yang terdapat pada skripsi ini sudah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2025
Penulis,



Qannitha Shaffa Juliebe Subroto
NPM 2114191008

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tanggal 5 Juli 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Agus Subroto dan Iswahyuni Netty Rahayu. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan di TK pada tahun 2009, SD Negeri 1 Poncowati pada tahun 2015, SMP Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2018, dan SMA Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis telah melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Bengkulu, Kecamatan Gunung Labuhan, Kabupaten Way Kanan dan Praktik Umum di P4S Jaya Anggara Farm, Kecamatan Rajabasa Nunyai, Kota Bandar Lampung pada tahun 2024. Penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai pengurus Bidang Seminar dan Diskusi pada tahun 2022-2024 dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian (BEM FP) Universitas Lampung sebagai anggota Departemen Advokasi Publik pada tahun 2023. Penulis pernah menjadi asisten praktikum beberapa mata kuliah, yaitu Hama Penting Tanaman (2024), Teknik Pengendalian Hama Tanaman (2024), Ilmu Penyakit Benih (2025), dan Bioteknologi Pertanian (2025).

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, penulis mempersembahkan karya ini sebagai ungkapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Abi dan Umi, yang telah senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan, cinta, serta kasihnya untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan pada tahap ini.
2. Kedua adik tersayang, Quinzia dan Qiana, yang selalu memberikan doa, semangat, dan perhatiannya kepada penulis dalam menyelesaikan karya ini.
3. Para tenaga pendidik yang telah memberikan penulis ilmu yang bermanfaat, sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan hingga tahap ini.
4. Almamater tercinta, Universitas lampung.

“That’s one step for man,
One giant leap for mankind,”

(Neil Armstrong)

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakterisasi, Identifikasi dan Uji Kemampuan Jamur Endofit Tanaman Tebu Sebagai Entomopatogen Penggerek Batang Tebu”. Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman
3. Ibu Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku pembimbing utama yang telah memberikan ilmu, bimbingan, nasehat, saran, serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan karya ini,
4. Ibu Dr. Puji Lestari, S.P., M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran, serta dukungannya kepada penulis dari penelitian hingga penyusunan skripsi,
5. Bapak Prof. Dr. I Gede Swibawa, M.S., selaku pembahas yang telah memberikan ilmu, saran, nasehat, serta dukungannya kepada penulis baik pada proses penelitian dan penyusunan skripsi,
6. Ibu Selvi Helina, S.P., M. Sc., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, saran, serta motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan,
7. Bapak Prof. Dr. Radix Suharjo, S.P., M. Agr., atas ilmu, bimbingan, dan saran kepada penulis selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi,

8. Ibu Ir. Lestari Wibowo, M.P., yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi,
9. Pihak PT GMP, Pak Heru, Bu Arum, Pak Juvri, Pak Imam, Bu Wanti, Mba Fani dan *staff-staff* lain yang telah memberikan banyak arahan, saran, dukungan, dan bantuan selama proses penelitian di PT GMP.,
10. Seluruh dosen Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama menjalani perkuliahan,
11. Kedua orang tua penulis, Abi Agus Subroto dan Umi Iswahyuni Netty Rahayu, dan kedua adik penulis, Quinzia dan Qiana, yang telah memberikan dukungan, kasih sayang, saran, nasehat, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik,
12. Nasywa Amanda Putri, sahabat yang selalu bersama penulis dari awal perkuliahan, hingga proses penelitian dan penyusunan skripsi ini selesai,
13. Bojer Club, Adila, Fitri, Della, Diah, dan Nasywa, atas dukungan, bantuan dan kebersamaan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi,
14. Mba Tari, Mba Yeyen, Bang Nando, Bang Sem, Bu Uum, Mba Lio, Mba Fauziah, Mas Helmi, Mas Zaini atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik,
15. SW *Entertainment*, Oca, Sidang, Un'yan, Ivanka, dan Nasywa dukungan dan kebersamaannya selama penulis menjalani perkuliahan hingga selesai,
16. Keluarga Besar Proteksi Tanaman 2021, atas dukungan dan kebersamaannya,
17. Sahabat-sahabat penulis, Sena, Agung, Aqilah, Karina, Dinda, Tika, Sabrina, Fitri, Elfita, Ella, Rahma, Diva, dan Citra atas dukungan dan motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, April 2025

Qannitha Shaffa Juliebe Subroto

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
1.4 Hipotesis.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Tebu	4
2.2 Penggerek Batang Tebu Berkilat (<i>Chilo auricilius</i> Dudgeon)	5
2.3 Pengendalian Hayati.....	6
2.3.1 Jamur Entomopatogen.....	6
2.3.2 Jamur Endofit	7
BAB III. METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat.....	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Persiapan Penelitian	10
3.3.1 Pembuatan Media PDA.....	10
3.3.2 Peremajaan Isolat Jamur Endofit.....	10
3.4 Pelaksanaan Penelitian	11
3.4.1 Uji Karakteristik Jamur Endofit	11

3.4.1.1 Uji Pertumbuhan Koloni Jamur Endofit	11
3.4.1.2 Uji Sporulasi Isolat Jamur Endofit	12
3.4.1.3 Uji Viabilitas Jamur Endofit	12
3.4.1.4 Uji Potensi PGPF pada Tanaman Timun	13
3.4.2 Uji Patogenisitas Jamur Endofit Tanaman Tebu Terhadap <i>C. auricilius</i> Dudgeon	14
3.4.2.1 Persiapan Serangga Uji dan Pembuatan Suspensi Spora Jamur Endofit	14
3.4.2.2 Uji Mortalitas	15
3.4.3 Identifikasi Jamur Endofit	15
3.4.3.1 Identifikasi Morfologi.....	15
3.4.3.2 Identifikasi Molekuler	16
3.4.4 Analisis Data	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil Penelitian	18
4.1.1 Karakteristik Jamur Endofit	18
4.1.2 Patogenisitas Jamur Endofit terhadap Penggerek Batang Tebu Berkilat.....	22
4.1.3 Identitas Jamur Endofit	24
4.2 Pembahasan	28
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan.....	31
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Isolat jamur yang digunakan dalam penelitian.....	11
2. Diameter koloni jamur ketiga isolat endofit selama 7 hari	19
3. Sporulasi ketiga isolat jamur endofit.....	19
4. Viabilitas spora jamur endofit pada 12 jam setelah inokulasi.....	20
5. Pengukuran variabel pengamatan potensi jamur endofit sebagai PGPF.....	21
6. Mortalitas larva <i>C. auricilius</i> yang diaplikasikan isolat jamur entomopatogen endofit tanaman tebu	22
7. Mortalitas pupa <i>C. auricilius</i> yang diaplikasikan isolat jamur entomopatogen endofit tanaman tebu	23
8. Rata-rata pertumbuhan jamur endofit selama 7 HSI.....	38
9. ANARA pertumbuhan jamur endofit pada 7 HSI.....	39
10. Data sporulasi jamur endofit	40
11. ANARA sporulasi jamur endofit (transformasi)	41
12. Data viabilitas jamur endofit.....	41
13. ANARA viabilitas jamur endofit (transformasi).....	41
14. Data pengukuran variabel potensi jamur endofit sebagai agen PGPF	42
15. ANARA pengamatan PGPF pada variabel tinggi tanaman (transformasi)	42
16. ANARA pengamatan PGPF pada variabel panjang akar (transformasi)	43
17. ANARA pengamatan PGPF pada variabel bobot basah tajuk (transformasi).....	43
18. ANARA pengamatan PGPF pada variabel bobot kering tajuk (transformasi).....	43
19. ANARA pengamatan PGPF pada variabel bobot basah akar (transformasi).....	44
20. ANARA pengamatan PGPF pada variabel bobot kering akar (transformasi).....	44
21. ANARA pengamatan PGPF pada variabel jumlah daun (transformasi).....	44
22. ANARA pengamatan PGPF pada variabel kehijauan daun (transformasi)	45
23. Data mortalitas larva 14 hari setelah aplikasi (HSA).....	46

24. ANARA mortalitas larva <i>C. auricilius</i> (transformasi)	47
25. ANARA mortalitas pupa <i>C. auricilius</i>	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Titik penetesan suspensi jamur pada media PDA	13
2. Pertumbuhan koloni isolat jamur endofit pada 1-7 HSI	18
3. Perbedaan larva <i>C. auricilius</i> yang diaplikasikan jamur endofit dan kontrol	22
4. Larva <i>C. auricilius</i> yang gagal menjadi pupa pada perlakuan G3D2.5	23
5. Perbedaan pupa <i>C. auricilius</i> yang diaplikasikan jamur endofit dan kontrol	23
6. Perbedaan imago <i>C. auricilius</i> yang diaplikasikan jamur endofit dan kontrol	24
7. Morfologi jamur isolat G3D1.1	25
8. Morfologi jamur isolat G3D2.5.	25
9. Morfologi jamur isolat G3D3.2	26
10. Pohon filogeni isolat G3D1.1 yang dibuat menggunakan metode <i>Maximum Likelihood</i>	26
11. Pohon filogeni isolat G3D2.5 yang dibuat menggunakan metode <i>Maximum Likelihood</i>	27
12. Pohon filogeni isolat G3D3.2 yang dibuat menggunakan metode <i>Maximum Likelihood</i>	28
13. Sporulasi jamur endofit.....	38
14. Viabilitas spora jamur endofit setelah 8 jam inkubasi	38

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan gula terus meningkat setiap tahunnya seiring dengan pertambahan jumlah penduduk Indonesia. Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan bahan baku utama pada industri gula di Indonesia (Azmie dkk., 2019). Lampung merupakan salah satu provinsi yang menjadi produsen gula terbesar di Indonesia. Namun, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024), produksi gula di Indonesia mengalami fluktuasi pada periode tahun 2020 hingga 2023. Pada tahun 2020, produksi gula mencapai 2,12 juta ton, kemudian meningkat menjadi 2,35 juta ton pada tahun 2021 dan 2,40 juta ton pada tahun 2022, tetapi kembali menurun menjadi 2,23 juta ton pada tahun 2023.

Salah satu faktor yang menyebabkan produktivitas tebu tidak optimal adalah serangan hama dan penyakit. Salah satu hama utama pada tanaman tebu yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi tinggi adalah penggerek batang tebu berkilat (*Chilo auricilius* Dudgeon). Menurut Singh *et al.* (2019), *C. auricilius* dapat menyebabkan penurunan produksi tebu yang signifikan. Serangan hama ini memengaruhi kandungan gula yang dihasilkan, dengan kehilangan hasil hingga 33% karena penurunan kadar sukrosa sebesar 20,4%.

Pengendalian hama dapat dilakukan dengan metode kimiawi, fisik, mekanik, dan biologis. Penggunaan musuh alami mencakup predator, parasitoid, dan entomopatogen telah diterapkan dalam pengendalian hama terpadu (PHT) (Putera dkk., 2018). Salah satu jenis musuh alami yang banyak digunakan pada perkebunan tebu untuk mengendalikan hama *C. auricilius* adalah parasitoid

Trichogramma chilonis (Sudarsono, 2011). Namun keberhasilan dalam penggunaan parasitoid ini belum optimal, sehingga masih diperlukan upaya dengan cara lain.

Pengendalian hama menggunakan jamur endofit dapat menjadi pilihan dalam upaya menekan *C. auricilius*. Metode pengendalian ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode pengendalian dengan menggunakan musuh alami lainnya. Entomopatogen endofit mampu hidup di dalam tubuh tanaman, sehingga tidak perlu bersaing dalam ekosistem yang kompleks. Selain itu, jamur endofit juga dapat berperan dalam memacu pertumbuhan tanaman melalui metabolit sekunder (Mantzoukas *et al.*, 2022a).

Hingga saat ini, belum ada laporan mengenai jamur endofit tanaman tebu yang berperan sebagai entomopatogen hama penggerek batang tebu di Lampung. Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, memiliki koleksi jamur endofit hasil eksplorasi dari tanaman tebu yang mungkin memiliki kemampuan entomopatogen. Isolat-isolat tersebut perlu diuji untuk mengetahui potensinya dalam mengendalikan hama penggerek batang tebu.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakter dan identitas isolat jamur endofit tanaman tebu yang berpotensi sebagai entomopatogen hama penggerek batang tebu, dan
2. Mengetahui tingkat patogenisitas isolat jamur endofit pada penggerek batang tebu.

1.3 Kerangka Pemikiran

Jamur endofit dapat ditemukan di berbagai bagian tanaman, seperti daun, bunga, ranting, dan akar. Jamur ini hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerugian. Umumnya, jamur endofit menghasilkan senyawa bioaktif dan metabolit sekunder yang bermanfaat. Annisyah *et al.* (2023) melaporkan bahwa terdapat jamur endofit yang berasosiasi dengan famili Poaceae, yaitu jagung. Isolat yang

ditemukan antara lain *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Gliocladium* sp., *Cladosporium* sp., dan *Rhizoctonia* sp. yang terbukti memiliki aktivitas entomopatogen terhadap larva *Spodoptera litura*.

Trizelia *et al.* (2023) melaporkan bahwa jamur endofit yang didapatkan dari batang padi varietas IR42 dan Cisokan di Padang, Sumatera Barat dapat mengendalikan wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*). Isolat-isolat jamur endofit tersebut diuji patogenesitasnya terhadap larva *Tenebrio molitor* dan menunjukkan bahwa isolat dari genus *Aspergillus*, *Trichoderma*, dan *Beauveria* berperan sebagai entomopatogen. Mortalitas tertinggi terjadi pada fase nimfa (53,33%) dan imago (34,99%).

Wijaya (2023) melaporkan bahwa jamur endofit dari tanaman padi dan jagung berperan sebagai entomopatogen *Spodoptera frugiperda*. Aplikasi jamur endofit pada larva *S. frugiperda* menyebabkan abnormalitas pupa dan imago serta peningkatan mortalitas larva sebesar 28,89%. Selain itu, jamur endofit ini juga mengurangi aktivitas makan larva *S. frugiperda*. Dengan demikian, besar kemungkinan jamur endofit dari tanaman tebu dapat berperan sebagai entomopatogen pada hama utama tebu *C. auricilius*.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Isolat jamur endofit tanaman tebu memiliki karakter dan identitas yang berbeda-beda, dan
2. Isolat jamur endofit tanaman tebu berperan sebagai entomopatogen penggerek batang tebu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) tergolong tanaman jenis rumput-rumputan yang termasuk dalam famili Poaceae. Air dari batang tanaman tebu merupakan bahan baku utama dalam pembuatan gula dan vetsin. Batang tebu tumbuh tegak dengan ruas-ruas yang jelas, sementara daunnya berbentuk pita menyerupai busur panah dan tersusun secara berseling di kanan dan kiri batang. Seperti tanaman jagung yang berasal dari famili yang sama, daun tebu juga memiliki pelepah dan tak bertangkai, dengan tulang daun sejajar dan bagian tengah berlekuk. Tanaman tebu hanya dapat tumbuh optimal di daerah tropis dengan ketinggian 0-600 mdpl (Nurchahyo dkk., 2018).

Klasifikasi tanaman tebu menurut United States Department of Agriculture (USDA) (2025) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Filum	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Saccharum</i>
Species	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

2.2 Penggerek Batang Tebu Berkilat (*Chilo auricilius* Dudgeon)

Chilo auricilius Dudgeon merupakan salah satu hama utama pada tanaman tebu. Serangan hama ini dapat menyebabkan kehilangan hasil panen hingga 33%. Awalnya, larva *C. auricilius* memakan pelepah daun sebelum menembus ke dalam batang dengan membuat lubang melingkar pada kulit batang. Serangan hama ini juga dapat merusak tunas tebu, yang berdampak pada pertumbuhan dan perkecambahan tanaman (Partihar *et al.* 2024).

Siklus hidup *C. auricilius* berlangsung selama 36-111 hari, diawali dengan peletakkan telur oleh imago di bagian bawah daun tebu. Setelah masa inkubasi selama 5-8 hari, imago betina dapat menghasilkan 100-150 telur (Partihar *et al.* 2024). Telur diletakkan secara berkelompok dengan panjang 20 mm, berbentuk lonjong tidak teratur, dan berwarna putih kelabu.

Setelah menetas, larva bergerak melalui pelepah menuju batang tebu. Larva memiliki panjang sekitar 25 mm dengan warna putih kekuningan. Selanjutnya, larva berubah menjadi pupa di dalam lubang gerakan. Pupa berwarna kuning pucat dengan panjang sekitar 15 mm. Imago jantan memiliki ukuran tubuh lebih kecil dibandingkan betina, dengan warna sayap depan coklat terang hingga kusam. Sayap belakang imago Jantan berwarna putih kecoklatan, sedangkan sayap belakang imago betina berwarna putih sutera (Subiyakto, 2016).

Menurut menurut *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (2025), klasifikasi *C. auricilius* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Crambidae
Genus	: <i>Chilo</i>
Spesies	: <i>Chilo auricilius</i> Dudgeon

2.3 Pengendalian Hayati

Menurut DeBach (1964, dalam Gabriel and Cook, 1990), pengendalian hayati merupakan tindakan agen biokontrol (parasit, predator, atau patogen) dalam mempertahankan populasi suatu organisme pada rata-rata yang rendah dibandingkan dengan saat agen-agen biokontrol tersebut tidak ada. Adapun pengertian pengendalian hayati menurut *National Academy of Science* (NAS) (1987, dalam Gabriel and Cook, 1990) merupakan penggunaan organisme alami maupun yang telah dimodifikasi untuk mengurangi dampak organisme yang tidak diinginkan (hama), dan untuk mendukung organisme yang diinginkan seperti tanaman, pohon, hewan, dan serangga dan mikroorganisme yang bermanfaat.

2.3.1 Jamur Entomopatogen

Jamur entomopatogen adalah jamur patogen yang mampu membunuh atau melemahkan berbagai spesies serangga (Mantzoukas *et al.*, 2022b). Jamur ini dapat ditemukan pada serangga yang terinfeksi, bagian tanaman, serta tanah di sekitar tanaman (Arsi dkk., 2020). Infeksi jamur terjadi setelah konidia virulen jamur bersentuhan dengan kutikula serangga inang. Larva yang sedang berganti kulit (*molting*) dan pupa serangga yang masih muda lebih rentan terhadap infeksi jamur.

Ciri khas larva yang terinfeksi jamur entomopatogen adalah tubuhnya menjadi kaku dan mengeras, dengan hifa yang menyelimuti tubuhnya mulai hari kedua setelah infeksi, terutama pada bagian anterior dan posterior. Setelah infeksi, konidia berkembang pesat, dan blastospora akan menutupi tubuh serangga. Semakin banyak konidia yang berpenetrasi, semakin banyak enzim dan racun yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen (Ryzaldi dkk., 2020).

Jamur entomopatogen telah banyak digunakan sebagai bahan aktif dalam bioinsektisida cair. Efektivitas bioinsektisida bergantung pada kepadatan dan viabilitas spora yang tinggi (Ryzaldi dkk., 2020). Keunggulan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida antara lain kapasitas produksi tinggi, siklus

hidup singkat, serta kemampuan membentuk spora yang tahan dalam kondisi lingkungan tertentu. Beberapa spesies jamur yang telah digunakan sebagai bioinsektisida antara lain *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*. Jamur *Metarhizium* sp. diketahui dapat menginfeksi serangga dari ordo Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, dan Coleoptera (Arsi dkk., 2020).

2.3.2 Jamur Endofit

Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan penyakit. Keberadaan jamur endofit dapat memberikan manfaat bagi tanaman inang (Baron and Rigobelo, 2021). Jamur ini mampu menghasilkan senyawa- bioaktif dan metabolit sekunder yang sama dengan inangnya.

Keanekaragaman jamur endofit yang tinggi berkontribusi terhadap produksi berbagai senyawa bioaktif. Selain itu, jamur endofit juga mudah dikulturkan pada media buatan (Rashmi *et al.*, 2019).

Jamur endofit yang banyak ditemukan di alam memiliki potensi sebagai agen biokontrol terhadap serangga, nematoda, dan patogen tanaman. Jamur ini mampu mengkolonisasi jaringan tanaman dan berfungsi sebagai agen biokontrol endofit sekaligus pemacu pertumbuhan tanaman. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur endofit memiliki struktur bioaktif yang mendukung fungsinya dalam perlindungan tanaman (Mantzoukas *et al.*, 2022a).

Jamur endofit dapat menjadi agen biokontrol serangga hama baik secara langsung maupun tidak langsung. Jamur endofit entomopatogen akan mengkolonisasi tubuh tanaman dan menginfeksi serangga hama dengan menembus kutikula serangga yang memakan tanaman tersebut. Jamur ini juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan serangga hama, sehingga dapat memberikan efek tidak langsung terhadap populasi serangga hama. Senyawa metabolit sekunder dan nutrisi yang dihasilkan oleh jamur endofit dapat membantu meningkatkan ketahanan tanaman (Panwar and Szczepaniec, 2024).

B. bassiana merupakan salah satu jamur endofit tanaman tebu yang dapat berperan sebagai entomopatogen. Hasil penelitian Memela *et al.* (2021) menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* endofit tanaman tebu dapat menjadi agen biokontrol *Eldana saccharina* Walker. Selain itu, jamur *Trichoderma* sp. dan *Penicillium* sp. merupakan contoh jamur endofit tanaman tebu yang dapat menjadi agen peningkat pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Fungi*) (Sektiono *et al.*, 2023).

.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di tiga lokasi yaitu PT Gunung Madu Plantations, Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dan Rumah Plastik, Bataranila, Lampung Selatan. Uji patogenisitas jamur endofit tanaman tebu terhadap penggerek batang tebu dilakukan di Laboratorium PT GMP. Peremajaan, uji pertumbuhan, produksi spora, viabilitas, dan identifikasi molekuler jamur dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengujian *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) pada tanaman timun dilaksanakan di Rumah Plastik, Bataranila, Lampung Selatan. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus hingga Desember 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cawan petri, timbangan digital, autoklaf, bunsen, *Laminar Air Flow* (LAF), Erlenmeyer, *aluminium foil*, karet gelang, plastik tahan panas, *plastic wrap*, bor gabus, jarum ose, pinset, mikropipet, tip, *microwave*, *haemocytometer*, tabung reaksi, kaca preparat, *cover glass*, mikroskop, penggaris, blender, ayakan, staples, lemari pendingin, toples, plastik *zipper*, tisu, *rotamixer*, *hand sprayer*, tabung *microcentrifuge*, *centrifuge*, drigalski, mesin PCR, cetakan sumur agar, mesin elektroforesis, *Digi Doc*, program MEGA 11, alat tulis, dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah isolat jamur endofit entomopatogen koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, serangga penggerek batang tebu (*C. auricilius* Dudgeon), kentang, agar batang, akuades, alkohol 70%, asam laktat, dextrose, daun tebu, air, benih mentimun, kompos, pasir, beras, Tween 80 0,1%, CTAB 2%, buffer, fenol, chloroform, isoamyl alcohol (PCI), chloroform isoamyl alcohol (CI), isopropanol dingin 60%, alkohol dingin 70%, buffer TE, sampel DNA, primer universal ITS-1 dan ITS-4, Green master mix, air steril, DNA hasil PCR, loading dye, dan DNA ladder.

3.3 Persiapan Penelitian

3.3.1 Pembuatan Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Bahan yang digunakan untuk membuat media PDA yaitu 200 g kentang, 20 g *dextrose*, 20 g agar batang, dan 1000 ml akuades. Kentang dipotong dadu lalu direbus dalam *microwave* hingga mendidih. Air rebusan dituang ke dalam Erlenmeyer yang berisi agar dan *dextrose*. Larutan tersebut ditutup dengan *aluminium foil*, dimasukkan ke dalam plastik tahan panas, lalu disterilkan menggunakan autoklaf pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C selama ± 15 menit. Setelah suhu media mencapai $\pm 50^\circ\text{C}$, ditambahkan 1,4 ml asam laktat, dihomogenkan, lalu dituangkan ke dalam cawan petri.

3.3.2 Peremajaan Isolat Jamur Endofit

Isolat jamur endofit terpilih yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (Tabel 1). Isolat jamur diremajakan pada media PDA untuk memperbanyak jumlah isolat. Peremajaan dilakukan di dalam LAF dengan memindahkan potongan isolat ke cawan petri berisi media PDA. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang hingga koloni jamur tumbuh.

Tabel 1. Isolat jamur yang digunakan dalam penelitian

No	Kode isolat	Asal isolat	Tahun isolasi
1	G3D2.5	Daun tanaman tebu	2024
2	G3D1.1	Daun tanaman tebu	2024
3	G3D3.2	Daun tanaman tebu	2024

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri atas tiga tahap: 1) Uji karakteristik isolat jamur entomopatogen terpilih; 2) Uji patogenisitas jamur endofit terhadap *C. auricilius*; 3) Identifikasi molekuler jamur entomopatogen terpilih.

3.4.1 Uji Karakteristik Jamur Endofit

Pengujian karakteristik jamur dilakukan dengan mengukur pertumbuhan koloni, sporulasi, dan viabilitas spora jamur menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga isolat jamur dan lima ulangan. Sedangkan, uji kemampuan jamur sebagai PGPF menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan (tiga isolat jamur, konsorsium, dan kontrol) dan setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali.

3.4.1.1 Uji Pertumbuhan Koloni Jamur Endofit

Uji pertumbuhan koloni jamur dilakukan dengan pengukuran besar diameter jamur. Pada bagian tengah cawan, dibuat garis horizontal dan vertikal untuk memudahkan pengamatan. Diameter pertumbuhan jamur diukur mengikuti garis vertikal dan horizontal. Penghitungan diameter jamur dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Lestari dan Panggeso, 2022):

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan:

D = Diameter pertumbuhan koloni,

d1 = Diameter pertumbuhan koloni vertikal, dan

d2 = Diameter pertumbuhan koloni horizontal.

3.4.1.2 Uji Sporulasi Isolat Jamur

Uji kerapatan spora atau sporulasi dilakukan dengan cara menambahkan 10 ml air steril pada cawan petri yang berisi isolat jamur yang akan diuji. Pemanenan spora jamur dilakukan dengan mengeruk permukaan koloni jamur dengan drigalski. Pengerukan dengan drigalski bertujuan agar miselia dan media tidak terikut. Setelah semua spora jamur terlepas, suspensi spora dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu dihomogenkan dengan rotamixer. Selanjutnya, suspensi diambil sebanyak 1 ml dan ditetaskan pada *haemocytometer* dan ditutup dengan kaca objek. Suspensi akan mengalir ke bawah kaca objek dan mengisi ruang hitung. Dihitung jumlah spora pada lima sampel kotak sedang di bawah mikroskop, lalu dihitung rata-ratanya. Kerapatan spora dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Syahnen dkk., 2014).

$$S = R \times K \times F$$

Keterangan:

S = Jumlah spora (spora/mL),

R = Rata-rata spora pada 5 bidang pandang *haemocytometer*,

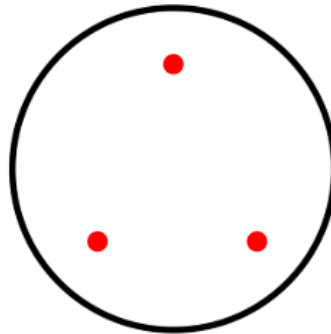
K = Konstanta koefisien alat ($2,5 \times 10^5$), dan

F = Faktor pengenceran yang dilakukan.

3.4.1.3 Uji Viabilitas Jamur

Pengujian viabilitas spora dilakukan dengan meneteskan suspensi jamur yang sama dengan yang digunakan untuk pengujian sporulasi. Suspensi jamur

ditetaskan menggunakan pipet tetes pada media PDA di tiga titik yang berbeda seperti pada Gambar 1. Masing-masing diberikan satu tetes untuk tiap titiknya. Suspensi diamati di bawah mikroskop yang sebelumnya telah diinkubasi selama 12 jam. Pengamatan menggunakan mikroskop dengan untuk dihitung jumlah spora-spora yang berkecambah dan yang tidak.



Gambar 1. Titik penetesan suspensi jamur pada media PDA.

Rumus yang digunakan dalam penghitungan viabilitas spora yaitu (Syahnen dkk., 2014):

$$\text{Viabilitas Spora (\%)} = \frac{\text{Spora yang berkecambah}}{\text{Spora keseluruhan}} \times 100\%$$

3.4.1.4 Uji Potensi PGPF pada Tanaman Timun

Pengujian dilakukan dengan pengaplikasian isolat jamur endofit pada media tumbuh, yaitu tanaman timun. Peubah yang diamati pada uji ini adalah tinggi tanaman, jumlah daun, tingkat kehijauan daun, bobot basah, bobot kering, panjang akar, dan serapan unsur N dan P pada tajuk tanaman. Pengamatan dilakukan dari hari pertama sampai hari ke 21 setelah tanam (HST).

Pengujian diawali dengan melakukan sterilisasi media beras. Media beras dibuat dengan 100 g beras per plastik. Satu plastik beras dimasukkan satu isolat jamur (10 ulangan x 3 isolat = 3000 g beras). Beras dikukus selama 15 menit, lalu disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C, tekanan 1 atm, selama 15 menit. Setelah dingin, isolat jamur diinokulasikan dan diinkubasi selama 14 hari.

Selanjutnya, media tanam dengan perbandingan 1:1 (masing-masing 300 g) disterilisasi menggunakan panci selama 2 jam, lalu didinginkan dan dimasukkan ke dalam *polybag*. Benih timun disemai selama 2 hari sebelum ditanam. Isolat jamur yang telah diperbanyak di media beras diinokulasikan ke media tanam sebanyak 10 g dan diinkubasi selama 2 hari. Benih timun berkecambah ditanam dalam *polybag* berisi 2 benih per *polybag*. Penyiraman dilakukan selama 21 hari setelah tanam (HST), dengan pengukuran variabel pertumbuhan (kehijauan daun dan panen tajuk serta akar) pada hari ke-21 HST. Tajuk dan akar kemudian dioven selama 3 hari pada suhu 60 °C.

3.4.2 Uji Patogenisitas Jamur Endofit Tanaman Tebu terhadap *C. auricilius* Dudgeon

Uji patogenisitas jamur endofit dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan dan pengaruh masing-masing isolat jamur endofit terhadap mortalitas larva penggerek batang tebu. Pelaksanaan uji ini terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut.

3.4.2.1 Persiapan Serangga Uji dan Pembuatan Suspensi Spora Jamur Endofit

Serangga uji yang digunakan adalah larva penggerek batang tebu instar 3 hasil *rearing*, sesuai dengan metode *rearing* PT Gunung Madu Plantations. Pembuatan suspensi spora jamur endofit mengacu pada metode yang dimodifikasi dari Fitriana *et al.* (2018). Suspensi jamur dibuat dengan menggunakan larutan Tween 80 0,1% dan 10 ml larutan molase 1%, yang ditambahkan pada cawan petri berisi isolat jamur endofit entomopatogen berumur 7 hari. Spora jamur dipanen menggunakan drigalski, kemudian diencerkan menggunakan larutan molase 1% yang mengandung Tween 80 0,1% hingga mencapai kerapatan 10^6 spora/ml.

3.4.2.2 Uji Mortalitas

uspensi jamur disemprotkan pada larva penggerek batang tebu dalam cawan petri dengan jarak 15 cm dari serangga uji. Terdapat lima 5 perlakuan, yaitu isolat G3D1.1, isolat G3D2.5, isolat G3D3.2, konsorsium, dan kontrol (0,1% Tween 80). Setiap perlakuan diulang empat kali, dengan metode penyemprotan sebanyak 2-3 kali semprot ($\pm 1,0$ ml). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan setiap satuan percobaan terdiri dari 15 larva. Setelah diaplikasi, larva diberi pakan berupa sogolan tebu dan diganti jika sudah rusak. Pengamatan dilakukan selama 14 hari setelah aplikasi, dengan variabel mortalitas larva dan pupa, dihitung menggunakan rumus Widayati dkk. (2020) sebagai berikut:

$$P (\%) = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Mortalitas total (%),

n = Jumlah larva uji yang mati (ekor), dan

N = Jumlah larva yang diuji (ekor).

2.4.3 Identifikasi Jamur Endofit

3.4.3.1 Identifikasi Morfologi

Jamur endofit berumur 7 HSI diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan terhadap bentuk koloni dan pertumbuhan koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan terhadap karakteristik hifa (bersekat atau tidak bersekat bercabang atau tidak bercabang, warna gelap atau hialin transparan), warna dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan) (Barnett and Hunter, 1972). Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop majemuk dengan perbesaran 400x.

3.4.3.2 Identifikasi Molekuler Jamur Endofit

3.4.3.2.1 Ekstraksi DNA Jamur Entomopatogen

Isolat jamur endofit berumur 14 HSI dipanen menggunakan drigalsky dengan menambahkan 10 ml akuades ke dalam cawan berisi biakan jamur. Suspensi kemudian disentrifugasi pada 14.000 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang, dan pelet dicuci dengan 500 µl etanol 70% serta disentrifugasi kembali. Setelah supernatan dibuang, pelet ditambahkan 1000 µl buffer, dihancurkan, lalu diambil 500 µl.

Selanjutnya, 400 µl CTAB 2% ditambahkan ke dalam tabung microcentrifuge dan diinkubasi pada 65°C selama 60 menit. Campuran ditambahkan dengan 500 µl larutan phenol: chloroform: isoamyl alcohol (PCI) dan disentrifugasi pada 14.000 rpm selama 10 menit. Supernatan sebanyak 600 µl dipindahkan ke tabung baru, ditambahkan 600 µl *chloroform: isoamyl alcohol* (CI), dan disentrifugasi kembali. Supernatan sebanyak 400 µl dipindahkan ke tabung baru, ditambahkan 400 µl *isopropanol* dingin 60%, dan diinkubasi pada suhu -20°C selama 20 menit. Pelet yang diperoleh dicuci dengan 500 µl etanol dingin 70%, dikeringkan, lalu dilarutkan dalam 50 µl *buffer* TE.

3.4.3.2.2 Amplifikasi dengan PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Amplifikasi DNA dilakukan dengan teknik PCR menggunakan primer universal ITS-1 (5'TCC GTAGGT GAA CCT TGC GG 3') dan ITS-4 (5'TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3'). Reaksi PCR memiliki total volume 25 µl yang terdiri dari: 1,0 µl DNA sampel, 1,0 µl primer ITS-1, 1,0 µl ITS-4, 12,5 µl Green master mix, dan 9,5 µl air steril. Proses PCR meliputi: tahap inisiasi pada suhu 95°C selama 5 menit, denaturasi pada suhu 94-95°C selama 3 menit, *annealing* pada suhu 30-60°C, dan elongasi pada suhu 72°C selama 1 menit, terakhir *final extension* pada suhu 72°C berlangsung selama 45 detik. Tahapan denaturasi, *annealing* dan elongasi diulang sebanyak 30 siklus.

3.4.3.2.3 Visualisasi Hasil PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Sebanyak 3 µl hasil PCR dicampur dengan 1 µl loading dye, lalu dimasukkan ke dalam sumur agar. Sumur lainnya diisi dengan 3 µl DNA ladder. Elektroforesis dilakukan selama 60 menit dengan tegangan 50 Volt, dan hasil diamati menggunakan Digi Doc.

3.4.3.2.4 Sekuensing dan Analisis Hasil

Isolat DNA dikirim ke PT Genetika Science Jakarta untuk sekuensing. Hasil sekuensing diolah menggunakan aplikasi BioEdit. Data sekuen dibandingkan dengan sekuen yang ada pada *GenBank* menggunakan program BLAST pada situs web NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). Selanjutnya data dianalisis dengan program MEGA 11, dendogram dikonstruksi dengan metode *Maximum-Likelihood Tree* dan bootstrap 1000 ulangan.

3.4.4 Analisis Data

Data pertumbuhan jamur, sporulasi, viabilitas, patogenisitas, serta berbagai variabel pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, tingkat kehijauan daun, bobot basah, bobot kering, dan panjang akar diuji homogenitas ragam antar perlakuan menggunakan uji Barlett dan uji aditivitas data dengan uji Tukey. Setelah asumsi terpenuhi, data dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANARA), dan uji lanjut dilakukan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf α 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. Ketiga isolat jamur endofit tanaman tebu memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Isolat G3D1.1 (*T. asperellum*) menghasilkan pertumbuhan diameter koloni tercepat, sporulasi ($15,5 \times 10^7$ spora/ml) dan viabilitas (96,41%) tertinggi serta mampu memberikan dampak positif terhadap panjang akar, jumlah daun, dan kehijauan daun tanaman timun. Isolat G3D2.5 (*B. bassiana*) memiliki pertumbuhan diameter koloni terendah, sporulasi ($5,80 \times 10^7$ spora/ml), dan viabilitas (61,24%) tertinggi setelah isolat G3D1.1, namun tidak menghasilkan perbedaan yang nyata pada pengujian PGPF. Isolat G3D3.2 (*P. javanicum*) menghasilkan pertumbuhan diameter koloni tercepat setelah isolat G3D1.1, sporulasi terendah ($0,17 \times 10^7$ spora/ml), spora tidak mengalami perkecambahan, dan tidak menghasilkan perbedaan yang nyata pada pengujian PGPF.
2. Isolat G3D2.5 menyebabkan mortalitas larva *C. auricilius* tertinggi (66,67%) dan mampu menyebabkan larva gagal menjadi pupa. Mortalitas pupa tertinggi disebabkan oleh isolat G3D1.1 (36,67%) dan dapat menyebabkan imago tidak normal (cacat). Namun berdasarkan analisis statistik tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hasil antar perlakuan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan:

1. Pada uji mortalitas sebaiknya menggunakan larva dengan kondisi yang seragam agar data yang didapatkan homogen,
2. Perlu ditambahkan perlakuan kontrol negatif (tanpa aplikasi) karena pada perlakuan kontrol digunakan Tween 80 yang memiliki potensi membunuh larva uji,
3. Pengujian isolat jamur endofit sebagai entomopatogen larva *C. auricilius* perlu dilakukan di lapang agar diketahui efikasinya dalam mengendalikan populasi *C. auricilius*, dan
4. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pengujian isolat jamur endofit sebagai agen PGPF.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisyah, M.W., Akhyar, M., and Rosfiansyah. 2023. Exploration of endophytic fungi in sweet maizes (*Zea mays saccharata* L.) and their potential as entomopathogenic fungi. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 7(1): 65-70.
- Arsi, A., Pujiastuti, Y., Kusuma, S.S.H., dan Gunawan, B. 2020. Eksplorasi, isolasi dan identifikasi jamur entomopatogen yang menginfeksi serangga hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*. 1(2): 70-76.
- Azmie, U., Dewi, R.K., dan Sarjana, I.D.G.R. 2019. Pola kemitraan agribisnis tebu di Kecamatan Jetis Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian*. 3(2): 119-130.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Statistik Tebu Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Barnett, H. L. and Hunter, B. B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Buress Publishing Company. Minneapolis.
- Baron, N. C. and Rigobelo, E. C. 2021. Endophytic fungi: a tool for plant growth promotion and sustainable agriculture. *Mycology*. 13(1): 39-55.
- Fitriana, Y., Suharjo, R., Swibawa, I. G., Lestari, P., and Merdiana, E. 2018. Influence of culture medium on the sporulation and viability of *Aspergillus* spp. and *Talaromyces* spp. entomopathogenic fungi. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 18(2): 12-22.
- Freimoser, F. M., Screen, S., Bagga, S., Hu, G., and St. Leger, R. J. 2003. Expressed sequence tag (EST) analysis of two subspecies of *Metarhizium anisopliae* reveals a plethora of secreted proteins with potential activity in insect hosts. *Microbiol*. 149(1): 239-247.
- Gabriel, C. J. and Cook, R. J. 1990. Biological control: The need for a new scientific framework. *BioScience*. 40(3): 204-206.
- GBIF Secretariat: GBIF Backbone Taxonomy. 2025. *Taxonomy Level for Species*. <https://www.gbif.org/species/177914972>. Diakses pada 15 Januari 2025 pukul 08.05 WIB.
- Ginting, S., Santoso, T., dan Harahap, I.S. 2008. Patogenisitas beberapa isolat cendawan entomopatogen terhadap *Coptotermes curvignathus* Holmgren dan *Schedorhinotermes javanicus* Kemmer. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2(1): 20-33.

- Hakim, Luqmanul, Rikhsan K., dan Rahmawati. 2020. Karakteristik fisiologis jamur halofilik berdasarkan faktor lingkungan dari sumur air asin di Desa Suak, Sintang, Kalimantan Barat. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 5(2): 227-232.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Hudayya, A., dan Luthfy, N. 2016. Sinergisme jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dengan insektisida kimia untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang *Spodoptera exigua*. *Jurnal Hortikultura*. 26(2): 257-266.
- Kumalasari, D. A., Ariadi, H., Supriyadi, S. G., dan Mardatilla, I. 2022. Analisa perbandingan nilai ekonomi tebu dan produktivitas budidaya tebu menggunakan *Trichogramma* spp. sebagai musuh alami hama di Kecamatan Kandat Kabupaten Kediri. *Fruitset Sains: Jurnal Pertanian Agroteknologi*. 10(5): 200-206.
- Lestari, J. A. S. dan Panggeso, J. 2022. Uji daya hambat ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam menekan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* secara *in-vitro*. *AGROTEKBIS: Jurnal Ilmu Pertanian*. 10(2): 465-470.
- Mantzoukas, S., Daskalaki, E., Kitsiou, F., Papantzikos, V., Servis, D., Bitivanos, S., Patakioutas, G., dan Eliopoulos, P. A. 2022a. Dual action of *Beauveria bassiana* (Hypocreales; Cordycipitaceae) endophytic strains as biocontrol agents against sucking pests and plant growth biostimulants on melon and strawberry field plants. *Microorganisms*. 10(11): 2306.
- Mantzoukas, S., Kitsiou, F., Natsiopoulou, D., and Eliopoulos, P.A. 2022b. Entomopathogenic fungi: interactions and applications. *Encyclopedia*. 2(2): 646-656.
- Martinez-Medina, A., Alguacil, M. D. M., Pascual, J. A., and Van Wees, S. C. 2014. Phytohormone profiles induced by *Trichoderma* isolates correspond with their biocontrol and plant growth-promoting activity on melon plants. *Journal of Chemical Ecology*. 40: 804-815.
- Memela, N. S., Rutherford, R. S., and Stefan, S. 2021. Plant-endophyte-pest interactions: investigating the biological control of *E. saccharina* and stem rot disease in sugarcane. *South African Sugar Technologists' Association Proceedings of the Ninety third Annual Congress*. 93: 139-144
- Nurchahyo, Y., Hidayat, N., dan Perdana, R. S. 2018. Pemodelan sistem pakar untuk identifikasi hama penyakit tanaman tebu dengan metode *Dempster-Shafer*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2(3): 1187-1193.
- Panwar, N. and Szczepaniec, A. 2024. Endophytic entomopathogenic fungi as biological control agents of insect pests. *Pest Management Science*. 80(12): 6033-6040.
- Partihar, A. K. S., Singh, A., Kumawat, M. M., and Dangi, N. L. 2024. *Pests of Sugarcane*. Royal Book Publishing. India.

- Putera, T. E., Oemry, S., dan Pinem, M. I. 2018. Uji efektifitas nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. pada hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) di laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi (Joa)-Fakultas Pertanian USU*. 6(1): 54-60.
- Purwanto, A. 2020. Isolasi jamur selulolitik *Trichoderma* pada beberapa limbah organik. *Jurnal Agri-Tek: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*. 21(1): 42-47.
- Rashmi, M., Kushveer, J. S., and Sarma, V. V. 2019. A worldwide list of endophytic fungi with notes on ecology and diversity. *Mycosphere*. 10(1): 798-1079.
- Ryzaldi, M. L., Oktarina, O., Murtiyaningsih, H., Hasbi, H., dan Aldini, G. M. 2022. Pemanfaatan jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Metsch) sebagai bioinsektisida dalam mengendalikan hama kepik penghisap buah (*Helopeltis* spp.) pada kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Penelitian Ilmu Sosial dan Eksakta*. 2(1): 51-60.
- Sektiono, A. W., Habtuti, N., Sandy, Y. A., and Setiawan, Y. 2023. Potential of endophytic fungi as plant growth-promoting fungi (PGPF) on growth of single bud set seedlings of sugarcane plants (*Saccharum officinarum* L.). *Journal Agricultural Science*. 8(1): 71-79.
- Setyaningrum, T., Indradewa, D., Priyatmojo, A., and Sulistyaningsih, E. 2019. *Trichoderma asperellum* inoculation on shallots productivity in coastal sand lands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 250(1): 1-7.
- Salasa, T., Tarore, D., dan Rimbing, J. 2024. Patogenesis jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Metch. terhadap larva *Spodoptera litura* F. pada tanaman kubis (*Brassicae oleracea* L.) di laboratorium. *Agri-Sosioekonomi*. 20(2): 661-668.
- Singh, R., Ahlawat, D., Yadav, S. S., Nagpal, K., dan Chaudary, A. 2019. Evaluating the effect of nitrogen and potash on Stalk borer (*Chilo auricilius* Dudgeon) incidence in differently maturing varieties of sugarcane. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 7(2): 1181-1184.
- Subiyakto, S. 2016. Hama penggerek tebu dan perkembangan teknik pengendaliannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 35(4): 179-186.
- Sudarsono, H. 2011. Kajian beberapa karakteristik biologi penggerek batang tebu berkilat *Chilo auricilius* dan parasitoidnya (*Trichogramma chilonis*). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 33-39.
- Syahnen, Sirait, D.D.N. dan Pinem, S.E. Br. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di laboratorium*. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Medan

- Trizelia, Nurbailis, dan Ernawati, D. 2013. Virulensi berbagai isolat jamur entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snell. (Lepidoptera: Gracillariidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 13(2): 151-158.
- Trizelia, T., Rahma, H., dan Syahrawati, M. 2023. Diversity of endophytic fungi of rice plants in Padang City, Indonesia, entomopathogenic to brown planthopper (*Nilaparvata lugens*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 24(4): 2384-2392.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2025. Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Saccharum officinarum*. <https://acir.aphis.usda.gov/s/cird-taxon/a0ut0000000mUHcAAM/saccharum-officinarum>. Diakses 15 Januari 2025 pukul 08.00 WIB.
- Widajati, W., Windriyanti, W., dan Santoso, W. 2020. Pengaruh insektisida mikroba *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas *Heliothis armigera* pada tongkol jagung. *Plumula: Berkala Ilmiah Agroteknologi*. 8(1): 1-8.
- Wijaya, A. P. 2023. Eksplorasi, identifikasi, dan uji kemampuan jamur endofit asal tanaman padi (*Oryza sativa*) dan jagung (*Zea mays* L.) sebagai entomopatogen ulat grayak *Spodoptera frugiperda*. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Yulianti, T. 2013. Pemanfaatan endofit sebagai agensia pengendali hayati hama dan penyakit tanaman. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*. 5(1): 40-49.