

**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI JAMUR ENDOFIT PADA
TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L) YANG BERPOTENSI
SEBAGAI ENTOMOPATOGEN**

(SKRIPSI)

Oleh

Della Septiana



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ENTOMOPATOGEN

Oleh

DELLA SEPTIANA

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkarakterisasi jamur endofit dari tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) yang berpotensi sebagai entomopatogen. Penelitian dilakukan dari Februari hingga Agustus 2024 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan PT Gunung Madu Plantations, Lampung Tengah. Sebanyak 46 isolat jamur endofit berhasil diperoleh, dengan 13 isolat menunjukkan kemampuan melarutkan fosfat. Dari total isolat yang diperoleh, 29 isolat bersifat hipovirulen, sementara 17 isolat lainnya bersifat virulen. Hasil uji patogenesis menggunakan *Tenebrio molitor* sebagai serangga indikator menunjukkan bahwa isolat G3D2.5 (*Beauveria* sp.) memiliki tingkat mortalitas tertinggi (100%), diikuti oleh isolat G3D1.1 (*Trichoderma* sp.) dan G3D3.2 (*Penicillium* sp.) menyebabkan mortalitas sebesar 30%. Ketiga isolat ini terpilih sebagai kandidat potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati hama pada tanaman tebu.

Kata kunci: Entomopatogen, jamur endofit, pengendalian hayati, tebu, *Tenebrio molitor*

**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI JAMUR ENDOFIT PADA
TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) YANG BERPOTENSI
SEBAGAI ENTOMOPATOGEN**

Oleh

Della Septiana

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 Praktik Skripsi

: **EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI
JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN
TEBU (*Saccharum officinarum* L.) YANG
BERPOTENSI SEBAGAI
ENTOMOPATOGEN**

Nama Mahasiswa

: **Della Septiana**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2114191016**

Jurusan

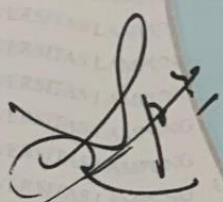
: **Proteksi Tanaman**

Fakultas

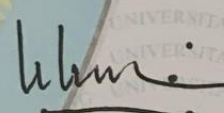
: **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

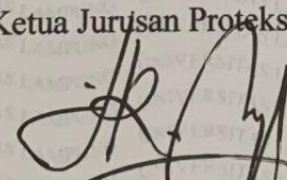

Dr. Ir. Sudi Pramono, M.P.

NIP. 196012121986031009


Ir. Lestari Wibowo, M.P.

NIP. 196208141986102001

2. **Ketua Jurusan Proteksi Tanaman**


Dr. Tri Maryoho, S.P., M.Si.

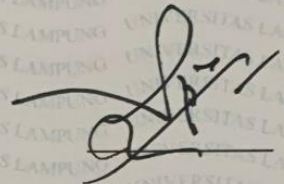
NIP. 198002082005011002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

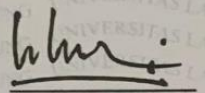
Ketua

: Dr. Ir. Sudi Pramono, M.P.



Sekretaris

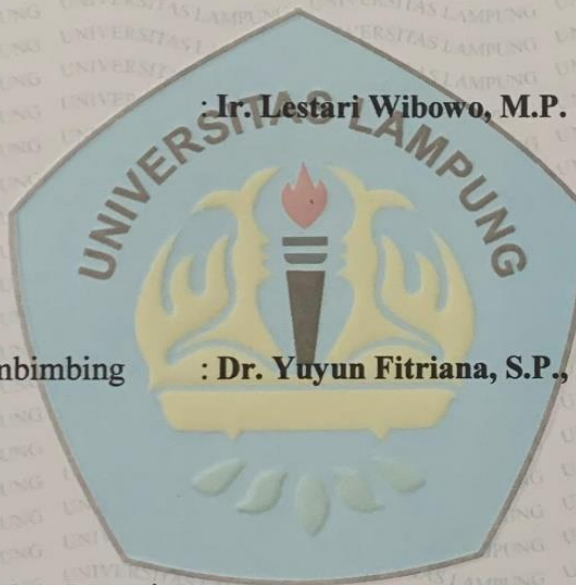
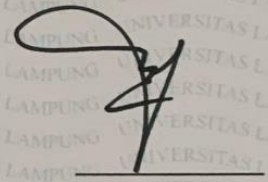
: Ir. Lestari Wibowo, M.P.



Penguji

Bukan Pembimbing

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

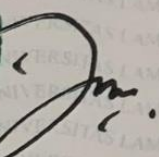


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Maret 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“EKSPLOKASI DAN KARAKTERISASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ENTOMOPATOGEN”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan dan dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akhlak yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 April 2025
Penulis,



Della Septiana
NPM 2114191016

RIWAYAT HIDUP

Della Septiana merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Murjiman dan Ibu Tukiyem. Penulis dilahirkan di Desa Mandalasari, Kecamatan Mataram Baru, Kabupaten Lampung Timur pada 25 Januari 2003. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Nurul Iman Pada tahun 2009, Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri Mandalasari pada tahun 2015, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Labuhan Maringgai pada tahun 2018, dan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Bandar Sribawono pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam organisasi HIMAPROTEKTA sebagai anggota Bidang Eksternal pada tahun 2023 dan Sekretaris Bidang Eksternal pada tahun 2024. Selain itu penulis pernah menjadi asisten praktikum DDPT pada tahun 2023, Bakteriologi Tumbuhan pada tahun 2024, dan Kewirausahaan pada tahun 2024. Penulis melaksanakan Praktik Pengenalan Pertanian (P3) di Desa Mandalasari, Kecamatan Mataram Baru, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2022, Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjar Sari, Kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan pada tahun 2024, dan Praktik Umum (PU) di P4S Jaya Anggara Farm Bandar Lampung pada tahun 2024.

PERSEMBAHAN

Tiada lembar paling indah dalam laporan skripsi kecuali lembar persembahan. Dengan mengucap rasa Syukur kepada Allah SWT, karena nikmat atas karunia nya saya dapat menjalani perkuliahan dengan penuh kesabaran. Dengan ketulusan hati, karya ini saya persembahkan sebagai bukti kasih sayang yang nyata kepada:

1. Orang tuaku tercinta yang telah mengorbankan banyak hal untuk memberikan yang terbaik, selalu memberikan dukungan, motivasi, dan selalu mengajarkan nilai-nilai kehidupan yang berarti sampai anakmu bisa berjalan dan melangkah sejauh ini.
2. Adikku tersayang yang telah memberikan semangat, dukungan, dan senantiasa mendoakan kakakmu selama kakakmu ini menjalani kehidupan di perkuliahan.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S AL Baqarah: 286)

“Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya”

“Orang lain tidak akan bisa paham struggle dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian success stories. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala berkah, nikmat, dan karunia nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ENTOMOPATOGEN”**. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya dengan segala kerendahan dan ketulusan hati kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan fasilitas kepada mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung untuk melaksanakan penelitian,
2. Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Universitas Lampung, yang telah memberikan saran dan dukungan,
3. Dr. Ir. Sudi Pramono, M. P., selaku selaku Pembimbing pertama yang telah memberikan banyak masukan, saran, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
4. Ir. Lestari Wibowo, M. P., selaku dosen Pembimbing kedua dan dosen proyek yang telah memberikan banyak masukan, saran, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
5. Ibu Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku dosen Pembahas dan dosen proyek yang telah memberikan banyak masukan, saran, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
6. Bapak Prof. Dr. Radix Suharjo, S. P., M. Agr., selaku dosen proyek yang telah memberikan banyak masukan, saran, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,

7. Bapak Ir. Muhammad Nurdin, M. Si., selaku Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan banyak saran, dukungan, masukan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan,
8. Keluarga tercinta, Bapak, Ibu dan Adik yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta doa-doa yang dilangitkan kepada penulis selama penulis menjalankan perkuliahan dan menyelesaikan skripsi,
9. Mba Tari, Mba Yeyen, Mba Lionita, Bang Nando dan keluarga besar Bioteknologi yang telah membantu selama proses penelitian kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
10. Teman SMA sampai saat ini Rahma, Erina, Okta, Adinda, Resta, Jesika yang telah memberikan semangat, motivasi dan nasehat selama penulis menyelesaikan skripsi ini,
11. Rekan seperjuangan Penelitian Adila, Diah Ayu Murtiana, Qannitha Shaffa, Fitri Antika, Nasywa Amanda yang telah bekerja sama dengan baik dan membantu proses penelitian kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
12. Teman-teman Proteksi Tanaman angkatan 2021 yang telah memberikan semangat, motivasi, dan senantiasa memberikan dukungan kepada penulis selama menyelesaikan perkuliahan dan menyelesaikan skripsi ini,
13. PT Gunung Madu Plantations yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama penulis menyelesaikan skripsi ini, dan
14. Almamater tercinta dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 18 April 2025
Penulis

Della Septiana
NPM 2114191016

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
1.4 Hipotesis	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Tebu	5
2.2 Hama Tanaman Tebu	6
2.3 Jamur Endofit	6
2.4 Pengendalian Hama	7
2.4.1 Pengelolaan lahan	7
2.4.2 Benih tebu bebas hama	8
2.4.3 Monitoring	8
2.4.4 Pengendalian hayati	8
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Persiapan Penelitian.....	13

3.3.1 Pembuatan Media PDA (<i>Potato Dextrose Agar</i>).....	
13	
3.3.2 Pembuatan Media Pikovskaya	
14	
3.3.3 Pembuatan Media WA (<i>Water Agar</i>)	
14	
3.4. Tahapan Penelitian	15
3.4.1 Eksplorasi Jamur Entomopatogen	15
3.4.2 Isolasi Jamur Endofit Tanaman Tebu	15
3.4.3 Identifikasi Morfologi.....	15
3.4.4 Uji Pelarut Fosfat	16
3.4.5 Uji Hipovirulen.....	16
3.4.6 Skrining Jamur Entomopatogen.....	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Hasil.....	18
4.1.1 Isolasi Jamur Endofit dari Tanaman Tebu	18
4.1.2 Identifikasi Morfologi Jamur Endofit	19
4.1.3 Uji Pelarut Fosfat pada Jamur Endofit.....	32
4.1.4 Uji Hipovirulen.....	34
4.1.5 Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen	37
4.2 Pembahasan	39
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Skor keparahan penyakit	17
2. Kode isolat jamur endofit yang berhasil diisolasi dari bagian daun dan batang tanaman tebu	18
3. Hasil uji pelarut fosfat terhadap isolat jamur endofit tanaman tebu	34
4. Hasil uji hipovirulen terhadap isolat jamur endofit tanaman tebu ..	36
5. Mortalitas larva <i>T. molitor</i> setelah aplikasi jamur endofit dari tanaman tebu	38
6. Data uji pelarut fosfat jamur endofit	51
7. Data Uji patogenesitas jamur endofit terhadap larva <i>T. molitor</i>	52
8. Data Uji hipovirulen jamur endofit	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Mikroskopis jamur <i>Metarhizium</i> sp.: (a) konidium bulat telur dan (b) hifa bercabang (Bahruddin dkk., 2023)	10
2. Kumpulan konidia <i>B. bassiana</i> .: (a) konidia dan (b) hifa (Fardhani dkk., 2023).....	11
3. Karakteristik mikroskopis <i>Penicillium</i> sp.: (a) konidia, (b) fialid, (c) metulae, (d) percabangan konidiofor dan (e) konidiofor (Suryanti dkk., 2018)	12
4. Morfologi jamur <i>Trichoderma</i> sp. pada media PDA: (Isolat G3D1.1, G5B3.1, dan G7D3.3) (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. konidiofor, 2. konidia, 3. fialid)	20
5. Morfologi jamur <i>Beauveria</i> sp. (Isolat G3D2.5) pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidiofor, 3. konidia) ..	21
6. Morfologi jamur <i>Penicillium</i> sp. (Isolat G3D3.3 dan G3D3.4) pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidiofor, 3. fialid, konidia)	4. 22
7. Morfologi jamur <i>Curvularia</i> sp. (Isolat G5B2.1 dan G7D3.5) pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2 konidia).....	23
8. Morfologi jamur <i>Aspergillus</i> sp. (Isolat G7D3.7) pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidia).....	24
9. Morfologi jamur isolat G3D1.2 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) hifa pada perbesaran 400x	24
10. Morfologi jamur isolat G3D2.1, G3D3.1, dan G5B1.1 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidiofor, 3. konidia)	25

11. Morfologi jamur isolat G3D2.3, G3D2.6, G3D3.5 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidia)	25
12. Morfologi jamur isolat G3D2.4, G5D3.1, dan G7D3.4. pada media PDA: (a) makroskopis jamur dan (b) hifa jamur pada perbesaran 400x	26
13. Morfologi jamur isolat G5D1.7, G3D3.7, G5D1.6, dan G3D3.6 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) hifa jamur pada perbesaran 400x	26
14. Morfologi jamur isolat G3D2.2, G5D1.2, dan G5D1.5 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidia)	27
15. Morfologi jamur isolat G3B3.1, G7B3.3, G7D2.1, dan G7D3.1 pada media PDA: (a) Koloni makroskopis jamur dan (b) Pengamatan mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidiofor).....	27
16. Morfologi jamur isolat G3B3.1 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidia, 3. konidiofor).....	28
17. Morfologi jamur isolat G3B3.2 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidia)	28
18. Morfologi jamur isolat G5D1.1 pada media PDA (a) makroskopis koloni jamur dan (b) hifa jamur pada perbesaran 400x	29
19. Morfologi jamur isolat G5D1.3 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidia)	29
20. Morfologi jamur isolat G5D1.4 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) hifa jamur pada perbesaran 400x	30
21. Morfologi jamur isolat G5D3.2 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) hifa jamur pada perbesaran 400x	30
22. Morfologi jamur isolat G5B1.2 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. septat, 2. konidia).....	31
23. Morfologi jamur isolat G7D3.6 pada media PDA: (a) makroskopis koloni jamur dan (b) mikroskopis jamur pada perbesaran 400x (1. hifa, 2. konidia).....	31
24. Diagram hasil uji pelarut fosfat jamur endofit tanaman tebu	32
25. Isolat jamur endofit yang menunjukkan zona bening sebagai indikasi pelarutan fosfat (a) tampak depan dan (b) tampak belakang	32

26. Isolat jamur endofit yang tidak menunjukkan zona bening sebagai indikasi pelarutan fosfat (a) tampak depan dan (b) tampak belakang	33
27. Hasil uji hipovirulen pada hari ke-7 setelah inokulasi (a) benih mentimun dengan gejala nekrosis dan (b) benih mentimun tanpa gejala nekrosis	35
28. Diagram hasil uji hipovirulen jamur endofit.....	35
29. Larva <i>Tenebrio molitor</i> setelah aplikasi jamur endofit (a) isolat G3D3.2, (b) isolat G3D2.5 dan (c) kontrol	38
30. Sterilisasi bagian tanaman tebu.....	54
31. Uji Pelarut Fosfat	54
32. Uji Hipovirulen	54
33. Skrining jamur endofit terhadap larva <i>T. molitor</i>	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan bahan baku utama industri gula di Indonesia (Nurbaiti, 2019). Pada tahun 2020, kebutuhan gula nasional mencapai 5,7 juta ton, terdiri dari 2,9 juta ton untuk gula industri dan 2,8 juta ton untuk konsumsi rumah tangga (Ahmad dkk., 2022). Provinsi Lampung menjadi salah satu daerah penghasil tebu utama dengan produksi rata-rata mencapai 664.048-723.707 ton pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik, 2023).

Namun, produktivitas tebu nasional cenderung fluktuatif, salah satunya akibat serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT), seperti penggerek batang tebu, penggerek pucuk tebu, *Lepidiota stigma* dan *Rattus* sp. Serangan OPT ini dapat menyebabkan penurunan hasil yang signifikan (Subiyakto, 2016). Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman (2022) melaporkan bahwa serangan OPT di wilayah kerja BBPPTP Surabaya mencakup luas serangan *Chilo sacchariphagus* (penggerek batang tebu) sebesar 2.348,09 ha, *Scirpophaga nivella* (penggerek pucuk tebu) sebesar 1.508,33 ha, *Lepidiota stigma* sebesar 1.028,49 ha, dan *Rattus* sp. sebesar 323,76 ha.

Pengendalian OPT umumnya dilakukan secara kimiawi menggunakan pestisida. Namun, metode ini sering kali kurang efektif, mahal, serta dapat menyebabkan resistensi hama terhadap insektisida, resurgensi, dan penurunan populasi musuh alami (Lubis dkk., 2014). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan, salah satunya dengan pemanfaatan mikroorganisme entomopatogen.

Jamur endofit berpotensi sebagai agen pengendalian hayati pada tanaman tebu. Jamur endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit. Beberapa jamur endofit diketahui mampu menghasilkan metabolit sekunder, seperti enzim, mikotoksin, dan antibiotik, yang dapat berperan dalam melindungi tanaman dari serangan patogen dan hama (Purba dkk., 2016). Namun, penelitian mengenai potensi jamur endofit pada tanaman tebu sebagai entomopatogen masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut potensi jamur endofit pada tanaman tebu yang berpotensi sebagai entomopatogen.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengeksplorasi jamur endofit yang berasal dari tanaman tebu,
2. Mengkarakterisasi jamur endofit yang ditemukan pada tanaman tebu, dan
3. Mengetahui potensi dari jamur endofit tanaman tebu sebagai entomopatogen.

1.3 Kerangka Pemikiran

Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang hidup dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan gejala penyakit. Sebagian jamur endofit memiliki peran ekologis penting dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres biotik dan abiotik, termasuk resistensi terhadap patogen dan herbivora. Jamur endofit juga diketahui dapat menghasilkan berbagai metabolit sekunder aktif, seperti alkaloid, poliketida, dan terpenoid, yang tersebar pada berbagai bagian tanaman, termasuk daun, batang, dan akar (Arieftha dkk., 2021).

Eksplorasi jamur endofit menjadi langkah penting dalam menemukan agen hayati potensial untuk pengendalian hama. Beberapa jamur endofit memiliki mekanisme pertahanan seperti parasitisme, antibiosis, kompetisi nutrisi, dan induksi ketahanan (Wibowo, 2022). Selain meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen dan stres lingkungan, beberapa spesies jamur endofit juga memiliki sifat

entomopatogen, yaitu kemampuan untuk menginfeksi dan membunuh serangga hama.

Sejumlah penelitian telah menunjukkan efektivitas jamur entomopatogen dalam pengendalian serangga hama. Eksplorasi jamur dari berbagai lahan sayuran di dataran tinggi Kota Pagaralam, dataran rendah Kabupaten Ogan Komering, dan Pekan baru menghasilkan dua jamur utama, yaitu *Metarhizium* sp. dan *Beauveria bassiana*, yang menyebabkan mortalitas hama *Spodoptera litura* hingga 60% (Gunawan dkk., 2020). Bahrudin dkk. (2023) juga melaporkan bahwa *Metarhizium* sp. memiliki tingkat mortalitas serangga sebesar 60%. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa filtrat kultur *Metarhizium anisopliae* dapat mencapai tingkat mortalitas hingga 85%-96% (Kusumaningtyas dkk., 2020). Sementara itu, spora *M. rileyi* mampu menyebabkan mortalitas serangga hingga 100% (Mullo dkk., 2022).

Vega dkk. (2008) melaporkan bahwa jamur *B. bassiana* yang diisolasi dari tanaman kopi dapat menyebabkan mortalitas hingga 100%. Gustyaningtyas dkk. (2021) melaporkan bahwa isolasi jamur endofit dari akar tanaman pisang, jagung, dan sayuran memiliki potensi sebagai entomopatogen terhadap larva *S. frugiperda* dengan tingkat mortalitas sebesar 29,33%. Sementara itu, menurut Syahrawati dkk. (2023), terdapat jamur yang mampu membunuh hama wereng batang coklat dengan tingkat mortalitas sebesar 53,33% pada nimfa dan 34,99% pada imago.

Di Provinsi Lampung, penelitian mengenai jamur endofit yang memiliki sifat entomopatogen pada hama utama tebu masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkarakterisasi jamur endofit yang berpotensi sebagai entomopatogen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan strategi pengendalian hayati hama tebu yang lebih berkelanjutan, khususnya di Lampung.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, diajukan tiga hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Jamur endofit ditemukan pada tanaman tebu,
2. Jamur endofit pada tanaman tebu memiliki karakteristik sebagai entomopatogen, dan
3. Karakterisasi jamur endofit dari tanaman tebu menunjukkan adanya spesies yang berpotensi sebagai entomopatogen.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman yang dibudidayakan di daerah beriklim tropis dan subtropis sebagai bahan baku utama dalam industri gula. Gula yang dihasilkan dari tebu memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat sebagai sumber kalori. Selain itu, industri gula berbasis tebu memberikan lapangan pekerjaan bagi sekitar 1,3 juta orang di Indonesia (Asmawati dkk., 2014).

Menurut USDA (2018), klasifikasi botani tanaman tebu adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivision	: Spermatophyta
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Subclass	: Commelinidae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Saccharum</i>
Species	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

Tebu memiliki toleransi rendah terhadap genangan air, terutama pada fase awal pertumbuhan. Tingkat toleransi tanaman terhadap genangan dipengaruhi oleh fase pertumbuhan, jenis air, dan durasi genangan. Tanaman dengan toleransi tinggi terhadap genangan biasanya menunjukkan adaptasi seperti pembentukan jaringan aerenkim, akar adventif, dan stomata dengan kerapatan tinggi (Hartatik dkk., 2022).

2.2 Hama Tanaman Tebu

Hama adalah hewan yang dapat merusak tanaman atau aktivitas hidupnya dapat menyebabkan kerugian secara ekonomis (Tommy dkk., 2021). Hama utama tanaman tebu adalah penggerek pucuk (*Scirpophaga nivella*). Serangan hama penggerek pucuk dapat menyebabkan berkurangnya produksi tebu dan mengganggu pasokan bahan baku industri gula. Serangan penggerek pucuk pada tanaman tebu yang masih muda dapat menyebabkan tanaman menjadi mati total, sedangkan serangan pada tanaman yang sudah dewasa dapat menyebabkan lubang pada bagian pucuk lalu akan menyebabkan terbentuknya tunas baru atau dikenal dengan nama *siwilan*. Kerusakan pucuk tebu yang diakibatkan karena penggerek pucuk dapat diamati secara langsung dengan cara batang tebu yang menunjukkan gejala serangan dipotong lalu dibelah akan terlihat gerakan yang disebabkan oleh penggerek pucuk (Kawaty dkk., 2014).

Hama yang dapat merusak tanaman tebu selanjutnya adalah penggerek batang (*Chilo sacchariphagus*). Hama ini menyebabkan bercak-bercak transparan yang berbentuk bulat oval pada daun tanaman. Serangga ulat ini masuk melalui pelepah dan batang tanaman tebu. Gerakan akan mengenai mata tunas sehingga tunas menjadi menguning dan mongering, serangan ini terjadi pada awal atau akhir musim hujan (Subiyakto, 2016).

2.3 Jamur Endofit

Jamur endofit merupakan jamur yang terdapat di dalam jaringan tanaman. Jamur endofit dapat digunakan sebagai biopestisida untuk mengendalikan hama yang menyerang suatu lahan pertanian. Jamur endofit menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati karena memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi, menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman, mengendalikan hama dan penyakit tanaman, serta menginduksi ketahanan tanaman dari serangan hama dan penyakit. Keberadaan jamur endofit di dalam jaringan tanaman jeruk siam juga dipengaruhi oleh tipe jaringan tumbuhan. Batang dan akar merupakan bagian tanaman yang memiliki

ruangan korteks yang berfungsi sebagai tempat hidup miselium jamur endofit (Mukarlina dkk., 2017). Jaringan korteks digunakan sebagai tempat hidup miselium jamur endofit yang berisi sel-sel parenkim berdinding tipis mempunyai ruang antar sel berisi udara dan air. Miselium jamur endofit yang dapat menembus dinding sel parenkim akan berada dalam sitoplasma sel yang berisi air (85-90%), garam, karbohidrat, protein, dan lemak. Sedangkan daun merupakan bagian tanaman tempat terjadinya proses fotosintesis. Hasil fotosintesis berupa gula (glukosa) akan dimanfaatkan jamur endofit sebagai sumber nutrisinya (Setjo dkk., 2004).

2.4 Pengendalian Hama

Pengendalian hama pada tanaman tebu yang dapat dilakukan dengan cara monitoring hama secara intensif, penanaman benih tebu bebas hama, pengelolaan tanah yang baik, pergiliran tanaman, pengaturan waktu tanam, penanaman varietas toleran hama, pengambilan telur, larva dan imago secara langsung maupun dengan bantuan alat dan memusnahkannya, pengendalian hayati dengan menggunakan parasitoid telur, dan pestisida nabati (Subiyakto, 2016).

2.4.1 Pengelolaan lahan

Pengendalian hama menggunakan pengelolaan lahan dapat dilakukan dengan cara mengembalikan residu tanaman pada daun dan pucuk tanaman tebu.

Pengembalian residu tanaman ke lahan dapat meningkatkan bahan organik tanah, memperbaiki kinerja mikroba tanah, meningkatkan keragaman hayati tanah, meningkatkan aktivitas predator, dan memperbaiki kualitas tanah pada produksi tebu. Keragaman hayati yang tinggi merupakan indikator ekosistem yang stabil. Berbagai artropoda misalnya musuh alami (parasitoid dan predator), serangga penyerbuk, serangga netral, dan mikroba pengurai dapat berperan secara optimal. Membakar residu tanaman tidak dianjurkan karena dapat menurunkan populasi predator, antara lain semut, laba-laba, dan kumbang koksi, selain berdampak negatif terhadap tanah, terutama karbon organik tanah (Dalchiavon dkk., 2013).

2.4.2 Benih tebu bebas hama

Benih tebu bersertifikat adalah benih yang dijamin sehat atau bebas hama dan penyakit serta terjaga kemurniannya. Penanaman benih tebu yang terinfeksi hama akan menjadi sumber hama di pertanaman. Penggunaan varietas tebu toleran hama merupakan komponen penting untuk mengurangi kerugian ekonomi yang disebabkan oleh hama penggerek. Varietas tebu yang toleran penggerek, daunnya memiliki sedikit bulu sehingga imago sulit meletakkan telur, daun tua mudah mengelentek sendiri, tulang daun utama keras, diameter batang relatif besar, dan batang keras (Subiyakto, 2016).

2.4.3 Monitoring

Monitoring atau pemantauan hama dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu 1) pemantauan luas, 2) pemantauan di pertanaman, dan (3) pemantauan dengan perangkat. Pemantauan secara luas bertujuan mengetahui distribusi geografis hama dalam setiap musim, memprediksi terjadinya ledakan hama, dan mengidentifikasi migrasi jenis hama. Pemantauan hama di pertanaman bertujuan mengambil keputusan perlunya dilakukan pengendalian atau tidak. Pemantauan hama dengan perangkat antara lain dilakukan dengan perangkat lampu, perangkat lem, dan feromon. Pemantauan dimaksudkan untuk mengetahui dinamika populasi hama sepanjang musim (Subiyakto, 2016).

2.4.4 Pengendalian hayati

Pengendalian hayati adalah metode pengendalian yang memanfaatkan organisme hidup untuk menekan populasi hama. Menurut Amrullah (2019), metode ini penting dalam upaya pelestarian lingkungan, terutama dalam bidang pertanian dan perkebunan. Penggunaan pestisida sintetis secara berlebihan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti resistensi hama, resurgensi, penurunan populasi

serangga bermanfaat (misalnya predator, parasitoid, dan penyerbuk), serta risiko terhadap kesehatan manusia.

Pengendalian hayati telah diterapkan sejak abad ke-17, meskipun popularitasnya sempat menurun akibat dominasi penggunaan pestisida kimiawi. Pendekatan ini berfokus pada interaksi antara organisme target (hama) dan musuh alaminya (predator atau parasit). Musuh alami ini berperan sebagai agen pengendali (*control agents*) yang dapat berkembang secara alami di lingkungan dan membantu menekan populasi hama (Susilo, 2007). Salah satu strategi dalam pengendalian hayati adalah pemanfaatan jamur entomopatogen, yang telah terbukti efektif dalam mengendalikan berbagai jenis serangga hama di pertanian.

2.4.4.1 Jamur Entomopatogen

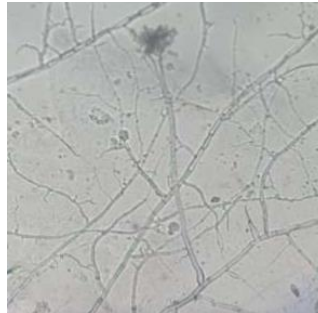
Jamur entomopatogen adalah kelompok jamur yang hidup sebagai parasit pada serangga dan berpotensi digunakan sebagai agen pengendalian hayati. Jamur ini menginfeksi serangga melalui kontak langsung dengan spora yang menempel pada kutikula, berkembang dalam tubuh serangga, dan menghasilkan enzim atau toksin yang menyebabkan kematian inang. Keunggulan jamur entomopatogen meliputi kapasitas produksi spora tinggi, siklus hidup yang relatif singkat, serta kemampuan membentuk spora tahan dalam kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Beberapa spesies yang sering digunakan dalam pengendalian hayati adalah *Metarhizium* sp., *B. bassiana*, dan *Penicillium* sp. (Gunawan dkk., 2020). Gunawan dkk. (2020) melaporkan bahwa eksplorasi di berbagai ekosistem pertanian menghasilkan *Metarhizium* sp., *B. bassiana* yang mampu menyebabkan mortalitas *S. litura* hingga 60%. Penelitian lainnya juga menemukan bahwa filtrat kultur *M. anisopliae* memiliki efektivitas mortalitas sebesar 85-96% (Kusumaningtyas dkk., 2020).

2.4.4.1.1 Jamur *Metarhizium* sp.

Jamur *Metarhizium* merupakan salah satu jamur entomopatogen yang banyak digunakan dalam pengendalian hayati serangga hama. Spesies yang umum

digunakan adalah *M. anisopliae*, yang dikenal mampu menginfeksi berbagai jenis serangga melalui kontak langsung.

M. anisopliae memiliki miselium yang bersekat dengan konidia bersel satu, berwarna hialin, berbentuk bulat hingga silindris dengan ukuran 4-7 μm x 1,43-3,2 μm . Konidiofor tersusun tegak, bercabang, dan dipenuhi konidia (Bahrudin dkk., 2023) (Gambar 1).

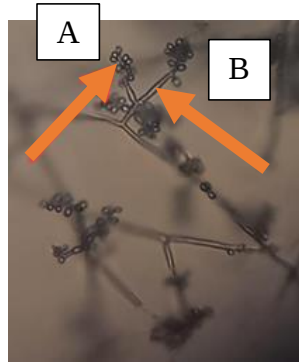


Gambar 1. Mikroskopis jamur *Metarhizium* sp.: (a) konidium bulat telur dan (b) hifa bercabang (Bahrudin dkk., 2023).

Jamur ini menginfeksi serangga dengan menempelkan konidia pada permukaan tubuh inang, kemudian menembus kutikula dengan bantuan enzim protease dan kitinase. Setelah masuk ke dalam hemolimfa, jamur berkembang biak dan menghasilkan toksin destruktif yang menyebabkan kematian.

2.4.4.1.2 Jamur *B. bassiana*

B. bassiana merupakan jamur entomopatogen yang efektif dalam mengendalikan berbagai jenis serangga hama, termasuk Lepidoptera dan Coleoptera. Jamur ini menginfeksi serangga dengan cara yang serupa dengan *M. anisopliae*, tetapi memiliki struktur morfologi yang berbeda. *B. bassiana* memiliki hifa pendek, hialin, lurus, dan tebal. Koloninya berwarna putih dengan konidia berbentuk bulat (2-3 x 2-2,4 μm), bersel satu. Miseliumnya menyerupai benang halus, sementara pertumbuhan koloninya tampak seperti tepung putih (Indiati dkk., 2021) (Gambar 2).

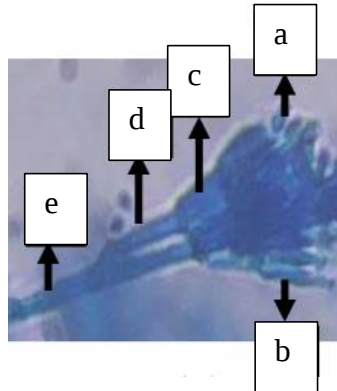


Gambar 2. Kumpulan konidia *B. bassiana*.: (a) konidia dan (b) hifa (Fardhani dkk., 2023).

Infeksi jamur ini diawali dengan adhesi konidia pada kutikula serangga, diikuti dengan penetrasi menggunakan enzim hidrolitik. Setelah mencapai hemolimfa, jamur berkembang biak dan menghasilkan senyawa toksik seperti beauvericin yang menyebabkan kematian serangga.

2.4.4.1.3 Jamur *Penicillium* sp.

Jamur *Penicillium* sp. dikenal sebagai jamur yang memiliki berbagai peran dalam ekosistem, termasuk sebagai penghasil metabolit sekunder yang bersifat toksik bagi serangga. Beberapa spesies *Penicillium* menunjukkan aktivitas entomopatogenik, meskipun belum seefektif *Metarhizium* atau *Beauveria* dalam pengendalian hayati serangga hama. *Penicillium* sp. memiliki konidiofor bercabang dengan struktur metakeloid dan fialid. Hifanya bersepta dan hialin, sementara konidia berbentuk bulat dan uniseluler. Koloni jamur ini mengalami perubahan warna dari putih menjadi biru kehijauan, abu-abu kehijauan, atau kuning pucat (Suryanti dkk., 2018) (Gambar 3).



Gambar 3. Karakteristik mikroskopis *Penicillium* sp.: (a) konidia, (b) fialid, (c) metulae, (d) percabangan konidiofo, dan (e) konidiofor (Suryanti dkk., 2018).

Mekanisme infeksi *Penicillium* sp. terhadap serangga belum sepenuhnya dipahami, tetapi beberapa penelitian menunjukkan bahwa jamur ini dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang bersifat insektisida. Selain itu, *Penicillium* juga diketahui mampu menghasilkan ketersediaan fosfat bagi tanaman.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel batang dan daun tanaman tebu diambil dari PT Gunung Madu Plantations. Isolasi dan identifikasi jamur entomopatogen dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Agustus 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain plastik sampel, plastik wrap, cawan petri, tabung Erlenmeyer, pinset, bor gabus, skapel, Bunsen, microwave, autoklaf, gelas beaker, jarum ose, mikropipet, nampan, timbangan, laminar air flow (LAF), tip, aluminium foil, plastik tahan panas, botol UC, tisu, dan kamera.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanaman tebu, umbi kentang, akuades, dextrose, agarosa, asam laktat, alkohol, kloroks 1%, pikovskaya, benih mentimun varietas Top Tavi F1, dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*).

3.3 Persiapan Penelitian

3.3.1 Pembuatan Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Media PDA dibuat dengan mencampurkan ekstrak kentang, dextrose, dan agar. Untuk membuat 1 L media PDA, bahan yang digunakan terdiri atas kentang 200 g, dextrose 20 g, dan agar 20 g, dan akuades 1000 mL. Proses pembuatan dimulai

dengan mengupas kentang dan memotong kentang menjadi kubus berukuran 1x1 cm, kemudian direbus dalam 1000 mL akuades selama 20 menit. Hasil rebusan disaring untuk mendapatkan ekstrak kentang, yang kemudian dicampurkan dengan dextrose dan agar dalam Erlenmeyer hingga volumenya mencapai 1000 mL. Larutan ini ditutup aluminium foil, dimasukkan ke dalam plastik tahan panas, dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm. Setelah media dingin hingga mencapai suhu sekitar $\pm 50^{\circ}\text{C}$, tambahkan 1,4 mL asam laktat dan diaduk hingga homogen. Media PDA yang telah siap kemudian dituangkan ke dalam cawan petri.

3.3.2 Pembuatan Media Pikovskaya

Media pikovskaya dibuat dengan menimbang 31,3 g Pikovskaya, 20 g agar, dan 1000 mL akuades. Semua bahan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, ditutup dengan aluminium foil, dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Sterilisasi dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah media mendingin hingga sekitar $\pm 50^{\circ}\text{C}$, ditambahkan 1,4 mL asam laktat dan diaduk hingga homogen. Media yang telah siap kemudian dituangkan ke dalam cawan petri.

3.3.3 Pembuatan Media WA (*Water Agar*)

Media WA dibuat dengan mencampurkan 20 g agar ke dalam 1000 mL akuades, lalu campuran ini dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil, diikat dengan karet, dan dimasukan ke dalam plastik tahan panas. Sterilisasi dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah media mencapai suhu sekitar 50°C, ditambahkan 1,4 mL asam laktat dan aduk hingga homogen. Media WA yang telah siap kemudian dituangkan ke dalam cawan petri.

3.4. Tahapan Penelitian

3.4.1 Eksplorasi Jamur Entomopatogen

Eksplorasi jamur entomopatogen dilakukan dengan mengambil sampel batang dan daun tebu dari PT Gunung Madu Plantation, Lampung Tengah. Sampel diambil secara acak dari tiga varietas, yaitu GMP 3, GMP 5, dan GMP 7. Masing-masing varietas diambil dua tanaman sampel dengan tiga kali ulangan. Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada bulan Februari 2024.

3.4.2 Isolasi Jamur Endofit Tanaman Tebu

Isolasi jamur endofit dilakukan dengan mengambil bagian daun dan batang tanaman tebu yang sehat. Permukaan sampel disterilisasi menggunakan alkohol, kemudian dipotong kecil dan direndam dalam kloroks 1% selama 30 detik. Sampel dibilas dengan akuades steril, dikeringkan di atas tisu, dan ditumbuhkan pada media PDA. Jamur yang tumbuh dimurnikan dengan cara ditumbuhkan kembali pada media PDA.

3.4.3 Identifikasi Morfologi

Identifikasi morfologi jamur dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis menggunakan isolat jamur yang berumur 7 hari. Pengamatan makroskopis mencakup warna, bentuk, dan pertumbuhan koloni. Pengamatan mikroskopis mencakup bentuk hifa (bersekat atau tidak), pola pertumbuhan hifa, warna hifa, warna konidia, serta bentuk konidia (bulat, lonjong, beraturan, atau berantai) sesuai metode Ariyanto dkk. (2013). Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop majemuk dengan perbesaran 400x.

3.4.4 Uji Pelarut Fosfat

Uji pelarut fosfat dilakukan untuk mengukur kemampuan jamur dalam melarutkan fosfat tidak larut menjadi fosfat yang tersedia bagi tanaman. Pengujian dilakukan menggunakan media Pikovskaya dengan isolat jamur berumur 7 hari. Setiap isolat diuji dengan tiga kali ulangan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari dengan mengukur luas koloni dan zona bening menggunakan milimeter blok. Luasan zona bening dikalikan dengan 0,25 cm untuk menghitung luas sebenarnya. Indeks Pelarut Fosfat (IPF) dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Indeks Pelarut Fosfat} = \frac{\text{Luasan Zona Bening}}{\text{Luasan Koloni Jamur}}$$

Kategori IPF menurut Ceci dkk. (2018): rendah (0- 0,7) , sedang (0,7-1), dan tinggi (≥ 1).

3.4.5 Uji Hipovirulen

Uji hipovirulen dilakukan untuk menilai tingkat virulensi jamur terhadap benih mentimun. Benih direndam dalam air hangat (50°C) selama 30 menit, dicuci dengan alkohol, lalu dibilas dengan akuades. Benih disemai pada kertas merang dan diinkubasi selama 2 hari sebelum dipindahkan ke media WA. Setelah 1 hari, benih diinokulasi dengan jamur berumur 7 hari menggunakan potongan jamur berdiameter 5 mm yang ditempatkan pada hipokotil. Pengamatan gejala nekrotik dilakukan setiap hari selama 14 hari menggunakan Indeks Keparahan Penyakit (DSI) menurut Supriyanto (2009):

$$\text{DSI} = \frac{\sum N}{Z}$$

Keterangan:

DSI = Indeks Keparahan Penyakit,

N = Skor keparahan penyakit pada masing-masing sampel (Tabel 1), dan

Z = Jumlah sampel.

Tabel 1. Skor keparahan penyakit

Skor	Gejala
0	Sehat, tidak ada infeksi pada hipokotil
1	Satu atau dua bercak coklat muda <0,25cm
2	Bercak coklat muda <0,5 cm dan area kebasahan 10% pada hipokotil
3	Bercak coklat muda sampai tua >1 cm yang kemudian bergabung dengan bercak lainnya. Daerah kebasahan 10%<x<100% pada hipokotil (daun belum layu dan hipokotil masih putih)
4	Hipokotil kolap, daun layu, dan bibit mati.

3.4.6 Skrining Jamur Entomopatogen

Skrining dilakukan untuk menilai kemampuan jamur dalam membunuh serangga *T. molitor*. Ulat hongkong (*T. molitor*) adalah serangga dari ordo Coleoptera yang dapat menjadi inang jamur entomopatogen (Suryaminarsih dkk, 2022). Larva *T. molitor* mudah didapatkan dan mudah dipelihara sehingga larva dari serangga ini yang umumnya digunakan untuk pengujian mikroba entomopatogen.

Pengujian dilakukan menggunakan tiga kali ulangan, masing-masing ulangan terdiri 10 serangga. Metode aplikasi dilakukan dengan serangga digulingkan dalam cawan berisi jamur berumur 7 hari, lalu dipindahkan ke cawan petri berlubang ventilasi. Pakan berupa pur diberikan. Kematian larva dihitung setiap hari selama 14 hari setelah aplikasi. Persentase mortalitas dihitung menggunakan rumus (Purnomo dan Pramono 2019):

$$\text{Mortalitas\%} = \frac{\text{Jumlah serangga uji yang mati}}{\text{Total serangga uji yang diamati}} \times 100\%$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil eksplorasi jamur endofit pada tanaman tebu diperoleh 46 isolat jamur,
2. Dari 46 isolat jamur sebanyak 9 isolat berhasil diidentifikasi, yaitu *Trichoderma* sp., *Beauveria* sp., *Penicillium* sp., *Curvularia* sp., dan *Aspergillus* sp. Sebanyak 13 isolat jamur menunjukkan aktivitas pelarutan fosfat, dengan rincian: 9 isolat berkategori rendah, 2 isolat berkategori sedang, dan 2 isolat berkategori tinggi. Hasil uji hipovirulen menunjukkan bahwa 17 isolat bersifat virulen, sedangkan 29 isolat lainnya bersifat hipovirulen, dan
3. Aplikasi jamur endofit menunjukkan tingkat mortalitas yang berbeda terhadap larva *T. molitor*. Mortalitas berkisar antara 3,3%-100%. Isolat yang menyebabkan mortalitas serangga uji tertinggi 100% adalah isolat G3D2.5 (*Beauveria* sp.), diikuti oleh G3D1.1 (*Trichoderma* sp.) dan G3D3.2 (*Penicillium* sp.) dengan masing-masing 30%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan pengujian terhadap serangga hama yang menyerang tanaman tebu untuk memastikan apakah jamur yang memiliki mortalitas tinggi terhadap larva *T. molitor* dapat menjadi entomopatogen terhadap hama pada tanaman tebu.

2. Perlu dilakukan identifikasi molekuler untuk memastikan spesies dari jamur yang telah teridentifikasi serta menentukan spesies jamur yang belum diidentifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. R., Purwono, dan Winarso, D. W., 2022. Pertumbuhan dan hasil tebu (*Saccharum officinarum* L.) keprasan pertama pada residual kompos blotong dan residual pupuk anorganik. *Jurnal Agron.* 50(3): 357-364.
- Ambarawati, R., Isnawati, dan Utami, S. R., 2014. Eksplorasi dan karakterisasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. *Jurnal Lentera Bio.* 3(1): 59-66.
- Amrullah, H. S. 2019. Pengendalian hayati (*Biocontrol*): Pemanfaatan serangga predator sebagai musuh alami untuk serangga hama. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia.* 4(4): 87-88.
- Ariefta, R. N., Shiono, Y., dan Azim, M. 2021. Eksplorasi jamur endofit dari tanaman kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) dampak stress lingkungan serta aktivitas anti bakteri dan anti jamur. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia.* 3(1): 2-8.
- Ariyanto, E. F., Abadi, A. L., dan Djauhari, S. 2013. Keanekaragaman jamur endofit pada daun tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dengan sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) dan konvensional di Desa Bayem, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. *Jurnal HPT.* 1(2): 37-51.
- Asmawati, Sunniati, dan Isnaini, L. J. 2014. Pertumbuhan stek tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada berbagai konsentrasi larut pupuk organik cair. *Jurnal Agrokomples.* 14(1): 46-47.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Tanaman (ton), 2020-2022.* <https://lampung.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjU4IzI=/produksi-tanaman.htm>. Diakses 02 Febuari 2025 pukul 15.35 WIB.
- Bahrudin, M., Soesanto, L., dan Suroto, A. 2023. Eksplorasi, identifikasi, dan bioassay jamur entomopatogen terhadap *Spodoptera frugiperda* dari Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia.* 28(4): 513-524.
- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman. 2022. *Fluktuasi serangan Chilo Sp. pada tanaman tebu di wilayah kerja Bbpptp surabaya triwulan II tahun 2022.* <https://balaisurabaya.ditjenbun.pertanian.go.id/fluktuasi-serangan-chilo-sp-pada-tanaman-tebu-di-wilayah-kerja-bbpptp-surabaya-triwulan-ii-tahun-2022-oleh-erna-zahroin-dan-wahyu-irianto/>. Diakses 20 Januari 2025 pukul 13.00 WIB.

- Ceci, A. F., Pinzari, F., Russo, O. Maggi, dan Persiani, A. M. 2018. Saprotrophic soil fungi to improve phosphorus solubilisation and release: In vitro abilities of several species. *Ambio*. 47(1): 30-40.
- Dalchiavon, F. C., Carvalho, R., Montanari, M. dan Andreotti E. A. D. 2013. Sugarcane trash management assessed by the interaction of yield with soil properties. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*. 37(6): 1709–1719.
- Fardhani, M. D., Nugraheni, A. I., Windari, A., Amanah, Q., 2023. Pemanfaatan jamur *Beauveria bassiana* sebagai pengendalian hama pada tanaman padi. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(22): 300-305.
- Gunawan, B., Kusuma, H. S. S., Pujiastuti, Y., dan Arsy. 2020. Eksplorasi, isolasi, dan identifikasi jamur entomopatogen yang menginfeksi serangga hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*. 1(2): 70-76.
- Gustyaningtyas, M., Siti, H., Suwandi, S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*. 22(2): 1051-1062.
- Hartatik, S., Ubaidillah, M., Avivi, S., dan Wibisono, B. V. 2022. Karakteristik morfologi, fisiologi dan molekuler tanaman tebu toleran terhadap cekaman genangan. *Jurnal Agronomi*. 50(2): 218-225.
- Indiati, W. S., Prayogo, Y., dan Bayu, I. Y. S. M. 2021. *Beauveria bassiana*: biopestisida ramah lingkungan dan efektif untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. *Jurnal Buletin Palawija*. 19(1): 42-43.
- Kawaty, R. R., dan Meidalima, D., 2014. Kerusakan pucuk tebu oleh *Scirpophaga nivella* (F.) di pertanaman tebu lahan kering, PTPN VII Cinta Manis. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 3(2): 105-108.
- Kusumaningtyas, M., Helinda, S., Suwandi, Suparman, H. H., Hasbi, S. A., Verawaty, M., dan Elfita, A. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21(15): 1839-1849.
- Lakani, I., Pasar, F., dan Supriyadi, D., 2017. Efikasi cendawan *Aspergillus* sp. terhadap hama penghisap buah kakao *Helopeltis* Sp. (Hemiptera: *Miridae*) pada tanaman kakao. *Jurnal Agrotekbis*. 5(3): 300-307.
- Lubis, L., Pang Estiningsih, Y., dan Sianturi, B. N. 2014. Uji efektifitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarhizium anisopliae* (Metch) terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj. (Lepidoptera: *Pyralidae*) di laboratorium. *Jurnal Agroteknologi*. 2 (4): 1607-1613.
- Martina, A. dan Aini, N., 2024. Karakterisasi morfologi dan uji antifungi isolat jamur *Trichoderma* spp. dari tanah gambut terhadap patogen pada jarak kepyar (*Ricinus communis* L.). *Jurnal Agroteknologi*. 14(2): 53-62.

- Mukarlina, R. S. 2017. Jenis- jenis jamur endofit tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) di perkebunan Dungun Prapakan Sambas. *Jurnal Protobiont*. 6 (3) : 173 – 181.
- Mullo, I. A., Siahian, P., dan Wahyudi, L. 2022. Uji patogenisitas jamur *Metarhizium rileyi* (Farlow) isolat tomohon terhadap larva ulat grayak *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Bios Logos*. 12(1): 31-38.
- Neildi, Z., Pamekas, T., dan Ginting, S. 2024. Eksplorasi, isolasi, dan identifikasi jamur entomopatogen asal rizosfer tanaman jagung di Bengkulu dengan metode *baiting insect*. *Jurnal Agricultura*. 35(2): 308-320.
- Nurbaiti, A., 2019. Respon pertumbuhan bibit tebu (*Saccharum officinarum* L.) terhadap pupuk kotoran ayam dan jenis zat pengatur tumbuh. *Jurnal Klorofil*. 19(2): 90-93.
- Purba, E., Hasanuddin, dan Wahyuni, H. S. 2016. Identifikasi dan antagonisme jamur endofit tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) dalam menghambat *Xanthomonas albilineans* L. penyebab penyakit vascular bakteri. *Jurnal Pertanian Tropis*. 1(4): 31-42.
- Purnomo, H. dan Pramono, S., B. 2019. Patogenisitas jamur entomopatogen *Aschersonia* sp. sebagai pengendalian hama kutu sisik *Citricola Coccus pseudomagnoliarium* (Kuw.) (Homoptera : *Coccidae*) pada tanaman jeruk. *Jurnal Pengendalian Hayati*. 2(1): 17-22.
- Rahman, A., Tarigan, A. R., dan Marbun, N. S., 2023. Eksplorasi dan identifikasi penyakit penyebab bercak daun pada kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli Tengah. *Jurnal Pertanian Tropik*. 10(3): 1-6.
- Rizal, M., Lidar, S., dan Utami, S. 2021. Isolasi dan karakterisasi bakteri dan jamur pelarut fosfat pada berbagai lokasi. *Jurnal Agrotela*. 1(1): 33-40.
- Rusmianto, E., Rahmawati, dan Setiawati, A. R., 2020. Isolasi dan identifikasi jamur pascapanen penyebab busuk buah pisang ambon (*Musa paradisiaca* L.). *Jurnal Protobiont*. 9(2): 125-131.
- Setjo, S., Kartini, E., Saptasari, M. dan Sulisetijono. 2004. *Anatomi Tumbuhan*. Universitas Negri Malang. Malang.
- Sofian, A., Nuraida, dan Sidabutar, M., 2022. Patogenisitas jamur *Trichoderma viride* terhadap hama larva kumbang tanduk pada tanaman kelapa sawit. *Jurnal Agrofolium*. 2(2): 136-139.
- Subiyakto. 2016. Hama penggerek tebu dan perkembangan teknik pengendaliannya. *Jurnal Libang Pertanian*. 35(4): 179-186.

- Sumarni, T., Sudiarso, dan Muliandari, N. 2021. Analisis pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) akibat aplikasi vermikompos dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 9(2): 73-82.
- Supriyanto. 2009. Penapisan PGPF untuk pengendalian penyakit busuk lunak lidah buaya (*Aloe vera*) di tanah gambut. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15(2): 71-82.
- Suryaminarsih, P., Widayati, W., dan Risdiyanti, L. R. 2021. Eksplorasi dan identifikasi cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* di lahan tanaman jagung desa sebandung, sukorejo, pasuruan. *Jurnal Seminar Nasional Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN Veteran Jawa Timur*. 2022(3): 8-13.
- Suryanti, P. A., I., Julyasih, M. S. K., Ristiari, N. P. N. 2018. Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 6(1): 11-17.
- Susilo, F. X. 2007. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Musuh Alami Hama Tanaman*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Syahrawati, M., Rahma, H., dan Trizelia. 2023. Diversity of endophytic fungi of rice plants in Padang City, Indonesia, entomopathogenic to brown planthopper (*Nilaparvata lugens*). *Jurnal Biodiversitas*. 24(4): 2384-2392.
- Tambingsila, M., 2016. Potensi cendawan entomopatogen *Penicillium* sp. terhadap penggerek buah kakao (*Conopomorpha Snellen Cramerella*) di lapang. *Jurnal Agropet*. 13(2): 49-53.
- Tommy, B. O., Reity, A. G. E., Caroulus, S. R., dan Marsela, M., 2021. Types and populations of insect pests in rice fields (*Oryza sativa* L.) in Mogoyungung village, Dumoga Timur district, Bolaang Mongondow regency. *Jurnal agroekoteknologi terapan*. 2(2): 34-48.
- United State Departement of Agriculture. 2018. *USDA National Nutrient Database for Standart Reference*.
www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/. Diakses tanggal 16 Januari 2025 Pukul 21.00 WIB.
- Vega, E. F., Francisco, P., Catherine, A., Monica, P. R., Francisco, I., dan Stephen, A. R., 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biologi Control*. 46:72-82.
- Venita, Y. Ali., M. dan Surya, H. A., 2022. Seleksi jamur endofit tanaman nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) dan uji antagonisme terhadap *Ganoderma boninense*. Penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit serta identifikasinya. *Jurnal Lumbung*. 21(2): 71-80.

- Wibowo, W. P. 2022. Eksplorasi dan uji antagonisme jamur endofit asal tanaman kentang terhadap *Fusarium* sp. penyebab penyakit busuk umbi. *Skripsi*. Universitas Tidar. Magelang.
- Yolanda, R., Handayani, D., Anhar, A., dan Irdawati, R., 2023. Isolasi cendawan pelarut fosfat dari tanah hutan lembah harau. *Jurnal Serambi Biologi*. 8(2): 199-204.
- Yusticia, R, S., Febrianni, A., dan Cameron, R, R., 2024. Insidensi dan keparahan penyakit bercak daun disebabkan oleh *Curvularia* sp. pada pembibitan kelapa sawit di Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 12(1): 1-10.