

**EKSPLORASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR
ENDOFIT ASAL TANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DAN JAGUNG (*Zea mays*
L.) SEBAGAI ENTOMOPATOGEN ULAT GRAYAK *Spodoptera frugiperda***

(Skripsi)

Oleh

ANDREAS PUTRA WIJAYA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EKSPLORASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR ENDOFIT ASAL TANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DAN JAGUNG (*Zea mays* L.) SEBAGAI ENTOMOPATOGEN ULAT GRAYAK *Spodoptera frugiperda*

Oleh

ANDREAS PUTRA WIJAYA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis jamur endofit yang terdapat dalam tanaman padi dan jagung yang dapat menyebabkan mortalitas pada hama *Spodoptera frugiperda*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dari bulan Oktober 2022-Juni 2023. Penelitian ini terdiri dari dua sub percobaan. Sub percobaan pertama adalah uji karakteristik jamur entomopatogen yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) meliputi uji pertumbuhan, uji sporulasi, dan uji viabilitas. Sub percobaan kedua yaitu uji kemampuan jamur endofit sebagai entomopatogen yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang meliputi pengaruh aplikasi jamur entomopatogen terhadap bobot larva, bobot pakan yang dimakan, keterjadian pupa, dan mortalitas larva. Sebanyak 16 isolat jamur berhasil diisolasi dengan 5 isolat diantaranya (NKJA3, 2IPRA3, NKJA1, NKJA2, dan 2NKJD3) berhasil diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil uji pertumbuhan menunjukkan pertumbuhan tercepat diperoleh isolat NKJD3 yang memenuhi cawan (diameter 8,5 cm) pada 3 hari setelah inokulasi (HSI). Hasil uji sporulasi dan viabilitas menunjukkan 10 isolat tidak terlihat spora dan viabilitasnya. Isolat yang memiliki sporulasi tertinggi adalah isolat NKJA3 sebesar $13,50 \times 10^6$ spora/mL sedangkan isolat yang memiliki viabilitas tertinggi adalah NKJA1 sebesar 93,94%. Aplikasi jamur entomopatogen tidak berpengaruh nyata terhadap bobot larva, bobot pakan yang dimakan, dan mortalitas larva. Larva yang diberi perlakuan isolat NKJA3 memiliki persentase pembentukan pupa paling rendah yaitu sebesar 71,11%. Diantara pupa yang terbentuk tersebut, persentase pupa normal sebesar 53,58% dan pupa abnormal sebesar 46,42%, sedangkan isolat yang memiliki persentase mortalitas tertinggi adalah NKJA3 sebesar 24,18%.

Kata kunci: Jamur endofit, jamur entomopatogen, mortalitas, *Spodoptera frugiperda*.

**EKSPLORASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR
ENDOFIT ASAL TANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DAN JAGUNG (*Zea mays*
L.) SEBAGAI ENTOMOPATOGEN ULAT GRAYAK *Spodoptera frugiperda***

Oleh
ANDREAS PUTRA WIJAYA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **EKSPLORASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR ENDOFIT ASAL TANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DAN JAGUNG (*Zea mays* L.) SEBAGAI ENTOMOPATOGEN ULAT GRAYAK *Spodoptera frugiperda***

Nama Mahasiswa : **Andreas Putra Wijaya**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914121041**

Jurusan : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



Purba Sanjaya, S.P., M.Si.
NIP 198805112019031012

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : Purba Sanjaya, S.P., M.Si.



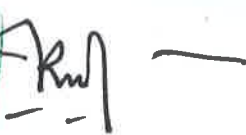
**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 13 Oktober 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“EKSPLOKASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR ENDOFIT ASAL TANAMAN PADI (*Oryza sativa*) DAN JAGUNG (*Zea mays* L.) SEBAGAI ENTOMOPATOGEN ULAT GRAYAK *Spodoptera frugiperda*”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua yang tertuang dalam hasil skripsi ini mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 Oktober 2023

Penulis



Andreas Putra Wijaya
NPM 1914121041

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Andreas Putra Wijaya, merupakan anak semata wayang dari pasangan Bapak Sih Ngadi Pranoto dan Ibu Suparti. Penulis dilahirkan di Desa Onoharjo, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah pada 12 Juni 2000. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Fransiskus Fajar Mataram pada tahun 2006, pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri (SDN) 1 Onoharjo pada tahun 2012, pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 6 Terbanggi Besar pada tahun 2015, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Seputih Mataram pada tahun 2018. Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Agroteknologi melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam organisasi Perma AGT sebagai Anggota Bidang Kaderisasi pada tahun 2021 dan Ketua Umum pada tahun 2022. Selain itu, penulis pernah menjadi asisten dosen Biologi I tahun 2020 dan 2022, Biologi 2 tahun 2023, dan Pemuliaan Tanaman tahun 2023. Penulis melaksanakan Praktik Pengenalan Pertanian di Desa Wonoharjo, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus tahun 2020, Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sumber Rejeki, Kecamatan Bandar Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2022, dan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple (GGP) Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2022.

MOTTO

“Tetapi carilah dahulu kerajaan Allah dan kebenarannya, maka semuanya itu akan ditambahkan kepadamu”

(Matius 6:33)

“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku”

(Filipi 4:13)

“Sekeras-kerasnya kita pukul, sedalam apapun kita kubur, mimpi tidak akan bisa mati, ia hanya akan pingsan dan bangkit di usia tua dalam bentuk penyesalan”

“Sedikit lebih beda lebih baik daripada sedikit lebih baik”

(Pandji Pragiwaksono)

“Try not to be a man of success but rather try to become man of value”

(Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Puji Syukur senantiasa saya naikkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas kasih karunia dan kuat kuasanya saya dapat menjalani hari-hari dalam kehidupan khususnya proses sebagai mahasiswa dengan penuh kesabaran dan rasa syukur. Dipenuhi kerendahan hati dan ketulusan, karya ini saya persembahkan sebagai bukti kasih yang nyata kepada :

Orangtuaku terkasih,

Bapak Sih Ngadi Pranoto dan Ibu Suparti

Terimakasih telah dengan sepenuh hati mengorbankan banyak hal untuk mmeberikan yang terbaik dan senantiasa memberikan motivasi, serta nilai-nilai kehidupan yang berarti sehingga dapat melalui setiap tahap sejauh ini.

Dosen yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini yang saya hormati,

Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Purba Sanjaya, S.P, M.Si., dan

Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.

Terimakasih telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan dan ilmu yang bermanfaat dengan penuh ketulusan dan kesabaran.

Seluruh keluarga dan rekan yang memberi motivasi, semangat, dan doa, serta secara khusus saya persembahkan pada pendamping hidup kelak, yang mungkin pada akhirnya belum bisa berdiri disisi saat wisuda, pun namanya tak bersemayam dalam sanwacana, namun biarlah keberadaannya melangit seiring doa-doa.

Almamater tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis naikkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Eksplorasi, Identifikasi, dan Uji Kemampuan Jamur Endofit asal Tanaman Padi (*Oryza sativa*) dan Jagung (*Zea mays* L.) sebagai Entomopatogen Ulat Grayak *Spodoptera frugiperda*”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala yang dihadapi oleh penulis, namun pada akhirnya penulis dapat menyelesaikannya berkat adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, baik itu dukungan moral maupun material. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Dr. Ir. Yuyun Fitriana, M.P., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ketua Bidang Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan saran, masukan, dan bimbingan yang membangun selama penulis melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
4. Purba Sanjaya S.P, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas bimbingan, bantuan, nasihat, motivasi, dan saran yang telah diberikan hingga penulisan skripsi ini terselesaikan.

5. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr. selaku Dosen Pembahas atas bimbingan, bantuan, nasihat, motivasi, serta telah mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama proses menyelesaikan skripsi ini.
6. Ir. Solikhin, M.P., selaku Pembimbing Akademik (PA) atas saran dan bimbingannya.
7. Kedua orangtuaku, Bapak Sih Ngadi Pranoto dan Ibu Suparti yang telah memberikan segala dukungan dalam bentuk doa, nasihat, motivasi, materi, dan kasih sayang selama ini sehingga penulis mampu menyelesaikan rangkaian proses perkuliahan di Universitas Lampung.
8. Rekan-rekan Presidium Perma AGT Periode 2022, Hudan Mutaqin, Hevira Intan Sari, Anggun Permata, Aldhi Apriand.S, Widi Riski Pebianti, Sella Aprilia Yusuf, Indriyanto, Lisa Oktavia, Muhammad Wahyudi, Deagita Pratiwi, Adinda Yuantira, dan Hilda Putri Soleha. Terimakasih telah menerima ajakan penulis sehingga dapat menjadi rekan diskusi yang baik dan memberikan bantuan yang dibutuhkan. Terkhusus presidium inti, Nabilla Syalsa Anisma dan Anggun Sari yang senantiasa menguatkan serta mengiringi dalam banyak hal.
9. Keluarga Besar Perma AGT khususnya Rekan-rekan pengurus Perma AGT Periode 2022 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
10. Rekan-rekan sekaligus keluarga dari mahasiswa jurusan Agroteknologi angkatan 2019 yang banyak memberikan semangat, menghibur, serta menjadi penguat selama menjalani perkuliahan hingga selesai.
11. Seluruh pihak yang ada dalam laboratorium bioteknologi yang ikut mendukung dan mengarahkan selama melaksanakan penelitian.
12. Rekan-rekan tim percepatan Jurusan AGT 2019 yang selalu mau berbagi dan mendampingi selama menyelesaikan skripsi.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu, terima kasih atas dukungan dan doa untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan proses perkuliahan dengan lancar.
14. *Last but not least*, terimakasih kepada diri ini, yang dengan kuat tetap bertahan dan menyelesaikan salah satu capaian yang berkesan dalam hidup ditengah banyaknya pergumulan yang tidak bisa tertuang satu-persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung, kiranya Tuhan Yang Maha Esa membalas setiap kebaikannya. Laporan ini tidak terlepas dari kekurangan dan jauh dari kata sempurna, namun kiranya laporan ini dapat bermanfaat secara luas.

Bandar Lampung, 13 Oktober 2023

Penulis

Andreas Putra Wijaya

DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Jamur Endofit	6
2.2 Jamur Entomopatogen	7
2.3 Tanaman Jagung.....	8
2.4 Tanaman Padi	9
2.5 <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
2.5.1 Siklus Hidup dan Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
2.5.2 Klasifikasi <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
III. BAHAN DAN METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.3.1 Uji Karakteristik Jamur Endofit	12
3.3.1.1 Pembuatan Media PDA	12
3.3.1.2 Isolasi Jamur Endofit	12
3.3.1.3 Purifikasi Isolat Jamur Endofit	13
3.3.1.4 Peremajaan Isolat Jamur Endofit	13
3.3.1.5 Inokulasi dan Uji Pertumbuhan Koloni Jamur Endofit.....	14
3.3.1.6 Uji Sporulasi Isolat Jamur Endofit.....	15
3.3.1.7 Uji Viabilitas Isolat Jamur Endofit	15
3.3.2 Uji Kemampuan Jamur Endofit sebagai Entomopatogen	16
3.3.2.1 Penyediaan Serangga Uji Larva <i>Spodoptera</i> <i>frugiperda</i>	16
3.3.2.2 Aplikasi Jamur Endofit	17
3.3.2.3 Pengaruh Aplikasi Jamur Endofit terhadap Bobot Larva	17
3.3.2.4 Pengaruh Aplikasi Jamur Entomopatogen terhadap Keterjadian Pupa	18

3.3.2.5 Pengaruh Aplikasi Jamur Entomopatogen terhadap Bobot Pakan	18
3.3.2.6 Uji Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	18
3.3.2.7 Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Hasil Isolasi Jamur Endofit yang Berpotensi sebagai Entomopatogen <i>Spodoptera frugiperda</i>	20
4.1.2 Identifikasi Morfologi Jamur	21
4.1.2.1 Isolat Jamur 2IPRA1 (Belum Teridentifikasi)	21
4.1.2.2 Isolat Jamur 2IPRA2 (Belum Teridentifikasi)	21
4.1.2.3 Isolat Jamur 2IPRA3 (<i>Trichoderma</i> sp.)	22
4.1.2.4 Isolat Jamur IPRB1 (Belum Teridentifikasi)	23
4.1.2.5 Isolat Jamur IPRB2 (Belum Teridentifikasi)	24
4.1.2.6 Isolat Jamur IPRD1 (Belum Teridentifikasi)	25
4.1.2.7 Isolat Jamur 2IPRD1 (Belum Teridentifikasi)	26
4.1.2.8 Isolat Jamur NKJA1 (<i>Penicillium</i> sp.)	27
4.1.2.9 Isolat Jamur NKJA2 (<i>Acremonium</i> sp.)	28
4.1.2.10 Isolat Jamur NKJA3 (<i>Trichoderma</i> sp.)	29
4.1.2.11 Isolat Jamur 2NKJA1 (Belum Teridentifikasi)	31
4.1.2.12 Isolat Jamur NKJB2 (Belum Teridentifikasi)	31
4.1.2.13 Isolat Jamur 2NKJB1 (Belum Teridentifikasi)	32
4.1.2.14 Isolat Jamur NKJD3 (Belum Teridentifikasi)	33
4.1.2.15 Isolat Jamur 2NKJD1 (Belum Teridentifikasi)	34
4.1.2.16 Isolat Jamur 2NKJD3 (<i>Curvularia</i> sp.)	35
4.1.3 Pertumbuhan Koloni Jamur	36
4.1.4 Sporulasi Jamur Endofit	38
4.1.5 Viabilitas Jamur Endofit	40
4.1.6 Pengaruh Aplikasi Jamur Endofit terhadap Bobot Ulat, Pakan, Persentase pupa yang Terbentuk, dan Mortalitas Larva	41
4.1.6.1 Bobot Larva	41
4.1.6.2 Bobot Pakan yang Dimakan	42
4.1.6.3 Pembentukan Pupa	43
4.1.6.4 Mortalitas Larva (Entomopatogenesitas)	45
4.1.6.5 Perbandingan Kenampakan Imago	46
4.2 Pembahasan	47
V. SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Simpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengukuran Diameter Koloni Jamur.....	14
2. Koloni jamur isolat 2IPRA1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) 1. Konidia jamur pada perbesaran 400x.....	21
3. Koloni jamur isolat 2IPRA2 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Hifa pada perbesaran 400x.....	22
4. Koloni jamur isolat 2IPRA3 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Penampakan jamur pada perbesaran 400x (1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Fialid).....	23
5. Koloni jamur isolat 2IPRB1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Hifa jamur pada perbesaran 400x.....	24
6. Koloni jamur isolat IPRB2 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Penampakan jamur pada perbesaran 400x (1. Konidia; 2. Hifa).....	25
7. Koloni jamur isolat IPRD1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Hifa jamur pada perbesaran 400x.....	26
8. Koloni jamur isolat 2IPRD1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Penampakan jamur pada perbesaran 400x.....	27
9. Koloni jamur isolat NKJA1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Penampakan jamur pada perbesaran 400x (1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Fialid).	28
10. Koloni jamur isolat NKJA2 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Penampakan jamur pada perbesaran 400x (1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Hifa).	29
11. Koloni jamur isolat NKJA3 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Tampak di mikroskop (perbesaran 400x) 1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Fialid.....	30
12. Koloni jamur isolat 2NKJA1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Penampakan jamur pada perbesaran 400x (1. Konidia; 2. Hifa).....	31
13. Koloni jamur isolat NKJB2 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Hifa pada perbesaran 400x.....	32
14. Koloni jamur isolat 2NKJB1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Hifa jamur pada perbesaran 400x.....	33
15. Koloni jamur isolat NKJD3 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Hifa jamur pada perbesaran 400x.....	34

16. Koloni jamur isolat 2NKJD1 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Hifa jamur pada perbesaran 400x	35
17. Koloni jamur isolat 2NKJD3 5 HSI. (a) Tampak atas; (b) Tampak bawah; (c) Penampakan jamur pada perbesaran 400x (1. Konidia; 2. Hifa; 3. Septa konidia)	36
18. Grafik pertumbuhan koloni jamur endofit pada media PDA	37
19. Kurva pertumbuhan diameter koloni 16 isolat jamur pada 7 HSI	38
20. Isolat jamur endofit yang sporanya tidak nampak atau tidak menunjukkan keberadaan spora. (a) NKJB2 (b) 2IPRA2 (c) NKJD3	39
21. Pupa normal (kiri) dan pupa abnormal (kanan)	44
22. Grafik persentase pembentukan pupa seluruh perlakuan	44
23. Grafik persentase perbandingan pembentukan pupa normal dan Abnormal	45
24. Imago yang muncul pada hari pengamatan yang sama (12 HSI)	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat Jamur Endofit hasil Eksplorasi.....	20
2. Sporulasi 16 isolat jamur endofit hasil eksplorasi	39
3. Viabilitas 16 isolat jamur endofit hasil eksplorasi pada 8-12 JSI.....	41
4. Bobot larva setelah aplikasi jamur entomopatogen pada 1-7 hari.	42
5. Bobot pakan yang dimakan larva pada 1-7 HSA.....	43
6. Mortalitas larva 17 perlakuan dalam rentang waktu 1-7 HSA.....	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) merupakan hama baru invasif yang mulai masuk dan menyerang tanaman budidaya utama yang ada di Indonesia pada tahun 2019 (Kementan, 2019). Salah satu tanaman yang menjadi inang utama *S. frugiperda* adalah tanaman jagung (*Zea mays* L.). Dampak kerusakan yang akan ditimbulkan oleh serangan *S. frugiperda* yaitu bagian daun muda (pucuk tanaman jagung) akan berlubang-lubang hingga robek akibat aktivitas makan larva hama tersebut. Hal ini akan menurunkan fungsi fisiologis serta tingkat produksi tanaman jagung. Apabila tidak dilakukan penanganan yang tepat maka kehilangan hasil akibat serangan hama ini akan signifikan (Kementan, 2019). Berdasarkan De Groote *et al* (2018) dilaporkan bahwa kehilangan hasil yang terjadi akibat serangan hama ini di Kenya sebesar 34% (924.000 ton) pada tahun 2017 dan 32% pada tahun 2018. Di Indonesia, tanaman jagung merupakan komoditas penting kedua setelah padi. Hal ini karena kebutuhan pemanfaatan akan komoditas jagung yang luas yaitu sebagai bahan pangan, bahan pokok pakan ternak, dan bahan baku dalam industri (Krisnamurti, 2010). Oleh karena itu, salah satu upaya yang diperlukan dalam meningkatkan produksi jagung untuk memenuhi kebutuhan akan komoditas ini yaitu dengan pengendalian hama yang menyerang budidaya tanaman jagung khususnya hama *S. frugiperda*.

Pengendalian *S. frugiperda* oleh petani selama ini mengandalkan pestisida kimia. Pestisida kimia menjadi pilihan utama petani karena dipandang memiliki efektifitas yang tinggi untuk mengendalikan hama. Namun pengendalian dengan pestisida kimia ini apabila tidak tepat digunakan dapat memberikan banyak dampak yang negatif pada kegiatan budidaya. Beberapa dampak tersebut

diantaranya seperti keracunan pada manusia, resistensi hama, ikut matinya musuh alami, resurgensi, serta degradasi dan pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu, diperlukan jenis pengendalian alternatif dalam mengatasi hama ulat grayak (*S. frugiperda*), khususnya pengendalian yang memperhatikan aspek keamanan lingkungan (Utami dkk., 2014).

Salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan adalah pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai agensia hayati untuk mengendalikan hama. Entomopatogen merupakan organisme yang mampu menjadi parasit bagi serangga yang dianggap menjadi hama dalam budidaya pertanian. Entomopatogen dapat berupa parasitoid, predator, dan patogen. Entomopatogen jenis jamur dipilih karena memiliki daur hidup yang relatif pendek, spora yang terbentuk tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, serta produksi organisme yang dihasilkan kuantitasnya tinggi. Selain itu, penggunaan entomopatogen dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap bahan-bahan kimia dalam pengendalian hama (Rosmayuningsih dkk., 2014).

Webber (1981) melalui penelitiannya melaporkan bahwa terjadi penurunan serangan vektor penyakit Dutch pada pohon Elm yaitu kumbang *Physocnemum brevilineum*. Hal ini diakibatkan adanya racun yang dihasilkan oleh jamur endofit *Phomopsis oblonga* sehingga penyakit Dutch yang disebabkan jamur *Ceratocystis ulmi* dapat ditekan. Sedangkan Rodriguez *et al.* (2009) melaporkan bahwa endofit dapat membantu tanaman menghadapi stres biotik dan abiotik karena dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif yang dapat berpotensi sebagai agen pengendali hayati. Keberadaan endofit dapat mengurangi kerusakan tanaman dari serangan insekta melalui mekanisme penghindaran seperti pengurangan nafsu makan, penurunan kecepatan pertumbuhan atau perkembangan, serta penurunan oviposisi, maupun ketahanan hidup. Jamur endofit adalah kelompok jamur yang sebagian atau seluruh hidupnya berada dalam jaringan tumbuhan hidup dan tidak memberikan dampak kerugian pada inangnya. Jamur-jamur endofit umumnya memproduksi metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis yang bermanfaat misalnya senyawa-senyawa anti kanker, anti virus, atau anti bakteri.

Jamur endofit akan tumbuh dan mengkolonisasi jaringan tumbuhan (inang) terutama di bagian akar, batang, dan daun. Jamur endofit dapat menghasilkan senyawa-senyawa bioaktif dan metabolit sekunder yang sama dengan inangnya (Hasiana dkk., 2015). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat jamur endofit dari tanaman jagung dan padi yang akan diuji sifat dan kemampuan entomopatogenitasnya terhadap hama ulat grayak *S. frugiperda*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis jamur endofit yang terdapat dalam tanaman padi dan jagung yang dapat menjadi entomopatogen ulat *S. frugiperda*.
2. Mengetahui isolat jamur endofit asal tanaman padi dan jagung yang mampu menyebabkan kematian pada ulat *S. frugiperda*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Hama *S. frugiperda* merupakan hama baru invansif yang menyebabkan banyak kerugian. Hama ini dapat menimbulkan kerusakan pada banyak jenis komoditas, utamanya pada tanaman jagung. Hama tersebut akan menyerang pada saat tanaman berada pada fase vegetatif hingga memasuki fase pembungaan dengan bagian yang diserang dominan pada pucuk (titik tumbuh) tanaman jagung. Serangan *S. frugiperda* umumnya relatif cepat karena siklus hidupnya yang pendek dan daya reproduksinya yang besar. Larva ulat ini banyak ditemukan pada pucuk tanaman dan apabila daun sudah membuka maka akan terlihat lubang-lubang bekas gigitan larva *S. frugiperda* (Lubis dkk., 2020).

Menurut Subiono (2020), imago betina *S. frugiperda* mampu menghasilkan hingga 900-1200 butir telur selama siklus hidupnya. Selain itu, *S. frugiperda* memiliki kemampuan makan yang tinggi dan bersifat polifag sehingga dapat hidup dan bertahan pada berbagai jenis tanaman. Saat menyerang tanaman jagung, ulat grayak akan meninggalkan kotoran dan bekas gerakan seperti serbuk gergaji yang ditemukan pada permukaan daun. Kerugian akibat kehilangan hasil

khususnya pada budidaya tanaman jagung yang disebabkan serangan ulat grayak di Afrika dan eropa mencapai 8,3 hingga 20,6 juta ton setiap tahunnya dengan kerugian ekonomi mencapai US\$ 2,5-6,2 milyar (FAO & CABI, 2019). Selain itu, dilaporkan di beberapa negara Afrika seperti di Ghana kehilangan hasil akibat serangan ulat ini mencapai 45% dan Zambia hingga 40% (Day *et al.*, 2017), sedangkan di Kenya sebesar 34% (924.000 ton) pada tahun 2017 dan 32% pada tahun 2018 (De Groote *et al.*, 2018).

Upaya pengendalian *S. frugiperda* pada tingkat petani yang saat ini banyak diimplementasikan adalah menggunakan insektisida sintetik dengan bahan aktif lambda-cyhalothrin, emamectin benzoat, cypermethrin, monocrotophos, malathion, siantranilipol, dan ethyl palmitate (Rwomushana *et al.*, 2018). Insektisida sintetik secara efektif mampu mengendalikan hama namun memiliki banyak dampak negatif yang dapat ditimbulkan. Penggunaan insektisida sintetik tanpa memperhatikan aspek lingkungan dan dosis, dalam jangka panjang dapat menyebabkan resistensi pada hama, residu pada komponen ekologi, serta dapat berpotensi menyebabkan keracunan pada manusia. Selain itu, sebagian jenis pestisida tidak selektif sehingga akan menyebabkan kematian pada serangga nirhama termasuk serangga yang memberikan manfaat seperti predator dan parasitoid (Prasanna *et al.*, 2018). Oleh karena itu, perlu dikembangkan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan aman sehingga ketergantungan terhadap pestisida sintetik dapat ditekan.

Pada sebagian besar tanaman termasuk tanaman padi dan jagung, terdapat asosiasi jamur endofit yang secara alami ada pada beberapa bagian tanaman seperti akar, batang, maupun daun. Jamur endofit yang ditemukan pada tanaman poaceae seperti padi dan jagung dilaporkan memiliki potensi menjadi entomopatogen bagi hama dan penyakit tanaman karena memiliki sifat patogenesitas atau antagonis terhadap beberapa jenis mikroorganisme melalui racun metabolit sekunder yang dihasilkan. Penggunaan entomopatogen sebagai alternatif pengendalian *S. frugiperda* ini memiliki banyak keunggulan dibanding penggunaan pestisida sintetik yang banyak diaplikasikan saat ini (Untung, 2006). Jamur entomopatogen memiliki dampak yang kurang signifikan terhadap organisme nirtarget tetapi

memiliki sifat khusus terhadap organisme target. Karakteristik yang dimiliki jamur entomopatogen tersebut dapat dimanfaatkan menjadi agensia hayati sebagai upaya dan alternatif pengendalian hama maupun vektor penyakit (Septiana, 2015).

Gustianingtyas *et al.* (2021) melalui penelitiannya melaporkan bahwa jamur endofit dari akar tanaman jagung, pisang, dan sayuran yang berada di sekitar ekosistem Jagung di Sumatera Selatan memiliki potensi menjadi patogen terhadap larva *S. frugiperda*. Aplikasi konidia suspensi jamur endofit pada larva *S. frugiperda* sebesar 1×10^6 Conidia/mL dapat menyebabkan kematian larva hingga 29,33 %. Jamur Endofit yang berasosiasi dengan tanaman jagung dapat menurunkan nafsu makan *S. frugiperda* akibat infeksi jamur tersebut yang menembus integumen serangga sehingga serangga hama menjadi lebih kecil, keriput, mengeras, serta berubah menjadi hitam. Berdasarkan hal tersebut, identifikasi dan eksplorasi pada jamur endofit asal tanaman padi dan jagung dilakukan untuk mengetahui hasil koloni jamur yang memiliki sifat entomopatogen terhadap larva *S. frugiperda* serta menguji tingkat entomopatogenitas pada masing-masing jamur endofit yang ditemukan, sehingga dapat diperoleh hasil koloni jamur yang efektif berpengaruh terhadap mortalitas ulat *S. frugiperda* (Septiana, 2015).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat dirangkum hipotesis bahwa :

1. Ditemukan isolat jamur endofit asal tanaman padi dan jagung yang memiliki sifat entomopatogen terhadap hama *Spodoptera frugiperda*.
2. Isolat jamur endofit asal tanaman padi dan jagung dapat menyebabkan kematian pada hama *Spodoptera frugiperda*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur Endofit

Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang dapat hidup dalam jaringan intraseluler maupun interseluler suatu tanaman tanpa menimbulkan efek pada tanaman tersebut. Jamur endofit dapat digunakan sebagai agensia hayati pada lahan budidaya sehingga berpotensi untuk dikembangkan. Jamur endofit dapat memproduksi antibiotik, enzim, dan metabolit sekunder. Beberapa enzim yang dapat dihasilkan jamur endofit antara lain selulase, esterase, peroksidase, lipase, silase, dan amilase (Anindyawati, 2003). Simbiosis mutualisme antara tanaman inang dengan jamur endofit dapat memberikan dampak positif pada tanaman berupa peningkatan laju pertumbuhan serta mencegah serangan hama, penyakit, dan kekeringan (Ilyas, 2006).

Mikroorganisme endofit akan mengeluarkan suatu metabolit sekunder yang merupakan senyawa yang disintesis oleh suatu mikroba untuk mempertahankan eksistensinya dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit mampu melindungi tanaman dari serangan hama dan patogen penyebab penyakit tanaman, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati (Ilyas, 2006). Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit juga dapat digunakan sebagai alat pemikat bagi serangga atau hewan lainnya yang membantu penyerbukan atau penyebaran bijinya, dan sebagai alat pelindung terhadap kondisi lingkungan fisik yang ekstrim seperti intensitas ultraviolet yang tinggi dari sinar matahari, pencemaran lingkungan secara kimiawi, kekeringan yang berkepanjangan, atau berkurangnya zat makanan pada tempat tumbuhnya (Anindyawati, 2003).

Mekanisme antagonis pada jamur endofit terdapat 3 jenis, yaitu parasit, kompetisi, dan antibiosis. Antibiosis yaitu penghambatan pertumbuhan ditandai dengan terbentuknya zona inhibisi, kompetisi terhadap substrat, yaitu pertumbuhan yang lebih cepat terhadap lainnya, dan mikoparasitisme, yaitu parasitisme langsung pada hifa patogen (Mejia *et al.*, 2008). Kelompok jamur endofit yang berperan sebagai agen pengendali hayati antara lain adalah jamur *Fusarium solani*, *Acremonium zeae*, *Verticillium sp.*, *Phomopsis cassiae*, *Muscodor albus*, *Periconia sp.*, *Ampelomyces sp.*, *Neotyphodium lolii*, dan lain-lain (Gao *et al.*, 2010 dalam Yulianti, 2012).

2.2 Jamur Entomopatogen

Jamur entomopatogen merupakan jamur yang menjadi parasit pada serangga dan memiliki kemampuan menginfeksi atau membunuh serangga yang menjadi inangnya. Jamur entomopatogen dapat menginfeksi serangga sehingga menurunkan kuantitas reproduksi serangga, mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangannya, menurunkan tingkat ketahanan serangga terhadap berbagai faktor lingkungan, serta kemampuan untuk mematikan serangga. Umumnya jamur entomopatogen tersedia secara alami dan dapat ditemui dari hasil isolasi di serangga terinfeksi, tanah, maupun jaringan tanaman. Beberapa kelebihan yang ditemukan pada jamur entomopatogen diantaranya siklus hidupnya pendek dan tingkat reproduksinya tinggi sehingga mudah untuk dilakukan pembiakan secara massal. Selain itu, spora jamur entomopatogen tahan terhadap berbagai kondisi yang ada di alam serta tersedia secara alami sehingga aman untuk dimanfaatkan (Prayogo dkk., 2016). Dalam menginfeksi serangga, jamur entomopatogen mampu menghasilkan enzim kitinase, lipase, dan protease yang dapat mempengaruhi kondisi fisiologi serangga target (Muliani dkk., 2022).

Fase serangga yang dominan terinfeksi jamur entomopatogen adalah fase larva dan nimfa. Beberapa ordo serangga yang biasanya diinfeksi oleh jamur entomopatogen adalah Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Hemiptera, dan Orthoptera. Hal ini bergantung pada kemampuan dan rentang inang dari masing-masing jenis jamur patogen, misalnya *Beauveria bassiana* yang

mampu menginfeksi berbagai jenis ordo serangga dan mencapai lebih dari 700 spesies, sedangkan *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson yang hanya mampu menginfeksi larva serangga ordo Lepidoptera (Sahid, 2021). Mekanisme serangan jamur entomopatogen terhadap hama target adalah dengan mengandalkan spora jamur yang berupa konidia. Konidia jamur akan menempel pada permukaan kutikula atau bagian lainnya dari serangga sebelum bekecambah. Kemudian jamur akan masuk dan menginfeksi bagian dalam tubuh serangga khususnya sistem sirkulasi (hemolimfa). Setelah serangga mati yang umumnya bersamaan dengan satu siklus hidup jamur entomopatogen, maka spora konidia akan keluar dan menyebar untuk menemukan serangga target yang baru (Samson dkk., 1988).

2.3 Tanaman Jagung

Tanaman jagung merupakan tanaman yang termasuk famili poaceae (rumput-rumputan) dan memiliki nama latin *Zea mays* L. sebagai anggota dari famili poaceae tanaman jagung memiliki ciri-ciri yang dimiliki tanaman poaceae pada umumnya yaitu daun tunggal yang berbentuk lanset, daun memiliki ligula, dan bunga yang tidak memiliki mahkota (berbentuk bulir) (Steenis, 2008). Daun tanaman jagung berbentuk pipih, persegi, maupun silindris. Tanaman ini menjadi salah satu tanaman penting di dunia karena menjadi komoditas pangan dan industri. Klasifikasi tanaman jagung sebagai berikut (Tjitrosoepomo, 2013):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Madnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L.

2.4 Tanaman Padi

Tanaman padi memiliki nama latin *Oryza sativa*. Tanaman ini termasuk ke dalam famili Poaceae bersama *Zea mays* (jagung), *Sorgum bicolor* L. (Sorgum), dan *Saccharum officinarum* (tebu). Tanaman padi menjadi tanaman pangan utama atau sumber makanan pokok pada sebagian besar wilayah di dunia. Tanaman padi merupakan salah satu jenis famili Poaceae yang tahan terhadap genangan air dan kekeringan (Yulianti, 2012). Klasifikasi tanaman padi sebagai berikut (Tjitrosoepomo, 2013):

Kingdom : Plantae
Divisi : Madnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Poales
Famili : Poaceae
Genus : *Oryza*
Spesies : *Oryza sativa*

2.5 *Spodoptera frugiperda*

Ulat *S. frugiperda* merupakan salah satu hama yang dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada banyak tanaman inang. Hama ini menjadi hama invansif dan dominan menyerang pertanaman jagung di Indonesia. Ulat *S. frugiperda* atau yang biasa disebut dengan *Fall Army Worm* (FAW) merupakan serangga asli daerah tropis Amerika Serikat hingga Argentina (Nonci dkk., 2019). Kisaran inang hama ini meliputi 353 tanaman yang tercatat, dari 76 famili, terutama Poaceae (106), Asteraceae (31), dan Fabaceae (31) (Wan et al., 2021), tetapi yang menjadi inang utama FAW diantaranya jagung, beras, sorgum, kapas, tebu, dan rerumputan. Hama FAW dibagi menjadi 2 strain, yaitu strain C dan strain R. Kedua strain ini memiliki perbedaan pada target tanaman inang. Strain R lebih banyak menyerang padi sedangkan strain C menyerang tanaman jagung (Dumas et al., 2015).

2.5.1 Siklus Hidup dan Morfologi *Spodoptera frugiperda*

Siklus hidup *S. frugiperda* diawali dari fase telur yang diletakkan imago pada bagian permukaan bawah daun. Imago betina mampu menghasilkan telur antara 1500-2000 butir. Telur *S. frugiperda* umumnya berwarna kecoklatan atau hijau pucat dan berkumpul dalam satu titik. Telur tersebut akan menetas menjadi larva instar I yang berwarna hijau pucat. Terdapat enam fase instar pada larva yaitu instar I sampai VI. Seiring bertambahnya instar sampai instar V, maka larva akan semakin membesar dan menjadi coklat atau semakin pekat (Nonci dkk., 2019). Sedangkan pada instar VI larva mulai memasuki masa pra pupa. Setelah instar VI, larva akan berubah menjadi pupa yang berwarna coklat tua dan permukaannya mengkilap. Setelah fase tersebut, maka imago *S. frugiperda* akan keluar dari pupa, dengan imago jantan berwarna coklat mengkilap dan corak disayapnya nampak, sedangkan imago betina corak sayapnya tidak begitu nampak dan warnanya coklat kusam (Goergen *et al.*, 2016). Berdasarkan karakteristik morfologinya, larva *S. frugiperda* memiliki ciri khas adanya pola seperti huruf Y terbalik pada bagian depan kepala yang berwarna pucat, bagian kepala cenderung berwarna lebih gelap, memiliki tiga garis berwarna putih kekuningan atau kuning pucat yang ada di bagian atas tubuh, memiliki 4 pinacula (bintik besar) yang membentuk pola persegi atau trapesium yang terletak pada abdomen ruas kedelapan, serta terdapat seta tunggal yang kaku, berwarna gelap, dan terletak pada pinacula (Maharani *et al.*, 2019).

2.5.2 Klasifikasi *Spodoptera frugiperda*

Klasifikasi *S. frugiperda* menurut Integrated Taxonomic Information System (ITIS) (2020) sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Noctuidae
Genus	: <i>Spodoptera</i>
Spesies	: <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan mulai Oktober 2022 sampai dengan Juni 2023. Sampel tanaman padi dan jagung diambil dari Desa Sukadamai, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Sedangkan isolasi, eksplorasi, identifikasi, dan uji kemampuan jamur endofit yang berasal dari sampel tanaman padi dan jagung serta perbanyak ulat grayak (*rearing*) dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples plastik, kain kasa, gelang karet, enkas, autoklaf, LAFC (Laminar Air Flow Cabinet), cawan petri, pinset, mikroskop, kaca preparat, tabung reaksi, *microwave*, tabung erlenmeyer 500 mL, mikropipet 0-1000 μ L, tip 0-1000 μ L, gelas ukur, bunsen, jarum ose, bor gabus, polybag, plastik wrap, timbangan, kertas label, nampan, gunting, penggaris, kamera, dan alat tulis.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ulat *S. frugiperda* (instar 3), tanaman jagung sebagai pakan ulat grayak, alkohol 70%, aluminium foil, aquades, asam laktat, air steril, kloroks 1%, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), serta bagian daun, batang, dan akar tanaman padi (*Oryza sativa*) dan jagung (*Zea mays* L.).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap percobaan yaitu uji karakteristik jamur endofit yang dieksplorasi dan diidentifikasi dari bagian akar, batang, dan daun tanaman padi dan jagung, serta uji kemampuan entomopatogenesitas jamur endofit asal tanaman tersebut untuk menyebabkan kematian ulat grayak (*S. frugiperda*).

3.3.1 Uji Karakteristik Jamur Endofit

Uji karakteristik jamur endofit dilakukan dengan beberapa jenis uji yaitu uji pertumbuhan, uji viabilitas, dan uji sporulasi terhadap isolat jamur endofit yang telah diperoleh. Pelaksanaan uji karakteristik ini meliputi beberapa tahapan diantaranya:

3.3.1.1 Pembuatan Media PDA

Bahan yang digunakan dalam media PDA adalah kentang 200 g, dextrose 20 g, agar batang 20 g, dan aquades 1000 mL. Pembuatan media PDA diawali dengan mengupas kentang kemudian dipotong dadu. Kentang tersebut lalu dimasukkan dalam gelas ukur dan direbus dalam air 100 mL menggunakan *microwave*, sedangkan agar dan dextrose ditimbang sesuai takaran lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Air hasil rebusan kentang dituang ke dalam erlenmeyer yang berisi agar dan dextrose tersebut. Kemudian erlenmeyer ditutup secara rapat dengan *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Media tersebut lalu disterilkan pada tekanan 1 atm dan suhu 121 °C menggunakan autoklaf. Setelah ±15 menit media dikeluarkan dan ditunggu hingga mencapai suhu ±50 °C. Sebelum dituang ke dalam cawan petri, media tersebut ditambahkan 1,4 mL asam laktat dan dihomogenkan.

3.3.1.2 Isolasi Jamur endofit

Jamur endofit diisolasi dari sampel tanaman jagung dan padi pada bagian akar, batang, dan daun. Metode yang digunakan dalam mengisolasi jamur adalah

metode langsung (*direct inoculation*). Tahap awal dalam isolasi jamur adalah pencucian tanaman sampel dengan air mengalir selama 10 menit. Kemudian masing-masing bagian tanaman dipotong sepanjang ± 1 cm dengan *cutter* yang telah disterilisasi sebelumnya pada bunsen. Selanjutnya, potongan bagian tanaman tersebut disterilkan dengan cara dimasukkan pada alkohol, Natrium hipoklorit, dan aquades secara bertahap. Pertama dilakukan perendaman dalam alkohol 70% selama 2 menit, kemudian direndam dalam larutan Natrium hipoklorit (clorox) selama 2 menit, terakhir dicuci dengan aquades steril sebanyak dua kali dan dikeringkan pada tisu (Richie, 1995). Potongan bagian tanaman yang sudah kering diletakkan pada cawan petri yang sudah berisi media kultur PDA dan ditutup dengan plastik wrap. Hasil isolasi diinkubasi selama 48-72 jam pada suhu ruang (27 °C) kemudian dilakukan pengamatan.

3.3.1.3 Purifikasi Isolat Jamur Endofit

Pemurniaan merupakan aktivitas untuk menumbuhkan dan membiakkan kembali setiap koloni jamur yang diperoleh pada media PDA baru. Berdasarkan perbedaan morfologi makroskopis, maka jamur hasil isolasi dipisahkan antar satu koloni jamur dengan koloni lainnya yang memiliki perbedaan ciri berupa bentuk koloni dan warna. Pindahan dilakukan dengan cara memotong dan mengambil koloni jamur dari media sebelumnya kemudian dipindahkan ke media PDA yang baru menggunakan jarum ose. Purifikasi dilakukan secara terus-menerus hingga diperoleh koloni suatu jamur yang murni dan tidak saling tercampur koloni jamur lain.

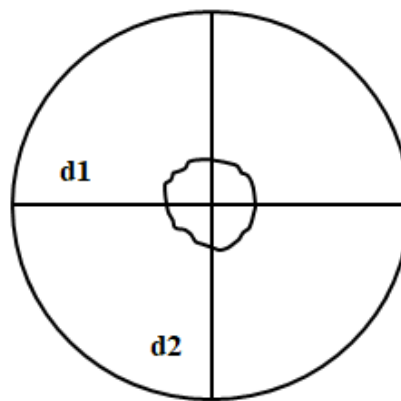
3.3.1.4 Peremajaan Isolat Jamur Endofit

Isolat jamur hasil purifikasi diremajakan pada media PDA untuk memperbanyak jumlahnya sesuai kebutuhan untuk pengujian. Peremajaan jamur dilakukan dengan cara menggores atau memotong isolat jamur menggunakan ose kemudian digoreskan atau diletakkan pada media baru dalam keadaan steril. Proses

peremajaan dilakukan di dalam LAF. Kemudian hasil peremajaan ditunggu dan diaamati setiap hari hingga muncul koloni jamur yang tumbuh.

3.3.1.5 Inokulasi dan Uji Pertumbuhan Koloni Jamur Endofit

Isolat jamur yang diperoleh diinokulasi pada media PDA yang telah disterilisasi. Cara inokulasi adalah dengan melubangi media yang telah ditumbuhi jamur menggunakan bor gabus yang berdiameter 0,5 mm kemudian dipindahkan ke media baru dengan jarum ose pada bagian tengah cawan. Masing-masing jamur endofit dilakukan inokulasi sebanyak 3 kali ulangan. Setelah proses pemindahan isolat jamur, cawan ditutup kembali dengan plastik wrap dan diberi label sesuai kode isolatnya. Uji pertumbuhan dilakukan dengan mengukur diameter koloni jamur yang tumbuh selama 7 hari secara berturut setiap hari, yaitu dimulai dari 1 HSI hingga 7 HSI (Hari Setelah Inokulasi). Diameter yang diukur untuk uji pertumbuhan sebanyak 2 garis yang dibuat secara vertikal dan horizontal yang berpotongan tepat di tengah koloni jamur. Nilai pertumbuhan jamur endofit didapat dari hasil perhitungan rata-rata diameter secara vertikal dan horizontal.



Gambar 1. Pengukuran Diameter Koloni Jamur

Rumus penghitungan diameter koloni jamur yaitu (Syahnen dkk., 2014) :

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

Keterangan:

- D = diameter koloni jamur (cm)
 d1 = diameter vertikal koloni jamur (cm)
 d2 = diameter horizontal koloni jamur (cm)

3.3.1.6 Uji Sporulasi Isolat Jamur Endofit

Uji sporulasi dilakukan dengan meneteskan 25 µl isolat jamur yang telah dibuat menjadi suspensi pada bidang hitung *haemocytometer*. Kemudian bidang hitung tersebut ditutup menggunakan gelas penutup (*cover glass*) dan dilakukan penghitungan jumlah spora jamur menggunakan mikroskop yang telah diatur perbesarannya 400x. Penghitungan jumlah spora dilakukan dengan menentukan 5 kotak sedang pada *haemocytometer* kemudian spora yang berada pada masing-masing kotak dihitung jumlahnya dan ditentukan nilai rata-ratanya berdasarkan data yang diperoleh tersebut. Setelah diperoleh nilai rata-ratanya, maka tingkat sporulasi jamur ditabulasi menggunakan rumus (Syahnen dkk., 2014) :

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

Keterangan :

- S = Jumlah Spora (spora/ml)
 R = Jumlah rata-rata spora pada 5 bidang *haemocytometer*
 K = Konstanta koefisien alat ($2,5 \times 10^5$)
 F = Faktor Pengenceran

3.3.1.7 Uji Viabilitas Spora Isolat Jamur Endofit

Uji viabilitas dilakukan secara steril pada LAF. Uji ini diawali dengan membuat tiga titik penanda pada cawan petri berisi media baru. Lalu pada masing-masing titik tersebut ditetesi 25 µL suspensi spora jamur endofit dan diinkubasi. Hasil inkubasi tersebut kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x. Pengamatan ini bertujuan untuk menghitung spora jamur yang sudah berkecambah. Spora jamur masuk identifikasi berkecambah apabila panjang

tabung kecambah yang muncul pada spora dua kali dibanding diameter spora. Isolat tersebut diamati setiap 2 jam sekali hingga terlihat kecambah yang telah muncul pada jamur dan dapat dilakukan perhitungan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan viabilitas spora yaitu (Syahnen dkk., 2014) :

$$\text{Viabilitas spora (\%)} = \frac{\text{Jumlah Spora berkecambah}}{\text{Total spora yang diamati}} \times 100$$

3.3.2 Uji Kemampuan Jamur Endofit sebagai Entomopatogen

Uji kemampuan jamur endofit sebagai entomopatogen dilakukan untuk mengamati kemampuan dan pengaruh masing-masing jamur endofit terhadap kondisi perkembangan larva dan tingkat mortalitas *S. frugiperda*. Pelaksanaan uji karakteristik ini meliputi beberapa tahapan diantaranya:

3.3.2.1 Penyediaan Serangga Uji Larva *Spodoptera frugiperda*

Larva *S. frugiperda* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung serta dari lahan jagung yang berasal dari kecamatan Terbanggi Besar, Lampung Tengah. *S. frugiperda* dipelihara dengan diberi pakan setiap hari daun jagung yang berumur antara 15-20 hari. Selama proses pemeliharaan, larva *S. frugiperda* diletakkan dalam toples plastik berukuran tinggi 20 cm dan diameter 15 cm dengan masing-masing toples berisi 5-10 ulat tergantung dari seiring bertambahnya ukuran larva. Toples tersebut ditutup menggunakan kain perca dan diikat menggunakan karet gelang. Apabila toples telah dipenuhi feses dari ulat grayak dan dalam keadaan kotor maka perlu dilakukan pergantian dengan pemindahan larva pada toples baru.

Perbanyak jumlah ulat grayak *S. frugiperda* dilakukan dengan memelihara larva ulat hingga menjadi pupa. Pupa tersebut dimasukkan dalam *incase* yang ada di Laboratorium Ilmu Hama Tanaman hingga nantinya akan menjadi imago ngengat. Ngengat yang ada dalam *incase* tersebut akan melakukan reproduksi sehingga

terjadi proses peneluran oleh indukan pada tanaman jagung yang sebelumnya telah disediakan dalam *incase*. Pakan yang diberikan pada imago *S. frugiperda* berupa larutan madu 50%. Madu tersebut akan diteteskan pada kapas yang digantung pada beberapa titik dalam *incase* sehingga dapat dikonsumsi oleh imago. Telur yang telah dihasilkan dan menempel pada daun jagung dipindahkan kembali pada toples pemeliharaan dan ditunggu hingga menetas. Kemudian larva hasil tetasan tersebut dilakukan proses yang sama seperti sebelumnya dalam pemeliharaannya. Pemeliharaan larva dilakukan hingga memenuhi kebutuhan untuk melakukan uji yaitu larva yang memasuki instar III (Nuningtyas, 2019).

3.3.2.2 Aplikasi Jamur Endofit

Isolat jamur yang diperoleh diaplikasikan terhadap ulat *S. frugiperda* dengan cara menggulung-gulungkan larva dalam cawan yang berisi isolat jamur tersebut. Masing-masing isolat jamur yang telah murni dipersiapkan terlebih dahulu dalam satu cawan. Jamur tersebut dipastikan telah memenuhi cawan atau telah menjadi koloni yang besar kurang lebih diinkubasi selama 7 hari. Kemudian 15 larva *S. frugiperda* dimasukkan dalam cawan secara bersamaan lalu diguncang-guncangkan hingga larva tersebut menggulung dalam cawan dan permukaannya dilapisi isolat jamur. Perlakuan ini diulang pada setiap isolat jamur yang diperoleh.

3.3.2.3 Pengaruh Aplikasi Jamur Endofit terhadap Bobot Larva

Pengaruh aplikasi jamur entomopatogen terhadap bobot larva dilakukan dengan menimbang larva menggunakan timbangan digital. Pengamatan bobot larva dilakukan pada hari pertama hingga tujuh hari setelah aplikasi (HSA). Waktu pengamatan dilakukan saat sebelum dilakukan penggantian pakan yang baru. Selama uji ini, pemindahan larva dilakukan dengan pinset dan larva diletakkan dalam cawan petri.

3.3.2.4 Pengaruh Aplikasi Jamur Entomopatogen terhadap keterjadian Pupa

Pengaruh aplikasi jamur entomopatogen terhadap keterjadian pupa dengan melakukan pengamatan terhadap larva setelah aplikasi jamur endofit. Pengamatan ini dilakukan hingga setiap larva memasuki tahap perubahan menjadi pupa. Kemudian dihitung persentase larva yang berhasil menjadi pupa serta membandingkan pupa yang kondisinya baik (sehat) dengan pupa yang mati atau cacat.

3.3.2.5 Pengaruh Aplikasi Jamur Entomopatogen terhadap Bobot Pakan

Larva *S. frugiperda* masing-masing diberi pakan setiap hari dengan daun jagung yang berumur 14-15 HST sebanyak 0,2 g dan dilakukan penggantian pakan setiap hari. Pengamatan pengaruh aplikasi jamur entomopatogen terhadap bobot pakan dilakukan dengan menimbang pakan yang tersisa dalam wadah cawan petri tempat meletakkan larva ulat *S. frugiperda*. Kemudian dilakukan perhitungan dengan mengurangi data bobot pakan awal (0,2 g) dengan bobot pakan yang tersisa untuk mendapatkan hasil data.

3.3.2.6 Uji Mortalitas Larva *Spodoptera frugiperda*

Uji mortalitas larva *S. frugiperda* dilakukan dengan mengaplikasikan jamur endofit terhadap larva *S. frugiperda*. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruhnya terhadap tingkat mortalitas larva sehingga diketahui jamur endofit yang memiliki sifat entomopatogen. Aplikasi jamur endofit dilakukan dengan memasukan larva instar III pada cawan petri yang berisi isolat jamur endofit. Kemudian larva tersebut digulung-gulungkan didalam cawan tersebut sehingga permukaan tubuh larva terkena isolat jamur. Pengamatan setelah aplikasi dilakukan setiap hari dari 0 HSA hingga 7 HSA atau sampai ada larva uji yang mati akibat perlakuan jamur endofit pada larva tersebut. Rumus yang digunakan dalam menghitung persentase mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* yaitu :

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah Spora berkecambah}}{\text{Total spora yang diamati}} \times 100$$

Apabila persentase larva uji pada perlakuan kontrol yang mati antara 3-10% (lebih dari 0) maka data dikoreksi menggunakan rumus Abbot yaitu :

$$A (\%) = \frac{(\%mortalitas\ perlakuan - \%mortalitas\ kontrol)}{(100 - \%mortalitas\ kontrol)} \times 100$$

3.3.2.7 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap karena terdapat dua jenis pengujian yaitu uji karakteristik jamur endofit dan uji kemampuan entomopatogenesitas jamur endofit terhadap larva *S. frugiperda*. Uji karakteristik yang meliputi uji pertumbuhan, sporulasi, dan viabilitas dilakukan menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) dan pada masing-masing isolat jamur dilakukan ulangan sebanyak 3 kali, sedangkan uji kemampuan entomopatogenesitas jamur endofit menggunakan metode RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan sejumlah isolat yang dihasilkan. Setiap isolat jamur tersebut diaplikasikan pada larva *S. frugiperda* masing-masing sebanyak 15 ekor larva dan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Kemudian akan dilakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) apabila data yang diperoleh dari masing-masing uji tersebut berbeda nyata pada taraf 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Jamur endofit asal tanaman padi dan jagung yang berhasil dieksplorasi berjumlah 16 isolat dan terdapat 5 isolat jamur yang dapat teridentifikasi yaitu 2IPRA3 (*Trichoderma* sp.), NKJA1 (*Penicillium* sp.), NKJA2 (*Acremonium* sp.), NKJA3 (*Trichoderma* sp.), dan (*Curvularia* sp.). Seluruh isolat memiliki sifat entomopatogenesitas karena berdampak pada persentase kenormalan pembentukan pupa *S. frugiperda*, imago, serta mampu menyebabkan kematian pada larva.
2. Aplikasi jamur endofit tidak berpengaruh nyata terhadap bobot larva, bobot pakan yang dimakan, dan mortalitas larva. Mortalitas yang dihasilkan dari aplikasi jamur endofit yang didapatkan berkisar 6,67 - 28,89% dengan perlakuan yang memiliki persentase tertinggi yaitu NKJA3. Isolat yang memiliki sporulasi dan viabilitas tertinggi masing-masing NKJA3 dan NKJA1, sedangkan isolat dengan persentase pembentukan pupa paling rendah adalah NKJA3 sebesar 71,11% dengan persentase pupa normal sebesar 53,58% dan abnormal 46,42%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini yaitu :

1. Perlu dilakukan identifikasi secara molekuler untuk memastikan spesies jamur yang telah teridentifikasi serta mengetahui spesies jamur yang belum berhasil diidentifikasi.

2. Perlu dilakukan alternatif dalam pengaplikasian isolat jamur endofit misalnya dengan aplikasi metabolit sekunder atau penentuan konsentrasi formulasi dari jamur endofit sebagai agensia hayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanita, Lina, E. C., dan Darnetty. 2019. Aktivitas insektisida ekstrak air campuran buah piper duncum dan daun *tephrosia vogelii* terhadap *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *JPT: Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection)*. 3(1): 34–46.
- Akmalasari, I., Endang S.P., dan Ratna S.D. 2013. Isolasi dan identifikasi jamur endofit tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Biosfera*. 30(2): 82–89.
- Anindyawati, T. 2003. Mikroba endofit: manfaat dan cara mengisolasinya. *Jurnal Ilmiah Alam Kita*. 12(1): 11–14.
- Barnett, H.L. dan Barry, B. H. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. APS Press. Minneapolis, Minnesota.
- Charnley, Keith. 2006. *Fungal pathogens of insects: from mechanisms of pathogenicity to host defense*. Departement of Biologi and Biochemistry.
- Day R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clottey, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Early, R., Julien, G. 2017. Fall armyworm: Impacts and Implications for Africa. *Outlooks Pest Manag.* 28 (5): 196–201.
- De Groote, H., Simon, C., Kimenju, S.C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., and Bruce, A. 2018. Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) in maize production areas of Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 292: 106804.
- Domsch, K.H. dan Gams W. 1980. *Compendium of Soil Fungi Volume 1*. Academic Press. London.
- Dumas, P., Fabrice L., Claire L., Erwan S., Marion O., Karine L., Sylvie G., Anne-Laure C., He´le`ne H., Fabrice V., Jean-Marc A., Philippe F., Gael J. K., dan Emmanuelle d. 2015. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: two host strains or two distinct species?. *Genetica*. 143: 305–316

- FAO (Food and Agriculture Organization) dan CABI. 2019. *Community-Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early Warning and Management*. Training of Trainers Manual, First Edition. 112 pp.
- Gandjar, I., Samson R.A., Vermeulen K.T., Oetari A., dan Santoso I. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Goergen, G., Kumar, P.L., Sankung, S.B., Togola, A., and Tamo, M. 2016. First report of outbreaks of the fall armyworms *spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invansive pest in west and central africa. *Plos One*. 11(10): 1–9.
- Gustianingtyas, M., Siti, H., dan Suwandi, S. 2021. The endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invansive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas*. 22(2): 1051–1062.
- Hasiana, V.V., Islamudin, A., dan Laode, R. 2015. Isolasi jamur endofit dan produksi metabolit sekunder antioksidan dari daun pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(4): 146–153.
- Ilyas, M. 2006. Isolasi dan identifikasi kapang pada relung rizozfir tanaman di kawasan cagar alam Gunung Mutis Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Biodiversitas*. 7(3): 216–220.
- Indriyanti, D. R., Masitoh, dan Bambang, P. 2016. Keefektifan *Metarhizium anisopiliae* yang dibiakkan di media beras dan yang disimpan di media kaolin terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros*. *Life Science*. 5(1): 67–71.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2020. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=117472#null. Diakses pada 6 Maret 2023 : Pukul 20.00 WIB.
- Irawan, F. P., Lutfi, A., Tatang, S., Budi, I., Dwi, P. P., dan Aditya, B. W. 2022. Morfologi dan aktivitas makan larva *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada beberapa inang tanaman pangan dan hortikultura. *Jurnal Agroplasma*. 9(2): 170–182.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2019. *Pengenalan Fall Armywarm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Jakarta.
- Krisnamurti, B. 2010. Manfaat jagung dan peran produk bioteknologi serealia dalam menghadapi krisis pangan, pakan, dan energi di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia.

- Lestari, T.A N. S. 2022. Uji Kemampuan Metabolit Sekunder Beberapa Jenis Jamur Entomopatogen dalam Menyebabkan Kematian Hama *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith di Laboratorium. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Lubis, A. A. N., Ruly, A., Bonny, PW. S., Bonjok, I., Dewi, S., Irmansyah, Dian, H. 2020. Serangan ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman jagung di Desa Petir, Kecamatan Daramaga, Kabupaten Bogor dan potensi pengendaliannya menggunakan *Metarizhium rileyi*. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. 2(6): 931-939.
- Maharani, Y., Dewi, V.K., Puspasari, L.T., Rizkie, L., Hidayat, Y., dan Dono, D. 2019. Cases of fall army worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) attack on maize in Bandung, Garut and Sumedang district, West Java. *Journal Cropsaver*. 2(1): 38–46.
- Mejia, L.C., Rojas, E.I., Maynard Z., Van Bae S., Arnold, A.E., Hebbar P., Samuels, G.J., Robbins, N., and Herre, E.A. 2008. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Plant Sciences. Biological Control*. 48: 4-14.
- Minarni, E.W., Nurtiati, and Dina, S. 2023. Biological effects of indigenous entomopathogenic fungi and their application methods on *Spodoptera frugiperda*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 26(2): 107–118.
- Mujahid, A. 2018. Keanekaragaman Jamur Endofit Akar Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Uji Antagonisme terhadap Jamur *Curvularia lunata* (Wakk). *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Muliani, Y., Lilis, I., Arisandi, A., Ida, A., dan Suli, S. 2022. Aplikasi entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. untuk mengendalikan *Spodoptera litura* F. hama pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Agroscript*. 4(1): 32–38.
- Nurul, I. dan Yustika, A. R. 2021. Eksplorasi dan identifikasi cendawan entomopatogen *Metarhizium* sp. dengan metode *baiting insect*. *Jurnal Matematika dan Sains*. 1(2): 87–92.
- Noerfitryani dan Hamzah. 2018. Inventarisasi jenis-jenis cendawan pada rhizofer pertanaman padi. *Jurnal Galung Tropika*. 7(1): 11–21.
- Nonci, N., Septian, H.K., Hishar, M., Amran, M., Muhammad, A., dan Muhammad, A. 2019. *Pengenalan fall armyworm (Spodoptera frugiperda J.E. Smith) hama baru pada tanaman jagung di Indonesia*. Kementerian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia. Bogor.

- Nuningtyas, M. 2019. Pertumbuhan dan Uji Patogenesitas Delapan Jamur Entomopatogen sebagai Agensia Pengendali Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ou, S. H. 1972. *Rice Disease. Plant pathology*. the International Rice Institute. Los Banos, Philippines.
- Paramitha, A. A. J. 2021. Eksplorasi dan Uji Potensi Beberapa Jamur Entomopatogen sebagai Agensia Penedali Hayati Hama Jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Prasanna, B.M., Huesing, J.E., Eddy, R., and Peschke, V.M. 2018. *Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management, 1st ed.* CIMMYT: Edo Mex. Mexico.
- Prayogo. 2016. *Berita Biologi Ilmu-ilmu Hayati*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Prayogo, Y., dan Suharsono. 2005. Optimalisasi Pengendalian Hama Pengisap Polong Kedelai (*Riptortus linearis*) dengan Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii*. *Jurnal Litbang Pertanian*. 24 (4).
- Richie, B. J. 1995. *International course on Identification of Fungi of Agricultural Importance*. Plant Pathology Techniques. International Mycological Institute.
- Ristiari, N.P.N., Ketut, S.M.J., dan Ida, A.P.S. 2018. Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 6(1): 10–19.
- Rodriguez, R.J., White, J.F., Arnold, A.E., dan Redman, R.S. 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New Phytologist*. 182: 314–330.
- Rosmayuningsih, A., Bambang, T. R., dan Rina, R. 2014. Patogenesitas jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama kepinding tanah *Stibaropus molginus* (Hemiptera: Cydnidae) dari beberapa formulasi. *Jurnal HPT*. 2(2): 28-37.
- Rwomushana, I., Bateman, M., Beale, T., Beseh, P., Cameron, K., Chiluba, M., Clottey, V., Davis, T., Day, R., and Early, R. 2018. *Fall Army Worm: Impacts and Implications for Africa; Evidence Note Update*. CABI (UK): Oxfordshire.
- Sahid, A. 2021. Pemanfaatan Cendawan *Metarhizium Anisoliae* (Metchnikoff) Sorokin untuk Pengendalian Serangga Hama. *Pertanian Masa Depan*. Deepublish. Universitas Mulawarman.

- Samson, R.A., Evans, H.C., dan Latg, J.P. 1988. *Atlas of Entomopathogenic Fungi*. Springer. Berlin Heidelberg. New York.
- Septiana, E. 2015. Jamur entomopatogen : potensi dan tantangan sebagai insektisida alam terhadap serangga perusak tanaman dan vektor penyakit manusia. *Biotrends*. 1(1): 28–32.
- Subiono, T. 2020. Preferensi *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada beberapa sumber. *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 2(2): 130–134.
- Steenis, V. 2008. *Flora*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suryani, Y., Taupiqurrahman, O., dan Kulsum, Y. 2020. *Mikologi*. Freeline Cipta Granesia. Padang.
- Syahnen, Sirait, D.D.N., dan Pinem. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium*. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Medan.
- Syamsia, Abubakar, I., Amanda, P. F., dan Noerfiryani. 2021. *Cendawan Endofit: Teknik Isolasi, Identifikasi, dan Potensi Pemanfaatan Cendawan Endofit dalam Budidaya Tanaman*. LPP Unismuh Makassar. Makassar.
- Tanada, Y., and Kaya H.K. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc. California.
- Tjitrosoepomo, G. 2013. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Untung, K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (edisi kedua)*. UGM Press. Yogyakarta.
- Urquiza, A.O. dan Keyhani, N. O. 2013. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insect*. 4: 357–374.
- Utami, R.S., Isnawati, dan Reni, A. 2014. Eksplorasi dan karakterisasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. *Lentera Bio*. 3 (1): 59–66.
- Wan J., Huang, C., Li, C., Zhou, H., Ren, Y., Li Z., Xing, L., Zhang, B., Qiao, X., Liu, B., Liu, C., Xi, Y., Liu W., Wang, W., Qian, W., Simon, M., Wan F. 2021. Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Integrative Agriculture*. 20(3): 646–663.
- Webber, J. 1981. A natural control of Dutch elm disease. *Nature*. 292: 449–451.

- Yulianti, T. 2012. Menggali potensi endofit untuk meningkatkan kesehatan Tanaman tebu mendukung peningkatan produksi gula. *Perspektif*. 11(2): 111–122.
- Zekeya, N., Ndakidemi, P.A., Chacha, M. dan Mbega, E. 2017. Tomato leafminer, tuta absoluta (Meyrick 1917), an emerging agricultural pest in Sub-Saharan Africa: current and prospective management strategies. *African Journal of Agricultural Research*. 12(6): 389–396.