

**EFEKTIVITAS *Trichoderma* sp. MENGENDALIKAN *Xylaria* sp.
PENYEBAB PENYAKIT LAPUK AKAR DAN PANGKAL BATANG
TEBU SECARA *IN VIVO***

(Skripsi)

Oleh

SHIVA KHOLIFATUN NISA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *Trichoderma* sp. MENGENDALIKAN *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT LAPUK AKAR DAN PANGKAL BATANG TEBU SECARA *IN VIVO*

Oleh
SHIVA KHOLIFATUN NISA

Penyakit lapuk akar dan pangkal batang (LAPB) tebu merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman tebu. Penyakit LAPB disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas jamur antagonis *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan penyebab penyakit LAPB pada tanaman tebu. Penelitian dilaksanakan dari Agustus sampai Desember 2022 di Laboratorium R&D PT Gunung Madu Plantation Lampung Tengah. Lima perlakuan dosis kompos *Trichoderma* sp. diuji pada penelitian ini yaitu kontrol (tanpa aplikasi *Trichoderma* sp.) (P1), perlakuan aplikasi *Trichoderma* sp. dosis 880 g/pot (P2), perlakuan aplikasi *Trichoderma* sp. dosis 980 g/pot (P3), perlakuan aplikasi *Trichoderma* sp. dosis 1080 g/pot (P4), dan perlakuan aplikasi *Trichoderma* sp. dosis 1180 g/pot (P5). Peubah yang diamati yaitu keterjadian dan keparahan penyakit. Pengamatan dilakukan selama 12 minggu. Percobaan dilakukan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan empat ulangan, dan masing-masing unit percobaan terdiri dari tiga batang tebu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai 12 minggu setelah inokulasi *Xylaria* sp. tanaman tidak menunjukkan gejala daun menguning dan mengering, sehingga dilakukan pembongkaran untuk melihat gejala di akar dan pangkal batang. Hasil pengamatan menunjukkan adanya gejala nekrotik akar dan lapuk pada pangkal batang tebu. Perlakuan aplikasi dosis *Trichoderma* sp. 1080 g/pot (setara dengan 55 ton/ha) dan 1180 g/pot (setara dengan 60 ton/ha) lebih baik dalam menekan perkembangan jamur *Xylaria* sp. pada 12 minggu setelah inokulasi dengan penurunan keterjadian penyakit sebesar 75% dan keparahan penyakit sebesar 51,84%.

Kata kunci: Kompos, jamur antagonis, *soil borne*, *Trichoderma* sp., *Xylaria* sp..

**EFEKTIVITAS *Trichoderma* sp. MENGENDALIKAN *Xylaria* sp.
PENYEBAB PENYAKIT LAPUK AKAR DAN PANGKAL BATANG
TEBU SECARA *IN VIVO***

Oleh

SHIVA KHOLIFATUN NISA

Skripsi

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

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : Efektivitas *Trichoderma* sp. Mengendalikan *Xylaria* sp. Penyebab Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu Secara *In Vivo*

Nama Mahasiswa : Shiva Kholifatun Nisa

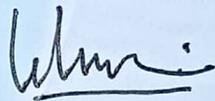
Nomor Pokok Mahasiswa : 1914191001

Jurusan : Proteksi Tanaman

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI
1. Komisi Pembimbing


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


Ir. Lestari Wibowo, M.P.
NIP. 196208141986102001

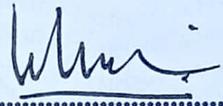
2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

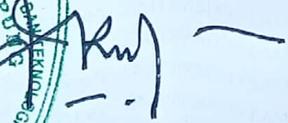
Ketua : Dr. Tri Maryono, S. P., M.Si. 

Sekretaris : Ir. Lestari Wibowo, M.P. 

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc. 

2. Dekan Fakultas Pertanian




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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“EFEKTIVITAS *Trichoderma* sp. MENGENDALIKAN *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT LAPUK AKAR DAN PANGKAL BATANG TEBU SECARA *IN VIVO*”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertulis dalam skripsi ini telah 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, Agustus 2023
Penulis



Shiva Kholifatun Nisa
NPM. 1914191001

MOTTO

“Tetaplah berbuat baik walaupun tidak diperlakukan baik”

(Shiva Kholifatun Nisa)

“Orang tidak akan pernah menilai apa yang kita mulai dan lalui, tetapi orang akan menilai apa yang telah kita dapatkan”

(Shiva 2023)

“Sepintar apapun kamu kalau masih balas jahat
Ketika orang lain jahat, tandanya kamu masih bodoh”

(Gus Baha)

“Ilmu dicari bukan untuk dibanggakan, ilmu dicari
Agar engkau bisa menciptakan senyuman dibalik pahitnya kehidupan”

(Abah Zuhdi)

“Sekalipun kau tidak disukai, kau hanya tidak disukai oleh manusia

Mengapa kau sangat menderita?

Sekalipun kau dicintai, kau hanya dicintai oleh manusia

Mengapa kau sangat bangga?”

(Syech Muhammad Al Buthi)

“Bukankah Allah hakim yang seadil-adilnya?”

(QS. At-Tin: 8)

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Desa Pekalongan, Kecamatan Pekalongan, Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 28 Agustus 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Sutrisno dan Ibu Eniwati. Penulis telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN1 Rama Yana pada tahun 2007-2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Seputih Raman pada tahun 2013-2016, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN1 Seputih Raman pada tahun 2016-2019, dan pada tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung dengan Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Trimulyo Mataram, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada periode I tahun 2022. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Gunung Madu Plantation, Kecamatan Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah di tahun 2022. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi internal kampus Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang diklat anggota 2020/2021 dan pada tahun 2021/2022. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi eksternal kampus Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama (KMNU) Universitas Lampung tahun 2020/2021 dan tahun 2021/2022 sebagai sekretaris Departemen Kewirausahaan.

PERSEMBAHAN

Puji syukur atas rahmat dan keberkahan Allah SWT yang telah memberikan kesehatan serta kelancaran bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efektivitas *Trichoderma* sp. Mengendalikan *Xylaria* sp. Penyebab Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu Secara In Vivo”**

Dengan penuh rasa bahagia dan bangga karya ini kupersembahkan sebagai ungkapan terimakasih untuk:

1. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Sutrisno dan Ibu Eniwati sebagai tujuan terakhir atas segala perjalananku,
2. Adikku Thufaila Azka Zahsy yang memberi warna-warni hidupku dengan penuh emosi dan cinta setiap hari. Semoga adikku bisa meraih apa yang lebih dari apa yang aku punya,
3. Orang yang selalu bertanya “kapan skripsimu selesai?”. Terimakasih atas segala kalimat motivasinya sehingga menjadi semangat dalam menulis, dan
4. Teman-teman Proteksi Tanaman 2019, serta almamaterku tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa, Karena atas berkat, rahmat dan hidayahnya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Efektivitas *Trichoderma* sp. Mengendalikan *Xylaria* dp. Penyebab Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu Secara *In Vivo*". Sholawat serta salam tidak lupa selalu kita panjatkan kepada Nabi besar Nabi Muhammad SAW yang senantiasa kita nantikan syafaat-Nya di Yaumul kiamat kelak. Tujuan dari penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu ucapan terimakasih penulis kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
2. Ibu Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P. selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
3. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing, mengarahkan, memberi motivasi, memberi arahan, dan memberi semangat penulis untuk melaksanakan penelitian dan menulis skripsi,
4. Ibu Ir. Lestari Wibowo, M. P. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing, menasihati, memberi motivasi, memberi arahan untuk melaksanakan penelitian dan menulis skripsi,
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc. selaku penguji yang telah memberi masukan, dan saran kepada penulis untuk penelitian dan penulisan skripsi,

6. Bapak Ir. Agus Muhammad Hariri, M. P. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing, memberi arahan, dari awal perkuliahan hingga melaksanakan penelitian dan menulis skripsi,
7. Kedua orangtuaku, dan adikku tersayang, Azka Zahsy yang telah memberikan kasih sayang, dukungan secara fisik maupun materi, nasihat, semangat, doa tiada henti agar penulis menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung dengan baik dan tepat waktu,
8. Sahabat karibku, Lisna Rahmawati yang selalu mengingatkan penulis agar fokus terhadap pendidikan,
9. Sahabat seperjuangan, Ela Desiawati teman sekaligus saudara suka duka yang membantu sekaligus partner penulis dalam melaksanakan penelitian,
10. Tuan pemilik NPM 19430031 yang telah menjadi rumah tetapi bukan tanah dan bangunan. Semoga kedepannya dapat memberikan apa-apa yang kemarin dirasa kurang dan ditambahkan apa-apa yang dirasa diperlukan. Tetaplah tidak tunduk kepada apa-apa selain tuhan,
11. Keluarga Besar Disease, Pak Heru Ibu Wanti, Bapak Wandu, Bu Sayu, Mas Iwan, Pak Toni, Pak Ilyas, Pak Firman, Pak Santo, Mba Vani, yang telah membantu dan membimbing penulis selama melakukan penelitian,
12. Keluarga LSTC, semuanya tidak bisa disebutkan satu persatu yang sudah memberikan tempat istirahat nyaman dan makan yang enak sebagai penunjang dalam melaksanakan penelitian,
13. Ustad dan Ustadzah At-Taqwa, teman-teman dan adik-adik Al-Mujtaba yang menjadi salah satu semangat dalam menulis skripsi, dan
14. Teman-teman Jurusan Proteksi Tanaman angkatan 2019 yang telah menjadi bagian cerita indah, lucu, dan asik untuk penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan terhadap skripsi yang dibuat. Semoga karya ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Shiva Kholifatun Nisa
NPM. 1914191001

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I. PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Tebu	6
2.2 Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu (LAPB).....	7
2.3 Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> sp.	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Rancangan Percobaan.....	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	12
3.4.1 Penyiapan Inokulum <i>Xylaria</i> sp.....	12
3.4.2 Penyiapan Isolat <i>Trichoderma</i> sp.	12
3.4.3 Penyiapan Media Tanam dan Penanaman	12
3.4.4 Penyiapan Bibit Tebu.....	13
3.4.5 Inokulasi <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Xylaria</i> sp.....	13
3.5 Pengamatan	13
3.5.1 Keterjadian Penyakit.....	13
3.5.2 Keparahan Penyakit	14
3.5.4 Reisolasi.....	15
3.6 Analisis Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Hasil.....	16

4.1.1 Gejala Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu.....	16
4.1.2 Keterjadian dan Keparahan Penyakit LAPB	17
4.1.3 Hasil Reisolasi	19
4.2 Pembahasan	20
V. SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan.....	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skoring bercak nekrotik akar berdasarkan presentase kerusakan lapuk akar dan pangkal batang tebu.....	14
2. Keterjadian dan persen penurunan penyakit <i>Xylaria</i> sp. pada tanaman tebu yang diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. pada 12 minggu setelah inokulasi	18
3. Keparahan dan persen penurunan penyakit <i>Xylaria</i> sp. pada tanaman tebu yang diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. pada 12 minggu setelah inokulasi	19
4. Data ketejadian penyakit <i>Xylaria</i> sp. yang sudah diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	31
5. Data keparahan penyakit <i>Xylaria</i> sp. yang sudah diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	31
6. Hasil ANOVA keterjadian penyakit	31
7. Hasil ANOVA keparahan penyakit.....	31
8. Uji BNT keterjadian penyakit <i>Xylaria</i> sp. yang diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	32
9. Uji BNT keparahan penyakit <i>Xylaria</i> sp. yang diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman tebu uji berumur 12 minggu yang diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	16
2. Akar tanaman tebu yang diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	17
3. Pangkal batang tanaman tebu yang diberi perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	17
4. Isolat hasil reisolasi bagian bergejala.....	19
5. Stroma pada akar dan pangkal batang tanaman tebu.	20

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang menghasilkan produk gula putih. Tebu memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional. Tebu sebagai bahan baku utama gula putih, merupakan salah satu dari sembilan kebutuhan pokok masyarakat Indonesia (Pakpahan dan Purwono, 2018). Gula tebu sebagai karbohidrat sederhana menjadi sumber energi untuk tubuh. Gula digunakan secara luas baik untuk keperluan konsumsi rumah tangga seperti penguat rasa dalam masakan, pemanis makanan dan minuman, maupun industri pangan sebagai bahan baku untuk permen, pemanis, minuman, makanan dan lain sebagainya (Sugiyanto, 2007).

Produksi gula putih di Indonesia pada tahun 2016 sebesar 2,36 juta ton, mengalami penurunan pada tahun 2017 sampai 2018 menjadi 2,19 juta ton dan 2,17 juta ton. Sementara tahun 2019 produksi gula meningkat menjadi 2,23 juta ton kemudian menurun kembali menjadi 2,12 ton pada 2020. Daerah penghasil gula Indonesia tersebar di sepuluh provinsi. Provinsi Lampung menjadi penyumbang produksi gula putih terbanyak kedua setelah Jawa Timur (Delis dan Nurhayati, 2020). Pada tahun 2021, Lampung memproduksi sebanyak 801 ribu ton gula putih, sedangkan Provinsi Jawa Timur produksi tebunya sebanyak 1,05 juta ton (Produksi Tebu Menurut Provinsi di Indonesia, 2018-2022). Di Lampung sentra industri gula putih terdapat di Lampung Tengah, Way Kanan, Lampung Utara, Tulang Bawang, dan Tulang Bawang Barat.

Konsumsi gula di Indonesia rata-rata mencapai 6 juta ton pertahun (Wright dan Meylinah, 2016 dalam Soraya dkk., 2022). Kebutuhan tersebut terdiri dari 2,7 juta

ton untuk konsumsi rumah tangga dan 3,2 juta ton untuk kebutuhan industri. Sementara itu, rata-rata produksi gula di Indonesia hanya berada pada angka 2,5 juta ton. Menghadapi selisih yang terus terjadi antara konsumsi dan produksi tersebut, pada periode 2016-2019 Indonesia mengimpor lebih dari 4 juta ton gula (BPS, 2021). Pada tahun 2022 tercatat pemerintah Indonesia mengimpor sebanyak 6,1 juta ton gula untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (BPS, 2023).

Banyak faktor dapat mempengaruhi belum maksimalnya produksi gula di Indonesia, salah satunya penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu (LAPB). Penyakit LAPB disebabkan oleh *Xylaria* sp. Kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit LAPB cukup signifikan. Kerugian ini disebabkan karena penyakit LAPB dapat mematikan tanaman. Sitepu *et al.* (2010) menyatakan kehilangan hasil produksi tebu di PT Gunung Madu Plantation yang disebabkan oleh jamur *Xylaria* sebesar 12,3-15,4%, pada tingkat keparahan infeksi 25-26%.

Pengendalian penyakit LAPB sulit dilakukan karena penyebab penyakitnya bersifat tular tanah (Edwards *et al.*, 2003). Selain itu, belum ada varietas yang tahan patogen. Menurut Maryono dkk. (2020), upaya yang bisa dilakukan adalah penanaman kembali, namun metode ini kurang efisien. Metode penanaman kembali hanya efektif pada tanaman dari bibit, sedangkan pada tanaman keprasan pertama penyakit akan tetap tinggi. Oleh karena itu, metode pengendalian yang efektif dan efisien terus dikembangkan. Salah satu pengendalian yang dapat dikembangkan adalah pengendalian hayati menggunakan agen antagonis *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. dikenal sebagai jamur antagonis yang dapat menekan atau menghambat perkembangan patogen tanaman. Yudha dkk. (2016), mengemukakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat memarasit jamur patogen tanaman dan bersifat antagonis serta memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur lain. Dirmawati dkk. (2018) melaporkan bahwa di PT Gunung Madu Plantation sudah dilakukan seleksi jamur antagonis terhadap *Xylaria* sp. Terdapat 17 isolat yang berpotensi dan tiga isolat terpilih yang berasal

dari genus *Trichoderma* karena memiliki keunggulan dalam daya hambat, diameter pertumbuhan koloni, kerapatan spora, dan viabilitas spora. Namun, penelitian tersebut dilakukan di rumah kaca sehingga perlu uji lanjut di lapangan. Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui keefektifan *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan penyakit LAPB secara *in vivo* dan pengaruh perbedaan jumlah dosis terhadap perkembangan jamur *Xylaria* sp.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui keefektifan *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan penyakit LAPB secara *in vivo*.
2. Mengetahui pengaruh dosis *Trichoderma* sp. terhadap perkembangan jamur *Xylaria* sp. di lapang.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penyakit LAPB merupakan penyakit penting pada tanaman tebu. Penyakit yang disebabkan oleh *Xylaria* sp. ini menjadi masalah serius karena dapat mematikan tanaman tebu. Kerugian lain yang ditimbulkan adalah penurunan bobot batang, penurunan rendemen, dan tidak tumbuhnya tanaman *ratoon* (tanaman keprasan) (Maryono, 2017). Pengendalian untuk menekan kerugian akibat penyakit ini sulit dilakukan, karena varietas tahan terhadap penyakit LAPB belum ada. Menurut Winarno (2015) dalam Dirmawati dkk. (2018), fungisida heksakonazol secara *in vitro* dapat menghambat pertumbuhan *Xylaria* sp. Pengendalian menggunakan bahan kimia berpengaruh buruk untuk lingkungan dan tindakan kimia yang berlebihan dapat menyebabkan terbunuhnya organisme non target, terjadi resistensi dan resurgensi, serta timbul residu pada komoditas hasil pertanian (Singkoh dan Deidy, 2019). Salah satu pengendalian yang dapat diupayakan adalah penggunaan agen hayati *Trichoderma* sp.

Pengendalian hayati salah satunya menggunakan mikroorganisme.

Mikroorganisme tersebut bisa berasal dari jamur yang bersifat antagonis. Sifat antagonis genus *Trichoderma* dapat dimanfaatkan sebagai pengendali patogen. Menurut Benitez *et al.* (2004), mekanisme *Trichoderma* sp. yang dilakukan dalam penghambatan pertumbuhan patogen tanaman dengan cara kompetisi ruang dan nutrisi, menghasilkan metabolit penghambat patogen, hiperparasitisme dan sintesis toksik serta membunuh sel dengan antibiosis.

Penggunaan *Trichoderma* sp. untuk pengendali patogen tanaman telah banyak menunjukkan keberhasilan. Yanti dkk. (2021) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. sangat disarankan karena selain mudah didapatkan juga dapat digunakan untuk mengurangi resiko tanaman terserang patogen, serta untuk mempertimbangkan tingkat efisiensi dan efektifitas biaya produksi tanaman. Isnaini dkk. (2021) dalam penelitiannya menyatakan agen hayati *Trichoderma* sp. mampu menekan penyakit *damping-off* paprika sebesar 63,3% pada perlakuan perendaman biji paprika ke dalam suspensi *Trichoderma* selama 30 menit sebelum biji ditanam, 73,3% dengan perendaman bibit yaitu akar bibit direndam ke dalam suspensi *Trichoderma* sesaat sebelum tanam, dan sebesar 74,3% pada perlakuan dengan agen hayati *Trichoderma* dalam bentuk padat (5 g) dimasukkan ke dalam lubang tanam. Agen hayati *Trichoderma* dapat mengendalikan *Sclerotium rolfsii* dan layu fusarium penyebab *damping-off* di lapangan.

Penggunaan dosis *Trichoderma* sp. mempengaruhi keefektifan dalam mengendalikan penyakit. Semakin tinggi dosis *Trichoderma* sp. yang diintroduksi, semakin menurunnya presentase serangan penyakit (Antara dkk., 2015). Pada penelitian Yasintasari dkk. (2021), pemberian *Trichoderma* sp. dengan dosis 7 g/tanaman lebih baik dibandingkan dengan dosis 3 g/tanaman dan 5 g/tanaman untuk mengendalikan penyakit *Fusarium oxysporum* pada bawang merah. Semakin banyak agen hayati *Trichoderma* sp. maka semakin baik dalam melakukan kompetisi dengan patogen tanaman. Jamur yang termasuk dalam genus *Trichoderma* ini dikenal luas karena pertumbuhannya yang sangat cepat dan dianggap sebagai pesaing yang agresif. *Trichoderma* sp. dengan cepat

menjajah substrat dan mengecualikan patogen yang tumbuh lebih lambat (Oszust *et al.*, 2020).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Jamur *Trichoderma* sp. dapat mengendalikan *Xylaria* sp. penyebab penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu secara *in vivo*.
2. Pemberian dosis *Trichoderma* sp. yang tertinggi yaitu 1180 g/pot lebih baik dalam menekan perkembangan jamur *Xylaria* sp. di lapang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman genus *Saccharum*, suku Andropogonaceae dari family Poaceae atau Graminae. Tebu adalah tanaman utama untuk produksi gula dan berperan vital dalam perekonomian di Indonesia (Aristya *et al.*, 2019). Menurut Achimede *et al.* (2011) dalam Ekselikpeze *et al.* (2016), tanaman tebu kaya akan karbohidrat, mineral, serat, dan vitamin B6. Pemanfaatan tebu selain digunakan untuk pemanis, tebu juga memiliki sifat yang mengawetkan (Ubaidillah, 2018).

Masa panen dari tanaman tebu kurang lebih satu tahun. Tanaman tebu hanya tumbuh di daerah tropis dan sub tropis dengan ketinggian 500 m – 1400 m (dpl) (Lahay, 2009). Tanaman tebu masuk kedalam kelompok C4 dan memiliki fotosintesis tinggi sehingga mudah beradaptasi dengan lingkungan terik atau suhu yang tinggi. Struktur tanaman tebu terdiri atas akar, batang, daun, dan bunga (Naruputro, 2010). Bentuk tanaman tebu kurus tinggi, tegak dan tidak bercabang dengan tinggi batang 3-5 m. Jenis biji tebu berkeping tunggal atau biasa disebut tanaman monokotil (Ubaidillah, 2018).

Tanaman tebu memiliki akar serabut (adventif) yang tumbuh dari cincin tunas anakan. Akar adventif terbentuk pertama kali dari stek berwarna gelap. Fungsi akar berubah menjadi akar sekunder yang tumbuh di pangkal tunas setelah tunas tebu tumbuh dewasa. Pada ujung-ujung akar yang masih muda terdapat rambut-rambut untuk menyerap unsur hara yang dibutuhkan. Akar tebu tumbuh baik di tanah dengan kedalaman 0,5-1,0 m. Akar tebu akan membusuk ketika tergenang air dalam waktu yang lama (Ubaidillah, 2018).

Batang tebu berdiameter 3-5 cm dan tingginya anantara 2-5 m serta tidak bercabang. Tebu memiliki batang yang berdiri lurus dan beruas yang dibatasi oleh buku-buku. Pada setiap buku terdapat mata tunas. Daun tanaman tebu berbentuk seperti pita, berpelelah dan tidak bertangkai seperti daun jagung. Pertulangan daun sejajar, tepi daun kadang-kadang bergelombang serta berbulu. Bunga tanaman tebu berupa malai dengan panjang antara 50-80 cm. Bunga memiliki benangsari dan putik dengan dua kepala putik dan pangkal biji (Sa'adah, 2018).

2.2 Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu (LAPB)

Penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu (LAPB) adalah penyakit yang menyerang tebu di Lampung dan Sumatera Selatan. Penyakit LAPB disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. (Widowati dkk., 2022). Pertama kali ditemukan pada tahun 1993 pada varietas komersial yang ditanam di perkebunan Gunung Madu, Lampung. Infeksi penyakit ini terlihat pada tanaman dewasa berumur 9 bulan (Sitepu dkk., 2010). Penyakit LAPB merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman tebu. Penyakit yang disebabkan jamur *Xylaria* sp. dapat mematikan tanaman tebu dan mengakibatkan *ratoon* tidak tumbuh (Maryono, 2017).

Gejala khas LAPB tebu adalah kematian tanaman yang dimulai dari daun mengering, akar yang berwarna hitam dan membusuk serta batang mengering. Tanaman yang sudah terinfeksi dalam waktu yang lama akan mudah dicabut karena akarnya sudah mati membusuk dan berwarna hitam. Pada pangkal batang tebu juga mengalami pembusukan. Pembusukan terlihat batas yang jelas antara bagian batang yang masih sehat dan bagian yang terinfeksi oleh penyakit *Xylaria* sp. (Maryono, 2017). Gejala yang terlihat pada tanaman keprasan lebih mudah diketahui dibandingkan dengan tanaman pertama. Tebu yang terinfeksi penyakit saat sebelum masa vegetatif berakhir umumnya akan memiliki batang yang lebih kecil dengan daun yang perlahan menguning. Pada tanaman yang terinfeksi di usia tua perubahan warna daun menjadi kekuningan tidak selamanya menjadi parameter gejala, karena tanaman mengalami proses penuaan. Gejala ditemukan

setelah stadia lanjut yaitu tanaman mudah dicabut karena mengalami pelapukan akar (Hersanti dan Sitepu, 2005).

Tanda dari penyakit LAPB yaitu munculnya stroma dari pangkal batang tanaman sakit, atau dari tanah sekitar tanaman sakit. Tanda penyakit pada pangkal batang tebu yang terinfeksi juga bisa berupa massa hifa. Stroma memiliki dua bentuk yaitu stroma yang bercabang banyak dan berkelompok lalu stroma yang berwarna hitam dengan ujung putih (Maryono, 2017). Stroma muncul pertama kali sebagai titik kecil berwarna putih, dan setelah beberapa hari terbentuk tangkai berwarna hitam kecoklatan berujung putih. Muncul di permukaan bagian tanaman tebu yang terinfeksi. Stroma bagian dalam terdapat miselia rapat dan berwarna putih (Hersanti dan Sitepu, 2005).

Faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit secara langsung atau tidak langsung yaitu kondisi iklim. Penyakit yang disebabkan oleh jamur perkembangannya didukung oleh curah hujan dan kelembapan yang tinggi (Agrios, 2005). Curah hujan dan RH tinggi menyebabkan jamur *Xylaria* sp. penyebab penyakit LAPB berkembang dan memulai kontak dengan akar tanaman inang lalu menginfeksi. Kondisi hara pada tanah juga berpengaruh pada perkembangan penyakit LAPB. Kondisi Fe dan N dapat menurunkan insidensi penyakit dan sebaliknya (Maryono dkk., 2020).

Menurut Fang and Lee (1960), pengendalian yang praktis digunakan yaitu dengan pemuliaan dan menggunakan varietas tahan, namun hingga saat ini belum ditemukan varietas yang tahan terhadap penyakit LAPB. Fang and Lee (1960) juga menyebutkan sanitasi lingkungan dan memusnahkan tanaman yang sudah terserang patogen harus dilakukan serta mengupayakan agen antagonis terhadap patogen untuk pengendalian biologis. Menurut Rachmawati (2017), pengendalian menggunakan jamur antagonis *Trichoderma* sp. secara *in vitro* dapat menghambat pertumbuhan koloni *Xylaria* sp.

2.3 Jamur Antagonis *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. termasuk filum Ascomycota dengan koloni berwarna transparan pada awal pertumbuhannya. Konidia berwarna kuning atau hijau terbentuk dalam waktu satu minggu. Ciri khasnya adalah diujung konidiofor terdapat fialid berbentuk seperti piramid (Global Biodiversity Information Facility, 2016 dalam Rachmawati, 2017). Konidiofor bercabang, tersusun tidak teratur, biasanya bengkok asimetris. Pada awalnya isolat *Trichoderma* sp. muncul strain putih seperti kapas, kemudian berkembang menjadi jumbai hijau kekuningan sampai hijau tua terutama di tengah tempat tumbuh (Zin and Badaluddin, 2020). Spesies yang termasuk dalam genus *Trichoderma* memiliki sekitar 10.000 spesies (Waghunde *et al.*, 2016).

Trichoderma sp. merupakan mikroorganisme saprofit yang secara alami menyerang patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. Jamur ini banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah. *Trichoderma* sp. berkembang biak cepat pada daerah perakaran tanaman (Gusnawaty dkk., 2014). Pemanfaatan sebagai pengendali patogen tular tanah (*soil born*) menjadi perhatian lebih akhir-akhir ini karena kemampuannya sebagai pengendali hayati beberapa patogen tanaman (Harman dkk., 2004 dalam Suanda, 2019). Sifat penting yang menjadi kelebihan dari *Trichoderma* sp. yaitu mudah disolasi, mikroparasitisme yang luas, bisa tumbuh cepat pada banyak substrat, umumnya tidak bersifat patogenik pada tanaman, kemampuan kompetisi yang baik terhadap ruang dan makanan, serta menghasilkan antibiotika dan enzim yang dikeluarkan dapat mengendalikan patogen (Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Tengah, 2012 dalam Syahputra dkk., 2017).

Menurut Woo *et al.* (2014), *Trichoderma* sp. adalah agen biokontrol yang umum digunakan terhadap patogen. Siemering dkk. (2016) melaporkan bahwa akar menjadi habitat utama jamur, terutama di sepanjang permukaan akar dan di bawah lapisan terluar sel akar. Untuk mengendalikan jamur yang menyerang akar tanaman, *Trichoderma* sp. lebih efektif diaplikasikan selama pembibitan. Peneliti lain melaporkan bahwa perlakuan bibit merupakan teknik yang berhasil dalam

memastikan kolonisasi pada *Trichoderma* sp. pada akar untuk memberikan manfaat menekan patogen tanaman (Siddaiah *et al.*, 2017).

Sampai saat ini, mekanisme utama untuk menekan pengendalian biologis dengan *Trichoderma* sp. yang bekerja pada patogen adalah (1) pengenalan dan invasi terhadap spesies mirip jamur patogen tanaman melalui perusakan dinding sel dan menyerap nutrisi yang dikenal sebagai mikoparasitisme (Bhat, 2017), (2) menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit melalui perubahan arsitektur akar selama interaksi dengan patogen (Kumar dkk., 2019 dalam Zin and Badaluddin, 2019), dan (3) menyerang nematoda simpul akar dan kista dengan menghancurkan telur nematoda dan juvenile fase kedua, serta beberapa segmen nematoda dewasa (Heidari and Olia, 2016). Mekanisme langsung dan tidak langsung ini dapat merespons secara efektif, namun bergantung pada dosis *Trichoderma*, patogen yang ditargetkan, tanaman inang, latar belakang lingkungan seperti pH, suhu, dan ketersediaan hara.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus sampai Desember 2022 di Kebun Percobaan PT Gunung Madu Plantation, Lampung Tengah.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, mikroskop, inkubator, timbangan digital, *Laminar Air Flow* (LAF), shaker, cawan petri, labu erlenmeyer, gelas beaker, bunsen, pipet tetes, pinset, batang pengaduk, jarum oose, jarum ent, tabung reaksi, *scalpel*, kertas label, tisu, pisau, ember, pot (D 50 cm), plastik warp, plastik alas, alat tulis dan kamera. Bahan yang akan digunakan pada penelitian adalah bibit tebu, inokulum *Xylaria* sp., isolat *Trichoderma* sp., media PDA, tanah top soil, pasir, kompos, alkohol 70% dan akuades.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari lima perlakuan dan empat ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan sebagai berikut.

P1: Kontrol (tanpa aplikasi formulasi *Trichoderma* sp.),

P2: Aplikasi formulasi *Trichoderma* sp. sebanyak 880 g/pot,

P3: Aplikasi formulasi *Trichoderma* sp. sebanyak 980 g/pot,

P4: Aplikasi formulasi *Trichoderma* sp. sebanyak 1080 g/pot,

P5: Aplikasi formulasi *Trichoderma* sp. sebanyak 1180 g/pot.

Satu unit percobaan terdiri dari pot berdiameter 50 cm dengan ditanami 3 bibit tebu berumur 2 bulan dan jarak antar pot adalah 1 m.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Inokulum *Xylaria* sp.

Inokulum *Xylaria* sp. diperoleh dari PT Gunung Madu Plantation. Inokulum *Xylaria* sp. dibuat dengan mencacah tunggul tebu yang bergejala LAPB. Cacahan tunggul tersebut kemudian diaduk secara merata agar jamur *Xylaria* sp. menyebar ke seluruh cacahan. Dalam satu unit percobaan dosis inokulum *Xylaria* sp. sebesar 300 g.

3.4.2 Penyiapan Isolat *Trichoderma* sp.

Jamur antagonis *Trichoderma* sp. diperoleh dari koleksi Laboratorium PT Gunung Madu Plantation. Biakan *Trichoderma* sp. diremajakan dalam media PDA baru. Selanjutnya diperbanyak dalam media cair (larutan rebusan kentang dan gula) dan dishaker selama 7 hari. *Trichoderma* sp. yang sudah tumbuh di media cair diformulasikan dengan bahan pembawa yaitu kompos. Dalam 1000 g kompos diinokulasikan sebanyak 15 ml biakan *Trichoderma* sp. cair (Guna dkk., 2017). Kompos yang sudah diinokulasi *Trichoderma* sp. kemudian diinkubasi selama 14 hari. Formulasi kompos dan *Trichoderma* sp. hasil inkubasi ini digunakan dalam penelitian.

3.4.3 Penyiapan Media Tanam dan Penanaman

Penyiapan media dilakukan dengan mencampur tanah top soil, pasir, dan kompos yang digunakan dengan perbandingan 5:3:2. Setelah melakukan pencampuran media diayak terlebih dahulu menggunakan saringan. Media campuran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam pot. Penanaman dilakukan di rumah kaca PT Gunung Madu Plantation. Setiap pot ditanami tiga bibit tebu dari lapangan yang sudah berumur 2 bulan.

3.4.4 Penyiapan Bibit Tebu

Bibit tebu diperoleh dari lahan percobaan PT Gunung Madu Plantation. Bibit yang sudah berumur 2 bulan dicabut beserta akarnya dengan cara mendongkel menggunakan linggis.

3.4.5 Inokulasi *Trichoderma* sp. dan *Xylaria* sp.

Masing-masing pot diisi dengan media tanam yang sudah disiapkan sebanyak 40 kg. Inokulasi *Trichoderma* sp. dan *Xylaria* sp. dilakukan bersamaan dengan penanaman bibit tebu. Inokulum *Xylaria* sp. diletakkan di dekat akar bibit tanaman percobaan dengan dosis 300 g/pot. Kompos yang sudah diberi *Trichoderma* sp. diaplikasikan di lubang tanam kemudian ditimbun bersamaan dengan bibit tebu yang sudah berumur dua bulan.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Keterjadian Penyakit

Keterjadian penyakit dihitung dengan rumus:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

- KP = Keterjadian penyakit (%)
- n = Jumlah tanaman yang terserang
- N = Jumlah tanaman yang diamati.

Pengamatan keterjadian penyakit dilakukan sampai 12 minggu setelah inokulasi *Xylaria* sp. Pengamatan dilakukan dengan melihat gejala yaitu daun menguning dan mengering. Jika sampai umur 12 minggu setelah inokulasi tidak ada gejala daun menguning yang terlihat, maka tanaman dibongkar untuk diamati perkembangan penyakit pada akar dan pangkal batang.

3.5.2 Keparahan Penyakit

Keparahan penyakit dihitung menggunakan rumus Townsend dan Heuberger sebagai berikut (Nildayanti, 2011).

$$KpP = \frac{\sum(n \cdot x \cdot v)}{\sum x \cdot N} \times 100\%$$

Keterangan:

- KpP = Keparahan penyakit
- n = Jumlah tanaman dalam skor yang sama
- v = Nilai skor penyakit
- Z = Nilai skor tertinggi yang digunakan
- N = Jumlah tanaman yang diamati.

Keparahan penyakit dilakukan dengan mengamati akar dan pangkal tebu dan dilakukan pada 12 minggu setelah inokulasi. Akar dan pangkal dibersihkan dari tanah kemudian dibelah. Keparahan diukur berdasarkan nekrotik yang terjadi pada akar dan pangkal batang tebu menggunakan skor 0-4 yang dimodifikasi (Tabel 1) (Nildayanti, 2011).

Tabel 1. Skoring bercak nekrotik akar berdasarkan presentase kerusakan lapuk akar dan pangkal batang tebu

Nilai Skor	Nekrotik Akar (%)	Keterangan	Kriteria Serangan
0	0	Tidak ada nekrotik karena infeksi <i>Xylaria</i> sp.	Sehat
1	$0 < x < 20$	Nekrotik yang hanya meluas pada akar hingga 20%	Ringan
2	$20 \leq x < 40$	Nekrotik hanya meluas pada akar hingga 40%	Sedang
3	$40 \leq x < 60$	Nekrotik meluas pada akar hingga 60%	Berat
4	$60 \leq x \leq 100$	Nekrotik meluas pada akar hingga 100% dan meluas pada pangkal batang tebu	Sangat Parah

3.5.4 Reisolasi

Reisolasi dilakukan untuk membuktikan bahwa nekrotik yang muncul benar disebabkan oleh *Xylaria* sp. Akar atau pangkal batang dicuci bersih setelah itu di sterilkan dengan direndam pada larutan larutan Natrium Hipoklorit 5,25% sebesar 0,1% selama 5 menit. Akar atau pangkal batang dibilas menggunakan aquades sebanyak 3 kali kemudian ditiriskan diatas tisu dan dimasukkan kedalam media PDA untuk diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang. Jamur yang tumbuh pada media diamati.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh berupa keterjadian penyakit dan keparahan penyakit dianalisis sidik ragam, perbedaan nilai tengah antar perlakuan diuji menggunakan uji BNT dengan α 0,05.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Jamur *Trichoderma* sp. dapat mengendalikan *Xylaria* sp. penyebab penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu secara *in vivo*.
2. Pemberian dosis *Trichoderma* sp. 1080 g/pot (setara dengan 55 ton/ha) dan 1180 g/pot (setara dengan 60 ton/ha) lebih baik dalam menekan perkembangan jamur *Xylaria* sp. pada 12 minggu setelah inokulasi dengan penurunan keterjadian penyakit sebesar 75% dan keparahan penyakit sebesar 51,84%.

5.2 Saran

Perlu uji dengan waktu pengamatan yang lebih lama untuk mengetahui pengaruh serangan *Xylaria* sp. terhadap komponen hasil tanaman tebu (rendemen, dan bobot batang).

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. Academic Press. New York.
- Antara, I. M. S., Rosmini, dan Johanis, P. 2015. Pengaruh berbagai dosis cendawan antagonis *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium oxysporum* pada tanaman tomat. *Journal Agrotekbis*. 3(5): 622-629.
- Aristya, G. A., Cindy, G. P., Christy, A., Bening, L., Rina, S. K., Heri, P., Arni, M., and Muhammad F. A. 2019. Evaluation of pest control based on morphological character variation on 20 varieties and genetic variation based on rapd of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Indonesia. *Earth and Enviromental Science*. 347: 1-7.
- Baker, K. F. and Cook, R. J. 1982. *Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathology Society. Minnessota Fravel.
- Benitez, T., Rincon, M. A., Limon, M. C., and Codon, C. A. 2004. 'Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains'. *International microbiology* 7. pp. 249-60. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15666245/#:~:text=Trichoderma%20strains%20exert%20biocontrol%20against,by%20mechanisms%20such%20as%20Omycoparasitism>. Diakses 29 Juni 2022 15.00.
- Berlian, I., Setyawan, B., dan Hadi, H. 2013. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaretan*. 32(2): 74-82.
- Bhat, K. A. 2017. A new agar plate assisted slide culture technique to study mycoparasitism of *Trichoderma* sp. on *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum*. *International Journal Current Microbiology Applied Sciences*. 6: 3176–3180.
- BPS. 2021. *Statistik Tebu Indonesia 2021*. <https://www.bps.go.id/publication/2021/11/30/e68b9816fa1b9b3447e4868d/statistik-tebu-indonesia-2020.html> Diakses 24 Mei 2022 16.19.
- BPS. 2023. *Impor Gula Menurut Negara Asal Utama 2017-2022*. <https://www.bps.go.id/staticable/2019/02/14/2014/impor-gula-menurut-negara-asal-utama-2017-2021.html> Diakses 5 Agustus 2023 17.56.

- Delis, A. dan Nurhayani. 2020. Kajian prospek penanaman komoditas tebu rakyat di Kabupaten Kerinci. *Jurnal Sains Sosio Huaniora*. 4(1): 152-161.
- Dirmawati, S. R., Efri, Ginting, C., dan Rachmawati, A. 2018. Skrining jamur antagonis terhadap jamur *Xylaria* sp. penyebab penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Edwards, R. L., Nurchart, J., Anandini, K., Derek, J. M., Sureewan, M., Lianner, K. N., Cherdchai, H., George, P. S., Prakitsin, S., Nuttika, S., Surang, T., Anthony, J.S. W., and Margaret, A. W. 2003. The Xylariaceae as Phytopathogens. *Recent Plant Biomolekuler Siences*. 1: 1-19.
- Ekselikpeze, O. S., Agre, P., Donssou-A. I., and Adjatin A. 2016. Characterization of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivar of Republic Benin. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biologi*. 3(5): 147-156.
- Fang, J. G. and Lee, C. S. 1960. *Root And Basal Stem Rot*. Geographical distribution. Taiwan.
- Fang, J. G., Hsieh, W. H., Hu, C. H., and Lee, C. S. 1986. Survival of *Xylaria* sp. in the soil and effect of green manure application on disease incidence. *Report of The Taiwan Sugar Research Institute*. 112: 21-26.
- Fang, J. G. and Lee, C. S. 1999. Penetration and Infection of Sugarcane by *Xylaria* cp *warbugii*. Report of the Taiwan Sugar Research Institute. 59-66 pp.
- Ginting, C., Prasetyo, J., Nurhidayat, A., dan Maryono, T. 2017. Efikasi isolat *Trichoderma* terpilih dengan bahan organik untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal pada lada di lapangan. *Jurnal HPT Tropika*. 17(1): 77-83.
- Guna, M. S., Sarjiyah, dan Astuti, A. 2017. Kajian Pengembangan *Trichoderma* sp. di Berbagai Kompos sebagai Inokulum Pengendali Layu *Fusarium* sp. pada Pertumbuhan Cabai Besar Hibrida. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Gusnawaty, H. S., Muhammad, T., Leni, T., dan Asniah. 2014. Karakterisasi morfologis *Trichoderma* spp. indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*. 4(2): 88-94.
- Heidari, F. and Olia, M., 2016. Biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, using vermicompost and fungus *Trichoderma harzianum* on tomato. *Iranian Journal Plant Pathology*. 52: 109-124.

- Hersanti dan Sitepu. 2005. Identifikasi penyebab penyakit lapuk akar dan pangkal batang (LAPB) di PT Gunung Madu Plantations Lampung Tengah. *Jurnal Biotika*. 4(1): 24-27.
- Isnaini, M., Rohyadi, A., Muthahanas, I., and Astiko, W. 2021. Kemampuan *Trichoderma* sp. untuk menekan penyakit secara alami pada tanaman paprika di dataran medium. *Prosiding SAINTEK*. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram. 3: 1-8.
- Lahay, R. R. 2009. *Pemuliaan Tanaman Tebu*. Departemen Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Maryono, T., Widiastuti, A., Murti, R. H., dan Priyatmojo, A. 2020. Komponen epidemi penyakit busuk akar dan pangkal batang tebu di Sumatera Selatan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 16(2): 49-60.
- Maryono, T. 2017. Kajian penyakit busuk akar dan pangkal batang tebu di Sumatera Selatan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(2): 67-71.
- Maryono, T. 2019. Karakterisasi Penyakit Pada Tanaman Tebu. *Prosiding Seminar Nasional Sains Matematika Informatika dan Aplikasinya*. Fakultas MIPA Universitas Lampung. 4(2): 92-98.
- Muliani, S., Sukmawi., dan Nildayanti. 2019. Efektifitas cendawan endofit dan *Trichoderma* spp. terhadap penyakit busuk pangkal batang lada (*Phytophthora capsici*) di pembibitan. *Journal Agroplantae*. 8(12): 27-31.
- Naruputro, A. 2010. Pengelolaan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan aspek khusus mempelajari produktivitas tiap kategori tanaman di pabrik gula krebet baru PT. PG. Rajawali I. Malang. Jawa Timur. *Makalah Seminar*. Departemen Agronomi dan Holtikultura. Institut Pertanian Bogor.
- Nildayanti. 2011. Peran Bakteri Kitinolitik Dan Fungi Mikoriza Arbuskular dalam Pengendalian Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Oszust, K., Justyna C., and Macdalena F. 2020. How do *Trichoderma* genus fungi win a nutritional competition battle against soft fruit pathogens? a report on niche overlap nutritional potentiates. *International Journal of Molecular Sciences*. 21: 1-19.
- Pakpahan, F. P. dan Purwono. 2018. Pengelolaan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) di wilayah PG Maduksimo dengan aspek korelasi pemupukan terhadap produktivitas. *Buletin Agrohorti*. 6(3): 336-343.
- Pandawani, N. P., Widnyana, I. K., dan Sumantra, I. K. 2020. Efektivitas isolat *Trichoderma* sp. dalam pengendalian penyakit akar gada (*Plasmodiaphora*

brassicaceae Wor.) pada sawi hijau (*Brassica rapa*). *Agro Bali : Agricultura Jurnal*. 3(1): 38-51.

Produksi Tebu Menurut Provinsi di Indonesia, 2018-2022

<https://www.pertanian.go.id/home/index.php?show=repo&fileNum=208>

Diakses 25 Mei 2022 23.44.

Rachmawati, A. 2017. Skrining Jamur Antagonis terhadap Jamur *Xylaria* sp. Penyebab Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Sa'adah, A. M. 2018. Efektivitas Aplikasi Fungisida dan Agens Hayati terhadap Kejadian Penyakit pada Luka Bekas Pengambilan Mata Tunas Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.

Siemering, G., Ruark, M., and Geven, A., 2016. *The Value of Trichoderma for Crop Production*. University of Wisconsin–Extension. Cooperative Extension. United States.

Siddaiah, C. N., Satyanarayana, N. R., Mudili, V., Gupta, V.K., Gurunathan, S., Rangappa, S., Huntrike, S. S., and Srivastava, R. K., 2017. Elicitation of resistance and associated defense responses in *Trichoderma hamatum* induced protection against pearl millet downy mildew pathogen. *Sci. Rep.* 7: 43991.

Singkoh, M. F. O. dan Deidy, Y. K. 2019. Bahaya pestisida sintetik (sosialisasi dan pelatihan bagi wanita kaum ibu desa koka Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa). *Jurnal Perempuan dan Anak Indonesia*. 1(1): 5-12.

Sitepu, R., Sunaryo, Widyatmoko, K. and Purwoko, H. 2010. Root and basal stem rot disease of sugarcane In Lampung, Indonesia. *International Society of Sugarcane Technology* 1994.

Soraya, B., Sri, H., Hermanti, S., dan Harianto. 2022. Proteksi, ekspansi, dan subsidi: upaya Indonesia menghadapi tekanan pasar gula dunia. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*. 6(2): 681-702.

Suanda, I. W. 2019. Karakterisasi morfologis *Trichoderma* sp. isolat Jb dan daya hambatnya terhadap jamur *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu dan jamur akar putih pada beberapa tanaman. *Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali*. 10(2): 99-112.

Sugiyanto, C. 2007. Permintaan Gula di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*. 8(2): 113-127.

Suniti, N. W. 2016. *Epidemiologi Penyakit Tumbuhan*. Universitas Udayana. Denpasar.

- Syahputra, M. H., Azwir, A., dan Irdawati. 2017. Isolasi *Trichoderma* spp. dari beberapa rizosfer tanaman padi asal Solok (Isolation *Trichoderma* spp. from some rizosphere rice plants Solok). *Journal Biosains*. 1(2): 97-105.
- Ubaidillah. 2018. Variasi Fenetik Akses Tebu Hybrid (*Saccharum officinarum* L.) di beberapa Wilayah Indonesia Berdasarkan Karakter Morfologi Batang dan Daun. *Skripsi*. Univeristas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Waghunde, R. R., Shelake, R. M., and Sabalpara A. N. 2016. . *Trichoderma*: a significant fungus for agriculture and environment. *African Journal of Agricultural Research*. 11: 1952-1965.
- Wahyuni, M. dan Yosephine, I. O. 2020. Resistensi bibit kelapa sawit dengan perlakuan *Trichoderma* sp., mikoriza dan pupuk KCL terhadap infeksi inokulum Ganoderma. *Agrotekma*. 5(1): 55-63.
- Widowati, R., Winarno, Candra, S., dan Nova, D. G. 2022. Sebaran serangan penyakit busuk akar dan pangkal batang di wilayah PG Cintamanis. *Indonesian Sugar Research Journal*. 2(1): 1-11.
- Woo, S.L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., and Lorito, M. 2014. *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal*. 8: 71-126.
- Yanti, Y., Nurbailis, Hasmiandy, Hamid, Trizelia, Haliatur, R., Syahrawati, dan Hermeria, N. 2021. Penggunaa *Trichoderma* spp. untuk peningkatan pertumbuhan tanaman cabai dan pengendalian penyakit di Nagari Taeh baruah kecamatan peyakumbuh Kabupaten Limapuluh Kota. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*. 4(1): 8-15.
- Yasintasari, A., Pramono, H., dan Shalahudin, M. P. 2021. Pengaruh dosis dan waktu pemberian *Fusarium oxysporum* pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Viabel Pertanian*. 15(2): 115-122.
- Yudha, M. K., Soesanto, L., dan Mugiastuti, E. 2016. Pemanfaatan empat isolat *Trichoderma* sp. untuk mengendalikan penyakit akar gada pada tanaman zincaisin. *Jurnal Kultivasi*. 15(3): 143-149.
- Zin, N. A. and Badaluddin, N. A. 2020. Biological functions of *Trichoderma* sp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*. (65): 168-178.