

**ANALISIS KERAGAMAN, SENSITIVITAS, DAN KECEPATAN
RESISTENSI *Xylaria* sp. TERHADAP FUNGISIDA
DI PT GUNUNG MADU PLANTATIONS
(PT GMP)**

(Skripsi)

Oleh

Rosa Indriani



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

ANALISIS KERAGAMAN, SENSITIVITAS, DAN KECEPATAN RESISTENSI *Xylaria* sp. TERHADAP FUNGISIDA DI PT GUNUNG MADU PLANTATIONS (PT GMP)

Oleh

ROSA INDRIANI

Penyakit lapuk akar dan pangkal batang (LAPB) merupakan salah satu penyakit utama pada perkebunan tebu di Sumatera Selatan dan Lampung. Penyakit LAPB disebabkan oleh *Xylaria* sp. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman populasi, sensitivitas, dan kecepatan resistensi *Xylaria* sp. terhadap fungisida. Isolat *Xylaria* sp. diperoleh dari tujuh divisi di PT Gunung Madu Plantations (PT GMP). Setelah diisolasi didapatkan empat kelompok yang berasal dari tanaman bergejala, dan empat kelompok yang berasal dari stroma. Hasil pengelompokan tersebut kemudian digunakan untuk uji VCG. Setiap perwakilan dari masing-masing kelompok VCG digunakan pada pengujian sensitivitas dan kecepatan resistensi terhadap fungisida. Analisis keragaman *Xylaria* sp. dilakukan menggunakan uji *Vegetative Compatibility Group* (VCG), dimana setiap isolat dipasangkan dengan dirinya sendiri dan isolat lain, sedangkan uji sensitivitas dan kecepatan resistensi *Xylaria* sp. dilakukan dengan metode makanan beracun yaitu dengan mencampurkan fungisida (puyangan, jamuan, karbendazim, mankozeb, dan klorotalonil) ke dalam media PSA. Hasil uji VCG didapatkan tiga kelompok yaitu kelompok isolat yang banyak kompatibel dengan isolat lain (kelompok A), kelompok isolat antara kompatibel dan inkompatibel (kelompok B), dan kelompok isolat yang banyak tidak kompatibel dengan isolat lain (kelompok C). Hasil uji sensitivitas menunjukkan bahwa *Xylaria* sp. masih sangat sensitif terhadap fungisida puyangan, jamuan, karbendazim, dan mankozeb pada dosis anjuran, namun sudah sangat resisten terhadap fungisida klorotalonil meskipun dosisnya dinaikkan menjadi 2x dosis anjuran. Hasil uji kecepatan resistensi *Xylaria* sp. terhadap fungisida menunjukkan reaksi yang berbeda-beda pada ketiga isolat, namun kecepatan resistensi isolat A cenderung lebih cepat jika dibandingkan dengan isolat kelompok B maupun isolat C.

Kata kunci: Lapuk akar dan pangkal batang, nabati, sintetik, tebu, VCG.

**ANALISIS KERAGAMAN, SENSITIVITAS, DAN KECEPATAN
RESISTENSI *Xylaria* sp. TERHADAP FUNGISIDA
DI PT GUNUNG MADU PLANTATIONS
(PT GMP)**

Oleh

Rosa Indriani

Skripsi

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

pada

**Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **ANALISIS KERAGAMAN, SENSITIVITAS,
DAN KECEPATAN RESISTENSI *Xylaria* sp.
TERHADAP FUNGISIDA DI PT GUNUNG
MADU PLANTATIONS (PT GMP)**

Nama Mahasiswa : **Rosa Indriani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1814121016**


Jurusan : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**




MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.
NIP. 198002082006011002


Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
NIP. 196108261986031001


2. **Ketua Jurusan Agroteknologi**


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

.....


Sekretaris : Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.

.....


.....


Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.S.

.....

2. Dekan Fakultas Pertanian




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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Oktober 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Analisis Keragaman, Sensitivitas, dan Kecepatan Resistensi *Xylaria* sp. terhadap Fungisida di PT Gunung Madu Plantations (PT GMP)**" 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,

2022

Penulis



Rosa Indriani

NPM.1814121016

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Banjar Negeri, Kecamatan Belalau, Kabupaten Lampung Barat pada tanggal 21 Juli 2000. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Zaidan dan Ibu Hanafiah. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Kejadian pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Belalau pada tahun 2015, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Belalau pada tahun 2018, dan pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung dengan Program studi Agroteknologi melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Serungkuk Kecamatan Belalau, Kabupaten Lampung Barat pada periode I tahun 2021 dan Praktik Umum (PU) di Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Sayuran Sekincau, Lampung Barat pada tahun 2021. Selama menempuh pendidikan, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Patogen Tanaman. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) sebagai anggota bidang Pengabdian kepada Masyarakat periode 2019/2020. Selain itu, penulis pernah magang di Laboratorium Kultur Jaringan Universitas Lampung pada tahun 2021.

*Dengan penuh rasa syukur dan segala kerendahan hati kupersembahkan
karyaku ini kepada*

*Kedua orang tuaku tercinta Bapak Zaidan dan Ibu Hanafiah
Kakak-kakakku tersayang Merta Handoko, Erik Aprizal, Mega Ria Susanti
Serta seluruh keluarga*

*Terimakasih atas semua doa, perhatian, semangat, dukungan serta kasih sayang
yang telah diberikan kepadaku selama ini*

Serta

Almamater Tercinta

Agroteknologi

Fakultas Pertanian

Universitas Lampung

“Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan muatan yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkannya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang-orang yang mengerti” (QS. Al-Baqarah: 164)

*“Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya sendiri menemukanmu”
(Ali bin Abi Thalib)*

*“Satu-satunya hal yang membuat kita kuat dan teguh setiap kali kita hancur dan terjatuh adalah keyakinan yang sempurna, bahwa semua hal yang ada di tangan kuasa Allah dan kehidupan akan berlalu apapun yang terjadi”
(Petuah Salaf)*

*“Jalani hidup dengan penuh rasa syukur, sebab tak ada kebahagiaan tanpa syukur mengahului”
(Rosa)*

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Analisis Keragaman, Sensitivitas, dan Kecepatan Resistensi *Xylaria* sp. terhadap Fungisida di PT Gunung Madu Plantations (PT GMP)”**. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang terlibat baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penulisan skripsi, khususnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung,
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung,
3. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, arahan, semangat, serta masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi,
4. Bapak Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, serta arahan, selama penelitian dan penyusunan skripsi,
5. Bapak Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.S., selaku dosen pembahas yang telah memberikan kritik dan saran selama penelitian dan penyusunan skripsi,
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan semangat selama perkuliahan sampai dengan penulis menyelesaikan studi di Universitas Lampung,

7. Kedua orang tua yang kusayangi, yang telah memberikan kasih sayang, dukungan secara moril maupun materil, nasehat, serta do'a sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan dan menulis skripsi dengan baik,
8. Kakak-kakakku, Moko, Alik, dan Ema Wati Nasional, yang selalu memberikan uang jajan ketika kuliah, siap mengantar dan menjemput, dan yang selalu bersedia disusahkan walaupun sambil ngomel-ngomel,
9. Management PT Gunung Madu Plantation Lampung, yang telah memberikan tempat, dan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan penelitian,
10. Bapak Heru Pranata, S.P., selaku officer yang banyak membantu dalam penyusunan penelitian, memberikan arahan dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik,
11. *All Crew Lab Disease* dan Tenaga Kerja Lapang, Bu Wanti, Mba Sayu, Mas Iwan, Mba Vani, Pak Wandu, Pak Toni, Mas Firman, Mas Ilyas dan semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu,
12. Tim penelitian, Neng Dwi Endarwati, dan Adi Damar S. yang telah banyak membantu selama penelitian sampai penelitian berakhir,
13. Keluarga LSTC, Aryan, David, Bang Imroni, Mba Fera, dan Mba Tyas yang saling membantu, memberikan semangat, serta kebersamaan dan canda tawa yang selalu menghibur setiap hari, dan
14. Keluarga besar Agroteknologi 2018, yang saling mensupport dan saling mendoakan. Terkhusus untuk cucuku tercinta Ajeng Winda Astuti, yang telah kebersamai selama perkuliahan dengan cerita cerita random yang akan selalu terkenang.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Bandar Lampung,

2022

Penulis

Rosa Indriani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
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 Taksonomi dan Morfologi Tebu (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	6
2.2 Taksonomi dan Morfologi <i>Xylaria</i> sp.	9
2.3 Gejala Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu	10
2.4 <i>Vegetative Compatibility Group</i> (VCG).....	11
2.5 Resistensi Patogen terhadap Fungisida	12
III. BAHAN DAN METODE	14
3.1 Tempat dan Waktu	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Pelaksanaan Penelitian	14
3.3.1 Pengambilan Sampel <i>Xylaria</i> sp.	14
3.3.2 <i>Handling</i> Sampel Tanaman Bergejala LAPB dan Stroma	15
3.3.3 Pembuatan Media <i>Potato Sucrose Agar</i> (PSA) dan <i>Oatmeal Agar</i> (OA)	15
3.3.4 Isolasi Jamur <i>Xylaria</i> sp.	16
3.3.5 Sampel <i>Xylaria</i> sp.	16
3.3.6 Isolat <i>Xylaria</i> sp.	17
3.3.7 Uji <i>Vegetative Compatibility Group</i> (VCG)	20
3.3.8 Uji Sensitivitas <i>Xylaria</i> sp. terhadap Fungisida	21
3.3.9 Uji Kecepatan Resistensi <i>Xylaria</i> sp. terhadap Fungisida.....	23
3.3.10 Analisis Data	23

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil.....	24
4.1.1 Hasil Uji <i>Vegetative Compatibility Group</i> (VCG).....	24
4.1.2 Hasil Uji Sensitivitas <i>Xylaria</i> sp. terhadap Fungisida.....	25
4.1.3 Hasil Uji Kecepatan Resistensi <i>Xylaria</i> sp. terhadap Fungisida	27
4.2 Pembahasan	31
V. SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah sampel <i>Xylaria</i> sp.	17
2. Kelompok isolat <i>Xylaria</i> sp. yang berasal dari tanaman bergejala	18
3. Kelompok isolat <i>Xylaria</i> sp. yang berasal dari stroma	19
4. Skoring uji VCG	25
5. Tingkat sensitivitas <i>Xylaria</i> sp. terhadap bahan aktif fungisida	26
6. Perubahan sensitivitas <i>Xylaria</i> sp. isolat A terhadap fungisida	28
7. Perubahan sensitivitas <i>Xylaria</i> sp. isolat B terhadap fungisida	29
8. Perubahan sensitivitas <i>Xylaria</i> sp. isolat C terhadap fungisida	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Potongan batang tebu yang menunjukkan nodus dan internodus	7
2. Struktur daun dan pelepah daun.....	8
3. Bunga tebu	8
4. Stroma di lapang	9
5. Stroma pada media PDA.....	10
6. Sampel <i>Xylaria</i> sp. (Stroma aseksual, seksual, tanaman bergejala)	17
7. Skematik peletakan isolat jamur <i>Xylaria</i> sp. uji	20
8. Pengukuran rata-rata diameter koloni jamur.....	23
9. Reaksi inkompatibilitas <i>Xylaria</i> sp. kelompok A, B, dan C	25
10. Pertumbuhan koloni <i>Xylaria</i> sp. kelompok isolat A, B, dan C pada berbagai fungisida	26
11. Pertumbuhan koloni <i>Xylaria</i> sp. isolat A pada berbagai fungisida.....	27
12. Pertumbuhan koloni <i>Xylaria</i> sp. isolat B pada berbagai fungisida	29
13. Pertumbuhan koloni <i>Xylaria</i> sp. isolat C pada berbagai fungisida	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman perkebunan yang digunakan sebagai bahan baku utama gula pasir. Batang tebu mengandung sukrosa berkisar 8-16%, fiber serat berkisar 11-16%, air 69-76%, dan padatan lainnya (Ernasari, 2018). Tebu menyumbang hampir 70% sumber bahan pemanis sedangkan sisanya berasal dari bit gula. Selain itu, gula merupakan salah satu kebutuhan pokok dan merupakan sumber kalori yang relatif murah (Isnaini, 2014). Selain digunakan dalam bentuk berupa gula kristal putih, gula juga banyak digunakan sebagai campuran bahan makanan maupun minuman (Lubis, 2015).

Di Indonesia perkebunan tebu tersebar di sepuluh provinsi, dengan sentra produksi utama Jawa Timur dan Lampung. Provinsi Jawa Timur berkontribusi sebesar 1,09 juta ton atau 48,22% terhadap produksi gula nasional, sedangkan Provinsi Lampung, menyumbang produksi gula sebesar 771,38 ribu ton atau 34,37%. Di Lampung, daerah penghasil tebu adalah Kabupaten Lampung Tengah, Tulang Bawang, dan Way Kanan, berturut-turut mencapai 281,23, 159,35, dan 147,69 ton gula putih pada tahun 2018 (Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2020).

Produksi gula nasional pada tahun 2020 mencapai 2,12 juta ton, lebih rendah dari produksi tahun 2019 yang mencapai 2,23 juta ton. Saat ini kebutuhan gula nasional mencapai 5,7 juta ton dengan rincian 2,8 juta ton gula untuk konsumsi masyarakat dan 2,9 juta ton gula untuk kebutuhan industri makanan dan minuman. Artinya produksi gula nasional masih belum mampu memenuhi kebutuhan nasional. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pemerintah melakukan

impor yang mencapai 5,54 juta ton atau setara dengan US\$ 1,94 miliar pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2020).

Rendahnya produksi tebu nasional disebabkan salah satunya karena produktivitas lahan yang rendah. Produktivitas tebu Indonesia hanya berkisar 53,45 ton/ha, jauh dibanding Brasil yang mencapai 73,77 ton/ha (Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2020). Rendahnya produktivitas tebu di Indonesia disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah gangguan penyakit. Penyakit lapuk akar dan pangkal batang adalah salah satunya (Yulianti, 2017).

Penyakit lapuk akar dan pangkal batang (LAPB) pertama ditemukan pada tahun 1993 di perkebunan tebu PT Gunung Madu Plantations, Provinsi Lampung (Hersanti dan Sitepu, 2005; Sitepu *et al.*, 2010). Saat ini, penyakit ini juga ditemukan di Sumatera Selatan (Maryono *et al.*, 2019). Pada kedua daerah tersebut, penyakit LAPB sudah menjadi permasalahan serius. Sitepu *et al.* (2010) melaporkan tingkat keparahan infeksi 25-26% berpotensi menurunkan hasil tebu dan gula masing-masing sebesar 12,3% dan 15,4%. Di Taiwan penyakit LAPB menyebabkan kehilangan hasil 5% pada tanaman dari bibit (*plant cane*), dan pada tanaman keprasan (*ratoon*) lebih tinggi yaitu sebesar 30% (Fang *et al.*, 1994). *Xylaria* sp. yang menyerang tanaman *ratoon* menyebabkan kerugian yang lebih tinggi karena tanaman *ratoon* tidak tumbuh akibat induknya mati (Maryono *et al.*, 2017).

Sampai saat ini, belum ada varietas tebu yang tahan terhadap penyebab penyakit LAPB sehingga pengendalian penyakit ini menjadi lebih sulit dilakukan (Yulianti, 2017). Pengembangan strategi pengendalian suatu penyakit dapat didasarkan pada konsep segitiga penyakit. Pada konsep segitiga penyakit, penyakit dapat terjadi apabila ketiga faktor penyusun segitiga penyakit saling mendukung, yaitu tanaman inang yang rentan, patogen yang infeksiif, dan lingkungan yang mendukung (Abadi, 2003). Faktor patogen yang perlu dipahami dalam merumuskan strategi pengendalian salah satunya adalah keragaman populasinya. Untuk mengetahui keragaman populasi, maka dapat dilakukan dengan uji *Vegetative Compatibility Group* (VCG).

Keragaman genetik suatu populasi diduga juga memengaruhi respons sensitivitasnya terhadap bahan aktif fungisida. Resistensi cenderung terjadi pada patogen yang mempunyai tingkat keragaman genetik dan adaptasi yang tinggi (Kumar and Rani, 2013). Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis keragaman populasi jamur *Xylaria* sp. penyebab penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu, dan mengetahui sensitivitas serta kecepatan resistensi *Xylaria* sp. terhadap aplikasi beberapa bahan aktif fungisida.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis keragaman populasi *Xylaria* sp. pada perkebunan tebu di PT Gunung Madu Plantations (PT GMP),
2. Mengetahui sensitivitas *Xylaria* sp. terhadap fungisida, dan
3. Mengetahui kecepatan resistensi *Xylaria* sp. terhadap fungisida.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penyakit tanaman dapat terjadi apabila ada interaksi antara inang rentan dengan patogen virulen pada lingkungan yang mendukung pertumbuhan patogen. Ketiga komponen tersebut dikenal sebagai konsep segitiga penyakit (Agrios, 2005). Keragaman populasi patogen merupakan salah satu faktor patogen yang penting untuk diketahui. Keragaman populasi patogen dapat dianalisis dengan uji *Vegetative Compatibility Group* (VCG) (Fries, 1987).

Analisis keragaman populasi jamur dengan metode VCG sudah dilaporkan oleh Fang and Lee (1996) pada jamur *Xylaria cf warburgii* penyebab penyakit LAPB di Taiwan. Pada penelitian tersebut dari enam lokasi perkebunan tebu (Yu Ching, Tapumei, Mayuan, Chishan, Hualian dan Taitung) dengan masing-masing 60, 61, 11, 17, 16 dan 33 isolat, terdapat 8, 11, 4, 2, 1 dan 1 VCG. Analisis VCG pada jamur *X.cf warbugi* penyebab penyakit LAPB tebu di Taiwan tersebut menunjukkan adanya keragaman yang tinggi terhadap populasi *X.cf warbugi*. Hal

tersebut menunjukkan bahwa kemungkinan besar jamur bersifat heterotalik (Fang and Lee, 1996). Keragaman yang tinggi juga dilaporkan pada populasi *Xylaria celebensis* pada tanaman palem hutan di Brasil. Keragaman genetik tersebut diduga merupakan hasil reproduksi seksual dan akibat perkembangan genotip baru di hutan tersebut (Rodrigues, 1995).

Keragaman genetik dipengaruhi oleh faktor biotik maupun abiotik. Faktor abiotik seperti lingkungan yang beragam mampu mendukung jumlah spesies yang lebih banyak untuk beradaptasi dibandingkan dengan lingkungan yang homogen (Anugrah dan Fitri, 2018). Salah satu faktor lingkungan yaitu aplikasi fungisida. Besarnya risiko timbulnya strain jamur tahan terhadap fungisida dipengaruhi oleh faktor genetis patogen, jenis fungisida, dan kekerapan serta lamanya aplikasi. Beberapa hasil penelitian laboratorium menunjukkan adanya adaptasi jamur *Sclerotium rolfsii* terhadap mankozeb dan fentin asetat (Anilkumar, 1976).

Penelitian di rumah kaca di Colorado menunjukkan adanya strain *Botrytis* yang toleran terhadap mankozeb (Gilman and James, 1980). Penggunaan iprodion dan karbendazim secara tunggal juga dilaporkan tidak mampu mengendalikan penyakit blas pada padi. Kemungkinan hal ini terjadi karena telah terdapat strain jamur tahan terhadap karbendazim maupun iprodion (Prihatiningsih dan Djatmiko, 2001). Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa semua isolat *Colletotrichum* sudah sangat resisten terhadap bahan aktif klorotalonil bahkan pada 10 kali konsentrasi anjuran. Beberapa isolat *Colletotrichum* memberikan respons resisten sampai sangat resisten terhadap bahan aktif mankozeb dan propineb pada konsentrasi anjuran. Hal yang serupa juga menunjukkan bahwa semua *Colletotrichum* yang diuji menunjukkan reaksi resistensi sampai sangat resisten terhadap bahan aktif klorotalonil (Andriani dkk., 2017).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Populasi jamur *Xylaria* sp. pada perkebunan tebu di PT GMP memiliki keragaman yang tinggi,
2. *Xylaria* sp. yang ada di PT GMP sensitif terhadap fungisida, dan
3. Kecepatan resistensi isolat *Xylaria* sp. berbeda-beda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

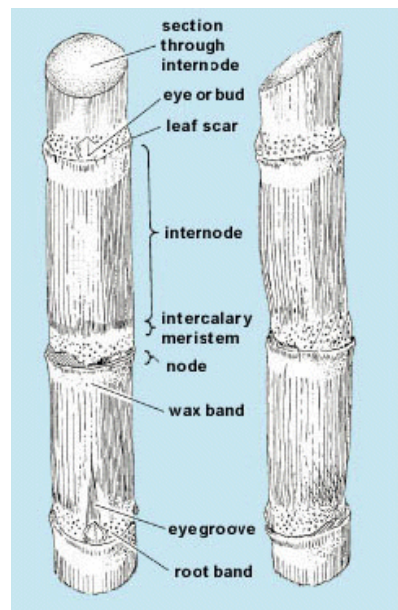
2.1 Taksonomi dan Morfologi Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tanaman tebu dalam dunia tumbuh-tumbuhan memiliki taksonomi sebagai berikut (Indrawanto dkk., 2010):

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Subclass	: Commelinidae
Order	: Poales
Family	: Poaceae
Genus	: <i>Saccharum</i>
Species	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

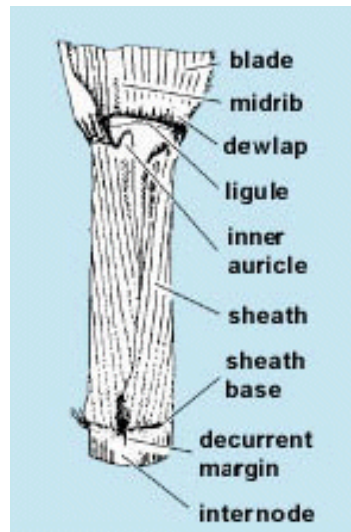
Tanaman tebu terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan buah (Naruputro, 2010). Tanaman tebu memiliki akar serabut yang tumbuh di bagian pangkal batang. Akar tebu dapat tumbuh menjalar hingga panjangnya dapat mencapai 0,5-1 meter pada tanah yang subur dan gembur. Akar tebu tidak tahan terhadap genangan air, bila terlalu lama tergenang maka akar akan membusuk sehingga tanaman layu dan mati (Yukamgo dan Yuwono, 2007).

Batang tebu merupakan bagian yang akan dipanen hasilnya, sehingga batang tebu merupakan bagian yang penting. Batang tebu banyak terdapat nira yang mengandung gula dengan kadar mencapai 20%. Gula yang berupa sukrosa akan mencapai kadar maksimum apabila sudah masak fisiologis atau berumur 12-14 bulan. Bagian internodus (ruas batang) dibatasi oleh node (buku) yang merupakan tempat duduk daun tebu (Gambar 1). Mata tunas dan daun berada pada ketiak daun dan terletak berseling (Naruputro, 2010).



Gambar 1. Potongan batang tebu yang menunjukkan nodus dan internodus (Naruputro, 2010).

Daun tanaman tebu merupakan daun tidak lengkap, karena tidak memiliki tangkai daun, hanya terdiri dari helai daun dan pelepah daun saja (Gambar 2). Pelepah daun berfungsi sebagai pembungkus ruas daun, batang muda yang masih lunak, dan mata tunas. Diantara pelepah daun dan helaian daun terdapat sendi segitiga yang membatasi antara pelepah daun dan helaian daun. Helai daun berbentuk pita tidak bertangkai dan memiliki pelepah seperti daun jagung muncul berselingan pada bagian kanan dan kiri dengan panjang 1-2 m dan lebarnya 2-7 cm sesuai dengan varietas masing-masing dan keadaan lingkungan (Naruputro, 2010). Tepi daun dan permukaan daun memiliki tekstur yang kasar. Daun-daun yang pertama keluar dari kuncup mempunyai helai yang kecil dengan pelepah yang membungkus batangnya sampai umur 5-6 bulan (Yukamgo dan Yuwono, 2007).



Gambar 2. Struktur daun dan pelepah daun (Naruputro, 2010).

Bunga pada tanaman tebu tersusun berupa malai berbentuk piramida, yang memiliki panjang antara 70-90 cm. Bunganya terdiri dari 3 helai daun tajuk (Gambar 3). Bunga akan terbentuk setelah tebu mencapai umur dewasa, yaitu antara 12-14 bulan (Naruputro, 2010). Bunga tebu biasanya muncul pada bulan April-Mei. Cabang bunga pada tahap pertama berupa karangan bunga dan pada tahap selanjutnya berupa tandan yang panjangnya antara 3-4 mm. Bunga tebu terdiri dari benang sari, dan putik dengan dua kepala putik dan bakal biji. Tipe penyerbukan pada tebu adalah penyerbukan silang yang secara alami dibantu oleh angin. Setelah terjadi penyerbukan, maka akan terbentuk bakal buah. Buah tebu seperti padi, memiliki satu biji dengan besar lembaga $\frac{1}{3}$ panjang biji (Indrawanto dkk., 2010).



Gambar 3. Bunga tebu.

2.2 Taksonomi dan Morfologi *Xylaria* sp.

Klasifikasi *Xylaria* sp. menurut Sunariyati dkk. (2016) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
 Division : Ascomycota
 Class : Sordariomycetes
 Order : Xylariales
 Family : Xylariaceae
 Genus : *Xylaria*
 Spesies : *Xylaria* sp. (Sunariyati dkk., 2016).

Jamur *Xylaria* sp. memiliki badan buah yang khas berupa stroma yang muncul pada permukaan akar atau batang tanaman yang terinfeksi. Stroma dapat terbentuk setelah diinkubasikan di bawah keteduhan selama 3-35 hari. Stroma muncul sebagai titik kecil berwarna putih pada saat awal pembentukannya. Satu atau dua hari kemudian terbentuk tangkai berwarna hitam atau hitam kecoklatan dengan ujung berwarna putih (Gambar 4). Stroma dewasa umumnya bercabang banyak sehingga terlihat seperti terumbu karang (Hersanti dan Sitepu, 2005).



Gambar 4. Stroma aseksual *Xylaria* sp. di lapang.

Pada media PDA, miselium awalnya berwarna putih bersekat, bercabang banyak, dan berdiameter sekitar 2,57 μm . Jika sudah tua, miselia memadat dan berubah warna kehitaman sampai hitam gelap ketika akan membentuk stroma (Gambar 5). Konidiofor terdapat pada ujung-ujung stroma. Konidia terdiri dari satu sel, transparan, dan berbentuk lonjong berukuran sekitar 5,0-13,0 x 2,5-8,0 μm . Di

dalam tanah, *Xylaria* sp. tumbuh memanjang paralel dengan akar, lalu membentuk bantalan infeksi sebelum melakukan penetrasi dan infeksi inter dan intra sel akar (Fang and Lee, 1999).



Gambar 5. Stroma aseksual *Xylaria* sp. pada media PDA.

2.3 Gejala Penyakit Lapuk Akar dan Pangkal Batang Tebu

Gejala pada tanaman tebu dari bibit (*plant cane*) sulit ditentukan dengan hanya melihat bagian tanaman yang terdapat di atas permukaan tanah, sehingga diperlukan pencabutan dan pembelahan pangkal batang tanaman. Bagian yang terinfeksi akan berwarna pucat kecoklatan, sementara jaringan lain di sekitarnya berwarna kemerahan. Gejala pada tanaman *plant cane* banyak ditemukan ketika sudah berusia lebih dari 9 bulan, Gejala pada tanaman keprasan (*ratoon cane*) umumnya lebih mudah diketahui. Hal ini dikarenakan pada petak pertanaman yang terserang akan terlihat tanaman tebu yang tumbuh jarang dan tampak merana. Selain itu, stroma akan muncul pada sisi sisi tunggul *ratoon* yang terinfeksi (Hersanti dan Sitepu, 2005).

Gejala pada tanaman tebu yang terinfeksi sebelum fase vegetatif berakhir umumnya memiliki diameter batang yang sempit dan daun menguning. Pada tanaman fase generatif, perubahan warna daun menjadi kekuningan dapat ditemukan setelah gejala memasuki stadia lanjut. Sehingga perubahan warna daun tidak selamanya dapat dijadikan paramater, mengingat tanaman sedang mengalami proses penuaan. Pangkal batang tanaman yang terinfeksi oleh jamur *Xylaria* sp. menimbulkan bau seperti kayu atau jerami yang sudah mengalami

pelapukan. Bau yang tajam dan menyengat tersebut bukan merupakan aktifitas dari jamur *Xylaria* sp. melainkan akibat dari kelembaban tinggi pada musim penghujan yang menyebabkan stroma jamur dengan warna hitam berujung putih dapat muncul dari permukaan batang atau akar yang terinfeksi (Hersanti dan Sitepu, 2005).

Penyebab penyakit LAPB biasanya ditemukan sebagai dekomposer di tanah-tanah hutan tropik (Osono *et al.*, 2011). Xylariaceae merupakan famili jamur yang mampu mendekomposisi lignoselulosa dari 70-80% bahan organik segar (Osono and Takeda, 2001) dan memproduksi enzim ekstraseluler untuk mendekomposisi tanaman (Pointing *et al.*, 2005). Sebagian genus *Xylaria* sp. selain hidup sebagai saprofit, juga ada yang hidup sebagai endofit. Apabila tidak menemukan inang baru, jamur akan bertahan dalam tunggul tebu yang terpendam dalam tanah dengan ke dalam 0-50 cm selama lebih dari 7 bulan dan akan kembali menginfeksi akar atau pangkal batang tebu jika sudah tersedia dengan askospora sebagai inokulum primer (U'ren *et al.*, 2016).

2.4 Vegetative Compatibility Group (VCG)

Uji kompatibilitas memiliki sejarah panjang dalam penelitian mikologi dan genetik, serta telah banyak dipelajari di Ascomycetes (Leslie, 1993).

Kompatibilitas vegetatif berarti bahwa dua hifa dapat beranastomosis dan menyatu dalam bentuk heterokarion viabel sehingga terjadi pertukaran konten sitoplasma atau inti. Strain jamur yang membentuk heterokarion yang viabel disebut strain yang kompatibel secara vegetatif dan diklasifikasikan ke dalam kelompok yang kompatibel, sedangkan strain yang tidak mampu membentuk heterokaryon tersebut secara vegetatif, akan diklasifikasikan ke dalam kelompok inkompatibel (Correll *et al.*, 1987; Jacobson and Gordon, 1988).

Reaksi inkompatibel hanya terjadi pada miselium atau isolat yang mempunyai keragaman genetik heterokariotik atau miselium dikariotik yang tidak berasal dari satu klon genetik. Pada isolat yang dipasangkan dengan dirinya sendiri atau *self*

pairings miselium jamur akan bergabung dan tumbuh bersama membentuk koloni tunggal. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa tidak adanya keragaman genetik. Studi tentang ini dapat digunakan untuk mengetahui distribusi genotip pada suatu populasi. Selain itu, studi tentang frekuensi VCG di askostroma atau di seluruh perkebunan tebu dapat memberikan informasi penting mengenai kondisi seksual patogen dan epidemiologi penyakit (Fang *et al.*, 1994).

2.5 Resistensi Patogen terhadap Fungisida

Setiap organisme, termasuk jamur patogen mempunyai sifat untuk mempertahankan diri pada keadaan yang buruk, termasuk paparan pestisida. Penyesuaian diri tersebut menimbulkan strain yang tahan terhadap pestisida. Pemakaian fungisida sistemik secara berulang menyebabkan timbulnya strain yang tahan. Fungisida yang sering digunakan menjadi tekanan seleksi bagi populasi patogen (Dekker and Georgopoulos, 1982).

Faktor-faktor penyebab timbulnya ketahanan terhadap jamur adalah daur hidup patogen yang pendek, produksi spora melimpah, kemudahan perubahan sifat genetik patogen, pertanaman monokultur, dan aplikasi fungisida yang cukup lama (Slawson *et al.*, 1998). Untuk dapat menghambat perkembangan jamur atau membunuh jamur, fungisida kontak maupun sistemik harus dapat menembus dinding sel dan membran sel jamur, masuk ke dalam sitoplasma dan merusak sel tersebut. Struktur sel memegang peranan penting dalam mekanisme kerja fungisida. Struktur membran sel adalah protein, lemak (ergosterol) dan air. Selain itu, Ketahanan terhadap fungisida juga dipengaruhi oleh kekuatan membran sel.

Menurut sejarahnya, fungisida kontak lebih dahulu dipakai dibandingkan dengan fungisida sistemik, sehingga paparan fungisida kontak pada jamur telah lebih lama terjadi dibandingkan dengan fungisida sistemik. Walaupun demikian, timbulnya strain jamur tahan terhadap fungisida kontak masih perlu diwaspadai, mengingat

kemungkinan tersebut tetap ada. Mekanisme timbulnya strain tahan terhadap sejumlah fungisida terjadi karena penurunan permeabilitas sel patogen untuk menyerap senyawa kimia, detoksifikasi senyawa kimia oleh sel patogen, perubahan penurunan menjadi metabolit yang lebih toksik, penurunan afinitas pada sel patogen (Agrios, 1997).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan PT Gunung Madu Plantations, Lampung Tengah pada Maret-Juli 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), mikroskop, *Showcase*, timbangan, *microwave*, blender, *hotplate*, mikropipet, cawan petri, erlenmeyer, *beaker glass*, bunsen, pinset, jarum ose, jarum ent, bor gabus, *scalpel*, plastik tahan panas, kertas label, aluminium foil, tisu, plastik wrap, alat tulis dan kamera, sedangkan bahan yang digunakan yaitu isolat *Xylaria* sp. yang diperoleh dari 7 divisi di PT Gunung Madu Plantations, akuades, kentang, agar, sukrosa, *oatmeal*, asam laktat, alkohol 70%, dan fungisida.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pengambilan sampel *Xylaria* sp.

Sampel tanaman bergejala LAPB dan stroma diambil dari tujuh divisi di PT Gunung Madu Plantations. Sampel diambil dari 4-8 petak yang mewakili setiap divisi. Setiap petak sampel merupakan petak dengan riwayat serangan LAPB ringan maupun berat. Pengambilan sampel terdiri dari 3 titik yang diambil secara diagonal.

3.3.2 *Handling* sampel tanaman bergejala LAPB dan stroma

Handling sampel tanaman bergejala LAPB dan stroma dilakukan dengan cara yang berbeda. *Handling* sampel tanaman bergejala LAPB dilakukan di lapangan dan di laboratorium. *Handling* sampel di lapangan dilakukan dengan cara sampel tanaman bergejala dipotong berukuran 5-10 cm sesuai dengan panjang gejala yang ditemukan, kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label sesuai divisi. *Handling* sampel di laboratorium dilakukan dengan cara mencuci sampel tanaman bergejala menggunakan air mengalir untuk menghilangkan tanah maupun kotoran yang masih menempel hingga bersih. Setelah itu dikeringkan dengan tisu kemudian disimpan di dalam gelas beaker, sedangkan *handling* sampel stroma cukup dilakukan pada saat di lapangan dengan cara memisahkan stroma dari tunggul maupun dari tanah, lalu dimasukkan ke dalam botol container, dan diberi label.

3.3.3 Pembuatan media *Potato Sucrose Agar (PSA)* dan *Oatmeal Agar (OA)*

Pembuatan media PSA dibuat dengan komposisi kentang 200 g, agar 20 g, sukrosa 20 g, dan akuadest 1000 mL. Langkah pertama yaitu kentang dikupas kemudian dipotong dadu lalu ditimbang sebanyak 200 g. Setelah ditimbang, kentang dicuci bersih kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang berisi akuadest 1000 mL. Kentang direbus selama kurang lebih 15 menit sampai mendidih. Setelah itu, ekstrak kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang sudah berisi agar dan sukrosa masing-masing sebanyak 20 g. Erlenmeyer tersebut ditutup dengan menggunakan aluminium foil kemudian dimasukkan ke dalam plastik tahan panas untuk disterilisasi menggunakan autoklaf. Sterilisasi dilakukan pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 30 menit. Setelah disterilisasi, media didinginkan dan ditambahkan asam laktat lalu dihomogenkan. Langkah selanjutnya yaitu media dituangkan ke dalam cawan petri dan disimpan.

Media OA dibuat dengan komposisi *oatmeal* 30 g, agar 15 g, dan akuades 1000 mL. Langkah pertama pembuatan media OA yaitu *oatmeal* dihaluskan

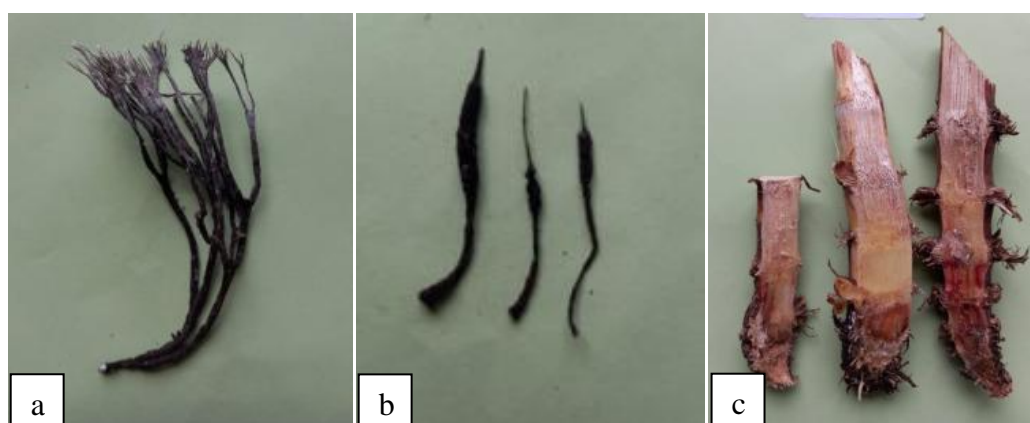
menggunakan blender kemudian ditimbang sebanyak 30 g. Setelah itu dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang sudah berisi agar sebanyak 15 g dan akuades sebanyak 1000 mL. Erlenmeyer tersebut ditutup dengan menggunakan aluminium foil kemudian dimasukkan ke dalam plastik tahan panas untuk disterilisasi menggunakan autoklaf. Langkah sterilisasi sampai penyimpanan media OA sama seperti langkah pada pembuatan media PSA.

3.3.4 Isolasi jamur *Xylaria* sp.

Jamur *Xylaria* sp. diisolasi dari batang dan akar tanaman tebu yang sakit dengan perbandingan 1:3 (1 bagian sakit, dan 3 bagian sehat) maupun dari stroma. Isolasi dilakukan dengan memotong jaringan atau stroma menjadi beberapa bagian kecil berukuran 0,2 cm. Setelah itu dilakukan sterilisasi dengan direndam pada larutan klorox 0,5% selama 5 menit dan dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali. Setelah disterilisasi potongan-potongan tersebut ditiriskan di atas tisu kemudian dipindahkan ke media PSA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari (Fang *et al.*, 1994). Setelah jamur tumbuh, kemudian dipindahkan ke media OA.

3.3.5 Sampel *Xylaria* sp.

Sampel *Xylaria* sp. diperoleh dari tujuh divisi di PT GMP. Sampel yang didapat berasal dari stroma aseksual, stroma seksual, dan tanaman bergejala (Gambar 6). Jumlah sampel stroma aseksual yang diperoleh dari lahan dengan kategori serangan LAPB ringan sebanyak 21 sampel, dan dari lahan dengan kategori berat sebanyak 22 sampel. Jumlah sampel stroma seksual yang diperoleh dari lahan dengan kategori serangan LAPB ringan sebanyak 19 sampel, dan dari lahan dengan kategori berat sebanyak 25 sampel. Sampel *Xylaria* sp. yang diperoleh dari tanaman bergejala dengan kategori serangan LAPB ringan sebanyak 34 sampel dan kategori berat 24 sampel (Tabel 1).



Gambar 6. Sampel yang diperoleh dari tujuh divisi di PT GMP. a (stroma aseksual), b (stroma seksual), c (tanaman bergejala).

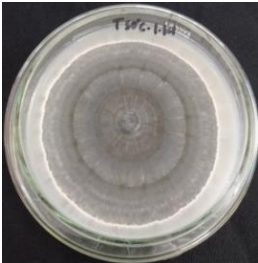
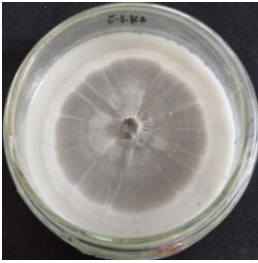
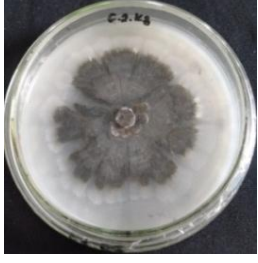

Tabel 1. Jumlah sampel *Xylaria* sp.

Divisi	Stroma				Tanaman Bergejala	
	Aseksual		Seksual		Ringan	Berat
	Ringan	Berat	Ringan	Berat		
1	7	7	6	8	9	5
2	2	3	1	3	8	8
3	2	6	3	7	6	9
4	0	1	3	5	2	2
5	2	2	2	1	3	-
6	3	3	2	1	3	-
7	5	0	2	0	3	-
Jumlah	21	22	19	25	34	24
Total	43		44		58	

3.3.6 Isolat *Xylaria* sp.

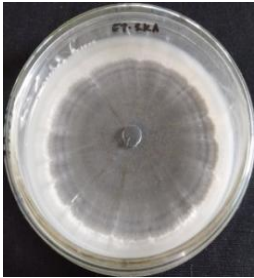



Sampel yang berasal dari stroma dikelompokkan berdasarkan morfologinya, baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Setelah dikelompokkan, sampel diisolasi dengan mengambil salah satu isolat dari masing masing kelompok, sedangkan sampel yang diperoleh dari tanaman bergejala diisolasi sebanyak jumlah sampel yang didapatkan secara keseluruhan, setelah itu dikelompokkan berdasarkan warna dan bentuk koloni. Hasil isolasi *Xylaria* sp. dari batang bergejala didapatkan empat kelompok yang berbeda (Tabel 2).

Tabel 2. Kelompok isolat *Xylaria* sp. yang berasal dari tanaman bergejala

Kelompok	Gambar isolat	Deskripsi	Sebaran (divisi)
1		Koloni berwarna hitam keabuan dengan bentuk koloni bergelombang	I, II, III, IV, V, VI, VII
2		Koloni berwarna abu-abu dengan bentuk koloni sedikit bergelombang dan berwarna putih pada tepi koloni	III
3		Koloni berwarna hitam keabuan dengan bentuk koloni bergelombang menyerupai kelopak bunga	I, II, III
4		Koloni berwarna hitam pekat dengan bentuk koloni tidak bergelombang dan sedikit berwarna putih pada tepi koloni.	II, III, V

Hasil isolasi dari stroma didapatkan empat kelompok isolat yang berbeda berdasarkan perbedaan bentuk stroma seksual (Tabel 3).

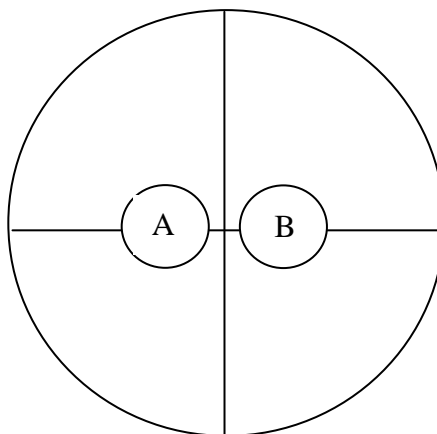
Tabel 3. Kelompok isolat *Xylaria* sp. yang berasal dari stroma

Kelompok	Gambar isolat	Deskripsi	Sebaran (divisi)
5		Koloni hitam keabuan pada permukaan atas, sedikit berwarna putih di tepi koloni dan berwarna hitam kecoklatan pada permukaan bawah. Bentuk koloni bergelombang dan belum terdapat stroma aseksual yang muncul	I, II, III, IV, V, VI, VII
6		Koloni berwarna abu-abu pada permukaan atas, berwarna putih di tepi koloni dan berwarna hitam pada permukaan bawah. Bentuk koloni bergelombang dan belum terdapat stroma aseksual yang muncul	I, II, III, IV, V, VI
7		Koloni abu kehitaman pada permukaan atas, berwarna putih di tepi koloni dan berwarna hitam pada permukaan bawah. Bentuk koloni sedikit bergelombang dan belum ada stroma aseksual yang muncul	I, II, III, IV
8		Koloni putih dengan tepi koloni sedikit abu-abu dan pada permukaan bawah berwarna keabuan. Bentuk koloni tidak bergelombang dan belum ada stroma aseksual yang muncul	I, III

Hasil pengelompokan dari stroma maupun dari tanaman bergejala selanjutnya digunakan untuk uji *Vegetative Compatibility Group* (VCG)

3.3.7 Uji *Vegetative Compatibility Group* (VCG)

Uji *Vegetative Compatibility Group* (VCG) dilakukan berdasarkan metode Fang and Lee (1996). Isolat jamur yang digunakan diperoleh dari tujuh divisi di PT Gunung Madu Plantations. Setiap divisi diambil paling sedikit tiga isolat. Setiap isolat dipasangkan dengan dirinya sendiri dan dengan isolat lainnya pada cawan petri yang sudah berisi media OA. Pembuatan blok inokulum dilakukan menggunakan bor gabus dengan diameter 5 mm. Setiap blok inokulum diletakkan pada media OA dengan jarak sekitar 2 mm antar kedua isolat (Gambar 7). Setelah itu cawan petri yang berisi jamur *Xylaria* sp. diinkubasi pada suhu 26°C dalam kondisi gelap (Fang and Lee, 1996). Pengamatan dilakukan 2 minggu setelah inokulasi (MSI).



Gambar 7. Skematik peletakan isolat jamur *Xylaria* sp. A (blok inokulum A), B (Blok inokulum B).

Pengamatan pada uji VCG dilakukan dengan mengamati skoring reaksi kompatibel maupun inkompatibel pada masing-masing pasangan. Skoring menggunakan angka 0-2 sebagai derajat pertentangan antar kedua isolat, dimana skor 0 untuk kompatibel, 1 untuk inkompatibel lemah (inkompatibel tanpa pigmentasi), 2 untuk inkompatibel kuat (inkompatibel dengan pigmentasi) (Puspitasari dan Rimbawanto, 2010). Semua isolat dikelompokkan berdasarkan reaksi kompatibel maupun inkompatibelnya dengan isolat lain. Hasil uji VCG digunakan untuk uji selanjutnya.

3.3.8 Uji sensitivitas *Xylaria* sp. terhadap fungisida

Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui sensitivitas *Xylaria* sp. terhadap fungisida disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yaitu: F0 Kontrol (tanpa fungisida), F1 (fungisida puyangan), F2 (fungisida jamuan), F3 (fungisida karbendazim), F4 (fungisida mankozeb) F5 (fungisida klorotalonil). Seluruh perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Uji sensitivitas *Xylaria* sp. dilakukan dengan menggunakan fungisida kimia dan fungisida nabati. Fungisida kimia yang digunakan yaitu karbendazim dan mankozeb, sedangkan fungisida nabati yang digunakan yaitu puyangan dan jamuan yang merupakan tumbuhan famili zingiberaceae.

Fungisida nabati puyangan dan jamuan diperoleh dari divisi 1 yang tumbuh liar di areal perkebunan tebu. Pengambilan puyangan dan jamuan dilakukan dengan mencangkul rimpangnya lalu kemudian dibersihkan, setelah itu puyangan maupun jamuan tersebut diiris tipis agar memudahkan proses pengeringan. Proses pengeringan fungisida nabati membutuhkan waktu selama 24 jam dengan suhu 100°C menggunakan oven. Setelah kering, puyangan dan jamuan tersebut kemudian digiling agar menjadi bubuk yang siap diekstrak.

Pengujian tingkat sensitivitas *Xylaria* sp. terhadap fungisida dilakukan dengan metode makanan beracun. Setiap perwakilan isolat dari masing-masing kelompok VCG digunakan pada pengujian ini. Jamur *Xylaria* sp. ditumbuhkan pada media yang mengandung fungisida dengan masing-masing dosis yaitu: puyangan dan jamuan (10 g/100 mL), karbendazim (2 g/L), mankozeb (3 g/L), dan klorotalonil (1 g/L). Pada perlakuan fungisida, media PSA dicampur dengan larutan fungisida dengan bahan aktif yang berbeda. Setelah itu, media dihomogenkan dan dituangkan ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan memadat. Biakan murni jamur dilubangi dengan bor gabus dengan diameter 5 mm. Biakan diletakkan tepat di tengah cawan petri yang sudah berisi medium bercampur dengan fungisida. Biakan kemudian diinkubasi dalam suhu ruang.

Tingkat sensitivitas *Xylaria* sp. ditentukan dari Tingkat Hambatan Relatif (THR) fungisida terhadap pertumbuhan koloni *Xylaria* sp. Nilai THR menurut metode Joshi *et al.* (2013) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{THR} = \frac{d1 - d2}{d1} \times 100\%$$

Ket: d1 = diameter koloni kontrol

d2 = diameter koloni perlakuan

Kategori nilai THR menurut (Kumar *et al.*, 2007) yaitu THR > 90% sangat sensitif (SS), 75% < THR = 90% sensitif (S), 60% < THR = 75%, resisten sedang (RS), 40% < THR = 60% resisten (R), THR = 40%, sangat resisten (SR).

Pengamatan sensitivitas fungisida dilakukan 7 hari setelah inkubasi (HSI) dengan mengukur diameter koloni. Diameter koloni diukur dengan menggunakan penggaris pada empat posisi yang berbeda, yaitu secara vertikal, horizontal, dan diagonal (Gambar 8). Diameter koloni pada setiap pengamatan merupakan rata-rata dari pengukuran keempat arah yang berbeda dengan menggunakan satuan centimeter (cm). Rata-rata pengukuran diameter koloni jamur *Xylaria* sp. dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Rahmawati, 2020):

$$d = \frac{(AA' + BB' + CC' + DD')}{4}$$

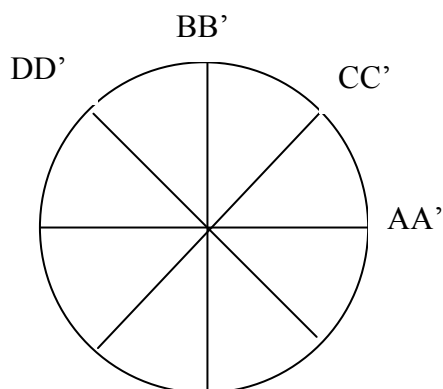
Ket. d = Diameter koloni jamur

AA' = Pengukuran diameter jamur secara horizontal

BB' = Pengukuran diameter jamur secara vertikal

CC' = Pengukuran diameter jamur secara diagonal

DD' = Pengukuran diameter jamur secara diagonal



Gambar 8. Pengukuran rata-rata diameter koloni jamur.

3.3.9 Uji kecepatan resistensi *Xylaria* sp. terhadap fungisida

Penelitian dilakukan untuk mengetahui kecepatan resistensi *Xylaria* sp. terhadap fungisida disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yaitu: F0 kontrol (tanpa fungisida), F1 (fungisida puyangan), F2 (fungisida jamuan), F3 (fungisida karbendazim), F4 (fungisida mankozeb). Seluruh perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 20 satuan percobaan. Pada dasarnya, pengujian kecepatan resistensi fungisida sama dengan pengujian tingkat sensitivitas fungisida. Hanya saja pada pengujian ini isolat *Xylaria* sp. dibiakkan pada media yang sama secara berulang (subkultur berulang) sebanyak tiga kali subkultur dengan menggunakan satu taraf dosis pada masing-masing jenis fungisida yaitu: puyangan dan jamuan (9 g/100mL), karbendazim (0,1 g/L), dan mankozeb (0,5 g/L). Potensi perkembangan resistensi isolat *Xylaria* sp. terhadap bahan aktif fungisida diukur dari perubahan tingkat sensitivitasnya setelah 7 HSI.

3.3.10 Analisis data

Data pengamatan yang diperoleh dari pengujian kecepatan waktu resistensi *Xylaria* sp. terhadap fungisida disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Populasi *Xylaria* sp. di PT GMP memiliki keragaman yang tinggi, dan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu kelompok A (banyak kompatibel dengan isolat lain), kelompok B (antara kompatibel dan inkompatibel), dan kelompok C (banyak inkompatibel dengan isolat lain)
2. Semua isolat sangat sensitif terhadap fungisida nabati (puyangan, jamuan) dan fungisida sintetik (karbendazim dan mankozeb), namun sangat resisten terhadap fungisida sintetik (klorotalonil).
3. Kecepatan resistensi fungisida isolat A pada beberapa fungisida cenderung lebih cepat jika dibandingkan dengan isolat B maupun C.

5.2 Saran

Perlu dilakukan uji lebih lanjut terkait uji sensitivitas dan kecepatan resistensi *Xylaria* sp. di lapang dengan menggunakan dosis anjuran. Karena tingkat sensitivitas maupun perubahan kecepatan resistensi yang diuji di laboratorium secara in vitro (lingkungan terkendali) mungkin saja berbeda dengan yang diuji di lapang (lingkungan berubah-ubah).

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2003. *Ilmu Penyakit Tumbuhan II*. Bayumedia Publishing. Malang. 138 hlm.
- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology* 4ed. Acad Press San Diego. California. 635 pp.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Academic Press. New York. 803 pp.
- Aji, O. R. dan Hasna, C. Z. 2021. Aktivitas antifungal ekstrak etanol 96% rimpang lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum* Val.) terhadap cendawan *Pythium* sp. secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 6(1): 58-63.
- Akram, M., Shahab, U., Ahmed, A., Usmanghani, K., Hannan, A., Mohiuddin, E. and Asif, M. 2010. *Curcuma longa* and curcumin. *Journal of Plant of Biology*. 55(2): 65-70.
- Al-Bayati, F. A. dan Al-Mola, H. F. 2008. Antibacterial and antifungal activities of different parts of *Triculus terrestris* L. growing in Iraq. *Journal Zheijang*. 9(2): 154-159.
- Andriani, D., Suryo, W. dan Widodo. 2017. Sensitivitas *Colletotrichum* spp. pada cabai terhadap Benomil, Klorotalonil, Mankozebe, dan Propineb. *Fitopatologi*. 13(4): 119-126.
- Anilkumar, T. B. 1976. Adaptation of *Sclerotium rolfsii* to fungicides. *Mycological Research*. 96: 454-460.
- Anugrah, F. M. dan Fitri, W. 2018. Pengaruh fungisida berbahan aktif Metalaksil, Fenamidone, Dandimetomorf terhadap konidia *Peronosclerospora* spp. isolat klaten. *Jurnal Penelitian Saintek*. 23(1): 21-31.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2020. *Statistik Tebu Indonesia*. Badan Pusat Statistik/BPS Statistics Indonesia.
- Chattopadhyay, I., Biswas, K., Bandyopadhyay, U. and Banerjee, R. K. 2004. Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. *Current Science*. 87(1): 44-53.

- Corbett, J. R., Wright, K. and Baillie, A. C. 1984. *The BioMode of Action of Pesticides*. Acad Press. London. 382 pp.
- Correll, J. C., Klittich, C. J. R. and Leslie, F. F. 1987. Nitrate non utilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegetative compatibility tests. *Phytopathology* 77: 1640-1646.
- Cremlyn, R. 1978. *Pesticides*. John Wiley & Sons. Brisbane. 240 pp.
- Crowdy, S. H. 1977. Translocation. In: Marsh RW (ed.) *Systemic Fungicides*. Longman, London and New York. 92 pp.
- Damalas, C. A. 2011. Potential uses of turmeric (*Curcuma longa*) products as alternative means of pest management in crop production. *Plant Omics Journal*. 4(3): 136-141.
- Dekker, J. and Georgopoulos, S. G. 1982. *Fungicide Resistance in Crop Protection*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. 265 pp.
- Doughari, J. H. and Obidah, J. S. 2008. In-vitro antifungal activity of stem bark extract of *Leptadenia lancifolia*. *IJIB*. 3(2): 111-117.
- Ernasari. 2018. Pemanfaatan sari tebu (*Saccharum officinarum* L.) dan lama fermentasi kacang tunggak terhadap kualitas kecap manis kacang tunggak (*Vigna Unguiculata*). *Pendidikan Teknologi Pertanian*. 4: 88-100.
- Fang, J. G., Hsieh, W. H. and Lee, C. S. 1994. Root and basal stem rot a new disease of sugarcane. In: Rao, G. P., Gillaspie, J. R., Upadhyaya, P. P., Bergamin, A., Agnihotry, V. P. and Chen, C. T. (eds), *Current Trends in Sugarcane Pathology*. Inter Books & Period. Supply Sew. Press Pitampura. India. 59-64 pp.
- Fang, J. G. and Lee, C. S. 1996. Vegetative compatibility and virulence of *Xylaria Warburgii* a causal organism of root and basal stem rot of sugarcane. *Pathology*. 527-533.
- Fang, J. G. and Lee, C.S. 1999. Penetration and infection of sugarcane by *Xylaria warburgii*. *Report of the Taiwan Sugar Research Institute*. 164: 59-66.
- FRAC Fungicide Resistance Action Committee. 2015. *Fungicides sorted by mode of action* (Including FRAC Code Numbering).
- Fries, N. 1987. Somatic incompatibility and field distribution of the ectomycorrhizal fungus *Suillus luteus* (Boletaceae). *New Phytol*. 107: 735-739.

- Gershenzon, J. and Dudareva, N. 2007. The function of terpene natural product in the natural world. *Nature Chemical Biology*. 5(3): 408-414.
- Gillman, L. S. and James, R. L. 1980. *Fungicidal Tolerance of Botrytis within Colorado Greenhouse Fungicides Resistance in Plant Pathogens*. Department of Agriculture, Forest Service. University of California. 40 pp.
- Hersanti dan Sitepu, R. 2005. Identifikasi penyebab penyakit lapuk akar dan pangkal batang (LAPB) tebu di PT Gunung Madu Plantations Lampung Tengah. *Jurnal Biotika*. 4(1): 24-27.
- Himesh, S., Sharan, P. S., Mishra, K., Govind, N. and Singhai, A. K. 2011. Qualitative and quantitative profile of curcumin from ethanolic extract from *Curcuma longa*. *International Research Journal of Pharmacy*. 2(4): 180-184.
- Hobbelen, P. H. F., Paveley, N. D. and Vanden, B. F. 2014. The emergence of resistance to fungicides. *PLOS ONE*. 9(3): 1-14.
- Indrawanto, Chandra, Siswanto, P., Syakir, M. dan Rumini, W. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. ESKA Media. Jakarta. 168 hlm.
- Isnaini, J. L. 2014. Plant growth of sugarcane stem cuttings (*Saccharum officinarum* L.) on different level of liquid organic fertilizer. *Agrokompleks*. 14(1): 46-49.
- Jacobson, C. C. and Gordon, T. R. 1988. Vegetative compatibility and pathogenicity of *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology*. 78: 1017-1021.
- Joshi, M. S., Sawant, D. M. and Gaikwad, A. P. 2013. Variation in fungi toxicant sensitivity of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates infecting fruit crops. *J. Food Agric Sci*. 3(1): 6-8.
- Kumar, A. S., Eswara, N. P. R., Hariprasad, K. R. and Devi, M. C. 2007. Evaluation of fungicidal resistance among *Colletotrichum gloeosporioides* isolates causing mango anthracnose in Agri Export Zone of Andhra Pradesh India. *Plant Pathol Bull*. 6(3): 157-160.
- Kumar, S. and Rani, A. 2013. Fungicide resistance a major challenge in plant disease control. *Int. J. App. Biosci*. 1(3): 35-47.
- Leslie, J. F. 1993. Fungal vegetative compatibility. *Phytopathology*. 3(31): 127-150.
- Lubis, M. M. 2015. Respons pertumbuhan tebu (*Saccharum officinarum* L.) terhadap pengolahan tanah pada dua kondisi drainase. *Jurnal Online*. 3(1): 214-220.

- Maryono, T., Widiastuti, A. dan Priyatmojo, A. 2017. Penyakit busuk akar dan pangkal batang tebu di Sumatera Selatan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(2): 67-71.
- Maryono, T., Widiastuti, A. dan Priyatmojo, A. 2019. Kajian Penyakit Busuk Akar dan Pangkal Batang Tebu (*Xylaria* sp.). *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Naruputro, A. 2010. Pengelolaan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Pabrik Gula Krebet Baru, PT PG. Rajawali I, Malang, Jawa Timur: Dengan Aspek Khusus Mempelajari Produktivitas Tiap Kategori Tanaman. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Natta, L., Orapin., Krittika, dan Pantip. 2008. Uji antijamur kombucha coffee terhadap *Candida albicans* dan *Trichophyton mentagrophytes*. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 10(1): 10-17.
- Osono, T. and Takeda, H. 2001. Effects of organic chemical quality and mineral nitrogen addition on lignin and holocellulose decomposition of beech leaf litter by *Xylaria* sp. *European Journal of Soil Biology*. 37(1): 17-23.
- Osono, T., Anun, C. T., Hagiwara, Y. and Hirose, D. 2011. Decomposition of wood, petiole and leaf litter by *Xylaria* species from Northern Thailand. *Fungal Ecology*. 4(3): 210-218.
- Pointing, S. B., Pelling, A. L., Smith, G. J. D., Hyde, K. D. and Reddy, C. A. 2005. Screening of Basidiomycetes and Xylariaceous fungi for lignin peroxidase and laccase genespecific sequences. *Mycological Research*. 109: 115-124.
- Prihatiningsih, N. dan Djatmiko, H. 2001. Eksistensi jamur patogen dan filoplan pada tanaman padi akibat perlakuan fungisida serta pengaruhnya terhadap penyelamatan produksi. *Kongres nasional xvi dan the role of registration in the management of fungicides resistance*, Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Bogor, 22-24 Agustus 2001.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2020. *Outlook Tebu*. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. 73 hlm.
- Puspitasari dan Rimbawanto. 2010. Uji somatik inkompatibilitas *Ganoderma philippi* untuk mengetahui pola sebaran penyakit busuk akar pada tanaman *Acacia mangium*. *Pemuliaan Tanaman Hutan*. 4(1): 49-61.
- Rahmawati. 2020. Pertumbuhan isolat jamur pasca panen penyebab busuk buah pisang ambon (*Musa paradisiaca* L.) secara in vivo. *Biologi Makassar*. 5(2): 210-217.

- Rodrigues, K. F. 1995. Variability among isolates of *Xylaria cubensis* as determined by isozyme analysis and somatic incompatibility test. *Mycologia*. 87(5): 592-596.
- Rustiani, U. S. 2015. Keragaman dan Pemetaan Penyebab Penyakit Bulai jagung di 13 Provinsi Indonesia. *Skripsi* (tidak diterbitkan). Fitopatologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sitepu, R., Sunaryo., Widyatmoko, K. and Purwoko, H. 2010. Root and basal stem rot disease of sugarcane in Lampung, Indonesia. *Di dalam: prosiding kongress xxvii international society of sugar cane technologists*. 1–7 pp.
- Slawson, D. D. 1998. The role of registration in the management of fungicide resistance. In: Lyr, H., Russell, P.E., Dehne., H.W., Sisler, H. D.(eds). *Modern Fungicides and Antifungal Compounds II*. Intercept Andover. 281-290 pp.
- Stangarlin, J. N., Kuhn, O. J., Assi, L., Schwan, and Estrada, K. R. F. 2011. Control of plant disease using extracts from medicinal plants and fungi. *In: A. Mendez-Vilas (Eds.). science against microbial pathogens communicating current research and technological advances*. 1033-1042 pp.
- Tsuchiya, H., Sato, M., Miyazaki, T. Fujiwara S., Tanigaki, S., Ohyama, M., Tanaka, T. and Linuma, M. 1996. Comparative study on the antibacterial activity of phytochemical flavonoids against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal Ethnopharmacol*. 50: 27-34.
- U'Ren, J. M., Miadlikowska., Zimmerman, N. B., Lutzoni, F., Stajich, J. E. and Arnold, A. E. 2016. Contributions of North American endophytes to the phylogeny, ecology, and taxonomy of Xylariaceae (Sordariomycetes, Ascomycota). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 98: 210-232.
- Wain, R. L. and Carter, G. A. 1977. Nomenclature and definition. In: R. W. Mars (eds.). *Systemic Fungicides 2ed*. Longman Group Ltd. London. 1-5 pp.
- Widiantini, F., Yulia, E. dan Purnama T. 2015. Morphological variation of *Peronosclerospora maydis*, the causal agent of maize downy mildew from different locations in java-Indonesia. *Journal of Agricultural Engineering and Biotechnology*. 3(2): 23-27.
- Wahyuni, S., Nurliani, B. dan Natalini, N. K. 2013. Karakteristik morfologi, potensi produksi dan komponen utama rimpang sembilan nomor lempuyang wangi. *Penelitian Tanaman Industri*. 19(3): 99-107.
- Yukamgo, E. dan Yuwono N. W. 2007. Peran silikon sebagai unsur bermanfaat pada tanaman tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7(2): 103-116.

Yulianti, T. 2017. Perkembangan penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu (*Xylaria warburgii*) di Sumatera dan strategi pengendaliannya. *Perspektif*. 16(2): 122-133.