

**RISIKO RESISTENSI FUNGISIDA PROKLORAZ MANGAN KLORIDA
PADA JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN
PANGKAL BATANG TEBU**

(Skripsi)

Oleh

Zahra Eka Yolanda



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

RISIKO RESISTENSI FUNGISIDA PROKLORAZ MANGAN KLORIDA PADA JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN PANGKAL BATANG TEBU

Oleh

ZAHRA EKA YOLANDA

Penyakit busuk akar dan pangkal batang (BAPB) pada tanaman tebu disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. Penyakit ini berpotensi menurunkan produktivitas dan rendemen tanaman tebu secara signifikan. Salah satu alternatif pengendalian untuk menekan perkembangan penyakit BAPB adalah menggunakan fungisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui risiko resistensi jamur *Xylaria* sp. terhadap fungisida prokloraz-Mn, salah satu fungisida golongan DMI (*Demethylation Inhibitor*). Kegiatan penelitian meliputi: generasi mutan resisten fungisida prokloraz-Mn, penentuan nilai EC_{50} , uji stabilitas resistensi, uji pertumbuhan koloni pada berbagai suhu, serta uji resistensi silang menggunakan fungisida flutriafol sesama golongan DMI. Hasil penelitian berhasil didapatkan mutan *Xylaria* sp. yang mampu tumbuh pada media mengandung prokloraz-Mn hingga konsentrasi 16,0 $\mu\text{g/mL}$. Uji EC_{50} didapatkan bahwa parental jamur *Xylaria* sp. memiliki EC_{50} 0,000002919 $\mu\text{g/mL}$, sedangkan mutan *Xylaria* sp. tahan terhadap fungisida prokloraz-Mn memiliki EC_{50} 0,000794469 $\mu\text{g/mL}$. Uji tingkat resistensi didapatkan nilai RF (*resistance factor*) sebesar 272,17, yang mengindikasikan bahwa fungisida prokloraz-Mn memiliki risiko tinggi untuk menimbulkan resistensi pada jamur *Xylaria* sp. Uji stabilitas resistensi jamur *Xylaria* sp. mutan tahan fungisida prokloraz-Mn didapatkan nilai FSC (*factor sensitivity change*) sebesar 0,0000279, yang menunjukkan bahwa stabilitas resistensinya tidak stabil. Uji pertumbuhan pada beberapa suhu menunjukkan bahwa jamur *Xylaria* sp. parental dan mutan tahan fungisida prokloraz-Mn tumbuh optimal pada suhu 25–30°C. Uji resistensi silang menunjukkan bahwa mutan jamur *Xylaria* sp. resisten terhadap prokloraz-Mn tidak menunjukkan adanya resisten silang terhadap fungisida flutriafol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Xylaria* sp. memiliki potensi membentuk resistensi terhadap prokloraz-Mn, namun penggunaannya masih efektif jika dikelola secara bijak dengan rotasi atau kombinasi fungisida lainnya.

Kata kunci: BAPB, prokloraz-Mn, resistensi, tebu, *Xylaria* sp.

ABSTRAK

RISK OF PROCHLORAZ MANGANESE CHLORIDE FUNGICIDE RESISTANCE IN *Xylaria* sp., THE CAUSE OF ROOT AND BASE ROT DISEASE IN SUGAR CANE

By

ZAHRA EKA YOLANDA

Root and basal stem rot (BAPB) in sugarcane is caused by the fungus *Xylaria* sp. This disease has the potential to significantly reduce sugarcane productivity and yield. One alternative control method to suppress BAPB disease development is the use of fungicides. This study aimed to determine the risk of resistance of *Xylaria* sp. to the fungicide prochloraz-Mn, a member of the DMI (Demethylation Inhibitor) group. Research activities included: generating mutants resistant to prochloraz-Mn, determining EC₅₀ values, resistance stability testing, colony growth testing at various temperatures, and cross-resistance testing using the DMI fungicide flutriafol. The study successfully obtained mutants of *Xylaria* sp. which is able to grow on media containing prochloraz-Mn up to a concentration of 16.0 µg/mL. The EC₅₀ test found that the parental fungus *Xylaria* sp. has an EC₅₀ of 0.000002919 µg/mL, while the mutant *Xylaria* sp. resistant to the fungicide prochloraz-Mn has an EC₅₀ of 0.000794469 µg/mL. The resistance level test obtained an RF (resistance factor) value of 272.17, which indicates that the fungicide prochloraz-Mn has a high risk of causing resistance in the fungus *Xylaria* sp. The resistance stability test of the fungus *Xylaria* sp. mutant resistant to the fungicide prochloraz-Mn obtained an FSC (sensitivity change factor) value of 0.0000279, which indicates that the stability of its resistance is unstable. Growth tests at several temperatures showed that the fungus *Xylaria* sp. The parental strains and mutants resistant to the fungicide prochloraz-Mn grew optimally at 25–30°C. Cross-resistance tests showed that the mutants of the fungus *Xylaria* sp. resistant to prochloraz-Mn did not exhibit cross-resistance to the fungicide flutriafol. The results of this study indicate that *Xylaria* sp. has the potential to develop resistance to prochloraz-Mn, but its use is still effective if managed wisely with rotation or combination with other fungicides.

Keywords: BAPB, prochloraz-Mn, resistance, sugarcane, *Xylaria* sp.

**RISIKO RESISTENSI FUNGISIDA PROKLORAZ MANGAN KLORIDA
PADA JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR
PANGKAL BATANG TEBU**

Skripsi

Oleh

Zahra Eka Yolanda

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

pada

**Program Studi Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : **RISIKO RESISTENSI FUNGISIDA
PROKLORAZ MANGAN KLORIDA PADA
JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT
BUSUK AKAR DAN PANGKAL BATANG
TEBU**

Nama Mahasiswa : **Zahra Eka Yolanda**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2114191020**

Fakultas : **Pertanian**

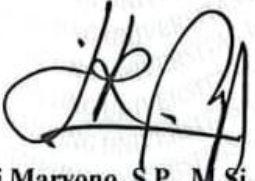
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji
Ketua

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



Penguji
Bukan Pembimbing

: Dr. Suskandini Ratih D., M.P.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Lutas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Oktober 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“RISIKO RESISTENSI FUNGISIDA PROKLORAZ MANGAN KLORIDA PADA JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN PANGKAL BATANG TEBU”** 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 di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 Oktober 2025
Penulis,



Zahra Eka Yolanda
NPM 2114191020

RIWAYAT HIDUP

Penulis di lahirkan di Desa Merambung, Kecamatan Tanjung Raja, Kabupaten Lampung Utara pada tanggal 06 Agustus 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan almarhum Bapak Arafin dan Ibu Evanalina. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan dari TK AL-ISLAH di desa Merambung pada tahun 2009, Sekolah Dasar (SD) di SDN 02 Merambung pada tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 02 Tanjung raja pada tahun 2018, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Tanjung Raja pada tahun 2021.

Penulis diterima sebagai mahasiwa Program Studi Proteksi Tanaman , Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada tahun 2022-2023 penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung sebagai anggota bidang Diklat anggota. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sungai Badak, Kecamatan Mesuji, Kabupaten Mesuji. Dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN 1 Unit Cinta Manis, Ogan Ilir Sumatra Selatan pada tahun 2024.

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan segala kerendahan hati
Kupersembahkan karya tulis ini sebagai ungkapan terima kasihku kepada

Orang tua tercinta

Bapak Erkadi dan Ibu Evanalina.

Terima kasih atas segala doa, bimbingan serta pengorbanan tanpa henti sepanjang perjalanan hidup dan pendidikanku. Terimakasih atas kasih sayang yang telah diberikan semoga karya ini dapat menjadi wujud bakti dari anakmu.

Kedua Adikku

Arbi Saputra dan Hizam Jaya Kusuma

Terimakasih atas segala dukungan dan keceriaan sehingga menjadi sumber inspirasi dan motivasi terbesar bagiku. Semoga karya tulis ini dapat menjadi sumber inspirasi bagi kalian untuk terus menempuh pendidikan dengan tekun dan meraih prestasi di masa depan.

Kakek dan Nenekku tercinta yang telah mendukung penuh pendidikanku sehingga penulis mampu menyelesaikan karya ini sebagai bentuk penghargaan atas nilai-nilai kehidupan yang kalian tanamankan padaku.

serta Almamaterku tercinta Universitas Lampung tempat penulis menyelesaikan pendidikan.

MOTTO

“Setetes keringat orang tuaku yang keluar, ada seribu langkahku untuk maju”
(Zahra Eka Yolanda)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(Q.S Al-insyirah:5)

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”
(Q.S Ar-rum:60)

“Terlambat bukan berarti gagal, cepat bukan berarti hebat. Terlambat bukan menjadi alasan untuk menyerah, setiap orang memiliki proses yang berbeda *PERCAYA PROSES* itu yang paling penting karena Allah telah mempersiapkan hal baik dibalik kata proses yang kamu anggap rumit”
(Edwar satria)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“RISIKO RESISTENSI FUNGISIDA PROKLORAZ MANGAN KLORIDA PADA JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN PANGKAL BATANG TEBU”**. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yang telah memberikan fasilitas kepada penulis dalam menjalani perkuliahan serta melaksanakan penelitian,
2. Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Universitas Lampung, Dosen Pembimbing Pertama, dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, nasihat, arahan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas,
3. Dr. Suskandini Ratih D., M.P. selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas bimbingan, arahan, motivasi, nasihat, dan saran yang telah diberikan hingga skripsi ini dapat diselesaikan,
4. Ir. Efri, M.S. selaku Dosen Penguji/Pembahas, yang telah memberikan arahan, motivasi dan saran dalam pelaksanaan penelitian serta penyempurnaan skripsi ini hingga dapat diselesaikan,
5. Keluarga tercinta, ayah dan ibu, yang paling berpengaruh dan penuh kasih dalam mendukung materi dan memberikan semangat kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik,

6. Kepada Adik-adikku, Arbi Saputra dan Hizam Jaya Kusuma yang telah memberikan dukungan, serta semangat yang luar biasa sepanjang proses penyelesaian skripsi ini,
7. Kakek dan nenek yang telah memberikan motivasi, dukungan doa, serta nasihat yang sangat berarti selama penulis menjalani masa studi di Universitas Lampung,
8. Paman dan Bibi, yang telah memberikan nasihat yang sangat berarti selama penulis menjalani masa studi di Universitas Lampung,
9. Teman-temanku jurusan Proteksi Tanaman Angkatan 2021 yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa studi, serta berbagi pengalaman dan pengetahuan yang sangat berharga bagi penulis, dan
10. Kepada semua pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan, dukungan, dan kontribusinya yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga kerja sama dan semangat yang diberikan dapat membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Semoga tulisan ini tidak hanya menjadi bukti kelulusan, tetapi juga dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi yang bermanfaat bagi masyarakat.

Bandar Lampung, 13 Oktober 2025

Zahra Eka Yolanda
NPM 2114191020

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
1.4 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Tebu	4
2.2 Penyakit Busuk akar dan pangkal batang (BAPB) Tebu	5
2.3 Fungisida Prokloraz-Mn.....	6
III. METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Rancangan Percobaan.....	8
3.3.1 Pembuatan Media <i>Potato Sucrose Agar</i> (PSA).....	8
3.3.2 Isolasi Jamur <i>Xylaria</i> sp.....	9
3.3.3 Generasi mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. resisten terhadap prokloraz-Mn.....	9
3.3.4 Karakterisasi mutan resisten prokloraz-Mn.....	9
3.3.4.1 Tingkat dan stabilitas resistensi.....	9
3.3.4.2 Pertumbuhan koloni jamur mutan <i>Xylaria</i> sp. tahan fungisida	10
3.3.4.3 Uji resistensi silang.....	11

3.3.5 Analisi Data.....	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Hasil.....	12
4.1.1 Generasi mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. resisten terhadap prokloraz -Mn.....	12
4.1.2 Karakterisasi mutan resisten prokloraz-Mn.....	13
4.1.2.1 Tingkat dan stabilitas resistensi.....	13
4.1.2.2 Pertumbuhan koloni jamur mutan <i>Xylaria</i> sp. tahan fungisida pada beberapa suhu.....	17
4.1.2.3 Uji resistensi silang.....	18
4.2 Pembahasan.....	19
V. SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan.....	22
5.2 Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Pertumbuhan koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada media mengandung fungisida Prokloraz-Mn pada berbagai konsentrasi:(a) 0,1 µg/mL, (b) 2,0 µg/mL,(c) 4,0 µg/mL, (d) 8,0 µg/mL, (e) 16,0 µg/mL dan (f) 32,0 µg/mL.....	12
2. Pertumbuhan jamur <i>Xylaria</i> sp. pada uji stabilitas resistensi: (a) subkultur ke-1, (b) subkultur ke-2, (c) subkultur ke-3, (d) subkultur ke-4,(e) subkultur ke-5, (f) subkultur ke-6, (g) subkultur ke-7, (h) subkultur ke-8, (i) subkultur ke-9, dan (j) subkultur ke10	13
3. Pertumbuhan koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. parental (F1), mutan <i>Xylaria</i> sp. (F2), mutan <i>Xylaria</i> sp. tahan procloraz-Mn subkultur 10 (F3) pada media PSA mengandung prokloraz-Mn dengan konsentrasi : (a) 0 kontrol,(b) 0,0001 µg/mL, (c) 0,0005 µg/mL,(d) 0,0025 µg/mL, (e) 0,0625 µg/mL,(f) 0,3125 µg/mL dan (g) 1,5625.....	14
4. Hasil perhitungan regresi linear log10 konsentrasi prokloraz-Mn 50% dengan penghambatan pertumbuhan koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. parental.....	16
5. Hasil perhitungan regresi linear log10 konsentrasi prokloraz-Mn 50% dengan penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. mutan <i>Xylaria</i> tahan Prokloraz-Mn subkultur ke-1.....	16
6. Hasil perhitungan regresi linear log10 konsentrasi prokloraz-Mn 50% dengan penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. mutan <i>Xylaria</i> tahan prokloraz-Mn subkultur ke-10.....	17
7. Pertumbuhan koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. F1: parental <i>Xylaria</i> sp. dan F2 : mutan <i>Xylaria</i> sp. 16,0 µg/mL pada beberapa suhu: (a) 18°C, (b) 25 °C,(c) 30 °C, dan (d) 37°C.....	18
8. Pertumbuhan koloni <i>Xylaria</i> sp.: (a) parental tanpa fungisida, (b) parental fungisida flutriafol 1 mL/L, (c) mutan <i>Xylaria</i> tahan prokloraz-Mn subkultur 1 tanpa fungisida, dan (d) mutan <i>Xylaria</i> sp. tahan fungisida procloraz-Mn subkult ur 1 dengan fungisida flutriafol 1 mL/L.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada media yang diberi fungisida prokloraz-Mn dengan konsentrai yang berbeda.....	15
2. Transformasi log ₁₀ konsentrasi fungisida uji dan nilai penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada sub kultur yang berbeda.....	15
3. Tingkat resistensi koloni parental jamur <i>Xylaria</i> sp . terhadap bahan aktif fungisida.....	19
4. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 1.....	27
5. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 2.....	27
6. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 3.....	27
7. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 4.....	28
8. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 5.....	28
9. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 6.....	28
10. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 7.....	29
11. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 8.....	29
12. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 9.....	29
13. Diameter koloni mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan terhadap fungsisida prokloraz-Mn pada subkultur 10.....	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan bahan baku utama gula putih. Gula adalah salah satu bahan pangan pokok masyarakat di Indonesia. Selain digunakan untuk keperluan rumah tangga, gula juga digunakan dalam industri makanan dan minuman. Berdasarkan hal itu kebutuhan gula dibedakan menjadi dua yaitu kebutuhan rumah tangga dan kebutuhan industri (Endrizal, 2022).

Menurut Kementerian Pertanian (2024), produksi gula nasional diperkirakan mencapai 2,591 juta. Provinsi Lampung menjadi penghasil gula terbanyak kedua setelah Jawa Timur, dimana Jawa Timur menyumbang 70% produksi sedangkan Provinsi Lampung menyumbang 20% dari total produksi. Di Lampung sentra industri gula tersebar di beberapa wilayah meliputi Way Kanan, Lampung Utara, Lampung Tengah, Tulang Bawang, dan Tulang Bawang Barat (Nurhayati, 2020).

Keberadaan penyakit merupakan salah satu faktor penyebab produksi gula kurang maksimal. Penyakit Busuk Akar dan Pangkal Batang (BAPB) merupakan penyakit penting pada tanaman tebu yang disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. Penyakit ini dapat menyebabkan kematian serta menurunkan bobot batang dan menurunkan rendemen tanaman tebu (Maryono, 2017). Penyakit ini dapat mengakibatkan kehilangan hasil produksi tebu sebesar 12,3-15,4% sedangkan pada tingkat keparahan infeksi mencapai 25-26% (Sitepu *et al.* 2010).

Sampai saat ini belum terdapat metode pengendalian penyakit BAPB yang efektif. Salah satu metode pengendalian yang dapat dicoba adalah pengendalian menggunakan fungisida. Salah satu fungisida yang dapat diuji untuk mengendalikan penyakit BAPB yaitu fungisida prokloraz-Mn.

Prokloraz mangan klorida (Prokloraz-Mn) adalah fungisida *demethylation inhibitor* (DMI) yang bekerja dengan menghambat aktivitas enzim 1,4 α -demetilase sehingga mempengaruhi struktur ergosterol dalam membran dan merusak struktur membran sel. DMI memiliki aktivitas protektif dan kuratif terhadap patogen jamur, sehingga banyak digunakan dalam pengendalian penyakit tanaman (Mehl *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2018).

Hingga saat ini Prokloraz-Mn belum terdaftar untuk mengendalikan jamur *Xylaria* sp. penyebab busuk akar dan pangkal batang pada tanaman tebu sehingga risiko resistensinya pada jamur *Xylaria* sp. belum diketahui. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai risiko resistensi fungisida Prokloraz-Mn terhadap jamur *Xylaria* sp.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui risiko resistensi fungisida prokloraz-Mn pada jamur *Xylaria* sp. penyebab busuk akar dan pangkal batang tebu.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penyakit busuk akar dan pangkal batang (BAPB) tebu pertama ditemukan di Lampung pada tahun 1993 dan disebabkan oleh jamur *Xylaria* (Maryono, 2020). Serangan penyebab penyakit ini selain menurunkan produktivitas juga menurunkan bobot, rendemen, dan kualitas nira serta dapat menyebabkan kematian pada tanaman tebu (Widowati, 2022). Sampai saat ini belum terdapat varietas tebu yang tahan terhadap penyakit BAPB. Salah satu pengendalian yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan fungisida. Fungisida efektif dapat menghambat berbagai jamur patogen. Namun pengendalian menggunakan fungisida dapat menyebabkan resistensi (Singkoh, 2019).

Salah satu fungisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan jamur *Xylaria* sp. yaitu prokloraz-Mn. prokloraz-Mn dapat menghentikan pertumbuhan jamur dengan cara menghambat biosintesis sterol. Sterol merupakan penyusun membran sel jamur yang berperan penting dalam menjaga permeabilitas sel. Selain itu, fungisida ini dapat menghambat sistem enzim jamur sehingga mengganggu terbentuknya ujung hifa dan menghambat pertumbuhan jamur (Lathifah, 2022).

Prokloraz-Mn adalah fungisida yang efektif dalam mengendalikan berbagai jenis jamur patogen. Prokloraz-Mn efektif menekan penyakit antraknosa pada bawang merah, terutama ketika dikombinasikan dengan piraklostrobin, mencapai efikasi hingga 56,91%. Selain itu, prokloraz-Mn juga efektif mengendalikan jamur *Ceratocystis* spp. penyebab busuk batang akasia. Selain itu, Prokloraz-Mn juga efektif dalam mengendalikan patogen seperti *Colletotrichum* (Chen, 2024). Fungisida Prokloraz-Mn terbukti efektif dalam mengendalikan berbagai jenis jamur patogen pada tanaman. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa prokloraz-Mn efektif dalam mengatasi *Fusarium oxysporum*, penyebab penyakit layu pada tanaman cabai, *Botrytis cinerea*, yang menyebabkan busuk kelabu pada buah anggur, serta *Alternaria* spp. yang menjadi penyebab bercak daun pada tanaman terong.

Prokloraz-Mn merupakan fungisida golongan DMI yang hanya bekerja pada satu tempat dari bagian sel jamur (*single site action*) atau secara spesifik, sehingga cepat memicu resistensi, melalui menghambatan enzim 14α -demethylase, sebuah enzim yang terdapat dalam biosintesis ergosterol (Chong *et al.*, 2019; Guzman *et al.*, 2013). Penggunaan fungisida secara terus menerus dapat mengakibatkan resistensi dan menurunkan sensitivitas terhadap fungisida menjadi resisten. Berdasarkan hal itu, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui risiko fungisida DMI khususnya Prokloraz-Mn pada jamur *Xylaria* sp.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah fungisida prokloraz-Mn memiliki risiko tinggi menimbulkan resistensi pada jamur *Xylaria* sp. penyebab busuk akar dan pangkal batang pada tanaman tebu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu merupakan tanaman genus *Saccharum*, suku Andropogonaceae dari family Poaceae atau Graminae. Tebu merupakan tanaman penghasil gula yang dibudidayakan di daerah beriklim tropis. Hampir seluruh bagian tanaman tebu dapat diolah menjadi gula, dengan kadar gula bervariasi tergantung varietas, umur dan cara pengolahannya. Tebu mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi dan sangat penting karena merupakan bahan baku utama industri gula pasir. Umur tanaman tebu sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu antara lain media tanam, pemupukan, dan zat pengatur tumbuh (Ubaidillah, 2018).

Tanaman tebu hanya tumbuh di daerah tropis dan sub tropis dengan ketinggian 500 – 1400 mdpl (Lahay, 2009). Media tanam yang digunakan harus dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman tebu, selain itu media juga harus mudah untuk perkembangan akar. 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 (Ubaidillah, 2018). Penambahan unsur hara dapat dilakukan dengan pemberian pupuk. Pemberian pupuk dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman tebu tanpa perlakuan. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan hara yang

dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang yang dapat disediakan melalui pemberian pupuk (Muliandari, 2021).

2.2 Penyakit Busuk akar dan pangkal batang (BAPB) Tebu

Penyakit busuk akar dan pangkal batang (BAPB) pada tebu di Lampung dan Sumatera Selatan. Penyakit BAPB disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. yang menyerang akar dan pangkal batang tanaman tebu. Gejala yang ditimbulkan antara lain daun menguning, akar dan pangkal batang menjadi busuk, tanaman layu dan akhirnya mati (Widowati, 2022). BAPB pertama kali ditemukan pada tahun 1993 di perkebunan tanaman tebu Gunung Madu. Infeksi BAPB ini terlihat pada tanaman dewasa yang berumur 9 bulan dimana penyakit ini dapat mematikan tanaman tebu dan mengakibatkan *ratoon* tidak tumbuh (Maryono, 2017).

Gejala Penyakit BAPB yang disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. yang menyerang jaringan akar sehingga rusak/lapuk dan pangkal batangnya berwarna coklat muda kemerahan. Bagian atas tanaman layu dan kering karena tidak mendapat pasokan hara (Yulianti, 2020). Daun-daun tanaman tebu yang terserang penyakit BAPB akan menguning. Daun menguning dimulai dari daun-daun tua di bagian bawah tanaman. Akar dan pangkal batang tanaman tebu yang terinfeksi akan mengalami pembusukan. Tanaman tebu yang terserang parah akan layu dan akhirnya mati. Hal ini disebabkan oleh rusaknya sistem perakaran sehingga tanaman tidak dapat menyerap air dan unsur hara dengan baik (Maryono, 2017).

BAPB memiliki tanda penyakit yaitu munculnya stroma jamur *Xylaria* dari pangkal batang tanaman tebu sakit serta dari sekitar tanah tanaman yang sakit. Tanda penyakit pada pangkal batang tebu yang terinfeksi juga dapat berupa hifa. Stroma yang terdapat pada pangkal batang tanaman tebu yang sakit memiliki dua jenis stroma yaitu stroma yang memiliki banyak cabang dan berkelompok lalu stroma yang berwarna hitam dengan ujung putih. 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 (Maryono, 2017).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit secara langsung atau tidak langsung yang mencakup beberapa aspek penting yang berkaitan dengan kondisi abiotik dan biotik. Penyakit yang disebabkan oleh jamur didukung oleh kelembapan, Kelembapan adalah faktor untuk pertumbuhan *Xylaria*. Jamur ini tumbuh optimal pada kelembapan antara 65% hingga 100%. Kadar air yang cukup pada kayu yang telah membusuk sangat penting untuk mendukung aktivitas metabolisme jamur. Suhu juga berperan penting dalam pertumbuhan *Xylaria* dengan kisaran suhu antara 16°C hingga 25°C. Suhu yang lebih tinggi atau lebih rendah dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur, selain itu cahaya matahari juga merupakan faktor dalam pertumbuhan penyakit. Meskipun cahaya tidak berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan vegetatif *Xylaria* cahaya dapat memicu pembentukan spora (Setyawan, 2018).

Menurut Fang and Lee (1960) dalam Shiva (2023), pengendalian yang mudah dilakukan yaitu menggunakan varietas tahan, akan tetapi sampai saat ini belum ada varietas yang tahan terhadap penyakit BAPB. Salah satu metode pengendalian yang dapat digunakan untuk mengendalikan suatu penyakit yang disebabkan oleh jamur adalah menggunakan fungisida. Salah satu jenis fungisida yang dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan jamur *Xylaria* yaitu fungisida golongan triazole. Fungisida berbahan aktif flutriafol merupakan fungisida kelas triazoles. Fungisida ini merupakan inhibitor dari enzim 1,2 α -demethylase yang merupakan komponen penting dari biosintesa ergosterol yaitu komponen utama dari membran sel jamur. Untuk itu fungisida jenis ini akan menghambat pertumbuhan jamur dan pada akhirnya mematikan jamur (Yulianti, 2020).

2.3 Fungisida Prokloraz-Mn

Fungisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia untuk memberantas, membunuh, maupun mencegah perkembangan jamur. Sifat yang dimiliki oleh fungisida antara lain adalah mampu meracuni patogen sasaran namun tidak meracuni tumbuhan, manusia, ternak, ikan tanah, serta lingkungan. Keberadaan

fungisida harus mudah didapat, tidak mudah terbakar, dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama tanpa menurunkan mutunya, tidak merusak alat, mudah disimpan, dan mudah digunakan serta aktif dalam jangka waktu yang tidak terlalu lama agar tidak meninggalkan residu (Semangun, 2006)

Fungisida prokloraz-Mn adalah senyawa fungisida yang efektif dalam mengendalikan berbagai penyakit tanaman. Fungisida prokloraz-Mn termasuk kedalam golongan DMI yang bekerja menghambat aktivitas enzim penting dalam biosintesis ergosterol, dimana ergosterol merupakan komponen yang berperan mengatur fluiditas dan permeabilitas membran sel yang penting bagi keberlangsungan hidup sel. Ketika sintesis ergosterol terhambat dapat mengakibatkan perubahan pada membran dan menghambat penyerapan dan penyimpanan nutrisi sehingga mengakibatkan kematian sel (Hayes, 2023).

Prokloraz-Mn adalah fungisida imidazol yang banyak digunakan di Eropa, Australia, Asia, dan Amerika Selatan dalam bidang perkebunan pertanian. Procloraz Mn bekerja sebagai fungisida sistemik yang efektif dalam mengendalikan jamur pada tanaman, khususnya *Acacia mangium*. Senyawa ini berfungsi dengan cara menghambat biosintesis sterol dalam membran sel jamur, yang penting untuk pertumbuhan dan reproduksi patogen. Prokloraz-Mn mencegah perkembangan miselia dan spora jamur, sehingga mengurangi tingkat infeksi pada tanaman. Procloraz Mn tidak hanya melindungi tanaman dari infeksi jamur tetapi juga membantu menjaga kesehatan tanaman secara keseluruhan. Oleh karena itu, penggunaan fungisida ini menjadi bagian penting dalam manajemen penyakit jamur pada tanaman (Febriyanti, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2025 di Laboratorium Bioteknologi, Laboratorium Ilmu hama dan Laboratorium penyakit Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), timbangan, labu erlenmeyer, *showcase*, *microwave*, mikropipet, cawan petri, gelas beaker, bunsen, scapel, tisu, plastik wrap, plastik tahan panas, nampan, bor gabus, alat tulis, inkubator, oven dan kamera. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian adalah koleksi Isolat jamur *Xylaria* sp. media PSA, kentang 200 g, agar batang 20g, gula 20 g, alkohol 70%, spritus, korek api, asam laktat ($C_3H_6O_3$), aquades dan beberapa bahan aktif fungisida.

3.3 Rancangan Percobaan

3.3.1 Pembuatan Media *Potato Sucrose Agar* (PSA)

Media PSA dibuat dengan komposisi kentang 200 g, agar 20 g, sukrosa 20 g, dan aquades 1000 mL. Langkah pertama yaitu kentang dikupas kemudian dipotong dadu lalu ditimbang sebanyak 200 g. Setelah ditimbang, kentang dicuci bersih kemudian dimasukan ke dalam *beaker glass* yang berisi aquades 1000 mL. Kentang direbus selama kurang lebih 15 menit sampai mendidih. Setelah itu, ekstrak kentang dimasukan kedalam Erlenmeyer yang sudah berisi agar dan sukrosa masing-masing sebanyak 20 g. Erlenmeyer tersebut ditutup dengan aluminium foil. Kemudian erlenmeyer yang berisi media dimasukan ke dalam plastik tahan panas untuk disterilkan menggunakan autoklaf.

Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 30 menit. Setelah disterilisasi, media didinginkan dan ditambahkan asam laktat sebanyak 1,4 mL lalu dihomogenkan. Setelah dihomogenkan media dituangkan ke dalam cawan petri dan disimpan (Jamilatun, 2020).

3.3.2 Isolasi Jamur *Xylaria* sp.

Isolasi jamur *Xylaria* sp. dilakukan dengan mengambil pangkal batang tanaman tebu yang bergejala maupun dari stroma jamur *Xylaria* sp. dari batang tanaman tebu dengan perbandingan 1:3 (bagian sakit, dan bagian sehat). Isolasi dilakukan dengan cara memotong jaringan tanaman atau stroma menjadi beberapa bagian kecil berukuran 0,2 cm. Setelah itu dilakukan sterilisasi dengan direndam pada larutan NaOCL 0,5% selama 5 menit dan dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali. Setelah disterilkan potong-potongan tersebut ditiriskan diatas tisu kemudian ditanam terpisah dalam cawan yang berisi media PSA.

3.3.3 Generasi mutan jamur *Xylaria* sp. resisten terhadap prokloraz-Mn

Isolat yang digunakan untuk menghasilkan patogen resisten prokloraz-Mn diuji dengan metode adaptasi bertingkat. Potongan miselium diletakan pada media PSA yang mengandung 1,0 µg/mL prokloraz-Mn pada suhu ruang dalam gelap. Setelah diinkubasi selama 1 minggu koloni yang tumbuh dipindahkan ke media PSA yang mengandung konsentrasi prokloraz-Mn yang meningkat dua kali lipat yaitu 2,0 µg/mL, 4,0 µg/mL, 8,0 µg/mL, 16,0 µg/mL dan 32,0 µg/mL. Ketika tidak ada miselium yang tumbuh dari media yang mengandung fungisida 32,0 µg/mL prokloraz-Mn. Koloni jamur yang resisten prokloraz-Mn disimpan pada suhu - 20°C (Sun, 2024).

3.3.4 Karakterisasi mutan resisten prokloraz-Mn

3.3.4.1 Tingkat dan stabilitas resistensi

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi tingkat dan kestabilan resistensi pada mutan jamur *Xylaria* sp. tahan terhadap fungisida prokloraz-Mn. Pengujian dilakukan dengan mensubkulturkan potongan koloni mutan jamur *Xylaria* sp. tahan terhadap fungisida prokloraz-Mn ke media PSA tanpa fungisida. Proses

subkultur dilakukan sebanyak 10 kali dengan setiap subkultur dilakukan inkubasi selama 7 HSI. Pada subkultur kesatu dan kesepuluh, kemudian dilakukan pengujian EC_{50} .

Pengujian EC_{50} dilakukan dengan beberapa konsentrasi yaitu 0,0001, 0,0005, 0,0025, 0,0625, 0,3125, dan 1,5625 $\mu\text{g/mL}$. Pengujian dilakukan dengan menyiapkan larutan stok dengan konsentrasi 0,05 $\mu\text{g/mL}$ dan 2 $\mu\text{g/mL}$. Larutan stok ditambahkan dalam 100 mL media PSA untuk mendapatkan konsentrasi yang diinginkan. Proses pengujian dilakukan dengan menumbuhkan potongan koloni isolat mutan jamur *Xylaria* sp. tahan terhadap fungisida prokloraz-Mn subkultur kesatu, kesepuluh, dan isolat parental berukuran 5 mm dari tepi koloni jamur berusia 7 hari pada media PSA mengandung fungisida sesuai konsentrasi uji. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 15 HSI. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak 3 ulangan (Zhang *et al.*, 2021). Nilai EC_{50} dihitung dengan meregresikan log konsentrasi fungisida uji dengan persentase penghambatan pertumbuhan koloni jamur pada setiap konsentrasi fungisida uji. Persemaian regresi yang didapat kemudian digunakan untuk menghitung konsentrasi EC_{50} .

Tingkat resistensi didasarkan pada nilai faktor resistensi (*resistance factor/RF*) yang dihitung dari perbandingan nilai EC_{50} mutan *Xylaria* sp. tahan fungisida procloraz-Mn terhadap isolat parental. Mutan dikategorikan memiliki risiko intermediet jika $RF < 100$ dan memiliki risiko sangat tinggi jika $RF \geq 100$ (Lu *et al.*, 2011). Tingkat stabilitas resistensi didasarkan pada nilai FSC (*factor sensitivity change*) yang dihitung dari perbandingan nilai RF mutan *Xylaria* tahan fungisida procloraz-Mn dengan nilai RF mutan *Xylaria* tahan fungisida prokloraz-Mn setelah 10 kali pemindahan berturut-turut pada media tanpa fungisida.

3.3.4.2 Pertumbuhan koloni jamur mutan *Xylaria* sp. tahan fungisida Prokloraz-Mn pada beberapa suhu

Pengujian morfologi koloni terhadap suhu dilakukan dengan menumbuhkan potongan koloni jamur (5 mm diameter) dari setiap isolat parental dan 16,0 $\mu\text{g/mL}$ dipindahkan dari tepi terdepan koloni yang tumbuh aktif pada media PSA tanpa fungisida dan diinkubasi di dalam inkubator dengan suhu 18 °C, 25°C, 30°C

dan 37°C dalam gelap dengan tiga ulangan per suhu. Diameter koloni diukur dan diamati pada hari ke 7, 10 dan 15 setelah inkubasi.

3.3.4.3 Uji resistensi silang

Uji resistensi silang dilakukan dengan metode makan beracun. Koloni jamur *Xylaria* sp. parental dan mutan tahan fungisida prokloraz-Mn ditumbuhkan pada media PSA yang dicampur fungisida flutriafol dengan konsentrasi anjuran 1 mL/L. Sebagai kontrol, kedua koloni juga ditumbuhkan pada media PSA tanpa fungisida. Setiap perlakuan dibuat tiga ulangan dan diamati selama 10 hari. Tingkat sensitivitas jamur *Xylaria* sp. dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Joshi *et al.*, 2013)

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

Keterangan

THR : Tingkat Hambatan Relatif,

d1 : Diameter koloni kontrol, dan

d2 : Diameter koloni perlakuan.

Kategori nilai THR menurut didasarkan pada pada Kumar *et al.* (2017) yaitu THR > 90% = sangat sensitif (SS), THR < 75% = sensitif (S), THR < 60% = resisten sedang (RS), THR < 40% = resisten (R), THR = 40%,sangat resisten (SR).

3.3.5 Analisa Data

Data hasil pengamatan diameter koloni dan morfologi jamur *Xylaria* sp. terhadap fungisida Prokloraz-Mn 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 yaitu *Xylaria* sp. penyebab penyakit busuk akar dan pangkal batang pada tebu, mampu membentuk mutan resisten terhadap fungisida prokloraz-Mn hingga konsentrasi 16,0 µg/mL. Fungisida prokloraz-Mn memiliki risiko tinggi untuk menimbulkan resistensi pada jamur *Xylaria* sp. penyebab busuk akar dan pangkal batang pada tanaman tebu. Namun demikian, resistensi yang terbentuk tidak stabil.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk menganalisis perubahan genetik ataupun profil metabolit jamur *Xylaria* sp. untuk mengetahui mekanisme terjadinya resistensi terhadap fungisida prokloraz-Mn

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Q., Yuan, Y., Chen, G., Li, N., Li, X., Lan, Y., dan Wang, H. 2024. Evaluating two fungicides, procloraz–manganese chloride complex and sebacylamine acetate, to control cobweb disease in white button mushroom caused by *Cladobotryum mycophilum*. *Journal of Fungi*, 10(10), 676.
- Chen, S., Wang, Y., Schnabel, G., Peng, C. A., Lagishetty, S., Smith, K., Luo, C., and Yuan, H. 2018. Inherent resistance to 14 α -demethylation inhibitor fungicides in *Colletotrichum truncatum* is likely linked to *CYP51A* and/or *CYP51B* gene variants. *Phytopathology* 108:1263-1275.
- Chong, P., Goh, S. S., Han, Y. C., dan Wong, F. P. 2019. Demethylation inhibitor fungicides: Mode of action, resistance mechanisms and management strategies. *Plant Disease*. 103(4), 871–882.
- Du, Y., Shi, N., Ruan, H., Miao, J., Yan, H., Shi, C., dan Liu, X. 2021. Analysis of the procloraz-Mn resistance risk and its molecular basis in *Mycogone rosea* from *Agaricus bisporus*. *Pest Management Science*. 77(10), 4680-4690.
- Endrizal, E. dan Meilin, A. 2022. Prospek Dan Pengelolaan Tanaman Tebu “Poj 2878 Agribun Kerinci” Sebagai Penghasil Gula Merah Di Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*. 6(2), 212-228.
- Gao, X., Peng, Q., Yuan, K., Li, Y., Shi, M., Miao, J., dan Liu, X. 2022. Monitoring and characterization of procloraz resistance in *Fusarium fujikuroi* in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 187, 105189.
- Jamilatun, M., Azzahra, N., dan Aminah, A. 2020. Perbandingan pertumbuhan *Aspergillus fumigatus* pada media instan modifikasi carrot sucrose agar dan potato dextrose agar. *Jurnal Mikologi Indonesia*. 4(1) : 168-174.
- Joshi, M. S., Sawant, D. M., dan Gaikwad, A. P. 2013. Variation in fungi toxicant sensitivity of *Colletotrichum gloesporioides* isolates infecting fruit crops. *Journal Food Agric Sci*. 3(1):6-8.
- Hayes, J. 2023. *Fungicide resistance action committee (FRAC) Fungicide Monographs: Demethylation Inhibitors (DMI)*. FRAC, CropLife International.
- Lathifah, S. 2022. Potensi ekstrak daun sukun (*Artocarpus altilis* Park.) sebagai antifungi terhadap pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* secara in-vitro. *Serambi Biologi*. 7 (3) : 288-289.

- Maryono, T. 2017. Kajian penyakit busuk akar dan pangkal batang tebu di Sumatera Selatan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(2): 67-7.
- 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.
- Muliandari, N., Sudiarso, S., dan Sumarni, T. 2021. Analisis pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) akibat aplikasi vermikompos dan plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 73-82.
- Nurhayati, N., Yuwanti, S., dan Urbahillah, A. 2020. Karakteristik fisikokimia dan sensori kombucha Cascara (kulit kopi ranum). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 31(1) : 38-49.
- Peng, Q., Waqas Younas, M., Yang, J., Zhu, H., Miao, J., Gu, B., dan Liu, X. 2022. Characterization of procloraz resistance in *Fusarium fujikuroi* from Heilongjiang Province in China. *Plant Disease*, 106(2), 418-424.
- Semangun, H. 2006. *Pengantar ilmu penyakit tumbuhan*. Edisi ke-4. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Setyawan, S. A. dan Aminatun, T. 2018. Dinamika Populasi Dan Karakteristik Habitat *Xylaria* Spp. Di Kawasan Hutan Alam Turgo. *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 7(6) : 459-465.
- Sun, Y., Jin, B., Yang, J., Liu, B., Li, T., Zhang, X., dan Chen, Y. 2024. Risk assessment of resistance to procloraz in *Phoma arachidicola* causing peanut web blotch. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 203.
- Sitepu, R., Sunaryo, Widyatmoko, K., dan 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.
- Ubaidillah. 2018. Variasi Fenotefik Aksesori Tebu Hybrid (*Saccharum officinarum* L.) di beberapa Wilayah Indonesia Berdasarkan Karakter Morfologi Batang dan Daun. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Singkoh, M. dan Katili, D. Y. 2019. Bahaya pestisida sintetik (sosialisasi dan pelatihan bagi wanita kaum ibu Desa Koka Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa). *JPAI: Jurnal Perempuan Dan Anak Indonesia*, 1(1) : 5-12.
- Widowati, R., Winarno, W., Sulaksono, C., dan Guntur, N. D. 2022. Sebaran serangan penyakit busuk akar dan pangkal batang *Xylaria* spp.(Xylariaceae; Ascomycota) di wilayah PG Cintamanis. *Indonesian Sugar Research Journal*. 2(1) : 1-11.
- Yue, M. Y., Wang, R., Li, Y., Liu, Y. M., dan Ding, W. L. 2023. Sensitivity baseline establishment and resistance risk assessment of *Botrytis cinerea* from Panax ginseng to procloraz. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo Zhongyao Zazhi= China Journal of Chinese Materia Medica*, 48(3), 636-641.
- Yulianti, T. 2020. Status dan strategi teknologi pengendalian penyakit utama tebu di Indonesia. *Perspektif*. 19(1): 1-16.

- Zhang, C., Diao, Y., Wang, W., Hao J., Imran, M., Duan, H., and Liu, X. 2017. Assessing the risk for resistance and elucidating the genetics of *colletotrichum truncatum* that is only sensitive to some DMI fungicides. *Front. Microbiol.* 8:1779. doi: 10.3389/fmicb.2017.01779
- Zhang, C., Liu, Y., Guo, L., dan Chi, M. 2021. Resistance mechanisms of plant pathogenic fungi to demethylation inhibitor fungicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 148, 59–66.