

**POTENSI RESISTENSI FUNGISIDA FLUTRIAFOL PADA JAMUR
Xylaria sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN PANGKAL
BATANG TEBU**

SKRIPSI

Oleh

**Arina Mawadah
2214191038**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

POTENSI RESISTENSI FUNGISIDA FLUTRIAFOL PADA JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN PANGKAL BATANG TEBU

Oleh

ARINA MAWADAH

Penyakit busuk akar dan pangkal batang (BAPB) pada tanaman tebu yang disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. merupakan faktor pembatas produksi gula di Indonesia. Salah satu alternatif pengendalian yang dapat dipilih adalah menggunakan fungisida, seperti fungisida flutriafol yang termasuk golongan *Demethylation Inhibitor* (DMI). Namun, penggunaan fungisida secara intensif berpotensi menimbulkan resistensi pada patogen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi resistensi fungisida flutriafol terhadap jamur *Xylaria* sp. Kegiatan penelitian meliputi: isolasi, penentuan nilai EC₅₀, generasi mutan resisten fungisida flutriafol, uji stabilitas resistensi, uji pertumbuhan koloni pada berbagai suhu, serta uji resistensi silang menggunakan fungisida carbendazim dan prokloraz-Mn. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai EC₅₀ parental sebesar 0,35 µg/mL. Mutan hasil seleksi mampu tumbuh hingga konsentrasi 16 µg/mL, namun tidak pada 32 µg/mL. Uji EC₅₀ *Xylaria* sp. mutan fungisida flutriafol subkultur ke-1 adalah 0,77 µg/mL, sedangkan EC₅₀ mutan subkultur ke-10 adalah 0,32 µg/mL. Uji tingkat resistensi didapatkan nilai RF pada subkultur ke-1 sebesar 2,22 dan subkultur ke-10 sebesar 0,91 dengan nilai FSC sebesar 0,41, sehingga dikategorikan sebagai resisten sedang dan resistensi yang terbentuk belum stabil. Uji pertumbuhan pada beberapa suhu menunjukkan bahwa jamur *Xylaria* sp. parental dan mutan tahan fungisida flutriafol tumbuh optimal pada suhu 25-30 °C. Uji resistensi silang menunjukkan bahwa jamur *Xylaria* sp. mutan terhadap flutriafol menunjukkan adanya resistensi silang terhadap fungisida carbendazim. Hasil penelitian menunjukkan flutriafol memiliki potensi resistensi sedang terhadap *Xylaria* sp., sehingga penggunaannya perlu diikuti strategi pengelolaan resistensi yang tepat.

Kata kunci: BAPB, flutriafol, resistensi, tebu, *Xylaria* sp.

ABSTRAK

POTENSI RESISTENSI FUNGISIDA FLUTRIAFOL PADA JAMUR *Xylaria* sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN PANGKAL BATANG TEBU

Oleh

Arina Mawadah

Root and basal stem rot (BAPB) disease in sugarcane caused by the fungus *Xylaria* sp. is a limiting factor for sugar production in Indonesia. One alternative control method is the use of fungicides, such as flutriafol, which belongs to the Demethylation Inhibitor (DMI) group; however, intensive use of fungicides has the potential to induce resistance in pathogens. This study aimed to analyze the potential resistance of *Xylaria* sp. to the fungicide flutriafol, with research activities including isolation, determination of EC50 values, generation of flutriafol-resistant mutants, resistance stability testing, colony growth assessment at different temperatures, and cross-resistance testing using carbendazim and prochloraz-Mn fungicides. The results showed that the EC50 value of the parental isolate was 0.35 µg/mL, while selected mutants were able to grow up to a concentration of 16 µg/mL but not at 32 µg/mL. The EC50 value of *Xylaria* sp. mutants at the first subculture was 0.77 µg/mL, whereas at the tenth subculture it was 0.32 µg/mL; the resistance factor (RF) values were 2.22 at the first subculture and 0.91 at the tenth subculture, with a fitness stability coefficient (FSC) of 0.41, indicating moderate resistance and that the resistance formed was not stable. Growth tests at different temperatures showed that both parental and flutriafol-resistant mutant strains of *Xylaria* sp. grew optimally at 25–30 °C, and cross-resistance testing indicated that flutriafol-resistant mutants also exhibited cross-resistance to carbendazim. Overall, these results suggest that flutriafol has a moderate resistance risk against *Xylaria* sp., and its use should be accompanied by appropriate resistance management strategies.

Keywords: BAPB, flutriafol, resistance, sugarcane, *Xylaria* sp.

**POTENSI RESISTENSI FUNGISIDA FLUTRIAFOL PADA JAMUR
Xylaria sp. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN PANGKAL
BATANG TEBU**

Skripsi

Oleh

Arina Mawadah

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

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi

**: POTENSI RESISTENSI FUNGISIDA
FLUTRIAFOL PADA JAMUR *Xylaria* sp.
PENYEBAB PENYAKIT BUSUK AKAR DAN
PANGKAL BATANG TEBU**

Nama Mahasiswa

: Arina Mawadah

Nomor Pokok Mahasiswa

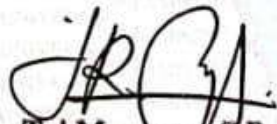
: 2214191038

Fakultas

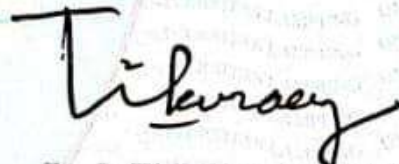
: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.
NIP 196201071986032001

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

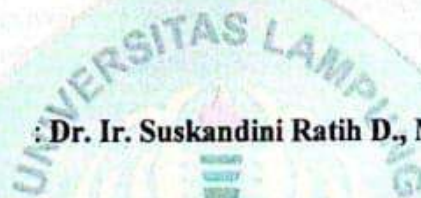
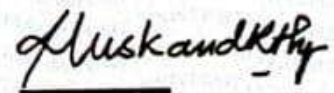
Ketua : **Dr. Tri Maryono, S.P., M. Si.**



Pembimbing Pembantu : **Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M. Sc.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

041181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 22 April 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Potensi Resistensi Fungisida Flutriafol pada Jamur *Xylaria* sp. Penyebab Penyakit Busuk Akar dan Pangkal Batang Tebu**" merupakan hasil karya saya 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 orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 April 2026

Pembuat Pernyataan



Arina Mawadah

NPM. 2214191038

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Margotani, Kecamatan Madang Suku II, Kabupaten Oku Timur pada tanggal 19 September 2003. Penulis merupakan anak pertama dari dua saudara, dari pasangan Bapak Miswan dan Ibu Yulia Priantini. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan dari TK Melati di Desa Margotani pada tahun 2010, Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Margotani pada tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Madang Suku II, dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di SMK Negeri 1 Belitang Madang Raya pada tahun 2022.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2022 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada tahun 2024 penulis aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung sebagai anggota bidang Kewirausahaan kemudian pada 2025 menjadi Sekretaris Bidang Kewirausahaan. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Hanakau Jaya, Kecamatan Sungkai Utara, Kabupaten Lampung Utara, dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT SGN MKSO Kebun Bungamayang pada tahun 2025.

PERSEMBAHAN

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

Orang tua tercinta

Bapak Miswan dan Ibu Yulia Priantini

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

Adiku tersayang

Muhdafa Tirta Anas

Terima kasih atas segala doa dan dukungan sehingga menjadi
sumber inspirasi dan motivasi terbesar bagiku. Semoga karya tulis ini
bisa menjadi motivasi untuk menempuh pendidikan dengan tekun
di masa depan nantinya.

Anton Susilo yang telah mendukung penuh pendidikanku sehingga
penulis mampu menyelesaikan karya ini.

Serta Almamater tercintaku Universitas Lampung tempat penulis menyelesaikan
pendidikan.

MOTO

“Setiap halaman yang ditulis adalah bukti bahwa aku tidak berhenti.”
(Arina Mawadah)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
(Q.S Al-Baqarah:286)

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi. Tak ada mimpi yang patut untuk
diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah
dengan selayaknya yang kau harapkan.”
(Maudy Ayunda)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Potensi Resistensi Fungisida Flutriafol 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. Bapak 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. Bapak 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. Ibu Dr. Ir. Titik Nur Aeny., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas bimbingan, arahan, motivasi, nasihat, dan saran yang telah diberikan hingga skripsi ini dapat diselesaikan,
4. Ibu Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P 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 ibuku, yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik,
6. Kepada adikku tersayang Muhdafa Tirta Anas yang telah memberi dukungan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini,
7. Anton Susilo yang selalu memberi dukungan semangat serta motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi,
8. Ibu Widyaningrum Alita Sari, S.P. yang telah memberikan saran, doa dan dukungan serta semangat kepada penulis selama kegiatan penelitian,
9. Kepada teman-teman, Ria, Sifa, Richo, dan Bening yang telah membantu penulis selama penelitian dan menyelesaikan skripsi ini,
10. Teman-temanku jurusan Proteksi Tanaman Angkatan 2022 yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa studi, serta berbagi pengalaman dan pengetahuan yang sangat berharga bagi penulis, dan
11. 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, April 2026

Arina Mawadah
NPM. 2214191038

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	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 Pangkal Batang Tebu (BAPB)	5
2.3 Fungisida flutriafol	7
III. METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Pelaksanaan Penelitian	10
3.3.1 Pembuatan media <i>Potato Sucrose Agar</i> (PSA)	10
3.3.2 Isolasi jamur <i>Xylaria</i> sp.	11
3.3.3 Penentuan EC ₅₀ fungisida flutriafol pada <i>Xylaria</i> sp.....	11
3.3.4 Pembuatan mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. resisten terhadap flutriafol	12
3.3.5 Karakterisasi mutan resisten flutriafol.....	12
3.4 Analisi Data	13

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil.....	14
4.1.1 Hasil isolasi jamur <i>Xylaria</i> sp.....	14
4.1.2 Penentuan nilai EC ₅₀ fungisida flutriafol.....	14
4.1.3 Generasi mutan jamur <i>Xylaria</i> sp. resisten terhadap flutriafol ...	16
4.1.4 Karakterisasi mutan resisten flutriafol.....	17
V. SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan.....	25
5.2 Saran.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada media yang diberi fungisida flutriafol yang berbeda	15
2. Transformasi \log_{10} konsentrasi fungisida uji dan persentase penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada subkultur yang berbeda	15
3. Pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada media yang diberi fungisida flutriafol dengan konsentrasi yang berbeda.....	18
4. Transformasi \log_{10} konsentrasi fungisida uji dan persentase penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada subkultur yang berbeda	18
5. Diameter koloni isolat jamur <i>Xylaria</i> sp. pada 15 hsi berbagai suhu.....	20
6. Tingkat resistensi koloni parental jamur <i>Xylaria</i> sp. terhadap bahan aktif fungisida	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Struktur molekul flutriafol.	8
2. Morfologi koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. hasil isolasi: (a) tampak depan dan (b) tampak belakang.	14
3. Koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada media PSA dengan berbagai konsentrasi fungisida: (a) 0 µg/mL (kontrol), (b) 1 µg/mL, (c) 2 µg/mL, (d) 3 µg/mL, dan (e) 3,5 µg/mL.	15
4. Regresi linear log ₁₀ konsentrasi fungisida flutriafol dengan penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. parental.	16
5. Diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. pada media tumbuh mengandung fungisida flutriafol pada berbagai konsentrasi: (a) 1 µg/mL, (b) 2 µg/mL, (c) 4 µg/mL, (d) 8 µg/mL, (e) 16 µg/mL, dan (f) 32 µg/mL.	16
6. Diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. mutan pada setiap 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 ke-10.	17
7. Koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. parental (F1), mutan tahan fungisida flutriafol subkultur ke-10 (F2): (a) 0 kontrol, (b) 1 µg/mL, (c) 1,5 µg/mL, (d) 2 µg/mL, (e) 3 µg/mL, dan (f) 3,5 µg/mL.	17
8. Regresi linear log ₁₀ konsentrasi fungisida flutriafol dengan penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. mutan fungisida flutriafol subkultur ke-1.	19
9. Regresi linear log ₁₀ konsentrasi fungisida flutriafol dengan penghambatan pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Xylaria</i> sp. tahan fungisida flutriafol subkultur ke-10.	19
10. Diameter jamur <i>Xylaria</i> sp. isolat parental pada beberapa suhu berbeda: (F1) parental, (F2) mutan (a) 18 °C, (b) 25 °C, (c) 30 °C dan (d) 37 °C.	21
11. Koloni jamur <i>Xylaria</i> sp.: (a) mutan tahan fungisida flutriafol, (b), mutan <i>Xylaria</i> sp. tahan fungisida flutriafol dalam fungisida carbendazim, (c) mutan <i>Xylaria</i> sp. tahan fungisida flutriafol dalam fungisida prokloraz-Mn.	21

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) memiliki peran penting dalam pemenuhan konsumsi gula di Indonesia. Gula menjadi salah satu kebutuhan pokok penting bagi masyarakat dan industri (Nadya dkk., 2021). Menurut Kementerian Pertanian (2024), produksi gula terbesar ada di Jawa Timur sekitar 1,13 juta ton. Provinsi Lampung berada di posisi kedua dengan kontribusi terhadap produksi gula nasional sebesar 28,55%. Di Lampung sentra industri gula tersebar di beberapa wilayah meliputi Kabupaten Lampung Tengah, Tulang Bawang, Way Kanan, dan Lampung Utara (Radar, 2024).

Salah satu permasalahan perkebunan tebu di Indonesia adalah masih rendahnya produktivitas. Keberadaan penyakit merupakan salah satu faktor penyebab produksi gula kurang optimal. Penyakit busuk akar pangkal batang (BAPB) tebu merupakan penyakit penting yang disebabkan oleh jamur *Xylaria* sp. Penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil yang cukup besar (Maryono, 2017). Penyakit ini berpotensi mengurangi hasil tebu dan gula sebesar 12,3-15,4% pada tingkat keparahan sebesar 25-26% (Sitepu *et al.*, 2010).

Sampai saat ini belum terdapat metode pengendalian penyakit BAPB yang efektif. Salah satu alternatif pengendalian penyakit BAPB adalah dengan aplikasi fungisida, termasuk fungisida flutriafol. Hingga saat ini fungisida flutriafol belum terdaftar untuk mengendalikan jamur *Xylaria* sp. penyebab penyakit BAPB tebu, sehingga potensi resistensi pada jamur *Xylaria* sp. belum diketahui. Oleh karena

itu perlu dilakukan penelitian mengenai potensi resistensi fungisida flutriafol terhadap jamur *Xylaria* sp.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi resistensi, stabilitas resistensi, dan uji silang fungisida flutriafol pada jamur *Xylaria* sp. penyebab busuk akar dan pangkal batang tebu.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penyakit busuk akar dan pangkal batang (BAPB) merupakan penyakit yang ditemukan pertama kali di Lampung pada 1993. Penyakit ini menjadi masalah serius dan menimbulkan kerugian yang besar. Kerugian yang diakibatkan oleh penyakit BAPB ini berupa penurunan bobot batang, rendemen, dan jumlah batang (Maryono dkk., 2020). Sampai saat ini belum ada varietas tebu yang tahan terhadap penyakit BAPB. Salah satu pengendalian yang dapat dilakukan yaitu menggunakan fungisida. Namun pengendalian menggunakan fungisida dapat menimbulkan resistensi (Romdhani dkk., 2024).

Salah satu fungisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan jamur patogen yaitu flutriafol (Zhang *et al.*, 2015). Fungisida flutriafol merupakan fungisida kelas Triazole. Fungisida ini merupakan kelompok DMI dengan potensi resistensi sedang (FRAC, 2025). Mekanisme kerja flutriafol yaitu menghambat enzim C14-demethylase yang berperan dalam biosintesis sterol, khususnya ergosterol. Akibatnya, struktur membran sel jamur menjadi tidak stabil, mengganggu pertumbuhan, pembelahan, dan respirasi sel, yang akhirnya menyebabkan kematian sel jamur (Mueller, 2006).

Beberapa penelitian melaporkan adanya resistensi terhadap flutriafol pada patogen tanaman. Misalnya, pada *Exserohilum turcicum* proporsi isolat dengan penurunan sensitivitas mencapai 30 % dan 5 % isolat menunjukkan resistensi penuh dalam pengujian laboratorium (Anderson *et al.*, 2024), sementara pada *Cercospora*

beticola sekitar 16 % isolat resisten terhadap flutriafol. Kristini (2022) melaporkan flutriafol efektif menekan penyakit luka api pada tebu, baik pada tanaman pertama maupun keprasan. Selain itu, fungisida flutriafol terbukti efektif mengendalikan *Ganoderma boninense* penyebab busuk pangkal batang kelapa sawit, serta *Pyricularia* sp. penyebab penyakit blas pada tanaman padi (Donnarina dkk., 2017).

Sampai saat ini, flutriafol belum terdaftar sebagai fungisida untuk pengendalian patogen BAPB, Sehingga potensi resistensi terhadap patogen tersebut belum diketahui. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi resistensi fungisida golongan DMI, khususnya flutriafol terhadap jamur *Xylaria* sp.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah fungisida flutriafol memiliki potensi sedang, stabilitas tidak setabil, serta menimbulkan resistensi silang pada fungisida lain.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu merupakan tanaman yang termasuk kedalam famili *Poaceae* atau di kenal sebagai kelompok rerumputan. Tanaman tebu banyak dibudidayakan di Indonesia sebagai bahan baku pembuatan gula. Tebu tumbuh di daerah tropis dan dapat tumbuh di sebagian daerah subtropika. Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi penduduk Indonesia yang selalu meningkat. Oleh karna itu perlu adanya peningkatan produksi tebu sebagai bahan baku agar kebutuhan gula terpenuhi (Muktafa dkk., 2023).

Peningkatan produksi tebu dapat dicapai apabila faktor-faktor pertumbuhan tebu mendukung dengan baik. Faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tebu diantaranya adalah faktor abiotik, yaitu air, CO₂, cahaya dan nutrisi. Kebutuhan air yang cukup selama masa pertumbuhan tanaman tebu dapat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Pada fase awal pertumbuhan hingga pemanjangan batang tebu kebutuhan air relatif tinggi dan menurun pada saat memasuki fase pemasakan (Soleh dkk., 2019).

Tebu merupakan salah satu komoditas tanaman perkebunan yang memiliki peranan penting dalam menunjang perekonomian Indonesia. Produk olahannya, terutama gula, digunakan sebagai bahan pemanis yang dikonsumsi oleh rumah tangga maupun industri pangan. Selain memenuhi kebutuhan domestik, sebagian produksi tebu juga diekspor untuk meningkatkan perolehan devisa negara, sehingga berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Namun, kualitas nira yang dihasilkan dapat mengalami penurunan, salah satunya disebabkan oleh

penggunaan batang tebu hasil keprasan yang dilakukan lebih dari tiga kali. Selain itu, penundaan waktu penggilingan tebu juga menjadi faktor yang memengaruhi penurunan mutu, karena semakin lama waktu tunda, maka semakin besar pengaruhnya terhadap penurunan persen pol atau kadar gula dalam tebu, serta dapat meningkatkan kadar gula reduksi yang tidak diinginkan (Kusumastuti dkk., 2024).

Dalam upaya meningkatkan kinerja industri gula, penting untuk memastikan bahwa proses budidaya tanaman tebu dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Tingkat produktivitas tebu sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pemilihan bahan tanam, sistem pemeliharaan yang mencakup pemupukan, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Salah satu inovasi dalam penyediaan bahan tanam berkualitas adalah penggunaan bibit *bud chip*, yang dinilai efektif dalam meningkatkan produksi dan rendemen tebu. Penerapan teknologi budidaya melalui penggunaan bibit *bud chip* juga mendukung program pemerintah dalam mencapai swasembada gula nasional. Pertumbuhan tanaman tebu yang seragam sejak awal tanam berkontribusi terhadap kematangan yang merata di lapangan, sehingga mampu meningkatkan rendemen serta hasil panen per satuan luas lahan (Andeva dkk., 2018).

2.2 Penyakit Busuk Akar Pangkal Batang Tebu (BAPB)

Penyakit busuk akar dan pangkal batang (BAPB) merupakan salah satu permasalahan utama pada budidaya tanaman tebu di Indonesia. Kasus pertama penyakit ini dilaporkan di wilayah Lampung pada tahun 1993. Patogen BAPB adalah jamur dari genus *Xylaria*, yang diketahui menimbulkan dampak signifikan terhadap produktivitas tanaman, khususnya di Lampung dan Sumatera Selatan. Berdasarkan kajian morfologi, patogen tersebut menunjukkan kemiripan dengan *Xylaria cf. warburgii*, sebagaimana dilaporkan di Taiwan. Oleh karena itu, organisme penyebab penyakit ini diidentifikasi sebagai *Xylaria cf. warburgii*. Sementara itu, hasil analisis karakter morfologi dan molekuler menunjukkan

bahwa spesies *Xylaria arbuscula* merupakan penyebab utama penyakit BAPB pada tanaman tebu di Sumatera Selatan (Maryono dkk., 2020).

Gejala serangan penyakit BAPB pada tanaman tebu umumnya ditandai dengan perubahan warna daun yang menjadi kekuningan, diikuti oleh kelayuan, pengeringan, dan berujung pada kematian tanaman. Pada lahan yang tergolong endemik, gejala tersebut tampak lebih mencolok dalam bentuk kelompok tanaman yang menunjukkan warna kuning dan kondisi kering secara serempak. Jamur penyebab penyakit ini mampu bertahan hidup sebagai saprofit di dalam tunggul tebu selama lebih dari tujuh bulan apabila tidak terdapat tanaman inang baru, dan akan kembali menginfeksi akar atau pangkal batang tanaman tebu apabila kondisi mendukung. Gejala awal biasanya mulai muncul pada tanaman tebu *Plant Cane* (PC) yang telah berumur sekitar sembilan bulan atau lebih. Namun, pada tanaman ratoon, gejala dapat terlihat lebih awal karena keberadaan inokulum patogen yang telah tersisa di tunggul tanaman tebu dari musim tanam sebelumnya (Yulianti, 2017).

Penyakit busuk akar dan pangkal batang (BAPB) pada tanaman tebu ditandai dengan kemunculan struktur stroma jamur *Xylaria* sp. yang berasal dari pangkal batang tanaman terinfeksi serta dari area tanah di sekitar tanaman yang menunjukkan gejala penyakit. Selain itu, pada bagian pangkal batang yang terinfeksi juga dapat ditemukan keberadaan hifa jamur. Stroma yang muncul pada batang tanaman yang sakit terdiri atas dua tipe, yaitu stroma bercabang banyak yang tumbuh secara berkelompok, dan stroma berwarna hitam dengan ujung berwarna putih. Awalnya, stroma tampak sebagai titik kecil berwarna putih, yang kemudian dalam beberapa hari berkembang menjadi tangkai berwarna hitam kecokelatan dengan ujung putih. Struktur ini biasanya muncul pada permukaan bagian tanaman tebu yang telah terinfeksi. Di bagian dalam stroma, ditemukan miselium yang padat dan berwarna putih (Maryono dkk., 2017).

Perkembangan penyakit BAPB dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang mencakup unsur abiotik dan biotik di

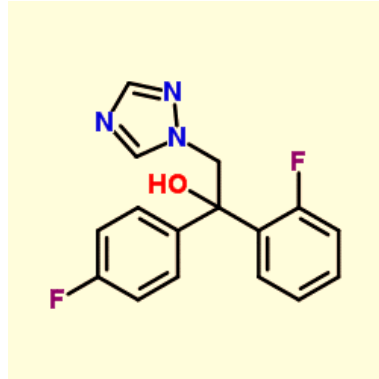
lingkungan pertanaman. Salah satu faktor abiotik utama yang mendukung pertumbuhan jamur penyebab penyakit ini, *Xylaria* sp. adalah kelembapan. Jamur *Xylaria* sp. menunjukkan pertumbuhan optimal pada tingkat kelembapan berkisar antara 65% hingga 100%. Kandungan air yang memadai pada jaringan kayu yang telah mengalami pembusukan menjadi komponen penting dalam menunjang aktivitas metabolisme jamur tersebut. Selain kelembapan, suhu juga memiliki peranan krusial, di mana suhu ideal untuk pertumbuhan *Xylaria* sp. berada pada rentang 16 °C hingga 25°C. Suhu di luar kisaran tersebut, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah, dapat menghambat proses pertumbuhan dan perkembangan jamur. Di samping itu, intensitas cahaya matahari turut memengaruhi proses penyakit ini. Meskipun cahaya tidak secara langsung memengaruhi pertumbuhan vegetatif *Xylaria* sp., namun keberadaannya dapat merangsang proses pembentukan spora (Setyawan dan Aminatun, 2018).

Pengendalian penyakit yang paling mudah dilakukan adalah dengan menggunakan fungisida atau penggunaan varietas tahan. Namun, aplikasi fungisida untuk mengendalikan *Xylaria* sp. dikhawatirkan menyebabkan makin rendahnya keragaman dan populasi mikroba tanah sehingga keseimbangan ekosistem semakin terganggu. Selain itu, membutuhkan biaya yang mahal dan efektivitasnya masih diragukan. Salah satu jenis fungisida yang dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan jamur *Xylaria* sp. yaitu fungisida golongan triazole. Fungisida berbahan aktif flutriafol merupakan fungisida kelas triazole. Fungisida ini merupakan inhibitor dari enzim 1,2 α -demethylase yang merupakan komponen penting dari biosintesis ergosterol yaitu komponen utama dari membran sel jamur. Untuk itu fungisida jenis ini akan menghambat pertumbuhan jamur dan pada akhirnya memastikan jamur (Yulianti, 2017).

2.3 Fungisida flutriafol

Flutriafol (Gambar 1) termasuk dalam grup 3 DMI (*Demethylation Inhibitor*) yang merupakan golongan triazol yang bekerja dengan menghambat enzim C-14 α demethylase (CYP51) dalam jalur biosintesis sterol pada membran sel jamur. Sebagai fungisida sistemik luas, fungisida ini dapat diserap melalui daun dan akar,

menjaga kontinuitas aktivitas sejak aplikasi awal hingga translaminar, menjadikannya efektif mencegah serta mengendalikan infeksi pada berbagai patogen seperti *powdery mildew*, karat dan jamur batang. Potensi resistensi untuk kelompok DMI ini adalah sedang (FRAC, 2025).



Gambar 1. Struktur molekul flutriafol.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/flutriafol>.

Fungisida flutriafol merupakan fungisida yang efektif untuk mengendalikan berbagai penyakit tanaman. Fungisida ini tergolong ke dalam kelompok *demethylation inhibitors* (DMI), yaitu senyawa yang bekerja dengan cara menghambat aktivitas enzim dalam proses biosintesis ergosterol. Ergosterol sendiri merupakan komponen penting yang berfungsi dalam mengatur fluiditas serta permeabilitas membran sel, yang esensial bagi kelangsungan hidup sel jamur. Inhibisi terhadap sintesis ergosterol menyebabkan terganggunya struktur dan fungsi membran sel, yang pada akhirnya menghambat proses penyerapan serta penyimpanan nutrisi, sehingga memicu kematian sel patogen (Kwon *et al.*, 2021).

Penggunaan flutriafol secara berkelanjutan dan intensif pada komoditas pertanian seperti tanaman sereal dan kanola telah memicu timbulnya resistensi pada populasi patogen terhadap fungisida yang tergolong dalam kelompok DMI. Berdasarkan hasil survei lapangan di Australia, sekitar 10–15% populasi *Leptosphaeria maculans* menunjukkan tingkat resistensi yang tinggi terhadap flutriafol, meskipun belum ditemukan indikasi resistensi terhadap kombinasi fungisida prothioconazole dan tebuconazole. Di sisi lain, studi jangka panjang terhadap *Cercospora beticola* menunjukkan bahwa aplikasi flutriafol secara

berulang, baik dalam dosis penuh maupun yang dikurangi, cenderung menyeleksi individu patogen yang lebih toleran serta memperkuat hubungan resistensi silang terhadap fungisida difenoconazole. Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan strategi pengelolaan resistensi, seperti pembatasan frekuensi aplikasi dan rotasi atau kombinasi dengan fungisida dari golongan lain, guna menjaga efektivitas flutriafol dalam pengendalian penyakit pada tanaman sereal (Van *et al.*, 2021).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada September 2025 sampai Februari 2026 di Laboratorium Penyakit Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), timbangan, labu erlenmeyer, *microwave*, mikropipet, cawan petri, gelas beaker, bunsen, pinset, *scalpel*, kertas label, tisu, *plastic wrap*, plastik tahan panas, nampan, bor gabus, alat tulis dan kamera. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian adalah koleksi Isolat jamur *Xylaria* sp. media PSA, alkohol 70%, spritus, korek api, asam laktat ($C_3H_6O_3$), *aquades* dan beberapa bahan aktif fungisida seperti flutriafol, carbendazim, dan prokloraz-Mn.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pembuatan media *Potato Sucrose Agar* (PSA)

Media PSA dibuat dengan menggunakan 200 g kentang, 20 g agar, 20 g sukrosa, dan 1000 mL *aquades*. Proses dimulai dengan mengupas dan memotong kentang menjadi bentuk dadu, kemudian ditimbang sebanyak 200 g. Kentang yang telah ditimbang dicuci hingga bersih, lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker berisi 1000 mL *aquades* dan direbus selama sekitar 15 menit hingga mendidih. Setelah perebusan, ekstrak kentang disaring dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer yang telah berisi 20 g agar dan 20 g sukrosa. Erlenmeyer tersebut kemudian ditutup menggunakan aluminium foil dan dibungkus dengan plastik tahan panas

untuk proses sterilisasi. Sterilisasi dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 30 menit. Setelah proses sterilisasi selesai, media didinginkan terlebih dahulu, kemudian ditambahkan asam laktat dan dihomogenkan. Langkah terakhir adalah menuangkan media ke dalam cawan petri, lalu disimpan hingga siap digunakan (Jamilatun dkk., 2020).

3.3.2 Isolasi jamur *Xylaria* sp.

Jamur *Xylaria* sp. diisolasi dari jaringan pangkal batang tanaman tebu yang menunjukkan gejala penyakit, dengan rasio pengambilan jaringan 1:3 (satu bagian jaringan bergejala dan tiga bagian jaringan sehat). Proses isolasi dilakukan dengan memotong jaringan stroma menjadi potongan kecil berukuran 0,2 cm. Potongan jaringan tersebut kemudian disterilisasi permukaannya dengan merendamnya dalam larutan kloroks 1% selama 5 menit, diikuti pembilasan menggunakan air steril sebanyak tiga kali. Setelah proses sterilisasi, potongan jaringan ditiriskan di atas kertas tisu steril sebelum ditanam secara terpisah ke dalam cawan petri yang telah berisi media PSA untuk proses inkubasi dan pemurnian lebih lanjut.

3.3.3 Penentuan EC₅₀ fungisida flutriafol pada *Xylaria* sp.

EC₅₀ adalah konsentrasi fungisida yang mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur sebesar 50%. Pengujian dilakukan pada media PSA dengan enam tingkat konsentrasi flutriafol yaitu, 0; 1; 2; 3 dan 3,5 µg/mL. Inokulum jamur *Xylaria* berupa plug miselium berdiameter 5 mm diambil dari koloni berumur tujuh hari, kemudian dipindahkan ke media PSA yang telah mengandung masing-masing konsentrasi fungisida. Inkubasi dilakukan pada suhu 25 °C di dalam ruang gelap selama tujuh hari. Setelah masa inkubasi, diameter koloni jamur diukur pada dua sumbu tegak lurus dan diagonal. Hasil pengukuran kemudian dirata-ratakan untuk perhitungan nilai EC₅₀. Setiap perlakuan konsentrasi fungisida diulang sebanyak lima kali (Du *et al.*, 2021). Nilai EC₅₀ dihitung setelah mendapatkan nilai persentase penghambatan pertumbuhan jamur dan transformasi log konsentrasi uji (log₁₀).

3.3.4 Pembuatan mutan jamur *Xylaria* sp. resisten terhadap flutriafol

Untuk memperoleh mutan resisten terhadap flutriafol dilakukan dengan metode pemaparan bertingkat (Du *et al.*, 2021). Inokulum berupa plug miselium ditempatkan pada media PSA yang mengandung flutriafol dengan konsentrasi awal sebesar 1,0 µg/mL, kemudian diinkubasi pada suhu 25 °C dalam kondisi gelap. Jamur yang berhasil tumbuh pada media tersebut selanjutnya dipindahkan ke media PSA dengan konsentrasi flutriafol yang ditingkatkan secara bertahap, yaitu dua kali dari konsentrasi sebelumnya. Proses seleksi ini dilakukan sebanyak lima siklus berturut-turut hingga mencapai konsentrasi maksimum. Isolat dianggap tidak mampu beradaptasi lebih lanjut apabila miselium tidak menunjukkan pertumbuhan pada media yang mengandung 32,0 µg/mL flutriafol. Mutan yang berhasil bertahan dalam proses seleksi kemudian dipindahkan ke media PSA tanpa penambahan fungisida.

3.3.5 Karakterisasi mutan resisten flutriafol

3.3.5.1 Tingkat dan stabilitas resistensi

Untuk mengevaluasi stabilitas resistensi pada mutan, dilakukan subkultur sebanyak sepuluh kali berturut-turut pada media PSA tanpa penambahan fungisida. Inokulum berupa plug miselium diambil dari tepi koloni yang menunjukkan pertumbuhan aktif, kemudian dipindahkan secara aseptis ke media baru pada setiap siklus pemindahan. Nilai konsentrasi efektif 50% (EC_{50}) dihitung dari masing-masing mutan sebelum proses subkultur, serta setelah subkultur ke-10, menggunakan metode yang telah dijelaskan pada sub bab 3.3.3. Nilai faktor resistensi (RF) dihitung menggunakan rumus $RF = EC_{50} \text{ mutan resisten} / EC_{50} \text{ isolat tipe liar (parental)}$. Selanjutnya, perubahan sensitivitas dihitung melalui faktor perubahan sensitivitas (FSC) yang diperoleh dari rasio nilai RF pada pemindahan kesepuluh dibandingkan dengan pemindahan pertama (Du *et al.*, 2021). Resistensi terhadap flutriafol dianggap sebagai resistan sedang jika $RF < 100$ dan sangat resistan jika $RF \geq 100$ (Lu *et al.*, 2011).

3.3.5.2 Respon pertumbuhan miselium terhadap suhu

Koloni berdiameter 5 mm dari isolat mutan dan isolat parental diambil dari tepi koloni yang menunjukkan pertumbuhan aktif, kemudian diinokulasikan ke dalam media PSA. Inkubasi dilakukan pada suhu 18, 25, 30, dan 37 °C dalam kondisi gelap. Setiap perlakuan suhu dilakukan dalam tiga ulangan. Setelah masa inkubasi selama 15 hari, dilakukan pengukuran diameter koloni serta pengamatan terhadap morfologi koloni (Du *et al.*, 2021).

3.3.5.3 Uji resistensi silang

Uji resistensi silang mutan *Xylaria* sp. dilakukan terhadap fungisida dengan bahan aktif prokloraz-Mn dan carbendazim menggunakan metode makanan beracun. Jamur *Xylaria* sp. mutan ditumbuhkan pada media mengandung masing-masing fungisida dengan konsentrasi sesuai anjuran yaitu, carbendazim (2 g/L) dan prokloraz mangan (1 µg/mL). Biakan kemudian diinkubasi dalam suhu ruang selama 15 hari (Du *et al.*, 2021). Lalu dihitung diameter koloni dan tingkat hambatan relatif dengan kategori nilai THR menurut Kumar *et al.* (2007) yaitu, THR > 90% = sangat sensitif (SS), THR > 75-90% = sensitif (S), THR > 60-75% = resisten sedang (RS), THR > 40-60% = resisten (R), THR = ≤ 40%, sangat resisten (SR).

3.4 Analisi Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini yaitu *Xylaria* sp. penyebab penyakit busuk akar pangkal batang tebu, mampu membentuk mutan resisten terhadap fungisida flutriafol. Fungisida flutriafol memiliki potensi sedang pada jamur *Xylaria* sp. penyebab busuk akar dan pangkal batang tebu. Namun demikian resistensi yang terbentuk tidak stabil. Fungisida flutriafol menunjukkan adanya resistensi silang terhadap fungisida carbendazim.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk menganalisis profil metabolit jamur *Xylaria* sp. untuk mengetahui mekanisme terjadinya resistensi terhadap fungisida flutriafol.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, N. R., McCoy, A. G., Castellano, C., Chilvers, M. I., Alinger, E., Allen, T. W., and Wise, K. A. 2024. Sensitivity of the causal agent of northern leaf blight of corn, *Exserohilum turcicum*, to the demethylase-inhibiting fungicide flutriafol. *Plant Health Progress*. 25 (3): 287-292.
- Andeva, N., Indrawati, W., dan Kusumastuti, A. 2018. Produktivitas tebu (*Saccharum officinarum* L.) asal bibit bud chips (ujung, tengah, pangkal) akibat aplikasi mulsa bagasse. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 6 (2): 99.
- Bai, Q., Ma, X., Hayat, M., Tang, Y., and Wang, Z. 2025. Comparison and analysis of resistance differences in *Alternaria alternata* from fungicides with three different mechanisms. *Journal of Fungi*. 11 (4): 305.
- Cools, H., J., and Fraaije, B., A. 2013. Update on mechanisms of azole resistance in *Mycosphaerella graminicola* and implications for future control. *Pest Management Science*. 69 (2): 150–155.
- Donnarina, S., Rokhana F, Prasetyo, dan Agus, S. 2017. Keefektifan fungisida terhadap isolat jamur terbawa benih kelapa sawit. *Jurnal Pen. Kelapa Sawit*. 25 (1): 47-58.
- Du, Y., Niuniu S., Hongchun R., Jianqiang, M., He Y., Chunxi, S., Furu, C., and Xili, L. 2021. Analysis of the prochloraz-Mn resistance risk and its molecular basis in *Mycogone rosea* from *Agaricus bisporus*. *Pest Management Science*. 6: 10.1002
- FRAC 2025. Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). <https://www.frac.info/media/ljsi3qrv/frac-code-list-2025.pdf>. Diakses pada 08 juni 2025.
- 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.
- Kwon, H. C., Sohn, H., Kim, D. H., Jeong, C. H., Kim, D. W., and Han, S. G. 2021. Effects of flutriafol fungicide on the lipid accumulation in human liver cells and rat liver. *Journal Foods*. 10 (6): 1346.

- Kristiani, A., Herwan, C.A., Alfarina, K., Faizal, D, R., dan Wiwit, W. J. 2022. Pengendalian penyakit luka api pada tanaman tebu dengan fungisida flutriafol. *Journal Indonesia Sugar Research*. Vol. 2 (2): 86-94.
- 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.
- Lu, X. H., Hausbeck, M. K., Liu, X. L., and Hao, J. J. 2011. Wild type sensitivity and mutation analysis for resistance risk to fluopicolide in *Phytophthora capsici*. *The American Phytopathological Society*. 95 (12): 1535-1541.
- Maryono, T., Ani, W., dan Achmadi, P., 2017. Penyakit busuk akar dan pangkal batang tebu di Sumatera Selatan. *Jurnal Fitopatol Indonesia*. 13 (2): 67–71.
- 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.
- Mueller, D. S. 2006. *Fungicides: Triazoles*. *Integrated Crop Management News*.
- Muktafa, M., Anna, K., Dwi, A. S, Azhari, R., Muhammad, M., Ratna, S. H., dan Yunaidi. 2023. Perbandingan pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan sistem penanaman *single row* dan *double row*. *Jurnal Pertanian Agroteknologi*. 11(4):293-299.
- Nadya, M., Sudiarso, dan Titin, S. 2021. Analisis pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) akibat aplikasi vermikompos dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 9 (2): 73-82.
- Radar. 2024. *Analisis Kinerja dan Prospek Komoditas Gula*. dePlantation.com. vol 1.
- 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.
- 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.
- Soleh, A. M., Santi, R., dan Erza, F. S. 2019. Respons pertumbuhan dan fisiologi beberapa varietas tebu (*Saccharum officinarum* L.) asal kultur jaringan yang diberi cekaman genangan air. *Jurnal Agrikultura*. 30 (3): 117-124.
- Yulianti, T. 2017. Perkembangan penyakit lapuk akar dan pangkal batang tebu (*Xylaria warbugii*) di sumatera dan strategi pengendaliannya. *Perspektif*. 16 (2): 122-133.

- Zhang, Q., Xiu-de, Hai-Yan, S., Ji-Song, L., Ming-Hing, Tian, and Ming-Hua, W. 2015. Enantioselective bioactivity, acute toxicity and dissipation in vegetables of the chiral triazole fungicide flutriafol. *Journal of hazardous materials*. Vol 284 (2): 65-72.
- Zhang, L. dan Liu, X. 2019. Quantifying Fungicide Sensitivity Change (FSC) as a tool for monitoring resistance. *Journal of Applied Microbiology*. 127 (3): 739–750.
- 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.