

EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL DAUN WALISONGO (*Schefflera arboricola*) SEBAGAI BIOFUNGISIDA TERHADAP PERTUMBUHAN *Colletotrichum* sp. DAN *Fusarium* sp.

(Skripsi)

ASTRY WASUHAYA

2217061035



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL DAUN WALISONGO (*Schefflera arboricola*) SEBAGAI BIOFUNGISIDA TERHADAP PERTUMBUHAN *Colletotrichum* sp. DAN *Fusarium* sp.

Oleh

ASTRY WASUHAYA

Colletotrichum sp. dan *Fusarium* sp. merupakan fungi patogen penyebab penyakit antraknosa dan layu fusarium yang menimbulkan kerugian ekonomi pada tanaman hortikultura, khususnya cabai. Pengendalian penyakit umumnya menggunakan fungisida sintetis yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas ekstrak metanol daun walisongo (*Schefflera arboricola*) sebagai biofungisida terhadap pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu konsentrasi ekstrak metanol daun walisongo (5%, 10%, 15%) dan kontrol negatif (tanpa perlakuan) serta kontrol positif (ketokonazol), dengan lima ulangan. Parameter yang diamati adalah diameter koloni fungi dan persentase daya hambat. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (anara) dan dilanjutkan dengan uji *Tukey* pada taraf kepercayaan 5% ($\alpha = 0,05$). Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun walisongo mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid. Hasil anara menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun walisongo secara signifikan menghambat pertumbuhan kedua jamur uji. Konsentrasi 10% merupakan konsentrasi yang paling efektif dengan persentase penghambatan sebesar 36,2% terhadap *Fusarium* sp. dan 38,9% terhadap *Colletotrichum* sp. sehingga ekstrak metanol daun walisongo berpotensi sebagai biofungisida nabati yang dapat mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata kunci : biofungisida, *Schefflera arboricola*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp.

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF METHANOL EXTRACT OF WALISONGO LEAVES (*Schefflera arboricola*) AS A BIOFUNGICIDE AGAINST THE GROWTH OF *Colletotrichum* sp. AND *Fusarium* sp.

By

ASTRY WASUHAYA

Colletotrichum sp. and *Fusarium* sp. are pathogenic fungi that cause anthracnose and Fusarium wilt diseases, resulting in economic losses in horticultural crops, especially chili plants. Disease control is generally carried out using synthetic fungicides, which have the potential to cause negative impacts on the environment and human health. This study aimed to determine the effectiveness of methanol extract of walisongo leaves (*Schefflera arboricola*) as a biofungicide against the growth of *Colletotrichum* sp. and *Fusarium* sp. in vitro. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with one factor, namely the concentration of methanol extract of walisongo leaves (5%, 10%, and 15%), negative control (without treatment), and positive control (ketoconazole), with five replications. The observed parameters were fungal colony diameter and percentage of inhibition. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's test at a 5% significance level ($\alpha = 0.05$). Phytochemical screening results showed that the methanol extract of walisongo leaves contained alkaloids, flavonoids, saponins, tannins, and terpenoids. The ANOVA results showed that the methanol extract of walisongo leaves significantly inhibited the growth of both tested fungi. The 10% concentration was the most effective concentration, with an inhibition percentage of 36.2% against *Fusarium* sp. and 38.9% against *Colletotrichum* sp. Therefore, methanol extract of walisongo leaves has the potential to be used as a botanical biofungicide to support sustainable agriculture.

Keywords: biofungicide, *Schefflera arboricola*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp.

EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL DAUN WALISONGO (*Schefflera arboricola*) SEBAGAI BIOFUNGISIDA TERHADAP PERTUMBUHAN *Colletotrichum* sp. DAN *Fusarium* sp.

Oleh

Astry Wasuhaya

2217061035

SKRIPSI

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

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

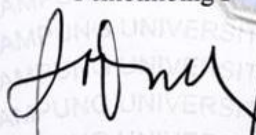
Judul skripsi : Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Walisongo
(*Schefflera arboricola*) Sebagai Biofungisida
Terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Dan
Fusarium sp.
Nama Mahasiswa : Astry Wasuhaya
Nomor Pokok Mahasiswa : 2217061035
Program Studi : S1 Biologi Terapan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Rochmah Agustrina, Ph.D.


Primasari Pertiwi, S.Pd., M.Si.

NIP. 196108031989032002

NIP. 199307212022032007

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA


Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.

NIP. 198301312008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Rochmah Agustrina, Ph. D.



Sekretaris : Primasari Pertiwi, S.Pd., M.Si.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Kusuma Handayani, M.Si**



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si
NIP.197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 April 2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Astry Wasuhaya
NPM : 2217061035
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul :

“Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Walisongo (*Schefflera arboricola*) sebagai Biofungisida Terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp.”

Baik gagasan, metode, hasil, pembahasan dan analisisnya adalah benar karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Skripsi ini saya susun dengan mengikuti pedoman dan norma akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa karya ini tidak berisi material yang telah dipublikasi sebelumnya atau plagiat dari orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat. Apabila di kemudian hari dalam karya ilmiah ini ditemukan adanya kecurangan, maka saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 29 Maret 2026

Menyatakan,



Astry Wasuhaya
2217061035

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 27 Juni 2004 sebagai anak ketiga dari lima bersaudara. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Kota Alam pada tahun 2010–2016. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 3 Kota Alam pada tahun 2016–2019, dan kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Kotabumi pada tahun 2019–2022.

Pada tahun 2022, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis aktif dalam kegiatan organisasi sebagai Anggota Bidang Komunikasi, Informasi, dan Hubungan Masyarakat Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Universitas Lampung. Selain itu, penulis juga berpengalaman sebagai asisten praktikum pada mata kuliah Teknik Biomolekular, Mikrobiologi Umum, dan Mikrobiologi Bahan Pangan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

Pada bulan Desember 2024 hingga Februari 2025, penulis melaksanakan Kerja Praktik di Balai Penerapan Standardisasi Instrumen Pertanian (BPSIP) Bandar Lampung. Pada tahun 2025, penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Gulak Galik, Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan penuh rasa Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, kemudahan serta keridhoan – Nya, sehingga penulis senantiasa diberikan kekuatan, kesabaran, dan kemampuan dalam menyelesaikan karya tulis ini.

Karya sederhana ini penulis persembahkan dengan sepenuh hati kepada kedua orang tua tercinta, sebagai bentuk rasa terima kasih yang tidak terhingga atas segala doa yang tiada henti, kasih sayang yang tulus, pengorbanan, serta dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah penulis. Tiada kata yang mampu menggambarkan betapa besar jasa dan cinta yang telah diberikan, sehingga penulis berada pada titik ini. Penulis juga mempersembahkan karya ini kepada kakak dan adik tercinta yang selalu memberikan dukungan.

Dosen pembimbing serta seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan arahan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.

Semoga karya sederhana ini dapat menjadi wujud kecil rasa Syukur dan kebanggaan serta menjadi bagian dari proses belajar penulis kedepannya.

MOTTO

فَاِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,"

(QS. Al-Insyirah 94: Ayat 5)

"Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release. You can't carry all things. Decide what is yours to hold and let the rest go."

-Taylor Swift

"If you never bleed, you're never gonna grow"

-Taylor Swift

"Altitude depends on your attitude"

-Jovinka Putri

SANWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT atas segala nikmat dan karunia – Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Walisongo (*Schefflera arboricola*) Sebagai Biofungisida Terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Dan *Fusarium* sp.”** skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi S-1 Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa selama proses penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, serta tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada :

1. Dengan penuh rasa hormat dan kasih, Saya persembahkan karya ini kepada kedua orang tua tercinta. Ayah Mujiyanto dan Ibu Bertilia, terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, dukungan yang tiada henti, serta pengorbanan yang begitu besar. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan, motivasi, dan inspirasi dalam setiap langkah saya. Semoga segala kebaikan dan pengorbanan yang telah diberikan dibalas dengan kebahagiaan, kesehatan, dan keberkahan yang berlimpah
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, atas dukungan serta fasilitas yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.

3. Bapak Dr. Jani Master, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, atas kebijakan dan dukungan yang diberikan selama proses akademik penulis.
4. Ibu Gina Dania Pratami, M.Si. selaku Koordinator Program Studi S-1 Biologi Terapan, atas arahan dan bantuan yang diberikan selama penulis menjalani perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
5. Ibu Rochmah Agustrina, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
6. Ibu Primasari Pertiwi, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
7. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si. selaku Dosen Pembahas, atas kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
8. Ibu Gina Dania Pratami, M.Si. selaku Koordinator Program Studi S-1 Biologi Terapan, atas arahan dan bantuan yang diberikan selama penulis menjalani perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
9. Seluruh dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan wawasan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
10. Seluruh civitas akademika FMIPA Universitas Lampung, atas lingkungan akademik yang kondusif selama penulis menempuh pendidikan.
11. Keluarga besar penulis, yang telah memberikan doa, semangat, dan dukungan selama proses penyelesaian pendidikan.
12. Kakak dan Adik, Qondy Wasuhaya, Merly Wasuhaya M. Zikry Wasuhaya dan Azany Wasuhaya yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses pendidikan hingga penyelesaian skripsi ini.
13. Sahabat seperjuangan Debi Nurhaliza yang telah memberikan bantuan, kebersamaan, serta dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.

14. Sahabat seperjuangan dan Teman – teman Biologi angkatan 2022 khususnya Intan Banafsyah, Frudent Aulia, Doni, Syafa, Cindy, Khairunisa, Dedi, Zharifah serta teman – teman lain yang telah memberikan bantuan, kebersamaan, serta dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
15. Teman PKL penulis Rifa, Aril dan Debi yang telah memberikan bantuan, kebersamaan, serta dukungan selama penulis menjalani kegiatan PKL di BPSIP Lampung hingga akhir masa pendidikan.
16. Sahabat – sahabat penulis khususnya Putri Persia, Dhya Zakyya, Nabilla Adinda, Deriska Triputri, dan Safira Asri Devani. Terimakasih banyak selalu mendukung, memberi arahan, memotivasi, mendengarkan keluhan, dan selalu membersamai penulis dalam keadaan apapun.

Bandar Lampung, 29 Maret 2026

Penulis,

Astry Wasuhaya

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Walisongo (<i>Schefflera arboricola</i>).....	5
2.1.1 Morfologi dan Klasifikasi	6
2.2 Biofungisida	7
2.3 Metabolit Sekunder	9
2.4 <i>Colletotrichum</i> sp.	10
2.4.1 Morfologi dan Klasifikasi	11
2.4.2 Gejala Penyakit Akibat Serangan <i>Colletotrichum</i> sp.	12
2.5 <i>Fusarium</i> sp.	13
2.5.1 Morfologi dan Klasifikasi	13
2.5.2 Gejala Penyakit Akibat Serangan <i>Fusarium</i> sp.	15
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	16

3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Pembuatan Simplisia Walisongo.....	17
3.4.2 Pembuatan ekstrak metanol daun walisongo	18
3.4.3 Skrining senyawa aktif daun walisongo	18
3.4.4 Peremajaan Isolat <i>Colletotrichum</i> sp. dan <i>Fusarium</i> sp.	20
3.4.5 Pembuatan Media PDA	20
3.4.6 Pembuatan Larutan stok.....	20
3.4.7 Pengujian Penghambatan pada media PDA.....	21
3.5 Parameter Pengamatan	21
3.6 Analisis Data.....	23
3.7 Diagram Alir.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	25
4.1.1 Skrining Senyawa Aktif.....	25
4.1.2 Pengamatan Makroskopis	26
4.1.3 Diameter Koloni Jamur.....	28
4.1.4 Persentase Penghambatan	29
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Skrining senyawa aktif.....	29
4.2.2 Karakteristik Makroskopis.....	31
4.2.3 Diameter Pertumbuhan Koloni	32
4.2.4 Daya Penghambatan	34
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan.....	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil skrining senyawa aktif daun walisongo	25
2. Rerata diameter koloni <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Colletotrichum</i> sp. dengan perlakuan konsentrasi ekstrak metanol daun walisongo	28
3. Persentase daya hambat ekstrak daun walisongo terhadap <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Colletotrichum</i> sp.	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman Walisongo	7
2. A. <i>Colletotrichum</i> sp. makroskopis dan mikroskopis B. <i>Colletotrichum</i> sp. mikroskopis 1. Hifa, 2. Konidia, 3. Konidiofor	12
3. A. <i>Fusarium</i> sp. makroskopis B. <i>Fusarium</i> sp. mikroskopis 1. Hifa, 2. Konidiofor, 3. Mikrokonidia, 4. Makrokonidia	14
4. Diagram Alir Tahapan Penelitian	24
5. Koloni <i>Fusarium</i> sp. pada cawan petri (7 hsi).	26
6. Koloni <i>Colletotrichum</i> sp. pada cawan petri (7 hsi).	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penjemuran daun walisongo.....	60
2. Penimbangan Simplisia bubuk walisongo.....	60
3. Maserasi ekstrak metanol daun walisongo.....	60
4. Evaporasi ekstrak metanol daun walisongo.....	60
5. Pengenceran ekstrak.....	60
6. Penimbangan serbuk media PDA.....	60
7. Pembuatan media.....	61
8. Isolat murni <i>Colletotrichum</i> sp. dan <i>Fusarium</i> sp.....	60
9. Peremajaan isolat <i>Colletotrichum</i> sp.....	61
10. Peremajaan isolat <i>Fusarium</i> sp.....	61
11. Penuangan Media PDA ke cawan Petri dan inokulasi fungi.....	61
12. Pengukuran diameter koloni fungi.....	61

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Colletotrichum sp. dan *Fusarium* sp. merupakan kelompok fungi patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada berbagai jenis tanaman, terutama pada cabai. Fungi ini dapat menginfeksi tanaman melalui stomata atau luka pada daun, batang, dan buah. Infeksi pada tanaman dapat merusak jaringan tanaman sehingga menurunkan kuantitas dan kualitas hasil panen (Hamidson *et al.*, 2018).

Colletotrichum sp. dan *Fusarium* sp. merupakan patogen penyebab layu dan busuk buah yang dapat bertahan hidup di dalam tanah, sisa-sisa tanaman atau buah yang telah terinfeksi. Kerugian ekonomi akibat infeksi *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. sangat signifikan terutama bila fungi ini menginfeksi buah tanaman budidaya (Marsuni, 2020). Infeksi *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. pada bagian batang dan daun juga dapat menjadi masalah yang serius, karena dari batang dan daun penyakit dapat berkembang ke buah (Ariani, 2016).

Badan Pusat Statistik (BPS) (2023) menyampaikan telah terjadi penurunan produktivitas cabai merah di beberapa sentra produksi, seperti di Jawa Barat, Sumatera Utara, dan Jawa Tengah mengalami penurunan 5,2% pada tahun 2022 dari 7,8 ton/hektar menjadi 7,4 ton/hektar. Penyakit layu dan busuk buah disebutkan sebagai penyebab utama penurunan produksi. Kerugian ekonomi akibat kedua patogen ini signifikan, terutama ketika menginfeksi buah yang siap panen (Kementan, 2023).

Pengendalian penyakit busuk buah dan layu umumnya dilakukan petani dengan menggunakan fungisida sintetis. Fungisida sintetis bekerja secara sistemik, masuk ke dalam sistem metabolisme fungi untuk menghambat biosintesa sterol pada dinding sel fungi, sehingga fungi tidak mampu tumbuh (Rahmadhani, 2020). Penggunaan fungisida sintetis dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan dapat mengganggu kesehatan manusia jika dikonsumsi. Oleh karena itu perlu dicari sumber fungisida yang aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu alternatif pengendalian fungi patogen yang aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia adalah dengan memanfaatkan fungisida nabati. Fungisida nabati aman bagi lingkungan dan konsumen karena residu yang tertinggal mudah terurai (Moralita *et al.*, 2022).

Fungisida nabati adalah fungisida yang berasal dari organ tumbuhan, umumnya dari daun (Hussein dan El-Anssary 2018). Tumbuhan telah lama dikenal sebagai sumber senyawa antimikroba, yang mempunyai senyawa metabolit sekunder termasuk flavonoid, alkaloid, dan tanin, yang dapat menghambat pertumbuhan jamur melalui berbagai mekanisme, seperti gangguan sintesis dinding sel dan penghambatan enzim esensial (Cowen, 2018). Beberapa penelitian terdahulu membuktikan bahwa efektivitas ekstrak tumbuhan sebagai penghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro* diperoleh dari ekstrak daun sirih (*Piper betle*) dan mimba (*Azadirachta indica*) (Pandey *et al.*, 2016) dan banyak tanaman lainnya. Namun, potensi biofungisida dari daun walisongo (*Schefflera arboricola*) belum banyak diketahui.

Daun walisongo diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, terpenoid dan saponin dengan bioaktivitas antifungi, didasarkan pada penggunaannya sebagai antiseptik tradisional atau pengawet alami (Singh *et al.*, 2021). Penelitian Harboner (2014) menunjukkan bahwa ekstrak metanol mampu

melarutkan senyawa polar dan nonpolar, sehingga berpotensi mengisolasi komponen bioaktif secara optimal. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas ekstrak metanol daun walisongo dalam menghambat *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro*, sekaligus menentukan konsentrasi optimalnya. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan biofungisida berbahan lokal yang murah, aman, dan efektif, mendukung pertanian berkelanjutan.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui potensi ekstrak metanol daun walisongo (*Schefflera arboricola*) dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro*.
2. Mengetahui konsentrasi ekstrak metanol daun walisongo yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penyakit layu dan busuk buah yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. pada tanaman budidaya hortikultur telah menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan. Pengendalian konvensional menggunakan fungisida sintetis, meskipun efektif, namun sering menimbulkan berbagai dampak negatif seperti resistensi fungi, pencemaran lingkungan, dan bahaya kesehatan manusia. Kondisi ini mendorong perlunya pencarian alternatif pengendalian fungi patogen yang lebih aman dan ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan senyawa antifungi alami dari tumbuhan.

Daun walisongo dipilih sebagai objek penelitian karena diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, dan tanin yang memiliki potensi sebagai antifungi, namun belum diteliti secara ilmiah terhadap kedua patogen tersebut. Oleh karena itu hasil penelitian efektivitas ekstrak metanol daun walisongo (*Schefflera arboricola*) sebagai biofungisida terhadap pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. diharapkan dapat memberikan data ilmiah mengenai potensi ekstrak daun walisongo sebagai antifungi, sekaligus menjadi dasar pengembangan biofungisida alami yang berpotensi diaplikasikan dalam pengendalian penyakit tanaman secara berkelanjutan.

1.4 Hipotesis

1. Ekstrak metanol daun walisongo dapat menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro*.
2. Diperoleh konsentrasi ekstrak metanol daun walisongo yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro*

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Walisongo (*Schefflera arboricola*)

Schefflera arboricola merupakan anggota keluarga Araliaceae merupakan tanaman yang cukup familiar di kalangan masyarakat Indonesia dengan sebutan tanaman walisongo atau pohon payung kerdil. Tanaman ini sering disamakan dengan kerabat dekatnya, *Schefflera actinophylla*, namun memiliki ukuran lebih kecil dan daun lebih lebat (Riffle, 1998). Di Inggris, tanaman ini dikenal dengan nama *Dwarf umbrella-tree* atau *Dwarf schefflera*, sementara di Jerman disebut *Kleine Strahlenaralie*. Meskipun banyak yang menganggap tanaman ini berasal dari Indonesia, penelitian botani menunjukkan bahwa *Schefflera arboricola* sebenarnya berasal dari Taiwan dan Hainan, China (Govaerts *et al.*, 2022).

Tanaman walisongo tumbuh optimal di hutan tropis dan subtropis dengan kelembapan tinggi dan cahaya tidak langsung. Tanaman walisongo sangat adaptif sehingga banyak dibudidayakan sebagai tanaman hias Indonesia, terutama di dataran rendah hingga menengah (Chen *et al.*, 2016). Menurut BPS (2023) Walisongo termasuk 10 tanaman hias paling populer di Jawa dan Sumatra karna ketahanannya di berbagai kondisi lingkungan.

2.1.1 Morfologi dan Klasifikasi

Secara morfologis tanaman walisongo (*Schefflera arboricola*) terdiri atas bagian akar, batang, daun, bunga dan biji. Menurut Elfianis (2020) morfologi tanaman walisongo adalah sebagai berikut.

Akar tanaman walisongo merupakan akar tunggang dengan tekstur kasar berwarna coklat yang menjuntai dan berumbai, serta berkembang secara dangkal di dalam tanah. Pada beberapa tanaman walisongo, sistem perakaran juga ada yang tampak pada permukaan tanah.

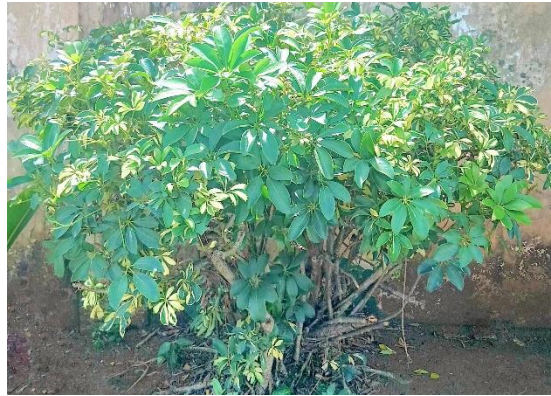
Batang tanaman walisongo terdiri atas batang utama tunggal dan batang cabang. Batang tunggal tumbuh tegak dari pangkal akar hingga bagian tengah tanaman, kemudian bercabang menjadi beberapa batang baru yang lebih kecil. Pada batang cabang inilah tangkai daun melekat. Batang walisongo umumnya berwarna hijau muda hingga hijau tua. Batang tunggal mampu tumbuh hingga 1,5 – 2 meter. Jumlah batang cabang umumnya berkisar antara 10 hingga 20 batang.

Daun tanaman walisongo berbentuk palmate dengan 4 – 6 helai anak daun per tangkai. Posisi letak daun melingkari pucuk tangkai. Warna daun hijau mengkilap dan terdapat daun yang memiliki kombinasi warna hijau dan kuning. Gambar daun walisongo dapat dilihat pada (Gambar 1).

Bunga tanaman walisongo berwarna merah dengan kelopak hijau. Jika mekar, bunga berbentuk bundar memiliki 3 – 4 lipatan. Jika masih berada di kelopak, bentuk bunga memanjang dan kuncup. Bunga tanaman walisongo tumbuh pada bagian ujung tangkai.

Biji tanaman walisongo melekat pada bagian ranting baru. Berbentuk bulat seukuran kerikil, berwarna kuning tua dan dilindungi oleh kulit luar yang tebal.

Morfologi Tanaman Walisongo dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Walisongo (2025)

Klasifikasi Tanaman walisongo menurut Cronquist (1981) :

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Spermatophyta
Class	: Dicotyledonae
Order	: Araliales
Family	: Araliaceae
Genus	: <i>Schefflera</i>
Species	: <i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merr.

2.2 Biofungisida

Biofungisida merupakan agen pengendali hayati yang berasal dari mikroorganisme atau senyawa alami seperti dari tumbuhan untuk mengendalikan patogen tanaman secara ramah lingkungan (O'Brien, 2021). Berbeda dengan fungisida kimia sintetik yang bekerja secara

tidak spesifik dan berpotensi mencemari lingkungan, biofungisida umumnya bekerja lebih spesifik dan mudah terurai tanpa merusak ekosistem serta memiliki mekanisme kerja yang kompleks (Bamisile *et al.*, 2023). Di Indonesia, penggunaan biofungisida semakin berkembang seiring dengan penerapan pertanian berkelanjutan dan tingginya permintaan produk organik (Nurhidayah *et al.*, 2022).

Berdasarkan bahan aktifnya, biofungisida dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama. Pertama, biofungisida mikrobial yang memanfaatkan mikroorganisme hidup sebagai agen antagonis, seperti *Trichoderma spp.*, *Bacillus spp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* (Keswani *et al.*, 2022). Kedua, biofungisida botanikal yang memanfaatkan ekstrak atau senyawa bioaktif tumbuhan seperti mimba, sirih, dan bawang putih (Yang *et al.*, 2023). Ketiga, fungisida biokimia yaitu produk yang mengandung senyawa murni hasil isolasi dari organisme hidup, misalnya antibiotik dari mikroba atau senyawa bioaktif tertentu dari tumbuhan (EPA, 2023).

Mekanisme kerja biofungisida sangat beragam dan bergantung pada jenis serta agens aktif yang dikandungnya. Pada biofungisida mikrobial, mekanisme utamanya mencakup kompetisi ruang antar nutrisi, parasitisme langsung serta induksi ketahanan sistemik pada tanaman contohnya pada mikroba antagonis seperti *Trichoderma* (Contreras-Cornejo *et al.*, 2023). Sementara itu, biofungisida botanikal umumnya bekerja dengan cara merusak integritas membran sel jamur atau mengganggu metabolisme patogen melalui senyawa sekunder seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid (Aloo *et al.*, 2022). Adapun fungisida biokimia bekerja secara langsung melalui senyawa aktif murni dengan mode aksi yang telah diketahui seperti komunikasi sel patogen atau menghambat enzim kunci dalam proses infeksi (EPA, 2023; Lehr, 2024).

2.3 Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder merupakan senyawa organik yang diproduksi tumbuhan melalui jalur metabolisme spesifik dan tidak secara langsung terlibat dalam proses pertumbuhan, perkembangan, atau reproduksi primer organisme (Hanson, 2016). Berbeda dengan metabolit primer seperti karbohidrat, protein, dan lipid, senyawa ini seringkali berfungsi sebagai mekanisme pertahanan terhadap herbivora, patogen, dan cekaman lingkungan, serta berperan dalam interaksi ekologis lainnya (Croteau *et al.*, 2019).

Menurut Newman dan Cragg (2020), lebih dari 50% obat antimikroba modern berasal atau terinspirasi dari struktur senyawa metabolit sekunder tumbuhan. Mekanisme pertahanan tumbuhan terhadap patogen fungi melibatkan respons biokimia kompleks yang termasuk produksi senyawa antijamur (fitoaleksin) dan penguatan struktur dinding sel melalui deposisi lignin dan kalosa (Heinrich *et al.*, 2018). Biosintesis senyawa metabolit sekunder terjadi melalui jalur metabolik spesifik yang menghasilkan beragam struktur kimia, dengan lima golongan utama yang memiliki signifikansi farmakologis tinggi yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid.

Alkaloid merupakan senyawa nitrogen basa dengan struktur heterosiklik yang menunjukkan spektrum aktivitas antifungal yang luas (Kumar *et al.*, 2022). Alkaloid bersifat basa sehingga dapat menekan pertumbuhan fungi, hal ini disebabkan karena fungi biasanya tumbuh di lingkungan yang asam yaitu pada pH 3,8 – 5,6 (Lutfiyanti *et al.*, 2012).

Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenolik terbesar di alam dengan struktur dasar kerangka karbon C6-C3-C6, yang terdiri dari dua cincin benzen (A dan B) yang dihubungkan oleh rantai propana yang membentuk cincin heterosiklik beroksigen (cincin C), senyawa fenol ini dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen

(Panche *et al.*, 2016). Senyawa fenol akan berikatan dengan ergosterol yang menyebabkan kerusakan membrane sel fungi (Suryani, 2004)

Tanin merupakan senyawa polifenol kompleks yang memiliki sifat antimikroba. Tanin bekerja dengan cara merusak integritas seluler, yaitu mengganggu dinding sel dan menembus membran plasma. Perubahan permeabilitas membran ini menyebabkan penyusutan volume sel dan terhambatnya pertumbuhan fungi (Aboh *et al.*, 2014).

Saponin merupakan senyawa glikosida permukaan-aktif yang terdiri dari aglikon (sapogenin) yang terikat satu atau lebih rantai gula (mono atau oligosakarida). Mekanisme antifungi saponin didasarkan pada destabilisasi membran sel fungi (Kurniawati *et al.*, 2016).

Terpenoid merupakan senyawa yang bersifat hidrofobik. Karena sifatnya yang hidrofobik senyawa terpenoid mampu berpenetrasi ke dalam lapisan lipid membran sel. Terpenoid akan mengganggu dalam proses pembentukan membran dinding sel fungi dan melarutkan lipid yang ada dalam membran sel sehingga menyebabkan kerusakan sel dan menghambat pertumbuhan fungi (Febia, 2020).

2.4 . *Colletotrichum* sp.

Colletotrichum sp. adalah jenis fungi yang menyebabkan penyakit antraknosa. Fungi ini merupakan salah satu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang paling umum ditemukan pada tanaman cabai. Penyakit antraknosa dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas cabai rawit, yang ditandai dengan gejala awal berupa bercak cokelat kehitaman yang meluas, serta membuat buah menjadi lunak dan busuk. Infeksi ini dapat terjadi pada semua jenis buah cabai. Pada cabai rawit antraknosa menyebabkan kerusakan signifikan, baik pada buah yang masih muda maupun yang sudah matang. Jika tidak ditangani, OPT ini dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar bagi petani dan Masyarakat. Hersanti *et al.* (2015) menjelaskan bahwa

penyakit antraknosa pada tanaman cabai dapat menyebabkan kerugian hingga 60%. Jika tidak ada pengendalian yang efektif, kerugian bisa meningkat hingga mencapai 100% (Ferdiansyah, 2019).

2.4.1 Morfologi dan Klasifikasi

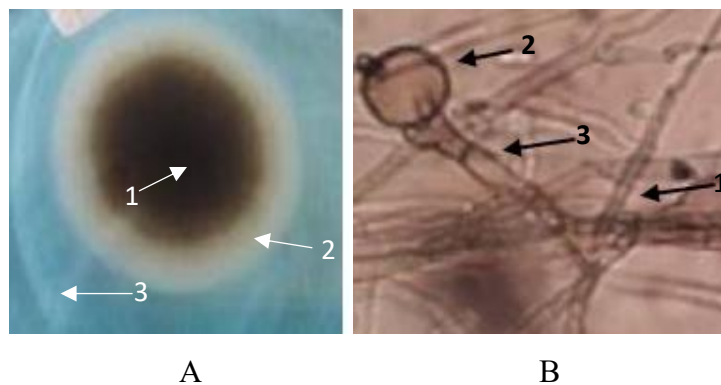
Colletotrichum sp. adalah fungi bersel tunggal dengan ukuran antara 5-15 μm . Jamur ini memiliki spora berbentuk silindris dan hifa berwarna gelap yang tidak bersekat. Konidia yang dihasilkan berbentuk bulan sabit, hialin, dan juga tidak bersekat, sementara konidiofornya tidak bercabang (Sulastri *et al.*, 2014). Fungi ini memiliki apresorium berbentuk lonjong, yang berfungsi untuk membantu hifa dalam menembus jaringan tumbuhan yang terinfeksi. Fungi ini akan memproduksi beberapa enzim protease, selulase, dan pektinase. Enzim-enzim yang dihasilkan oleh *Colletotrichum* sp. dapat merusak struktur dinding sel tumbuhan. Menurut Utami (2018) beberapa spesies dari genus *Colletotrichum* antara lain yaitu *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. dematium*, *C. capsici*, *C. truncatum*, dan *C. coccodes*.

Daur hidup *Colletotrichum* sp. dapat menginfeksi tanaman cabai pada tahap awal ketika konidia yang ada di permukaan cabai rawit mulai menghasilkan tabung kecambah. Setelah itu, tabung kecambah tersebut akan menembus lapisan epidermis kulit buah cabai dan membentuk jaringan hifa. Hifa intra dan hifa interseluler kemudian akan masuk dan menyebar ke seluruh jaringan tanaman. Penyebaran spora *Colletotrichum* sp. dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk faktor abiotik seperti air hujan. Ketika spora tersebut berada pada inang yang sesuai, mereka akan berkembang dengan baik (Ningtyas, 2013).

Menurut Hibbet *et al.* (2007) dan Alexopoulos *et al.* (1996) klasifikasi *Colletotrichum* sp. sebagai berikut.

Kingdom	: Fungi
Phylum	: Ascomycota
Class	: Sordariomycetes
Order	: Glomerellales
Family	: Glomerellaceae
Genus	: <i>Colletotrichum</i>
Species	: <i>Colletotrichum</i> sp.

Morfologi *Colletotrichum* sp. dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. A. *Colletotrichum* sp. makroskopis 1. miselium tua *Colletotrichum* sp. 2. Miselium muda (aktif) 3. Area media tanpa pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan B. *Colletotrichum* sp. mikroskopis 1. Hifa, 2. Konidia, 3. Konidiofor (Kasmidari, 2021).

2.4.2 Gejala Penyakit Akibat Serangan *Colletotrichum* sp.

Secara umum gejala awal infeksi *Colletotrichum* sp. ditandai dengan bintik kecil berwarna kehitaman. Jika serangan berlanjut, gejala yang muncul akan mencakup kelayuan, pengkerutan, pengeringan, pembusukan, dan akhirnya jatuh. Jika infeksi terjadi pada fase persemaian melalui benih, hal ini dapat menyebabkan

kegagalan pertumbuhan. Pada tanaman dewasa, gejala serangan terlihat dari mati pucuk, pembusukan, dan pengeringan pada daun serta batang. Tingkat keparahan serangan antraknosa, terutama saat musim hujan, dapat menyebabkan kerusakan yang mengakibatkan kegagalan hasil panen antara 50% hingga 100% (Utami, 2018).

2.5 *Fusarium* sp.

Fusarium sp. merupakan fungi patogen tular tanah yang menyebabkan kerugian signifikan pada tanaman cabai, terutama melalui penyakit layu *fusarium* (*Fusarium wilt*) dan busuk akar (*root rot*). Spesies utama yang menyerang cabai antara lain *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* dan *Fusarium solani* (Goswami *et al.*, 2020). Patogenisitas *Fusarium* didukung oleh kemampuannya menghasilkan toksin seperti fumonisin dan enzim pektinase yang merusak jaringan tanaman. Toksin tersebut mengganggu metabolisme sel inang, sementara enzim pektinase dan selulase mendegradasi dinding sel untuk memfasilitasi invasi hifa (Dean *et al.*, 2012; Al-Hatmi *et al.*, 2020).

2.5.1 Morfologi dan Klasifikasi

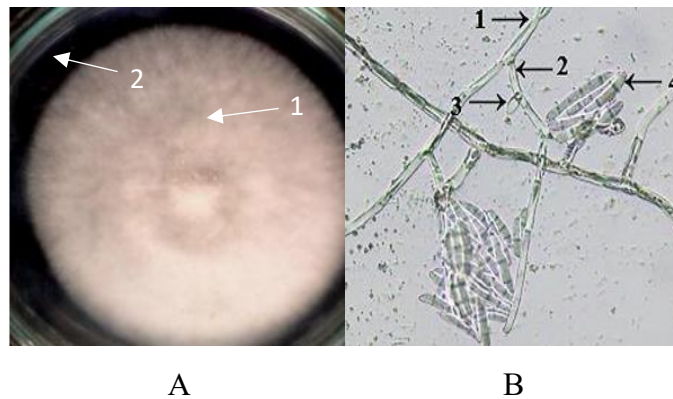
Morfologi *Fusarium* sp. adalah koloninya bewarna merah-hitam berupa miselium bercabang, transparan, dan bersekat. Konidia berbentuk oval dan terdiri dari 3-4 septa, yang transparan, melebar ditengah dan lancip di kedua ujung konidia seperti bulan sabit (Hausufa dan Rusae, 2018). Fungi ini memiliki tekstur permukaan koloni lunak (seperti kapas) dan diameter koloni 2,3-9,0 cm (Lestari *et al.*, 2018). *Fusarium* sp. memiliki 3 organ reproduksi yaitu konidia kecil yang terdiri dari 1-2 sel, makrokonidia yang terdiri dari 1-3 septa dan klamidiospora yang terdiri dari konidia pembengkakan. Makrokonidia diproduksi di permukaan inang yang paling banyak diserang. Klamidiospora

diproduksi di konidiofor tua atau dalam makrokonidia, klamidiospora adalah pertahanan *Fusarium* terhadap lingkungan tidak baik (Setiawati *et al.*, 2020).

Klasifikasi *Fusarium* sp. Menurut NCBI (2022) :

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Sordariomyceta
Order : Hypocreales
Family : Nectriaceae
Genus : *Fusarium*
Species : *Fusarium* sp.

Morfologi *Fusarium* sp. dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. A. *Fusarium* sp. makroskopis 1. Koloni *Fusarium* sp., 2. Area media tanpa pertumbuhan koloni. (Ismahmudi *et al.*, 2021); B. *Fusarium* sp. mikroskopis 1. Hifa, 2. Konidiofor, 3. Mikrokonidia, 4. Makrokonidia (Nugraheani, 2010).

2.5.2 Gejala Penyakit Akibat Serangan *Fusarium* sp.

Serangan awal penyakit layu *fusarium* ditandai dengan adanya busuk pada bagian batang yang dekat dengan permukaan tanah. Selanjutnya, kebusukan ini akan menyebar hingga ke akar. Akibatnya, tanaman akan mengalami layu dan kekeringan pada bagian ranting, yang pada akhirnya dapat menyebabkan tanaman rebah (Hamid, 2011). Tanaman yang terinfeksi penyakit layu *Fusarium* menunjukkan gejala seperti menguningnya daun-daun tua, diikuti oleh daun muda, serta pucatnya tulang daun bagian atas. Tangkai daun juga akan terkulai, dan tanaman akan mengalami layu. Batang tanaman akan membusuk dan mengeluarkan bau amoniak. Jika pangkal batang dipotong, akan terlihat warna coklat berbentuk cincin pada berkas pembuluhnya (Wiryanta, 2002).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September – November 2025 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meliputi alat untuk ekstraksi metanol daun walisongo : gelas *beaker*, erlenmeyer, gelas ukur, corong pisah, spatula, neraca analitik, *rotary evaporator*, dan oven. Alat untuk peremajaan jamur : *Laminar Air Flow (LAF)*, inkubator, autoklaf, cawan Petri, pinset, lampu spritus, mikroskop, korek api, dan jarum ose. Alat untuk skrining senyawa metabolit sekunder : Spektrofotometer UV – Vis, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikropipet, dan pipet tetes. Alat untuk uji daya hambat secara *in vitro* : cawan Petri, pipet tetes, tabung reaksi, pinset, timbangan analitik, erlenmeyer, *hot plate*, *vortex*, batang pengaduk, gelas *beaker*, jarum ose, autoklaf, gelas ukur, spatula, penggaris dan pipet volumetri.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun walisongo. Daun walisongo diperoleh dari beberapa daerah di sekitar Provinsi Lampung yaitu Bandarlampung dan Kotabumi. Isolat *Colletotrichum*

sp. dan *Fusarium* sp. diperoleh dari toko *online*. Bahan – bahan lain yang digunakan yaitu metanol sebagai pelarut ekstrak daun walisongo, akuades steril digunakan sebagai bahan uji senyawa saponin, serbuk magnesium (Mg) dan larutan HCl sebagai bahan uji senyawa flavonoid, pereaksi *Dragendorff* sebagai bahan uji senyawa alkaloid, larutan FeCl₃ sebagai bahan uji senyawa tanin, HCl 2N sebagai bahan uji senyawa saponin, pereaksi *Liebermann-Burchard* sebagai bahan uji terpenoid, alkohol sebagai disinfektan, PDA (*Potato Dextrose Agar*) sebagai media tumbuh jamur, ketokonazol sebagai kontrol positif uji daya hambat, chloramphenicol sebagai antibakteri, plastik tahan panas, plastik *wrap*, kertas label, kapas, kasa, tisu, dan alumunium foil.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu konsentrasi ekstrak metanol daun walisongo yang terdiri atas kontrol negatif (tanpa perlakuan), kontrol positif (ketokonazol) serta tiga level konsentrasi uji 5%, 10%, 15% (Rahman *et al.*, 2019). Pengujian dilakukan terpisah pada masing – masing jamur. Setiap unit kombinasi diulang lima kali (n=5), sehingga total diperoleh 50 unit percobaan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Simplisia Walisongo

Daun walisongo sebanyak 3 kg dikeringanginkan selama 7 hari. Setelah itu di oven dengan suhu 60°C selama 3 jam, kemudian daun dihaluskan menggunakan grinder sampai menjadi serbuk.

3.4.2 Pembuatan ekstrak metanol daun walisongo

Ekstraksi daun walisongo dilakukan menggunakan metode maserasi. Sebanyak 500 gram serbuk daun walisongo dimasukkan ke dalam *beaker glass* berisi 5000 mL metanol dan dimaserasi selama 3 hari. Maserat diaduk setiap hari. Setelah maserasi selesai, dilakukan evaporasi dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental daun walisongo (Badra dan Agustina, 2017).

3.4.3 Skrining senyawa aktif daun walisongo

a. Identifikasi Alkaloid

Identifikasi senyawa alkaloid dilakukan dengan cara sebanyak 1 mL ekstrak metanol daun walisongo dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan dengan 5 tetes pereaksi *Dragendorff* yang tersusun atas kalium iodida, bismut sub nitrat dan asam asetat glasial. Adanya senyawa alkaloid ditunjukkan dengan terbentuknya warna *orange* pada sampel (Kartika *et al.*, 2022). Menurut Sangi *et al.* (2012) perubahan warna tersebut karena terjadinya reaksi antara alkaloid dan kalium tetraiodobismutat (III).

b. Identifikasi Flavanoid

Identifikasi senyawa flavonoid dilakukan dengan cara sebanyak 1 mL ekstrak metanol daun walisongo dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 2 mg serbuk magnesium (Mg) dan 3 tetes HCl 37%. Adanya senyawa flavonoid ditandai dengan terbentuknya warna kuning, jingga, merah akibat reduksi inti benzopiron pada struktur flavonoid oleh asam klorida dan magnesium sehingga terbentuk garam flavilium yang berwarna kuning, jingga hingga merah (Iskandar *et al.*, 2020).

c. Identifikasi Saponin

Identifikasi senyawa saponin dilakukan dengan cara sebanyak 1 mL ekstrak metanol daun walisongo dimasukkan kedalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 10 tetes akuades panas ke dalam tabung reaksi. Adanya senyawa saponin ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang stabil selama 30 menit dan tidak hilang dengan penambahan 1 tetes HCl 2N (Susanti *et al.*, 2021). Buih yang terbentuk karena saponin memiliki gugus hidrofob dan hidrofil yang dapat bertindak sebagai permukaan aktif dalam pembentukan busa (Putrinesia *et al.*, 2018).

d. Identifikasi Tanin

Identifikasi senyawa tanin dilakukan dengan cara sebanyak 1 mL ekstrak metanol daun walisongo dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan dengan 5 tetes reagen FeCl₃ 1%. Adanya senyawa tanin ditunjukkan dengan terbentuknya warna biru-hitam atau hijau-hitam yang diakibatkan terbentuknya senyawa kompleks antara logam Fe dan tanin (Halimu *et al.*, 2017).

e. Identifikasi Terpenoid

Identifikasi senyawa terpenoid dilakukan dengan cara sebanyak 2 mL ekstrak metanol daun walisongo dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudia ditambahkan dengan pereaksi *Liebermann-Burchard*. Pereaksi *Liebermann-Burchard* dibuat dengan asam asetat anhidrat didinginkan selama 30 menit kemudian asam asetat anhidrat ditambahkan dengan asam sulfat pekat dengan perbandingan 10:1 (Lumowa *et al.*, 2018). Adanya perubahan warna membentuk cincin coklat atau violet akibat reaksi antara 32 senyawa terpenoid dan Pereaksi *Liebermann-Burchard* menunjukkan adanya kandungan terpenoid pada larutan ekstrak (Aulyawati & Suryani, 2021).

f. Identifikasi Steroid

Identifikasi senyawa steroid dilakukan dengan cara sebanyak 0,5 gr ekstrak metanol daun walisongo dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 1 ml kloroform. Setelah itu campuran dikocok dan ditambahkan asetat anhidrat dan asam sulfat pekat sebanyak 2 tetes. Larutan dan dibiarkan selama beberapa menit. Keberadaan steroid ditandai dengan munculnya warna biru (Japar *et al.*, 2022).

3.4.4 Peremajaan Isolat *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp.

Peremajaan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. dilakukan dengan cara menginokulasikan isolat murni *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. pada media PDA pada cawan Petri secara aseptis dengan menggunakan jarum ose di dalam *Laminar Air Flow*, kemudian diinkubasi pada suhu 27 °C hingga pertumbuhan fungi memenuhi seluruh permukaan cawan Petri (Nurjasmi dan Suryani, 2020).

3.4.5 Pembuatan Media PDA

Media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dibuat dengan melarutkan 23,4 gram bubuk PDA ke dalam 600 mL akuades. Campuran dipanaskan pada suhu 85°C menggunakan *hot plate* dengan *magnetic stirrer* hingga homogen. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditutup dengan sumbat kapas, dibungkus dengan plastik tahan panas, dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Anggraeni *et al.*, 2019)

3.4.6 Pembuatan Larutan stok

Larutan stok adalah larutan ekstrak daun walisongo yang dibuat dengan melarutkan ekstrak kental daun walisongo dengan akuades steril menggunakan perbandingan 1:1. Selanjutnya dilakukan pengenceran untuk memperoleh konsentrasi 5%, 10%, dan 15%

(Rahman *et al.*, 2019). Konsentrasi perlakuan ekstrak dapat dilihat pada sub Bab 3.4.7.

3.4.7 Pengujian Penghambatan pada media PDA

Pengujian penghambatan pertumbuhan jamur oleh ekstrak metanol daun walisongo terhadap *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. dilakukan dengan metode peracunan makanan (*food poisoned technique*) yang mengacu pada Pratiwi (2021). Ekstrak metanol daun walisongo ditambahkan sesuai perlakuan ke dalam media PDA steril yang masih cair, kemudian dihomogenkan menggunakan *vortex mixer*. Selanjutnya media dituangkan ke dalam cawan Petri steril masing-masing sebanyak 20 mL dan dibiarkan sampai memadat. Inokulasi dilakukan setelah media padat dan dingin. Biakan murni *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. diambil menggunakan jarum ose steril, kemudian inokulum ditempatkan di tengah media cawan Petri, kemudian diinkubasi pada suhu 27 °C selama 7 hari. Pembuatan media untuk uji daya hambat ekstrak metanol daun walisongo diperoleh dengan cara berikut (Pandala, 2018).

K-	: 120 mL media PDA tanpa perlakuan
K+	: 120 mL media PDA + Ketokonazol
5%	: 114 mL media PDA + 6 mL stok ekstrak daun walisongo
10%	: 108 mL media PDA + 12 mL stok ekstrak daun walisongo
15%	: 102 mL media PDA + 18 mL stok ekstrak daun walisongo

3.5 Parameter Pengamatan

a. Karakteristik Makroskopis

Pengamatan makroskopis dilakukan secara kasat mata dengan melihat morfologi koloni *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. pada cawan Petri yang tidak diberi perlakuan dan yang diberi perlakuan ekstrak metanol daun walisongo. Karakter morfologi koloni

Colletotrichum sp. dan *Fusarium* sp. meliputi diameter koloni, warna koloni, bentuk dan tepi koloni, serta pola penyebaran.

b. Diameter *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp.

Pengamatan diameter koloni *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. dilakukan pada media PDA dengan cara mengukur secara vertikal (Dv) dan horizontal (Dh) yang berpotongan tepat pada titik tengah koloni fungi pada bagian bawah cawan Petri. Nilai diameter koloni dihitung menggunakan rumus :

$$D = \frac{Dv + Dh}{2}$$

Keterangan:

D = Diameter koloni (cm)

Dv = Diameter vertikal koloni (cm)

Dh = Diameter horizontal koloni (cm)

c. Daya Hambat Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp.

Persentase penghambatan pertumbuhan koloni *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. pada media PDA dihitung menurut rumus persentase penghambatan yang merujuk pada Noveriza dan Tombe (2003).

$$P = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase Penghambatan (%)

a = Diameter Koloni kontrol (cm)

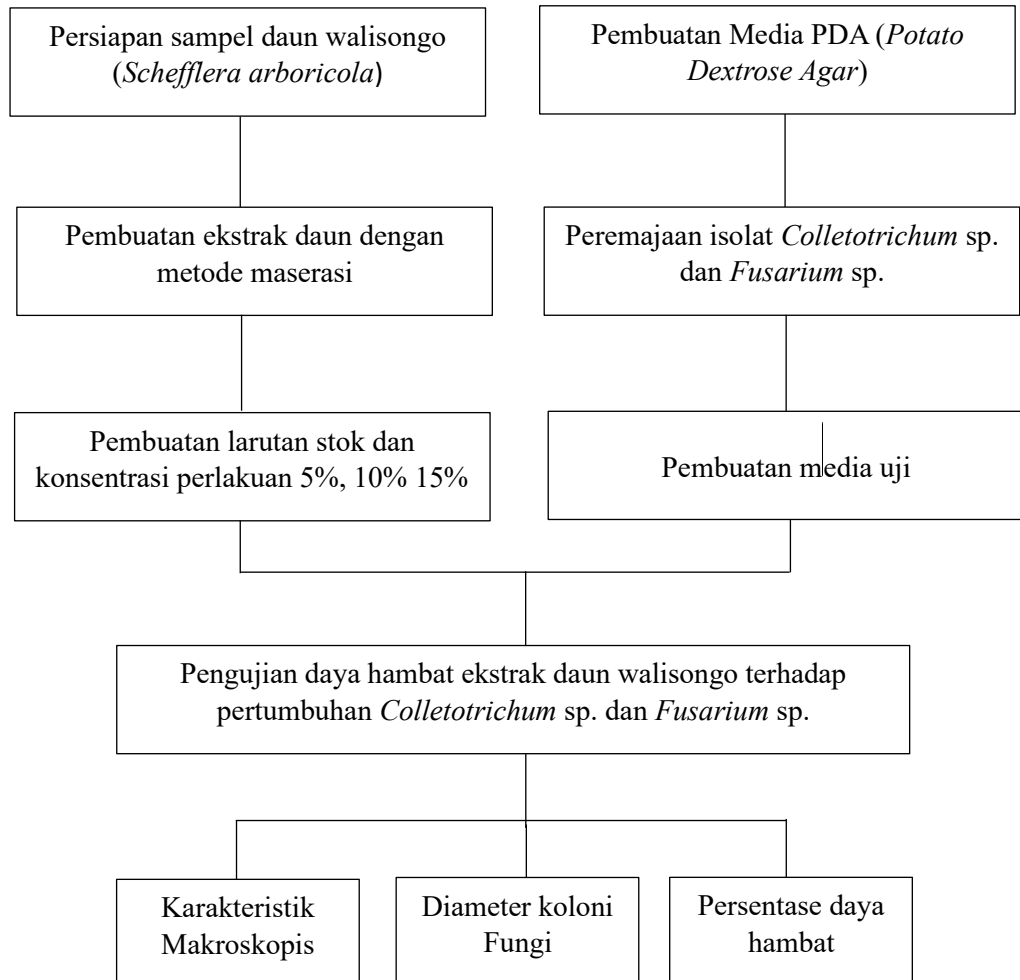
b = Diameter Koloni Perlakuan (cm)

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh berupa hasil pengukuran diameter koloni dan persentase penghambatan, data yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi SPSS secara statistik menggunakan *Analysis Of Varians* (ANOVA). Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata antar kelompok perlakuan, maka dilakukan uji lanjut *Tukey* (HSD) pada taraf kepercayaan 5% ($\alpha = 0,05$).

3.7 Diagram Alir

Tahapan penelitian dapat dilihat dari bagan alir dibawah ini :



Gambar 4. Diagram Alir Tahapan Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Ekstrak metanol daun walisongo (*Schefflera arboricola*) berpotensi menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro*.
2. Konsentrasi 10% ekstrak metanol daun walisongo merupakan konsentrasi yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini sebagai berikut :

Perlu dilakukan pengujian secara *in vivo* pada tanaman untuk melihat efektivitas ekstrak dalam mengendalikan penyakit antraknosa dan layu pada tanaman cabai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboh, M., Olayinka, B.O., Adeshina, G.O., & Oladpsu, P. 2014 Antifungal Activities pf Phyto Compounds from *Mitracarpus villosus*. *Journal Microbiol Res* 4(2) : 86 – 91.
- Agrios, G. N. 2022. *Plant pathology* (6th ed.). *Academic Press*.
- Akbar, T.R., Setyaningsih, Y., Franita, T., & Thadeus, S. M. 2023. Potensi Ekstrak Daun Kumis (*Orthosiphon aristus*) Dalam Menghambat Pertumbuhan *Malassezia furfur* Secara *in Vitro*. *Jurnal Medika Udayana*, 12 (10) : 1-10
- Al-Hatmi, A. M. S 2020. *Fusarium* species: A global threat to food security. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1-12.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00827>
- Aloo, B.N., Makumba, B.A., & Mbega, E.R. 2022. The potential of Bacilli rhizobacteria for sustainable crop production and environmental sustainability. *Journal of Fungi*, 8 (3), 321.
<https://doi.org/10.3390/jof8030321>
- Anggraeni. W., E.R.P Wardoyo, & Rahmawati. 2020. Isolasi dan Identifikasi Jamur Pada Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang Bergejala Antraknosa dari Lahan Pertanian di Dusun Jeruk. *Jurnal Protobiont*, 8 (2): 94 – 100.
- Ariani, R. 2016. Uji aktivitas antifungi ekstrak tumbuhan terhadap jamur patogen tanaman secara *in vitro*. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 20(2), 85–92.
- Aulyawati, N., & Suryani, N. 2021. Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Rambut Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Strurf) Menggunakan Metode DPPH. *SPIN*, 3(2), 132–142.
- Badan Pusat Statistik 2023.*Produksi Tanaman Hortikultura 2022-2023*. Badan Pusat Statistik.

- Badra, S., dan Agustina. 2017. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kupu – Kupu (*Bauhinia purpurea*) Terhadap Penurunan Suhu Tubuh Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Majalah Farmasi*. 14 (2) : 36- 41.
- Bamisile, B.S., Akutse, K.S., Siddiqui, J.A., & Xu, Y. 2023. Model application of entomopathogenic fungi as alternatives to chemical pesticides: Prospects, challenges, and insights for next-generation sustainable agriculture. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1122387>
- Chatri, M., Jumjunidang, J., Aini, Z., & Suryendra, F. D. 2022. Aktivitas antifungi ekstrak daun *Melastoma malabathricum* terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Sclerotium rolfii* secara *in vitro*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 395–401.
- Chen, J., Li, W.-L., Wu, J.-L., Ren, B.-R., & Zhang, H.-Q. 2016. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Schefflera* species. *Journal of Ethnopharmacology*, 176, 90–112. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.10.038>
- Chowdhary, K., Kumar, A., Sharma, S., Pathak, R., & Jangir, M. 2021. *Ocimum* sp.: Source of bioactive compounds with antifungal potential. *Agronomy*, 11(7), 1374. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071374>
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., Alfaro-Cuevas, R., & López-Bucio, J. 2023. *Trichoderma spp.* improve growth of *Arabidopsis* seedlings under salt stress through enhanced root development, osmolite production, and Na⁺ elimination through root exudates. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 107(5-6) : 2031-2045. <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12456-w>
- Cowen, L. E. 2018. How fungi evolve antifungal resistance. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8 (10). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a019752>
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plant*. Colombia University Press. New York.
- Croteau, R., Kutchan, T. M., & Lewis, N. G. 2019. *Natural Products (Secondary Metabolites)*. In *Biochemistry & Molecular Biology of Plants* (2nd ed) 1250-1318.

- Cushnie, T. P. T., Cushnie, B., & Lamb, A. J. 2020. Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 56 (1)
<https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.106063>
- Dean, R., Van, J. A. L., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., Rudd, J. J., Dickman, M., Kahmann, R., Ellis, J., & Foster, G. D. 2012. The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 13(4), 414–430.
<https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
- Diksa, W. I. G. 2024. Pengaruh fungisida terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum gloeosporioides* secara in vitro. *Jurnal Pertanian Tropika*, 4(1), 91–99.
- Farhadi, F., Khameneh, B., Iranshahi, M., & Iranshahy, M., 2019. Antibacterial activity of flavonoids and their structure–activity relationship: An update review. *Phytotherapy Research*, 33(1), 13–40.
<https://doi.org/10.1002/ptr.6208>
- Febia, A., Mukarlina., & Rahmawati. 2020. Aktivitas Antifungi Ekstrak Metanol Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides*) Terhadap *Phytophthora* sp. (Im5) Secara in vitro. *Jurnal Protobiont* 9(2) : 167 – 174.
- Fedinal, N., Jannah, M., & Afrizal. 2025. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.) Serta Uji Aktivitas Antibakteri dan Antijamur. *Jurnal Kimia Unand*. 14(1) : 1-10
- Ferdiansaya, M. 2019. *Analisa Antifungan ekstrak Etanol Biji Alpukat Terhadap Pertumbuhan Jamur Colletotrichum sp. Pada Buah Cabai Rawit (Capsicum frutescens)*. Fakultas Biologi, Universitas Medan Area.
- Glare, T., Caradus, J., Gelernter, W., Jackson, T., Keyhani, N., Köhl, J., & Stewart, A. 2022. Have biopesticides come of age. *Trends in Biotechnology*, 4 (1): 83-103. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2021.08.006>
- Goswami, B., Singh, A., Kumar, C., & Sharma, D. 2020. Fusarium wilt of chili: A review. *Journal of Plant Pathology*, 102(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1007/s42161-019-00405-8>
- Govaerts, R., & Frodin, D. G., 2020. World Checklist of Araliaceae. *Kew Science*. Retrieved from <https://wcsp.science.kew.org>

- Gupta, A., Sharma, S., & Singh, R. 2021. Antifungal activity of synthetic and plant-based fungicides against phytopathogenic fungi. *Journal of Plant Protection Research*, 61(3), 256–264.
<https://doi.org/10.24425/jppr.2021.137843>
- Hafidh, M., Dwiyantri, D.R., Insana, A., & Muhlisin, A. 2024. Pengaruh Kombinasi Ekstrak Etanol Jahe Merah (*Zingiber officinale var Rubrum*), Daun Kelor (*Moringa oleifera*), Dan Meniran Hijau (*Phyllanthus niruri* L.) Sebagai Antibakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Karya Generasi Sehat*, 2(2): 1-14
- Halimu, B. R., Sulistijowati, S. R., & Mile, L. 2017. Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneratia alba*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9(2) : 109 – 115.
- Hamidson, H., Suwandi, & Effendy. 2018. Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* spp.) pada Tanaman Cabai di Kabupaten Ogan Ilir. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 129-137.
- Hanson, J. R. 2016. *Natural Products: The Secondary Metabolites* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.
- Harborne, J. B. 2014. *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis*. Springer.
- Hausufa, A., & Rusae, A. 2018. Cendawan Patogen pada Beberapa Varietas Jagung di Kabupaten Timor Tengah Utara. *Savana Cendana*, 3(2) : 21–23.
- Heinrich, M. 2018. *Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy* (3rd ed.). Elsevier.
- Hersanti, Kristini, E. H & Fathin, S, A..2016 Pengaruh Beberapa Sistem Teknologi Pengendalian Terpadu Terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa (*Collectotrichum capsici*) pada Cabai Merah CB 1 Unpad di Musim Kemarau 2015. *Jurnal Agrikultura*, 27(2): 83-6
- Hersila, N., Chatri, M., Irdawati, & Vauzia. 2023. Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin) Pada Tanaman Sebagai Antifungi. *Jurnal Embrio* 15(1) : 16 - 22

- Hussein, R. A. & A. El-Anssary. 2018. Plants Secondary Metabolites: The Key Drivers of the Pharmacological Actions of Medicinal Plants. *Herbal Medicine 1* (3), 11–30.
- Iskandar, D. 2020. Aktivitas antifungi ekstrak metanol daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab antraknosa. *Technoscientia*, 12(2), 97–104.
- Ismahmudi, A., Sastrahidayat, I. R., & Djauhari, S. 2021. Eksplorasi dan Uji Antagonisme Jamur Filoplane Terhadap Jamur *Fusarium sp.* Penyebab Penyakit Busuk Kering pada Daun Sri Rejeki (*Aglaonema sp.*). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 9(1), 8–14.
- Japar, H. H., Sahidin, Zulbayu, L. O. M. A., & Trisnaputri, D. R. 2022. Uji aktivitas antifungi ekstrak etanol daun katuk (*Sauropus androgynus* L.) terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 1(3), 102–108.
- Kartika, W., Lindawati, N. Y., Nirwana, A. S. P., & Jurnal Farmasetis. 2022. Uji aktivitas larvasida ekstrak herba pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb) terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* L. *Jurnal Farmasetis*, 11(3), 145–152.
- Kasmidari, R. S., & Sari, N. 2020. Identifikasi dan uji patogenisitas *Colletotrichum* spp. dari cabai merah (*Capsicum annuum*): Kasus di Kricaan, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 243–250. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.2.243>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2023. *Statistik perlindungan tanaman hortikultura tahun 2022*. Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian RI
- Keswani, C., Singh, H. B., García-Estrada, C., Caradus, J., He, Y. W., Mezaache-Aichour, S., & Sansinenea, E. 2022. Antimicrobial secondary metabolites from agriculturally important bacteria as next-generation pesticides. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 38(1) : 7. <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03197>
- Kumar, S., et al. 2022. Antifungal alkaloids: A review of their sources, structure, and mechanism of action. *Journal of Applied Microbiology*, 133(4), 2175–2192.

- Kurniawati, A., Mashartini, A., & Fauzia, I.S. 2016. Perbedaan Khasiat Anti Jamur antara Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) dengan Nistatin terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*. *Jurnal PDGI* 65(3) : 74 – 77.
- Lestari, J. A. S., & Panggeso, J. 2022. Uji daya hambat ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam menekan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*. *Jurnal Agrotekbis*, 10(2), 465–470.
- Long, Y., Zhang, X., Li, J., & Wang, Y. 2023. Mechanisms of plant-derived antifungal compounds against phytopathogenic fungi. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1182457. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1182457>
- Lumowa, S. V. T., & Bardin, S. 2018. Uji fitokimia dan potensi pestisida nabati ekstrak tumbuhan terhadap patogen tanaman. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(9), 465–469.
- Lutfiyanti, R., Widodo, F.M., & Eko, N.D. 2012. Aktivitas Anti Jamur Senyawa Bioaktif Ekstrak *Gelidium latifolium* terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hail Pertanian* 1(1) : 1 – 8.
- Marsuni, Y. 2020. Pencegahan penyakit antraknosa pada cabai besar (Lokal: Lombok Ganal) dengan perlakuan bibit kombinasi fungisida nabati lingkungan lahan basah. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(2), 113–116.
- Moralita, S., Rahmawati, D., & Pratama, R. 2022. Aktivitas antifungi ekstrak daun terhadap jamur patogen tanaman hortikultura. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(1), 15–23.
- Morsy, N., Abdel-Rahman, R. F., & Abd El-Hady, E. K. 2021. Antifungal potential of plant secondary metabolites against plant pathogenic fungi. *Journal of Fungi*, 7(9), 744. <https://doi.org/10.3390/jof7090744>
- Moses, T., Papadopoulou, K. K., & Osbourn, A. 2014. Metabolic and functional diversity of saponins, biosynthetic intermediates and semi-synthetic derivatives. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 49(6), 439-462. <https://doi.org/10.3109/10409238.2014.953628>
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. 2020. Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770-803.

- Ningtyas. 2013. *Tanaman cabai Capsicum annum L.* Universitas Lampung. <http://digilib.unila.ac.id> (Diakses 14 Juni 2025).
- Noveriza, & Tombe. 2003. Uji in vitro limbah pabrik rokok terhadap beberapa jamur patogenik tanaman. *Buletin Tanaman Rempah Obat*, 14(2), 109–134.
- Nugraheni, E. S. 2010. Karakterisasi Biologi Isolat-Isolat Fusarium sp Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Asal Boyolali. Skripsi. Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.
- Nurjasmi, R..., & Suryani. 2020. Uji Antagonesis Actinomycetes terhadap Patogen Colletotrichum capsica Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*. 1(1) : 1-12.
- Nurhidayah, S., Damayanti, R., & Putri, K. E. 2022. Pemanfaatan agens hayati dalam pengendalian penyakit tanaman menuju pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(3), 112–125. <https://doi.org/10.14692/jfi.18.3.112-125>
- O'Brien, P. A. 2021. Biological control of plant diseases. *Australasian Plant Pathology*, 50(3), 313–322. <https://doi.org/10.1007/s13313-021-00786-0>
- Ongena, M., & Jacques, P. (2021). *Bacillus* lipopeptides: Versatile weapons for plant disease biocontrol. *Trends in Microbiology*, 29(7), 667–681. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2021.01.009>
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. 2016. Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*.
- Pandala, C., 2018, Efektifitas Ekstrak Daun Kenikir dan Daun Sirih Sebagai Biofungisida Terhadap Penyebab Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Secara *Invitro*, Skripsi, Universitas Medan Area, Medan
- Pandey, A. K., Kumar, S., & Singh, P. 2021. Plant-derived antimicrobials: Insights into mechanisms and applications. *Frontiers in Microbiology*, 12,

- Pandey, D. 2016. Antifungal activity of plant extracts against *Colletotrichum falcatum* causing red rot disease in sugarcane. *Journal of Plant Pathology*, 98(1), 1–8.
- Pratiwi, R. N. 2021. *Efektivitas ekstrak daun jambu biji (Psidium guajava L.) dalam menekan pertumbuhan Colletotrichum capsici (Syd.) E.J. Butler & Bisby secara in vitro*. Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Putrinesia, I., Pratama, Y., Asyikin, N., & Rahmalia, W. 2018. Formulasi dan uji aktivitas krim pengkelat merkuri berbahan dasar ekstrak etanol alga coklat (*Sargassum* sp.). *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 14(1), 152–162.
- Rahmadhani, F. S. 2020. *Uji konsentrasi nanopestisida minyak serai wangi (Cymbopogon nardus L.) dalam menekan pertumbuhan jamur Sclerotium rolfsii Sacc. penyebab busuk batang pada tanaman kacang tanah secara in vitro*. Universitas Andalas.
- Rahman, M.S., Jahan, K., Islam, R., Sabuz, A.A., & Akanda, A.M. 2019. In-vitro evaluation of some plant extracts and fungicides against *Colletotrichum capsici* causing anthracnose of chilli. *Bangladesh Journal of Plant Pathology*, 35(1–2): 1–8
- Riffle, R. L. 1998. *The tropical look: An encyclopedia of dramatic landscape plants*. Timber Press.
- Rustaman, A. N., Syah, B., Widyodaru, N., & Lestari, A. 2023. Studi Perumbuhan Miselia Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) Pada Beberapa Bahan Aletrnatif Media in vitro. *Jurnal Agroplasma*, 10 (2) : 553 – 562. <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/agro/article/view/4798>
- Sangi, M. S., Momuat, L. I., & Kumaunang, M. 2012. Uji toksisitas dan skrining fitokimia tepung gabah pelepah aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(2), 123–130.
- Sharma, A., Gupta, V. K., & Singh, A. K. 2021. Alkaloids as antifungal agents: mechanisms and applications. *Journal of Applied Microbiology*, 130(4), 1082–1096. <https://doi.org/10.1111/jam.14869>
- Singh, N., Mansoori, A., Jiwani, G., Solanke, A. U., Thakur, T. K., Kumar, R., Chaurasiya, M., & Kumar, A. 2021. Antioxidant and antimicrobial study of

Schefflera vinosa leaves crude extracts against rice pathogens. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(7), 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103264>

- Sulastri, S., Ali, M., & Puspita, F. 2014. Identifikasi penyakit yang disebabkan oleh jamur dan identifikasi serangannya pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian. *Jurnal Pertanian*, 4(1), 33–41.
- Suryana, I. 2004. Pengujian Aktivitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn.) terhadap *Rhizoctonia* sp. secara in vitro. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Susanti, V. E., Mulyani, S., Retno, S., Ariani, D., Utomo, S. B., & Antrakusuma, B. (2021). Phytochemical screening of honey pineapple peel extract and its application as an antibacterial additive in dish soap formulation. *Jurnal Ilmiah Sains*, 6(1), 45–53.
- Susilowati, L. E., Ma'Shum, M., & Arifin, Z. 2021. Pembelajaran tentang pemanfaatan sampah organik rumah tangga sebagai bahan baku ekoenzim. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(4), 356–362.
- Utami, A. W. A. 2018. *Isolasi dan identifikasi cendawan penyebab penyakit layu pada tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens) di Bogor*. Universitas Pakuan.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2022. *What are biopesticides?* Office of Pesticide Programs. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides>
- Yang, C., Hamel, C., Vujanovic, V., & Gan, Y. 2023. Fungicide: Modes of action and possible impact on nontarget microorganisms. *ISME Communications*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s43705-023-00216-w>