

TESIS

**ALELOPATI TANAMAN KUNYIT (*Curcuma longa*)
TERHADAP *Ganoderma boninense* PENYEBAB
PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG KELAPA
SAWIT**

***ALELOPATHY OF TURMERIC (*Curcuma longa*) PLANT
AGAINST *Ganoderma boninense* THE PATHOGEN OF
BASAL STEM ROT OF OIL PALM***



**Lidya Karlina
05012622327001**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

Lidya Karlina. Allelopathy of Turmeric (*Curcuma longa*) Plant Against *Ganoderma boninense* the Pathogen of Basal Stem Rot of Oil Palm (Supervised By **SUWANDI** and **A. MUSLIM**).

Turmeric (*C. longa*) is known to contain various bioactive compounds that have the potential to inhibit the growth of *G. boninense*, the causative agent of basal stem rot disease in oil palm. This study aims to identify the metabolomic compounds, understand the mechanisms of action, and evaluate the antifungal activity of turmeric root exudates and rhizome extracts against *G. boninense*.

The research includes three experiments: allelopathy testing of root exudates, metabolomic analysis of root exudates, and antifungal testing of rhizome extracts. The first experiment showed that turmeric root exudates exhibited negative allelopathy, with the ability to inhibit the growth of *G. boninense* and decolorize tannins in a concentration-dependent manner, as well as being influenced by the plant's ecotype. Root exudates from turmeric plants originating from Palembang exhibited the highest inhibition, with an average of 40%. The second experiment, through metabolomic analysis, identified 13 abundant compounds in the root exudates that have the potential to inhibit *G. boninense*, including (-)-Menthylacetate, (+/-)9,10-Dihydroxy-12Z-Octadecenoic Acid, and Furfurecyclohexane, which showed prominent antifungal activity. In the third experiment, methanol extracts of turmeric rhizomes exhibited strong antifungal activity, with the highest growth inhibition and tannin decolorization observed in rhizomes from Surabaya and Bandung. Treatment with the rhizome extract also caused hyphal malformation and an increase in EC values, indicating cell membrane leakage.

Overall, the findings of this study suggest that turmeric exudates and extracts have great potential to be developed as an environmentally friendly biocontrol agent to combat *G. boninense*.

Keywords: *Ganoderma boninense*, turmeric exudate, turmeric rhizome extract, antifungal properties

RINGKASAN

LIDYA KARLINA. Alelopati Tanaman Kunyit (*Curcuma longa*) terhadap *Ganoderma Boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit (Dibimbing oleh **SUWANDI** dan **A. MUSLIM**).

Kunyit (*C. longa*) diketahui memiliki berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi untuk menghambat pertumbuhan *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antifungi dari eksudat tanaman dan ekstrak rimpang kunyit terhadap jamur *G. boninense* dan mengidentifikasi senyawa bioaktif.

Penelitian ini meliputi tiga percobaan: uji alelopati eksudat akar, analisis metabolomik eksudat akar, dan uji antifungi ekstrak rimpang. Hasil uji pertama menunjukkan bahwa eksudat akar kunyit bersifat alelopati negatif, dengan kemampuan menghambat pertumbuhan *G. boninense* dan dekolorisasi tanin yang bergantung pada konsentrasi serta ekotipe asal tanaman. Eksudat akar dari tanaman kunyit asal Palembang menunjukkan hambatan tertinggi, yaitu rata-rata 40%. Hasil uji kedua melalui analisis metabolomik mengidentifikasi 13 senyawa yang melimpah pada eksudat yang menghambat pertumbuhan *G. boninense*, di antaranya adalah (-)-Menthylacetate, (+/-)9,10-Dihydroxy-12Z-Octadecenoic Acid, dan Furfurecyclohexane yang menunjukkan aktivitas antifungi yang menonjol. Pada uji ketiga, ekstrak metanol rimpang kunyit menunjukkan aktivitas antifungi yang kuat, dengan hambatan pertumbuhan dan dekolorisasi tanin tertinggi pada rimpang asal Surabaya dan Bandung. Perlakuan ekstrak rimpang juga menyebabkan malformasi hifa dan peningkatan nilai EC, yang mengindikasikan terjadinya kebocoran membran sel.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa eksudat dan ekstrak kunyit memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati yang ramah lingkungan dalam mengatasi *G. boninense*.

Kata kunci: *Ganoderma boninense*, eksudat kunyit, ekstrak rimpang kunyit, antifungi

TESIS

ALELOPATI TANAMAN KUNYIT (*Curcuma longa*) TERHADAP AGAINST *Ganoderma boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG KELAPA SAWIT

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Magister Sains pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Lidya Karlina
05012622327001

**PROGRAM STUDI ILMU TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

ALELOPATI TANAMAN KUNYIT (*Curcuma longa*) TERHADAP *Ganoderma boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG KELAPA SAWIT

TESIS

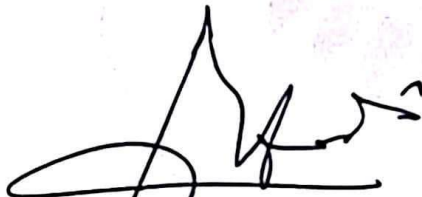
Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Magister Sains pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya


Oleh:

Lidya Karlina
05012622327001

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Suwandi, M. Agr.
NIP. 196801111993021001


Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP. 196412291990011001

Mengetahui

Dekan Fakultas Pertanian

Universitas Sriwijaya


Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP. 196412291990011001

Universitas Sriwijaya

Tesis dengan judul “Alelopati Tanaman Kunyit (*Curcuma longa*) terhadap *Ganoderma Boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit” oleh Lidya Karlina telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Tesis Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 09 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai dengan saran dan masukkan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr. Pembimbing 1 (.....)
NIP. 196801111993021001

2. Prof. Dr. Ir. A. Muslim. M, Agr. Pembimbing 2 (.....)
NIP.196412291990011001

3. Dr. Ir. Harman Hamidson, M.P Ketua Penguji (.....)
NIP.196207101988111001

4. Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si Anggota Penguji (.....)
NIP.196502191989031004

Indralaya, Desember 2024
Koordinator Program Studi
Magister Ilmu Tanaman



Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr.
NIP. 196801111993021001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lidya Karlina

NIM : 05012622327001

Judul : Alelopati Tanaman Kunyit (*Curcuma longa*) terhadap *Ganoderma Boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam tesis ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas sriwijaya.

Demikian Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2024

Yang membuat pernyataan



(Lidya Karlina)

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Desa Tertap, Kecamatan Jarai, Kabupaten Lahat pada tanggal 25 Mei 2001. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Orang tua bernama Pebriansyah dan Yanti Niarti yang beralamat di Desa Tertap, Kecamatan Jarai, Kabupaten Lahat. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 08 Jarai dan lulus pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Jarai lulus pada tahun 2016 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Jarai lulus pada tahun 2019. Penulis diterima di perguruan tinggi pada tahun 2019 dengan jalur masuk SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) sebagai mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, kemudian melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur SNMPTN. Setelah mendapatkan gelar sarjana penulis langsung melanjutkan menempuh pendidikan ke jenjang S2 Program studi Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Sejak semester dua, penulis berkesempatan menjadi penerima Beasiswa Unggulan hingga menyelesaikan studi.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua pembimbing saya, Bapak Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr. dan Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr., atas bimbingan dan dukungannya yang tak terhingga. Penelitian ini dibiayai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2024 SP DIPA-023.17.2.677515/2024, tanggal 24 November 2023 Sesuai dengan SK Rektor 0016/UN9/SK.LP2M.PT/2024 tanggal 24 Juni 2024.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada keluarga tercinta, khususnya umak (Yanti Niarti), bapak (Pebriansyah, dan adik-adik (Gintan Anggara, Arya Novirza, Nazwa Kayla) dan juga keluarga besar yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan dan bantuan. Terima kasih untuk teman-teman yang memberikan bantuan dari awal pendaftaran, perkuliahan hingga penelitian tesis. Terima kasih juga untuk Jerry Eko Syaputra yang selalu mendukung, memberikan bantuan dan mendengarkan keluh kesah penulis, dan selalu berjuang Bersama. Tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada Beasiswa Unggulan dan sahabat dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan dan bantuan. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Indralaya, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR ISI	2
DAFTAR TABEL.....	5
BAB I PENDAHULUAN	9
1.2. Rumusan Masalah.....	11
1.3. Tujuan	11
1.4. Hipotesis	11
1.5. Manfaat	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kelapa Sawit.....	4
2.1.1. Klasifikasi Kelapa Sawit	4
2.1.2. Morfologi Kelapa Sawit	4
2.1.3. Syarat Tumbuh Kelapa Sawit	6
2.3.5. Penyerbuk Tanaman Kelapa Sawit	6
2.2. Penyakit busuk Pangkal Batang	7
2.2.1. Klasifikasi <i>Ganoderma boninense</i>	7
2.2.2. Morfologi <i>Ganoderma boninense</i>	8
2.2.3. Gejala Serangan <i>Ganoderma boninense</i>	8
2.2.4. Pengendalian Penyakit.....	10
2.3. Kunyit (<i>Curcuma longa</i> L.)	11
2.3.1. Klasifikasi Kunyit.....	11
2.3.2. Morfologi Kunyit.....	12
2.4. Alelopati	12
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	12
4.1. Tempat dan Waktu	12
4.2. Alat dan Bahan	12
4.3. Metode Penelitian	12

	Halaman
4.4. Cara Kerja.....	13
4.4.1. Uji Eksudat Kunyit Secara <i>In Vitro</i>	13
4.4.1.1. Pengumpulan Rimpang Kunyit dan Persiapan Eksudat Akar Kunyit	13
4.4.1.2. Ekstraksi Kunyit	14
4.4.1.3. Pembuatan Media Uji Eksudat Kunyit <i>In Vitro</i>	14
4.4.1.4. Penanaman <i>Ganoderma boninense</i> di Media	15
4.4.1.5. Studi Metabolomik Eksudat Akar.....	15
4.5. Pengamatan.....	16
4.5.1. Ukuran Koloni	16
4.5.2. Perubahan Warna Media	16
4.5.5. Morfologi Koloni	17
4.5.6. Morfologi Mikroskopis.....	17
4.5.7. Nilai EC dan pH	17
4.5.8. Analisis Metabolomik Eksudat Akar	18
4.6. Analisis Data.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
5.1. Alelopati Eksudat Rimpang Tanaman Kunyit (<i>Curcuma longa</i>) terhadap <i>Ganoderma boninense</i>	18
5.1.1. Penghambatan Koloni	18
5.1.2. Perubahan Warna Tanin	20
5.1.3. Perubahan Nilai EC Media.....	23
5.1.4. Senyawa Aktif Eksudat Kunyit.....	24
5.2. Aktivitas Antifungi Ekstrak Metanol Kunyit (<i>Curcuma longa L.</i>) terhadap <i>Ganoderma boninense</i>	27
5.2.1. Penghambatan Koloni	27
5.2.2. Perubahan Warna Tanin.....	31
5.2.3. Nilai EC dan pH.....	32
5.2.3.1. Nilai EC.....	32
5.1.2.3.2. Nilai pH.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	18
5.1. Kesimpulan.....	18
5.2. Saran	18

	Halaman
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Morfologi tanaman kelapa sawit dewasa (A&B) (Barcelos <i>et al.</i> , 2015) dan bibit (C) (Corley & Tinker, 2015)	5
Gambar 2. 2. Bunga betina (A), dan bunga jantan (B) kelapa sawit (Hetharie <i>et al.</i> , 2007).....	6
Gambar 2. 3. <i>Elaeidobius kamerunicus</i> (Budihardjo <i>et al.</i> , 2019).....	7
Gambar 2. 4. Gejala serangan <i>Ganoderma boninense</i> pada bibit kelapa sawit (Susanto <i>et al.</i> , 2013)	9
Gambar 2. 5. Tubuh buah <i>Ganoderma boninense</i> (Zakaria, 2023).....	9
Gambar 2. 6. Siklus hidup <i>Ganoderma boninense</i> (Khoo & Chong, 2023) ..	10
Gambar 2. 7. Morfologi tanaman dan rimpang kunyit (Chintakovid <i>et al.</i> , 2022).....	12
Gambar 5. 1. Hambatan pertumbuhan maksimum koloni <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA+tanin yang ditambahkan eksudat akar kunyit asal Bangka (KBb), Bandung Barat (KBd), Palembang (KKp), dan Surabaya (KKs) dengan konsentrasi 1,25 sampai 20%	18
Gambar 5. 2. Pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA+tanin yang ditambahkan masing-masing sampel eksudat akar kunyit pada konsentrasi 0.0%, 1.25%, 5%, dan 20%	20
Gambar 5. 3. Perubahan warna media MEA+tanin yang ditambahkan eksudat akar kunyit asal Bangka (KBb), Bandung Barat (KBd), Palembang (KKp), dan Surabaya (KKs) dan dikoloni <i>Ganoderma boninense</i>	21

Gambar 5. 4. Perubahan warna media MEA+tanin yang ditambahkan masing-masing sampel eksudat akar kunyit dan dikoloni <i>Ganoderma boninense</i>	23
Gambar 5. 5. Hubungan antara penghambatan pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i> yang diberi perlakuan eksudat akar kunyit dan perubahan EC media.....	24
Gambar 5. 6 Analisis Principal Componen Analysis senyawa-senyawa dalam eksudat akar kunyit yang bersifat menghambat (Kp) dan tidak menghambat (Kn) pertumbuhan <i>Ganoderma boninense</i>	25
Gambar 5. 7. Pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + tanin yang ditambahkan ekstrak metanol kunyit asal Surabaya (A), Palembang (B), Bangka (C), dan Bandung (D)	29
Gambar 5. 8. Mikroskopis miselium <i>Ganoderma boninense</i> pada media perlakuan; kontrol (A), ekstrak metanol kunyit KKS (B), ekstrak metanol kunyit KKP (C), ekstrak metanol kunyit KBG (D), ekstrak metanol kunyit KBD (E) : tanda panah pada gambar A (miseliumnya normal tanpa gangguan), lingkaran pada gambar B (miseliumnya lebih pendek dan ujungnya membengkak), lingkaran gambar C (miseliumnya menebal, patah dan pecah), tanda panah pada gambar D (miseliumnya menebal, patah dan pecah). Pada lingkaran gambar E (miseliumnya malformasi dan tidak utuh)	30
Gambar 5. 9. Luas dekolorisasi perubahan warna media MEA+tanin yang ditambahkan ekstrak metanol kunyit asal Surabaya (A), Palembang (B), Bangka (C), dan Bandung	32
Gambar 5. 10. Nilai EC media MEA + tanin dengan perlakuan ekstrak metanol kunyit asal Surabaya (A), Palembang (B), Bangka (C), dan Bandung (D).....	33
Gambar 5. 11. Nilai pH media MEA + tanin yang dikoloni <i>Ganoderma boninense</i> dan ditambahkan ekstrak metanol kunyit asal Surabaya (A), Palembang (B), Bangka (C), dan Bandung (D)	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Senyawa dominan dalam eksudat akar kunyit yang menghambat dan tidak menghambat pertumbuhan <i>Ganoderma boninense</i> berdasarkan nilai VIP PLSDA, uji t, kelompok kimia dan aktivitas biologi.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diameter koloni <i>Ganoderma boninense</i> dengan perlakuan eksudat K4, K5, K6, KKK, dan KKB	40
Lampiran 2. Diameter koloni <i>Ganoderma boninense</i> dengan perlakuan eksudat K1, K2, K3, K4, K5, dan K6.....	43
Lampiran 3. Diameter koloni <i>Ganoderma boninense</i> dengan perlakuan eksudat 1KBU KER , 2KBU GTAN, 3Kbugtob, 4Kbugtob2, 5KBGtob, 6KBG AIR, 7KBG TAN, dan 8KB Ker	47
Lampiran 4. Luas perubahan warna media MEA+tanin dengan perlakuan eksudat K4, K5, K6, KKK, dan KKB	52
Lampiran 5. Luas perubahan media MEA+tanin dengan perlakuan eksudat 1KBU KER , 2KBU GTAN, 3Kbugtob, 4Kbugtob2, 5KBGtob, 6KBG AIR, 7KBG TAN, dan 8KB Ker	53
Lampiran 6. Luas perubahan warna media MEA+tanin dengan perlakuan eksudat K1, K2, K3, K4, K5, K6.....	55
Lampiran 7. Diameter koloni <i>Ganoderma boninense</i> dengan perlakuan ekstrak metanol KKS, KKP, KBG dan KBD	56
Lampiran 8. pH media MEA+tanin dengan perlakuan ekstrak metanol KKS, KKP, KBG dan KBD.....	60
Lampiran 9. EC media MEA+tanin dengan perlakuan ekstrak metanol KKS, KKP, KBG dan KBD	61
Lampiran 10. Perubahan media MEA+tanin dengan perlakuan ekstrak metanol KKS, KKP, KBG dan KBD	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ganoderma boninense adalah patogen utama yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit, khususnya di Indonesia dan Malaysia. Penyakit ini sangat merugikan industri kelapa sawit, dengan laporan kematian tanaman hingga 80% di beberapa area perkebunan, yang berujung pada penurunan hasil per hektar. Selain menyerang kelapa sawit, *Ganoderma* juga mampu menginfeksi berbagai jenis tanaman berkayu lainnya, termasuk karet, teh, dan kakao (Rahmadhani *et al.*, 2016). Penyakit busuk pangkal batang ini merupakan ancaman utama bagi perkebunan kelapa sawit, terutama di wilayah monokultur. Di Sumatra, penyakit ini telah menyebabkan kematian hingga 67% pohon di beberapa perkebunan, sementara di area lahan gambut mencapai 54%. (Suwandi *et al.*, 2023). *Ganoderma* sp. memecah pertahanan pertama kelapa sawit dengan mendegradasi lignin, membuka jalan menuju cadangan pati (Surendran *et al.*, 2018).

Pengendalian menggunakan fungisida sudah sering dilakukan bersama dengan pemusnahan tanaman yang terinfeksi melalui pembakaran, Namun, beberapa jenis fungisida tidak cukup efektif dalam mengendalikan penyakit busuk akar. Penerapan metode budidaya konvensional dan sanitasi hanya mampu menunda penyebaran penyakit, tetapi metode ini kurang ekonomis. Pendekatan alternatif yang aman bagi pengguna serta minim risiko bagi organisme non-target adalah pengendalian biologis, khususnya dengan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap patogen (Senewe *et al.*, 2023). Untuk mencegah infeksi yang lebih luas, diperlukan upaya untuk mencari alternatif pengobatan yang mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense*, dengan memanfaatkan tanaman herba. Kunyit (*C. longa* L.) dikenal sebagai tanaman herba yang mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi besar untuk menghambat pertumbuhan jamur. Dalam Penelitian (Fauzan & Masfufatun, 2023). Ekstrak kunyit (*C. longa* L.) terbukti efektif sebagai agen antifungi, menghambat pertumbuhan jamur dan menawarkan

alternatif alami untuk pengendalian infeksi jamur. Senyawa bioaktif utama dalam ekstrak ini adalah kurkumin, diikuti oleh asam askorbat, kuersetin, beta karoten, arabinosa, serta dua turunan kurkumin, bis-demetoksikurkumin dan demetoksikurkumin. (Suprihatin *et al.*, 2020). Hasil penelitian (Chaisit *et al.*, 2017) menunjukkan bahwa ekstrak kunyit memiliki efek yang cukup signifikan dalam menghambat pertumbuhan *miselium* dari *G. boninense*. Meskipun tingkat efektivitasnya tidak sebanding dengan beberapa fungisida kimia yang diuji, ekstrak kunyit menunjukkan potensi sebagai alternatif alami dalam mengatasi penyakit ini, dengan persentase penghambatan pertumbuhan 9.63%.

Tanaman rimpang yang mengandung allelopati bisa digunakan untuk pengendalian *G. boninense* (Munandar *et al.*, 2021). Allelopati merupakan fenomena ekologi di mana zat kimia berupa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman, mikroorganisme, virus, dan jamur memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, serta kebugaran organisme lain. Konsep ini mencakup interaksi yang kompleks, sebagaimana didefinisikan oleh *International Allelopathy Society* (IAS) sebagai 'setiap proses yang melibatkan metabolit sekunder yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan dalam sistem pertanian dan biologi' (IAS, 1996) (Aci *et al.*, 2022). Senyawa allelopati pada penelitian ini diambil dari eksudat akar dan rimpang kunyit. Eksudat akar merupakan senyawa metabolit yang dihasilkan oleh tanaman dan dilepaskan ke rizosfer, yaitu zona tempat akar tanaman berinteraksi dengan lingkungannya. Senyawa ini meliputi metabolit primer dengan berat molekul rendah seperti gula, asam amino, dan asam organik, serta metabolit sekunder seperti fenol, flavonoid, dan terpenoid. Eksudat berfungsi dalam mengatur hubungan dengan mikroorganisme tanah sekaligus merespons tekanan lingkungan seperti kekeringan. Dalam kondisi kekurangan air, jumlah dan komposisi eksudat akar dapat berubah, memengaruhi aktivitas mikroba di tanah dan membantu tanaman beradaptasi. Hubungan ini menjadi kunci untuk meningkatkan ketahanan tanaman dan menjaga produktivitas meskipun berada di bawah tekanan lingkungan (Y. Chen *et al.*, 2022). Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa metabolomik, serta mengevaluasi aktivitas antifungi dari eksudat tanaman dan ekstrak rimpang kunyit

terhadap jamur *G. boninense*, penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas eksudat akar dan ekstrak rimpang kunyit sebagai agen antifungi terhadap *G. boninense*, serta senyawa bioaktif apa saja yang terkandung di dalamnya?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antifungi dari eksudat tanaman dan ekstrak rimpang kunyit terhadap jamur *G. boninense* dan mengidentifikasi senyawa bioaktif.

1.4 Hipotesis

Diduga eksudat akar dan ekstrak rimpang kunyit mengandung senyawa bioaktif yang memiliki mekanisme alelopati yang bersifat antifungi yang dapat menghambat pertumbuhan *G. boninense*, penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk menjadikan referensi pengendalian *G. boninense* dengan menggunakan eksudat tanaman dan ekstrak kunyit, hasil penelitian dapat menjadi implikasi bagi pendekatan baru terhadap pengelolaan penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aba, S. C., & Baiyeri, K. P. (2012). The Oil Palm. In *Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. doi* (Vol. 10).
- Abera, B., Melaku, Y., Shenkute, K., Dekebo, A., Abdissa, N., Endale, M., Negassa, T., Woldemariam, M., & Hunsen, M. (2024). In vitro antibacterial, antioxidant, in silico molecular docking and ademt analysis of chemical constituents from the roots of *Acokanthera schimperi* and *Rhus glutinosa*. *Applied Biological Chemistry*, *67*(1). <https://doi.org/10.1186/s13765-024-00930-6>
- Aci, M. M., Sidari, R., Araniti, F., & Lupini, A. (2022). Emerging trends in allelopathy: a genetic perspective for sustainable agriculture. *Agronomy*, *12*(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy12092043>
- Adaskaveg, J. E., Gilbertson, R. L., & Blanchette, R. A. (1990). Comparative studies of delignification caused by *Ganoderma* species. *Applied and Environmental Microbiology*, *56*(6), 1932–1943. <https://doi.org/10.1128/aem.56.6.1932-1943.1990>
- Adisa, S. D., Tripatmasari, M., Suryawati, S., & Wasonowati, C. (2022). Identifikasi morfologi dan rendemen kunyit (*Curcuma domestica* Val.) di Kecamatan Kamal dan Kecamatan Bangkalan, Kabupaten Bangkalan. *Agromix*, *13*(2), 209–216. <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.2883>
- Aftab, Z. E. H., Ahmed, S., Aftab, A., Siddique, I., Aftab, M., Yousaf, Z., & Chaudhry, F. A. (2020). Wood degrading mushrooms potentially strong towards laccase biosynthesis in Pakistan. *Wood Research*, *65*(5), 809–818. <https://doi.org/10.37763/WR.1336-4561/65.5.809818>
- Amutha, M., Gulsar Banu, J., Surulivelu, T., & Gopalakrishnan, N. (2010). Effect of commonly used insecticides on the growth of white muscardine fungus, *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. *Journal of Biopesticides*, *3*(1 SPEC.ISSUE), 143–146.
- Assali, M., Zaid, A. N., Abdallah, F., Almasri, M., & Khayyat, R. (2017). Single-walled carbon nanotubes-ciprofloxacin nanoantibiotic: Strategy to improve ciprofloxacin antibacterial activity. *International Journal of Nanomedicine*, *12*, 6647–6659. <https://doi.org/10.2147/IJN.S140625>
- Aziz, M. H. A., Khairunniza-Bejo, S., Wayayok, A., Hashim, F., Kondo, N., & Azmi, A. N. N. (2021). Temporal changes analysis of soil properties associated with *Ganoderma boninense* pat. Infection in oil palm seedlings in a controlled environment. *Agronomy*, *11*(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy11112279>
- Barcelos, E., De Almeida Rios, S., Cunha, R. N. V., Lopes, R., Motoike, S. Y., Babiychuk, E., Skirycz, A., & Kushnir, S. (2015). Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement. *Frontiers in Plant Science*,

- 6(MAR), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00190>
- Bouz, G., & Doležal, M. (2021). Advances in antifungal drug development: an up-to-date mini review. *Pharmaceuticals*, *14*(12). <https://doi.org/10.3390/ph14121312>
- Budihardjo, K., Wirianata, H., & Primananda, S. (2019). A study on barn owl population (*Tyto alba* var. *javanica*) in reducing rat attacks and parthenocarpy in oil palm fresh fruit bunches. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, *21*(2), 100–105. <https://doi.org/10.14710/bioma.21.2.100-105>
- Chaisit, P., Wethi, W., & Seephueak, P. (2017). Screening for plant extract, antagonistic microorganism and fungicides to control *Ganoderma boninense* caused stem rot of oil palm in vitro. *International Journal of Agricultural Technology*, *13*(2), 141–147.
- Chen, C., Long, L., Zhang, F., Chen, Q., Chen, C., Yu, X., Liu, Q., Bao, J., & Long, Z. (2018). Antifungal activity, main active components and mechanism of *Curcuma longa* extract against *Fusarium graminearum*. *PLoS ONE*, *13*(3), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194284>
- Chen, Y., Yao, Z., Sun, Y., Wang, E., Tian, C., Sun, Y., Liu, J., Sun, C., & Tian, L. (2022). Current studies of the effects of drought stress on root exudates and rhizosphere microbiomes of crop plant species. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(4). <https://doi.org/10.3390/ijms23042374>
- Chintakovid, N., Tisarum, R., Samphumphuang, T., Sotesaritkul, T., & Cha-um, S. (2022). Evaluation of curcuminoids, physiological adaptation, and growth of *Curcuma longa* under water deficit and controlled temperature. *Protoplasma*, *259*(2), 301–315. <https://doi.org/10.1007/s00709-021-01670-w>
- Christopher, F., Ndakidemi, P., Nyalala, S., & Mbega, E. (2023). Antifungal activity of *Leonotis nepetifolia* extracts against *Colletotrichum* species causing bean anthracnose and their phytochemical analysis using LC-MS. *Journal of Natural Pesticide Research*, *6*(July), 100057. <https://doi.org/10.1016/j.napere.2023.100057>
- Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2015). The Classification and Morphology of the Oil Palm. In *The Oil Palm*. <https://doi.org/10.1002/9781118953297.ch2>
- Darlis, D., Jalloh, M. B., Chin, C. F. S., Basri, N. K. M., Besar, N. A., Ahmad, K., & Rakib, M. R. M. (2023). Exploring the potential of bornean polypore fungi as biological control agents against pathogenic *Ganoderma boninense* causing basal stem rot in oil palm. *Scientific Reports*, *13*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37507-0>
- Dhillon, B., Hamelin, R. C., & Rollins, J. A. (2021). Transcriptional profile of oil palm pathogen, *Ganoderma boninense*, reveals activation of lignin degradation machinery and possible evasion of host immune response. *BMC Genomics*, *22*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07644-9>
- Dias, M. C., Pinto, D. C. G. A., & Silva, A. M. S. (2021). Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity. *Molecules*, *26*(17), 1–16.

<https://doi.org/10.3390/molecules26175377>

- Dogan, A., Otlu, S., Çelebi, özgür, Kiliçle, P. A., Sağlam, A. G., Can Dogan, A. N., & Mutlu, N. (2017). An investigation of antibacterial effects of steroids. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, *41*(2), 302–305. <https://doi.org/10.3906/vet-1510-24>
- Edy, N., Anshary, A., Lakani, I., Zufadli, & Waldi. (2022). Morphological diversity of *Ganoderma* along different land uses in Central and West Sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1107*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1107/1/012021>
- Evizal, R., & Prasmatiwi, F. E. (2022). Penyakit Busuk Pangkal Batang dan Performa Produktivitas Kelapa Sawit. *Jurnal Agrotropika*, *21*(1), 47. <https://doi.org/10.23960/ja.v21i1.5617>
- Fauzan, L. S., & Masfufatun. (2023). Uji Antifungi Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) terhadap jamur *Candida albicans*. *Menuju Sumber Daya Manusia (SDM) Unggul Berwawasan Sains Dan Teknologi Melalui Refleksi Budaya Kemajapahitan*, 1–8.
- Feng, X., Shang, J., Gu, Z., Gong, J., Chen, Y., & Liu, Y. (2024). Azelaic acid: Mechanisms of action and clinical applications. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, *17*, 2359–2371. <https://doi.org/10.2147/CCID.S485237>
- Ferreira, B. D. S., De Almeida, A. M., Nascimento, T. C., De Castro, P. P., Silva, V. L., Diniz, C. G., & Le Hyaric, M. (2014). Synthesis and biological evaluation of a new series of N-acyldiamines as potential antibacterial and antifungal agents. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, *24*(19), 4626–4629. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2014.08.047>
- Ganesan, H., Ruhn, L. R., Dar, C. T., & Kiat, N. S. (2024). Variation in Morphological Characteristic and Growth Rate of Isolated Dikaryotic *Ganoderma boninense* Mycelia on Nutrient Medium and Rubberwood Block : A Cue for. *November*. <https://doi.org/10.56333/tp.2024.010>
- Goh, K. J., Wong, C. K., & Ng, P. H. C. (2016). Oil Palm. *Encyclopedia of applied plant sciences*, *3*(August 2016), 382–390. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00176-3>
- Gu, Y., Qiu, Y., Hua, X., Shi, Z., Li, A., Ning, Y., & Liang, D. (2021). Critical biodegradation process of a widely used surfactant in the water environment: dodecyl benzene sulfonate (DBS). *RSC Advances*, *11*(33), 20303–20312. <https://doi.org/10.1039/d1ra02791c>
- Hetharie, H., Wattimena, G. A., Thenawidjaya, M., Aswidinnoor, H., Toruan-Mathius, N., & Ginting, G. (2007). Karakterisasi morfologi bunga dan buah abnormal kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) hasil kultur jaringan. *Bul. Agron*, *35*(1), 50–57.
- Ibáñez, M. D., & Blázquez, M. A. (2021). *Curcuma longa* L. rhizome essential oil from extraction to its agri-food applications. a review. *Plants*, *10*(1), 1–31.

<https://doi.org/10.3390/plants10010044>

- Javed, M. R., Salman, M., Tariq, A., Tawab, A., Zahoor, M. K., Naheed, S., Shahid, M., Ijaz, A., & Ali, H. (2022). The antibacterial and larvicidal potential of bis-(2-ethylhexyl) phthalate from *Lactiplantibacillus plantarum*. *Molecules*, 27, 7220.
- Kataria, H. R., Verma, P. R., & Gisi, U. (1991). Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. *Journal of Phytopathology*, 133(2), 121–133. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1991.tb00145.x>
- Khoo, Y. W., & Chong, K. P. (2023). Ganoderma boninense: general characteristics of pathogenicity and methods of control. *Frontiers in Plant Science*, 14(July), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1156869>
- Koeduka, T. (2018). Functional evolution of biosynthetic enzymes that produce plant volatiles. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 82(2), 192–199. <https://doi.org/10.1080/09168451.2017.1422968>
- Kouakou, M., Hala, N., Akpa Moise Akpese, A., Tuo, Y., Dagnogo, M., Eugène Konan, K., & Kouakou Koua, H. (2014). Comparative efficacy of *Elaeidobius kamerunicus*, *E. plagiatus*, *E. subvittatus* (Coleoptera: Curculionidae) and *Microporum* spp. (Coleoptera: Nitidulidae) in the pollination of oil palm (*Elaeis guineensis*). *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 2(6), 538–545. <http://www.jebas.org>
- Marchi, L. B., de Castro Dornellas, F., Polonio, J. C., Pamphile, J. A., Giriboni Monteiro, A. R., Gonçalves, O. H., & Geraldo Perdoncini, M. R. F. (2019). Antifungal activity of *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) against degrading filamentous fungi. *Chemical Engineering Transactions*, 75(January), 319–324. <https://doi.org/10.3303/CET1975054>
- Melde, K., Buettner, H., Boschert, W., Wolf, H. P. O., & Ghisla, S. (1989). Mechanism of hypoglycaemic action of methylenecyclopropylglycine. *Biochemical Journal*, 259(3), 921–924. <https://doi.org/10.1042/bj2590921>
- Munandar, R. P., Suwandi, S., & Suparman, S. (2021). Pengaruh Tumpangsari dengan Tanaman Rimpang Terhadap Infeksi Awal *Ganoderma boninense* pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*). *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(1), 34. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v17i3.5738>
- Nugroho, S. A., Setyoko, U., Fatimah, T., & Novenda, I. L. (2022). Pengaruh alelopati tanaman gamal (*Glericida manuculata*) Dan kirinyuh (Eupatorium odoratum) terhadap perkecambahan kacang hijau (*Vigna radiata*). *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 180–188. <https://doi.org/10.25047/agropross.2022.287>
- Pang, Z., Lu, Y., Zhou, G., Hui, F., Xu, L., Viau, C., Spigelman, A. F., Macdonald, P. E., Wishart, D. S., Li, S., & Xia, J. (2024). MetaboAnalyst 6.0: towards a unified platform for metabolomics data processing, analysis

- and interpretation. *Nucleic Acids Research*, 52(W1), W398–W406. <https://doi.org/10.1093/nar/gkae253>
- Pinto, M., Soares, C., Andreani, T., Fidalgo, F., & Tavares, F. (2023). *Eucalyptus globulus* Leaf Aqueous Extract Differentially Inhibits the Growth of Three Bacterial Tomato Pathogens. *Plants*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/plants12081727>
- Priwiratama, H., Prasetyo, A., & Susanto, A. (2014). Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit secara Kultur Teknis. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.14692/jfi.10.1.1>
- Rahmadhani, T. P., Suwandi, & Pujiastuti, Y. (2016). Growth Response of *Ganoderma* sp. Mycelium Treated with Root Exudates of Herbaceous Plant. *Biological Research Journal*, 4(1), 1–23.
- Santoso, H. (2020). Pengamatan dan pemetaan penyakit busuk pangkal batang di perkebunan kelapa sawit menggunakan unmanned aerial vehicle (uav) dan kamera multispektral. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2), 69–80. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.2.69-80>
- Senewe, R. E., Pesireron, M., & Sahetapy, B. (2023). Penyakit busuk pangkal batang (BPB) tanaman kelapa sawit oleh patogen *Ganoderma* SPP. *Journal of Top Agriculture (Top Journal)*, 1(2), 76–85. <https://doi.org/10.56854/jta.v1i2.131>
- Siddiqui, Y., & Ganapathy, D. (2024). Altered Cytostructure and Lignolytic Enzymes of *Ganoderma boninense* in Response to Phenolic Compounds. *Microbiology Research*, 15(2), 550–566. <https://doi.org/10.3390/microbiolres15020036>
- Silitonga, Y. R., Heryanto, R., Taufik, N., Indrayana, K., Nas, M., & Kusriani, N. (2020). *Budidaya Kelapa Sawit & Varietas Kelapa Sawit*.
- Soliman, S. A., Hafez, E., Alkolaibe, A. M. G., Abdel Razik, E. S. S., Abd-Ellatif, S., Ibrahim, A. A., Kabeil, S. S. A., & Elshafie, H. S. (2022). Biochemical characterization, antifungal activity, and relative gene expression of two mentha essential oils controlling *Fusarium oxysporum*, the causal agent of *Lycopersicon esculentum* root rot. *Plants*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/plants11020189>
- Suprihatin, T., Rahayu, S., Rifa'i, M., & Widyarti, S. (2020). Senyawa pada serbuk rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) yang berpotensi sebagai antioksidan. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 5(1), 35–42. <https://doi.org/10.14710/baf.5.1.2020.35-42>
- Surendran, A., Siddiqui, Y., Saud, H. M., Ali, N. S., & Manickam, S. (2018). Inhibition and kinetic studies of lignin degrading enzymes of *Ganoderma boninense* by naturally occurring phenolic compounds. *Journal of Applied Microbiology*, 125(3), 876–887. <https://doi.org/10.1111/jam.13922>
- Susanto, A., Prasetyo, A., Priwiratama, H., Wening, S., & Suriyanto, S. (2013). *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk batang atas kelapa sawit.

Jurnal Fitopatologi Indonesia, 9(4), 123–126.
<https://doi.org/10.14692/jfi.9.4.123>

- Suwandi, S., Cendrawati, M. A., Herlinda, S., & Suparman, S. (2023). Interference of wood decay, growth, and infection of *Ganoderma boninense* by ligninolytic fungi from herbaceous plants. *E3S Web of Conferences*, 373, 0–6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337307008>
- Syawal Harahap, F., Purba, J., Abdul Rauf, dan, Studi Agroteknologi, P., Sains dan Teknologi, F., & Artikel, I. (2021). Hubungan curah hujan dengan pola ketersediaan air tanah terhadap produksi kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di dataran tinggi *Jurnal Agrikultura*, 2021(1), 37–42.
- Trimanto, T., Dwiyantri, D., & Indriyani, S. (2018). Morfologi, anatomi dan uji histokimia rimpang *Curcuma aeruginosa* Roxb; *Curcuma longa* L. dan *Curcuma heyneana* Valetton dan Zijp. *Berita Biologi*, 17(2). <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v17i2.3086>
- Widad, A., Encadrante, M. Z., & Nesrine, L. (2023). Etude de l'effet hépato et néphroprotecteur de l'extrait hydroéthanolique des rhizomes *Curcuma longa* L. contre la toxicité induite par le taxotère Membres.
- Woo, H., Lee, J., Interrante, A., Condiman, A. F., Park, Y.-K., & Lee, J.-Y. (2024). Anti-inflammatory effect of 3-hydroxy-beta-ionone in lipopolysaccharide-stimulated macrophages. *Current Developments in Nutrition*, 8, 102262. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102262>
- Xu, S., Bai, C., Chen, Y., Yu, L., Wu, W., & Hu, K. (2024). Comparing univariate filtration preceding and succeeding PLS-DA analysis on the differential variables/metabolites identified from untargeted LC-MS metabolomics data. *Analytica Chimica Acta*, 1287(December 2023), 342103. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2023.342103>
- Yuditha, S., Rafana, A. E., & Kusparmanto, L. (2022). Potential inhibitory power of “*Curcuma Longa* linn.” Extract against *Candida Albicans* fungus. *Moestopo International Review on Social, Humanities, and Sciences*, 2(2), 120–126. <https://doi.org/10.32509/mirshus.v2i2.39>
- Zakaria, L. (2023). Basal Stem Rot of Oil Palm: The pathogen, disease incidence, and control methods. *Plant Disease*, 107(3), 603–615. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-22-0358-FE>