

SKRIPSI

**UJI ALELOPATI JAHE MERAH (*Zingiber officinale*
var. *rubrum*) TERHADAP *Ganoderma boninense***

***ALLELOPATHY EFFECTS OF GINGER (*Zingiber officinale*
var. *rubrum*) AGAINST *Ganoderma boninense****



**Fauziah Nabila
05081182025008**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

RINGKASAN

FAUZIAH NABILA, Uji Alelopati Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap *Ganoderma boninense* (Dibimbing oleh **SUWANDI**).

Salah satu hambatan yang dihadapi dalam budidaya kelapa sawit adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* Pat. Dampak dari BPB yakni mengakibatkan penurunan produktifitas bahkan menyebabkan kematian hingga 80% dari total tanaman terutama pada usia ekonomisnya. Tanaman rimpang-rimpangan yang ditanam secara polikultur dengan bibit kelapa sawit dapat menghambat pertumbuhan *G. boninense* dan menurunkan kejadian penyakit. Namun belum diketahui apakah penekanan tersebut diakibat oleh adanya alelopati dari tanaman rimpang-rimpangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi eksudat akar jahe yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*, mengetahui aktivitas enzim ligninase terhadap perubahan warna pada media MEA + RBBR dan media MEA + tanin, mengetahui pengaruh eksudat akar jahe terhadap aktivitas pelapukan akar kelapa sawit yang dikoloni oleh *G. boninense*, dan mengetahui pengaruh alelopati jahe terhadap pertumbuhan kelapa sawit dan kejadian penyakit pada bibit kelapa sawit.

Pada penelitian ini terdapat tiga percobaan dimana percobaan pertama dan kedua dilakukan di Laboratorium Fitopatologi sedangkan percobaan ketiga di rumah kaca Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Percobaan pertama merupakan percobaan *in vitro* menggunakan media MEA + RBBR dan media MEA + tanin. Setiap media menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang digunakan antara lain eksudat akar jahe konsentrasi 0, 5, 10, dan 20%. Percobaan kedua merupakan uji pelapukan inokulum akar kelapa sawit yang dikoloni *G. boninense*. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu eksudat akar jahe konsentrasi 0, 5, 10, dan 20%. Percobaan ketiga merupakan percobaan dalam pot yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan tersebut antara lain 1) kelapa sawit (S), 2) kelapa sawit + inokulum *Ganoderma* (SG), 3) kelapa sawit + inokulum *Ganoderma* + jahe (dibungkus *mesh*) (SGJM), 3) kelapa sawit + inokulum *Ganoderma* + jahe (SGJ), 4) inokulum *Ganoderma* + jahe (dibungkus *mesh*) (GJM), 6) inokulum *Ganoderma* + jahe (GJ).

Percobaan *in vitro* menunjukkan bahwa eksudat akar jahe bersifat alelopati yaitu sebagai antijamur yang lemah terhadap *G. boninense* karena menghambat pertumbuhan koloni. Pada media MEA + RBBR, peningkatan konsentrasi eksudat akar jahe akan semakin menghambat pertumbuhan koloni dimana nilai penghambatan tertinggi (15,74%) terjadi pada perlakuan eksudat akar jahe konsentrasi 20%. Hasil uji perubahan warna pada media MEA + RBBR menunjukkan respon negatif karena tidak terjadi perubahan warna. Berbeda halnya pada media MEA + tanin yang memperlihatkan respon positif karena

terjadi perubahan warna media menjadi coklat. Percobaan dalam pot menunjukkan penanaman jahe tidak secara nyata mempengaruhi pertumbuhan kelapa sawit dan keparahan penyakit. Kontak akar lebih dominan pengaruhnya dibandingkan alelopati dalam menekan penyakit karena penyakit berkembang lebih baik pada perlakuan tumpang sari jahe yang dibungkus *mesh* dibandingkan dengan tidak dibungkus.

Kata kunci: Eksudat akar, jahe merah, *Ganoderma boninense*

SUMMARY

FAUZIAH NABILA, Allelopathy Effects of Ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) against *Ganoderma boninense* (Supervised by **SUWANDI**).

One of the challenges faced in oil palm cultivation is the basal stem rot (BSR) disease caused by *Ganoderma boninense* Pat. The impact of BSR includes a significant reduction in productivity, even leading to the death of up to 80% of the total plants especially during their economic lifespan. Intercropping oil palm with ginger rhizomes can inhibit the growth of *G. boninense* and reduce disease incidence. This research aims to determine the effective concentration of ginger root exudates in inhibiting the growth of *G. boninense* in vitro, to determine the ligninolytic enzyme activity in relation to decolorization in the MEA + RBBR medium and MEA + tannin medium, to determine the effect of ginger root exudates on the decay of oil palm roots colonized by *G. boninense*, and to determine the allelopathy effect of ginger on oil palm growth and disease incidence in oil palm seedlings.

In this research, there are three experiments conducted. The first and second experiments were carried out in the Phytopathology Laboratory, while the third experiment was carried out in the greenhouse of the Plant Protection Program Faculty of Agriculture Universitas Sriwijaya. The first experiment is an in vitro assay using MEA + RBBR medium and MEA + tannin medium. Each medium employed a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments and 5 replications. The treatments used include ginger root exudate concentrations of 0%, 5%, 10%, and 20%. The second experiment is a decay test of oil palm root inoculum colonized by *G. boninense*. This experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The treatments used are ginger root exudate concentrations of 0%, 5%, 10%, and 20%. The third experiment was conducted in pots using a Completely Randomized Design (CRD) with 6 treatments and 5 replications. The treatments are as follows: 1) Oil palm (S), 2) Oil palm + *Ganoderma* inoculum (SG), 3) Oil palm + *Ganoderma* inoculum + ginger (in mesh bag) (SGJM), 4) Oil palm + *Ganoderma* inoculum + ginger (SGJ), 5) *Ganoderma* inoculum + ginger (in mesh bag) (GJM), and 6) *Ganoderma* inoculum + ginger (GJ).

In vitro assay indicated that ginger root exudate had a weak antifungal effect on *G. boninense* as it inhibited colony growth. In the MEA + RBBR medium, an increase in ginger root exudate concentration further inhibited colony growth, with the highest inhibition value (15.74%) occurring in the treatment with 20% concentration of ginger root exudate. Decolorization test results in the MEA + RBBR medium showed a negative response as there was no color change. Meanwhile, the MEA + tannin medium showed a positive response as the medium changed to a brown color. The pots experiment showed that planting ginger did not significantly affect the growth of oil palm and disease severity. Root contact had a more dominant influence compared to allelopathy in suppressing the disease

because the disease developed better in the oil palm intercropping ginger with barrier treatment in a mesh bag compared to the non barrier treatment.

Keywords: Root exudates, ginger, *Ganoderma boninense*

SKRIPSI
**UJI ALELOPATI JAHE MERAH (*Zingiber officinale*
var. rubrum) TERHADAP *Ganoderma boninense***

***ALLELOPATHY EFFECTS OF GINGER (*Zingiber officinale*
var. rubrum) AGAINST *Ganoderma boninense****

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Fauziah Nabila
05081182025008

PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

LEMBAR PENGESAHAN

UJI ALELOPATI JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) TERHADAP *Ganoderma boninense*

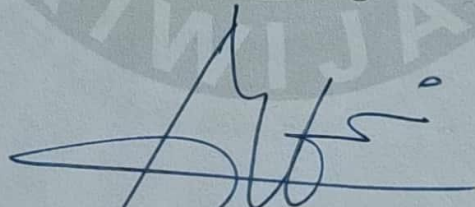
SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

Fauziah Nabila
05081182025008

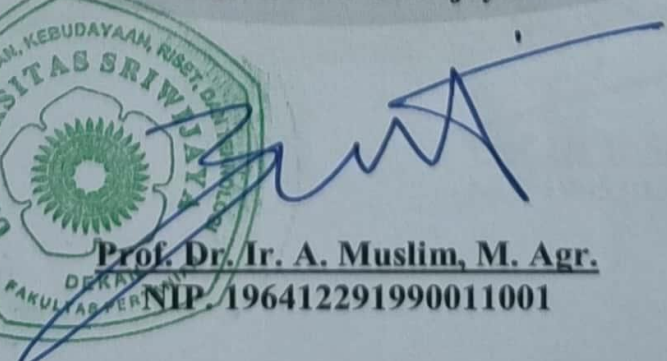
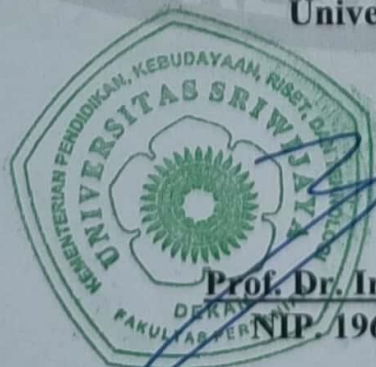
Indralaya, November 2023
Pembimbing



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

Mengetahui.

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

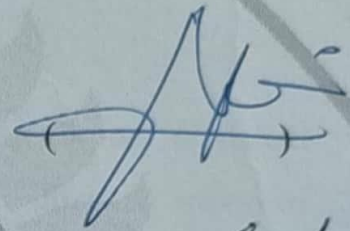


Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP. 196412291990011001

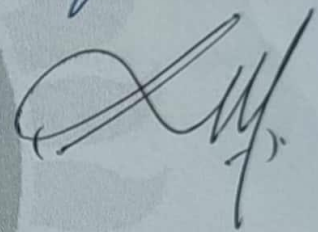
Skripsi dengan Judul “Uji Alelopati Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap *Ganoderma boninense*” oleh Fauziah Nabila telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada 07 November 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

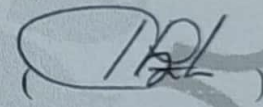
1. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr. Ketua Panitia
NIP. 196801111993021001



2. Oktaviani, S.P., M.Si. Sekretaris Panitia
NIP. 199810312023212005



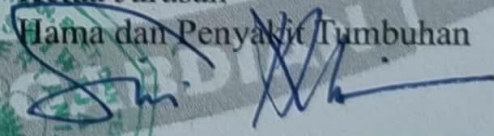
3. Dr. Ir. Harman Hamidson, M.P. Ketua Penguji
NIP. 196207101988111001



Indralaya, November 2023

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.
NIP. 196510201992032001



ILMU ALAT

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fauziah Nabila

NIM : 05081182025008

Judul : Uji Alelopati Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap *Ganoderma boninense*

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, November 2023



Fauziah Nabila
05081182025008

RIWAYAT HIDUP

Fauziah Nabila, atau akrab disapa Fau, Pau, Fauziah, lahir di Banyuasin, 04 Desember 2002. Penulis merupakan anak kedua dari Bapak Muhammad Daud dan Ibu Maryam. Penulis menempuh pendidikan di SDN 21 Banyuasin I tahun 2008-2014, SMP Patra Mandiri 2 Palembang tahun 2014-2017, SMAN 4 Palembang tahun 2017-2020. Selanjutnya diterima sebagai mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur SNMPTN 2020 dan diterima sebagai Penerima KIP-KULIAH.

Penulis aktif dalam bidang Akademik seperti menjadi Asisten Praktikum pada Mata Kuliah Entomologi, Dasar-dasar Perlindungan Tanaman, dan Ilmu Hama Tanaman. Selain bidang akademik, penulis juga memiliki ketertarikan pada bidang non akademik seperti desain grafis dan pernah mendapatkan Juara 2 Lomba Poster pada acara Dies Natalis Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya ke-58. Oleh sebab itu, penulis mengikuti organisasi Himpunan Jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Proteksi (HIMAPRO) dan diamanahkan menjadi Kepala Departemen Media dan Informasi pada periode kepengurusan 2022/2023.

Dengan ketekunan serta motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir laporan praktek lapangan ini. Semoga dengan penulisan ini mampu memotivasi penulis untuk terus maju dan menggali ilmu-ilmu baru.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan taufik-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Uji Alelopati Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap *Ganoderma boninense*”. Sholawat beserta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan umat manusia sepanjang zaman. Nabi Muhammad SAW. Beserta para kerabat, keluarga, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr. selaku dosen pembimbing yang senantiasa memfasilitasi, mengarahkan, serta memberi saran mulai dari penentuan topik, lokasi, persiapan, hingga penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. Harman Hamidson selaku dosen penguji skripsi dan Ibu Oktaviani S.P., M.Si. selaku sekretaris penguji yang telah meluangkan waktunya serta memberi saran dan masukan terkait dengan kepenulisan skripsi.
3. Seluruh dosen dan staff administrasi Program Studi Proteksi Tanaman Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu serta berbagi pengalamannya terkait pengetahuan dalam bidang pertanian.
4. Teman-teman seperjuangan HPT angkatan 2020 yang selalu kompak dan saling menolong hingga penelitian selesai.

Harapannya semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebaik-baiknya ilmu yang didapatkan berguna di masa depan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Indralaya, November 2023

Fauziah Nabila

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang selalu memberikan doa dan dukungan baik secara moril maupun materil sehingga penulis selalu semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih tersebut diberikan kepada:

1. Bapak dan Mamak yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, nasehat, dan memberikan semua yang terbaik. Terima kasih selalu berjuang dan menyertai di setiap langkah sehingga penulis sampai di tahap ini.
2. Kakak yang senantiasa menemani dan membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan semua tugas dan kegiatan praktikum selama perkuliahan.
3. Kak Lidya Karlina, S.P. selaku Mahasiswa S2 yang senantiasa membimbing dan membantu mulai dari awal pembagian dosen pembimbing, proses penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
4. Rekan seperjuangan TIM GANO 2023 yaitu Mita, Bang Ade, Nilam, April, Niken, dan Yudianti yang senantiasa saling membantu satu sama lain dari awal hingga akhir penelitian.
5. Sahabat seperjuangan “Cherry Belle” Novi J, Rara, Uus, Melia, Pari, Nadia, dan Mita yang selalu kompak dan saling membantu mulai dari awal hingga akhir. Terima kasih sudah menjadi bagian dari drama perkuliahan.
6. Terakhir, terima kasih kepada diri saya sendiri karena sudah bertahan dan selalu sehat dalam setiap proses penyelesaian skripsi ini. *“You’re braver than you believe, stronger than you seem, and smarter than you think”*.

Indralaya, November 2023

Fauziah Nabila

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	xi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1_PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Hipotesis.....	5
1.5. Manfaat	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Kelapa Sawit	6
2.1.1. Klasifikasi Kelapa Sawit.....	6
2.1.2. Morfologi Kelapa Sawit.....	6
2.1.3. Akar.....	7
2.1.4. Batang	7
2.1.5. Daun	7
2.1.9. Syarat Tumbuh Bibit Kelapa Sawit	8
2.2. Penyakit Busuk Pangkal Batang	8
2.2.1. Klasifikasi <i>Ganoderma boninense</i>	8
2.2.2. Morfologi <i>Ganoderma boninense</i>	9
2.2.3. Gejala Infeksi <i>Ganoderma boninense</i>	9
2.2.4. Pengendalian Penyakit	11
2.3. Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i> Rosc.)	11
2.3.1. Klasifikasi Jahe Merah.....	11
2.3.2. Morfologi Jahe Merah.....	12
2.3.2. Kandungan Jahe Merah.....	12

2.4. Eksudat Akar.....	12
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	13
3.1. Waktu dan Tempat	13
3.2. Alat dan Bahan.....	13
3.3. Metode Penelitian.....	13
3.4. Cara Kerja	15
3.4.1. Percobaan <i>In Vitro</i>	15
3.4.2. Percobaan Pelapukan	17
3.4.3. Percobaan dalam Pot.....	17
3.5. Pengamatan	19
3.5.1. Peubah Percobaan <i>In Vitro</i>	19
3.5.2. Peubah Percobaan Pelapukan.....	21
3.5.3. Peubah Percobaan dalam Pot	21
3.6. Analisis Data	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Hasil	23
4.1.1. Percobaan <i>In Vitro</i>	23
4.1.2. Percobaan Pelapukan	27
4.1.3. Percobaan dalam Pot.....	28
4.2. Pembahasan.....	31
BAB 5 PENUTUP	34
5.1. Kesimpulan	34
5.1. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1. Kategori perubahan warna pada media MEA + RBBR dan MEA + tanin dengan perlakuan eksudat akar jahe konsentrasi 5, 10, dan 20%	19
3.2. Skor keparahan penyakit busuk pangkal pada bibit kelapa sawit	22
4.1. Nilai EC dan pH biakan <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + RBBR dan MEA + tanin yang ditambahkan eksudat akar jahe konsentrasi 5, 10, dan 20%	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Morfologi <i>Ganoderma boninense</i>	9
2.2. Gejala penyakit busuk pangkal batang	10
3.1. Skema penelitian percobaan <i>in vitro</i>	14
3.2. Skema penelitian percobaan pelapukan	14
3.4. Skema penelitian percobaan dalam pot.....	15
4.1. Pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i>	23
4.2. Perubahan warna koloni uji <i>Ganoderma boninense</i>	24
4.3. Miselium <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + RBBR.....	25
4.4. Miselium <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + tanin.....	25
4.5. Kecepatan tumbuh <i>Ganoderma boninense</i>	26
4.6. Pertumbuhan koloni <i>Ganoderma boninense</i>	27
4.7. Berat kering potongan akar kelapa sawit yang dikoloni oleh <i>Ganoderma boninense</i>	28
4.8. Tinggi tanaman kelapa sawit yang diinokulasi <i>Ganoderma boninense</i> pada sistem monokultur dan tumpang sari.....	28
4.9. Diameter batang kelapa sawit yang diinokulasi <i>Ganoderma boninense</i> pada sistem monokultur dan tumpang sari	29
4.10. Pertumbuhan luas daun kelapa sawit yang diinokulasi <i>Ganoderma boninense</i>	30
4.11. Keparahan penyakit pada tanaman kelapa sawit.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir penelitian.....	41
2. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + RBBR dengan eksudat akar jahe konsentrasi 0%.....	42
3. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + RBBR dengan eksudat akar jahe konsentrasi 5%.....	42
4. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + RBBR dengan eksudat akar jahe konsentrasi 10%.....	42
5. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + RBBR dengan eksudat akar jahe konsentrasi 20%.....	42
6. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + tanin dengan eksudat akar jahe konsentrasi 0%	43
7. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + tanin dengan eksudat akar jahe konsentrasi 5%	43
8. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + tanin dengan eksudat akar jahe konsentrasi 10%	43
9. Pertumbuhan diameter koloni (mm/hari) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA + tanin dengan eksudat akar jahe konsentrasi 20%	43
10. Skoring perubahan warna pada media MEA + RBBR	44
11. Skoring perubahan warna pada media MEA + tanin	44
12. Nilai EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$) pada media MEA + RBBR.....	44
13. Nilai pH pada media MEA + RBBR.....	44
14. Nilai EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$) pada media MEA + tanin.....	45
15. Nilai pH pada media MEA + tanin	45
16. Berat kering akhir (g) uji pelapukan	45
17. Anova berat kering akhir uji pelapukan	45
18. Tinggi tanaman (cm) kelapa sawit pengamatan pertama.....	46
19. Anova tinggi tanaman kelapa sawit pengamatan pertama	46
20. Diameter batang (cm) kelapa sawit pengamatan pertama.....	46
21. Anova diameter batang kelapa sawit pengamatan pertama	46
22. Luas daun (cm) kelapa sawit pengamatan pertama.....	46
23. Anova luas daun kelapa sawit pengamatan pertama.....	46

24. Tinggi tanaman (cm) kelapa sawit pengamatan bulan kedua	47
25. Anova tinggi tanaman kelapa sawit pengamatan kedua	47
26. Diameter batang (cm) kelapa sawit pengamatan bulan kedua	47
27. Anova diameter batang kelapa sawit pengamatan bulan kedua.....	47
28. Luas daun kelapa sawit (cm) pengamatan bulan kedua	47
29. Anova luas daun kelapa sawit pengamatan bulan kedua	47
30. Tinggi tanaman (cm) kelapa sawit pengamatan bulan ketiga	48
31. Anova tinggi tanaman kelapa sawit pengamatan bulan ketiga	48
32. Diameter batang (cm) kelapa sawit pengamatan bulan ketiga.....	48
33. Anova diameter batang kelapa sawit pengamatan bulan ketiga	48
34. Luas daun kelapa sawit (cm) pada pengamatan bulan ketiga	48
35. Anova luas daun kelapa sawit pengamatan bulan ketiga	48
36. Skor penyakit tanaman pengamatan pertama	49
37. Skor penyakit tanaman pengamatan kedua	49
38. Anova skor penyakit tanaman pengamatan kedua	49
39. Skor penyakit tanaman pengamatan ketiga	49
40. Anova skor penyakit tanaman pengamatan ketiga	49
41. Luas kurva perkembangan penyakit kelapa sawit.....	50
42. Anova luas kurva perkembangan penyakit kelapa sawit	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman komoditas yang penting dan banyak digunakan dalam berbagai industri. Minyak kelapa sawit digunakan dalam produksi makanan, kosmetik, produk pembersih, dan bahan bakar biodiesel (Kurnia *et al.*, 2016). Selain itu, kelapa sawit juga menghasilkan bahan lain seperti serat dan tandan buah kosong yang dapat dimanfaatkan dalam industri lainnya (Praevia & Widayat, 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, kelapa sawit telah mengalami pertumbuhan besar-besaran dalam skala produksi. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), kontribusi subsektor perkebunan tahun 2021 yaitu sebesar 3,94 persen terhadap total Produk Domestik Bruto (PDB) dan 29,67 persen terhadap sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan. Indonesia dan Malaysia berperan sebagai produsen utama kelapa sawit diikuti oleh Thailand, Kolombia, dan Nigeria (Darmawan *et al.*, 2021). Pada tahun 2022 diperkirakan luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia sebesar 15,38 juta hektar (Direktorat Jendral Perkebunan, 2022). Salah satu faktor yang mendorong ekspansi perkebunan kelapa sawit adalah mayoritas wilayah tersebut memiliki kesesuaian biofisik yang tinggi untuk pertumbuhan kelapa sawit dengan tipe tanah, curah hujan, dan suhu yang mendukung untuk tanaman ini (Sabiham & Sukarman, 2012).

Keberadaan potensi ancaman dapat memperburuk situasi perkebunan kelapa sawit apabila langkah-langkah lebih lanjut tidak diambil untuk mengatasinya. Salah satu hambatan yang dihadapi oleh pihak-pihak terkait adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* Pat (Goh *et al.*, 2020). Penyakit ini menjadi masalah utama di sektor kelapa sawit terutama di negara-negara seperti Indonesia dan Malaysia. Selain itu, kasus penyakit ini juga telah tercatat di Thailand, Papua Nugini, Afrika, Kamerun, Tanzania, Ghana, serta Kolombia (Rebitanim *et al.*, 2020). BPB juga menjadi tantangan serius terutama di lahan gambut karena tingkat intensitas infeksi yang lebih tinggi, serta muncul lebih awal dibandingkan dengan lahan non-gambut

(Mahmud *et al.*, 2020). Dampak dari BPB cukup signifikan, yakni mengakibatkan penurunan hasil panen tahunan yang cukup drastis dan berdampak pada kerugian finansial dalam industri minyak kelapa sawit (Khan *et al.*, 2021). Kelapa sawit yang telah terinfeksi oleh BPB cenderung menghasilkan jumlah minyak per tandan yang lebih rendah (Olaniyi & Szulczyk, 2020). Perkiraan kerugian akibat penyakit ini dapat mencapai hingga 500 juta USD per tahun (Azmi *et al.*, 2020).

G. boninense dapat bertahan hidup dengan cara menyerap nutrisi dari tunggul dan akar kelapa sawit sebagai sumber makanannya (Jazuli *et al.*, 2022). Apabila infeksi oleh patogen ini tidak terdeteksi pada tahap awal dan pengendalian tidak segera dilakukan, tanaman yang terinfeksi akan mengalami kematian dalam rentang waktu 6-24 bulan bagi tanaman belum menghasilkan (TBM) dan 1-2 tahun bagi tanaman menghasilkan (TM) setelah gejala infeksi mulai tampak (Abubakar *et al.*, 2022). Diperkirakan bahwa BPB memiliki potensi untuk menyebabkan kematian hingga 80% dari total tanaman terutama pada usia ekonomisnya (Angraini, 2017). Infeksi *G. boninense* pada kelapa sawit terjadi karena adanya kontak antara akar yang sehat dengan jaringan yang terinfeksi di dalam tanah (Zakaria, 2023). Pada kelapa sawit muda, gejala eksternal dapat dikenali dengan adanya pengurangan panjang pada daun muda yang belum membuka dan bercak-bercak klorosis pada pelepah bagian bawah disertai dengan ujung yang terinfeksi dan mati (Sujarit *et al.*, 2020). Gejala serupa juga terlihat pada kelapa sawit dewasa, dengan beberapa daun belum mekar dan pelepah yang terkulai membentuk tajuk. Gejala ini mengindikasikan sistem akar dan batang kelapa sawit telah terkena infeksi yang mengakibatkan pembusukan jaringan dan menghambat aliran air dan nutrisi ke bagian atas tanaman (Chong *et al.*, 2017).

Alelopati adalah interaksi kimia antara suatu tumbuhan dengan tumbuhan lain atau antara tumbuhan dan mikroorganisme. Interaksi alelopati pada tanaman mencakup penghambatan langsung atau tidak langsung dan melibatkan senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan. Pelepasan alelopati biasanya terjadi pada tahap perkembangan tertentu yang dipengaruhi oleh stres biotik dan abiotik. Senyawa alelopati yang dihasilkan oleh tumbuhan dapat berasal dari berbagai sumber seperti eksudat akar, serbuk sari, degradasi bahan organik, senyawa volatil dari daun, batang, dan akar (Nugroho *et al.*, 2022). Eksudat akar merujuk pada

metabolit yang dihasilkan oleh tanaman dan dikeluarkan di dalam rhizosfer selama pertumbuhan tanaman (Williams & de Vries, 2020). Eksudat akar dapat terdiri dari lebih dari 10% dari total fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman termasuk metabolit primer dengan berat molekul rendah, (gula, asam amino, dan asam organik) serta metabolit sekunder (fenol, flavonoid, dan terpenoid) yang memiliki kemampuan untuk menghambat patogen (Harahap *et al.*, 2019). Eksudat akar memiliki peran penting sebagai mediator yang memfasilitasi pertukaran materi antara tanaman dan tanah. Selain itu, eksudat akar juga menjadi faktor kunci dalam menjaga vitalitas dan fungsi mikroekosistem di rhizosfer (Chen *et al.*, 2022). Eksudat akar mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah dan merangsang pertumbuhan tanaman dengan mengubah sifat fisik, kimia, atau biologi di lingkungan rhizosfer (Zhao *et al.*, 2021).

Beberapa metode pengendalian telah diperkenalkan dan diterapkan untuk mengatasi BPB seperti kultur teknis serta pengendalian secara kimia. Hasil penelitian (Hussin *et al.*, 2021) secara *in vitro* terhadap beberapa jenis herbisida menunjukkan bahwa persentase penghambatan pertumbuhan radial *G. boninense* tertinggi tercatat pada perlakuan menggunakan paraquat diklorida (100%), diikuti oleh diuron (87%), dan monosodium metil arsenat (MSMA) (79%). Walaupun demikian, hasil pengendalian secara kimiawi tersebut masih belum terlihat di lapangan. Berbagai metode yang dikembangkan untuk mengendalikan penyakit ini, hasilnya masih bervariasi dan hanya mampu memperlambat laju penyebaran infeksi atau memperpanjang masa produktif tanaman kelapa sawit.

Pengendalian secara biologi telah berkembang menjadi fokus sebagai metode pengendalian *G. boninense*. Pengendalian secara biologi memiliki kelebihan terutama untuk penggunaan jangka panjang apabila dibandingkan dengan pengendalian kimiawi. Tanaman menghasilkan senyawa metabolit primer dan senyawa metabolit sekunder. Pengendalian dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder dari tanaman rimpang-rimpangan juga berpotensi mengurangi laju infeksi awal BPB (Munandar *et al.*, 2021). Beberapa aktivitas antijamur pada jahe diantaranya ekstrak jahe dan kunyit terhadap pertumbuhan koloni *Colletotrichum musae* (Yendi *et al.*, 2015) dan ekstrak rimpang jahe terhadap pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* (Syafitri *et al.*, 2022). Selain itu, penelitian

Suwandi *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa tanaman rimpang-rimpangan yang ditanam secara polikultur dengan bibit kelapa sawit dapat menghambat pertumbuhan *G. boninense* dan indeks penyakit berkurang hingga 47%-59%. Namun belum ada kejelasan apakah penekanan ini disebabkan oleh aktivitas eksudat akar. Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang tersebut diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh eksudat akar tanaman seperti jahe dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* dan infeksi penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada kelapa sawit.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Berapakah konsentrasi eksudat akar jahe yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*.
2. Bagaimana aktivitas enzim ligninase terhadap perubahan warna pada media MEA + RBBR dan media MEA + tanin?
3. Bagaimana pengaruh eksudat akar jahe terhadap aktivitas pelapukan akar kelapa sawit yang dikoloni oleh *G. boninense*?
4. Bagaimana pengaruh alelopati jahe terhadap pertumbuhan kelapa sawit dan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada bibit kelapa sawit?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk:

1. Mengetahui konsentrasi eksudat akar jahe yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*.
2. Mengetahui aktivitas enzim ligninase terhadap perubahan warna pada media MEA + RBBR dan media MEA + tanin.
3. Mengetahui pengaruh eksudat akar jahe terhadap aktivitas pelapukan akar kelapa sawit yang dikoloni oleh *G. boninense*.
4. Mengetahui pengaruh alelopati jahe terhadap pertumbuhan kelapa sawit dan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada bibit kelapa sawit.

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Eksudat akar jahe dengan konsentrasi 20% efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*
2. Terjadi perubahan warna dengan intensitas yang tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi eksudat akar baik pada media MEA + RBBR dan media MEA + tanin sebagai aktivitas dari enzim ligninase.
3. Eksudat akar jahe berpengaruh terhadap pelapukan akar kelapa sawit yang dikoloni oleh *G. boninense*.
4. Eksudat akar jahe berpengaruh terhadap pertumbuhan kelapa sawit dan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada bibit kelapa sawit.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Memberikan informasi dan menjadi acuan dalam pengendalian penyakit busuk pangkal batang menggunakan jahe.
2. Menjadi rancangan produk alternatif berbasis jahe untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang guna meningkatkan produktivitas maupun agroindustri kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, A., Ishak, M. Y., Bakar, A. A., & Uddin, M. K. 2022. *Ganoderma boninense* basal stem rot induced by climate change and its effect on oil palm. *Environmental Sustainability*. 5(3):289–303. DOI: 10.1007/s42398-022-00244-7
- Alfajar, A., Yuniasih, B., & Santoso, T. N. B. 2023. Evaluasi produksi kelapa sawit berdasarkan data curah hujan dan defisit air. *Agroforetech*. 1(1):50–59.
- Angraini, E. 2017. Uji antagonisme *Lentinus cladopus* LC4 terhadap *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. *Biosfera*. 34(3):144–149.
- Ariyanti, M., Dewi, R., Maxiselly, Y., & Chandra, Y. A. 2018. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan komposisi media tanam dan interval penyiraman yang berbeda. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 26(1): 11–22.
- Azmi, A. N. N., Bejo, S. K., Jahari, M., Muharam, F. M., Yule, I., & Husin, N. A. 2020. Early detection of *Ganoderma boninense* in oil palm seedlings using support vector machines. *Remote Sensing*. 12(23):1–21. DOI: 10.3390/rs12233920
- Bivi, M., Noor, S., & Ahmed, O. 2023. In vitro effects of salicylic acid, calcium and copper ions on growth and sporulation of *Ganoderma boninense*. *African Journal of Biotechnology*. 11(70):13477–13489.
- Bivi, M. R., Farhana, M. S., Khairulmazmi, A., & Idris, A. 2010. Control of *Ganoderma boninense*: A causal agent of basal stem rot disease in oil palm with endophyte bacteria in vitro. *International Journal of Agriculture and Biology*. 12(6):833–839.
- BPS. (2022). Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2021. In *Badan Pusat Statistik Indonesia* (Issue Katalog 5504003).
- 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(2374):1–11. DOI: 10.3390/ijms23042374
- Chong, K. P., Dayou, J., & Alexander, A. 2017. Pathogenic nature of *Ganoderma boninense* and Basal Stem Rot disease. In K. P. Chong, J. Dayou, & A. Alexander (Eds.), *Detection and Control of Ganoderma boninense in Oil Palm Crop*. 5–12. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-54969-9_2
- Darmawan, D., Genua, V., Kristianto, S., Murdaningsih, & Hutubessy, J. I. B. 2021. *Tanaman perkebunan prospektif indonesia*.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2022. Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022. *Kementrian Pertanian*.

- Efiyanti, L., & Hidayat, A. 2017. Seleksi jamur pelapuk putih hutan tropis Indonesia sebagai penghasil enzim Lakase (Lac) dan Mangan Peroksidase (MnP). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 35(3):185–195. DOI: 10.20886/jpjh.2017.35.3.185-195
- Evizal, R., & Prasmatiwi, F. E. 2022. Penyakit busuk pangkal batang dan performa produktivitas kelapa sawit. *Jurnal Agrotropika*. 21(1): 47. DOI:10.23960/ja.v21i1.5617
- Fauzia, Y. F., & Nurcahyanti, S. D. 2020. Ketahanan tiga klon jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*. 1(2):62–69. DOI:10.19184/jptt.v1n2.18013
- Gao, X., Wu, M., Xu, R., Wang, X., Pan, R., Kim, H. J., & Liao, H. 2014. Root interactions in a maizesoybean intercropping system control soybean soil-borne disease, red crown rot. *PLoS ONE*. 9(5): 1–9. DOI: 10.1371/journal.pone.0095031
- Goh, Y. K., Marzuki, N. F., Tuan Pa, T. N. F., Goh, T. K., Kee, Z. S., Goh, Y. K., Yusof, M. T., Vujanovic, V., & Goh, K. J. 2020. Biocontrol and plant-growth-promoting traits of *Talaromyces apiculatus* and *Clonostachys rosea* consortium against ganoderma basal stem rot disease of oil palm. *Microorganisms*. 8(8):1–20.
- Govender, N. T., Mahmood, M., Seman, I. A., & Wong, M. Y. 2017. The phenylpropanoid pathway and lignin in defense against *Ganoderma boninense* colonized root tissues in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Frontiers in Plant Science*. 8(8):1–11.
- Harahap, M. I., Lisnawita, & Sitepu, S. F. 2019. Uji efektifitas eksudat akar bangun-bangun (*Coleus amboinicus*) untuk menghambat pertumbuhan jamur akar putih (*Rigidoporus micropus*) di laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 7(2):1–23.
- Hendarjanti, H., & Sukorini, H. 2022. Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada pembibitan untuk menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. *Menara Perkebunan*. 90(2):119–133. DOI: 10.22302/iribb.jur.mp.v90i2.495
- Hussin, S. H., Seman, I. A., Rusli, M. H., Mohamed, M. S., & Sapak, Z. 2021. Herbicide effects on *Ganoderma boninense* infection in oil palm seedlings. *Journal of Oil Palm Research*. 33(1):56–63. DOI: 10.21894/jopr.2020.0070
- Jan, R., Asaf, S., Numan, M., Lubna, & Kim, K. M. 2021. Plant secondary metabolite biosynthesis and transcriptional regulation in response to biotic and abiotic stress conditions. *Agronomy*. 11(5):1–31. DOI: 10.3390/agronomy11050968
- Jaya, G. P. P., Siregar, E. B. M., & Anna, N. 2015. Uji potensi fungi pelapuk putih pada kayu karet lapuk (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) sebagai pendegradasi Lignin. *Peronema Forestry Science Journal*. 4(2):103–109.

- Jazuli, N. A., Kamu, A., Chong, K. P., Gabda, D., Hassan, A., Abu Seman, I., & Ho, C. M. 2022. A review of factors affecting Ganoderma Basal Stem Rot disease progress in oil palm. *Plants*. 11(19):1–14. DOI: 10.3390/plants11192462
- Kaufman, S. 2022. *Zingiber officinale* (ginger). *CABI Compendium*, *CABI Compe*. DOI: 10.1079/cabicompendium.57537
- Khan, N., Kamaruddin, M. A., Sheikh, U. U., Yusup, Y., & Bakht, M. P. 2021. Oil palm and machine learning: Reviewing one decade of ideas, innovations, applications, and gaps. *Agriculture*. 11(9):1–26. DOI:10.3390/agriculture11090832
- Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. 2016. Advances in biofuel production from oil palm and palm oil processing wastes: A review. *Biofuel Research Journal*. 3(1):332–346. DOI:10.18331/BRJ2016.3.1.3
- Latif, S., Chiapusio, G., & Weston, L. A. 2017. Allelopathy and the role of Allelochemicals in plant defence. In *Advances in Botanical Research* (Vol. 82). Elsevier Ltd. DOI: 10.1016/bs.abr.2016.12.001
- Mahmud, Y., Romantis, C., & Zam, S. I. 2020. Efektivitas *Trichoderma virens* dalam mengendalikan *Ganoderma boninense* di pre nursery kelapa sawit pada medium gambut. *Jurnal Agroteknologi*. 11(1):11–16.
- Manh Ha, N., Dae Ho, K., Ji Hyun, P., Young Ui, P., Moo Yeul, L., Myeong Hee, C., Dong Ho, L., & Jong Kyu, L. 2021. Identification, enzymatic activity, and decay ability of Basidiomycetous fungi isolated from the decayed bark of mongolian oak (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.). *Journal of Forest and Environmental Science*. 37(1):52–61.
- Markom, M. A., Shakkaf, A. Y. M., Adom, A. H., Ahmad, M. N., Hidayat, W., Abdullah, A. H., & Fikri, N. A. 2009. Electronic nose system for Ganoderma detection. *Journal Computers and Electronics In Agricultur*. 140–146.
- Munadi, R. 2020. Analisis komponen kimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc. var *rubrum*). *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*. 2(1):1–6.
- 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):34-43.
- Muniroh, M. S., Nusaibah, S. A., Vadamalai, G., & Siddique, Y. (2019). Proficiency of biocontrol agents as plant growth promoters and hydrolytic enzyme producers in *Ganoderma boninense* infected oil palm seedlings. *Current Plant Biology*. 20(100116):1–9. DOI:10.1016/j.cpb.2019.100116
- Musa, B. ., Edy, B. M. ., & Nelly, A. 2012. Identifikasi fungi pelapuk jaringan kayu mati berperan pada proses biodelignifikasi di Taman Hutan Raya Bukit Barisan Kabupaten Karo. *Peronema Forestry Science Journal*. 1(1):1–7.

- Nandung, E., Suswanto, & Ramadhan, T. H. 2018. Characterization of *Trichoderma harzianum* origin of peatsoil as antagonist agents of palm oil stem rot *in vitro*. *Perkebunan Dan Lahan Tropika*. 8(2):54–60.
- Narula, N., Kothe, E., & Behl, R. K. 2009. Role of root exudates in plant-microbe interactions. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 82(2):122–130.
- Nazari, Y. A., Fakhrurrazie, Aidawati, N., & Gunawan. 2015. Deteksi perakaran kelapa sawit pada lubang biopori modifikasi dengan metode geolistrik resistivitas. *Ziraa'Ah*. 40(1):31–39.
- 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*. 6:180–188.
- Olaniyi, O. N., & Szulczyk, K. R. 2020. Estimating the economic damage and treatment cost of basal stem rot striking the Malaysian oil palms. *Forest Policy and Economics*. 116:1–11. DOI: 10.1016/j.forpol.2020.102163
- Praevia, M. F., & Widayat, W. 2022. Analisis pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai cofiring pada PLTU Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*. 3(1):28–37. DOI: 10.14710/jebt.2022.13367
- Purnamasari, M., Prihatna, C., Gunawan, A., & Suwanto, A. 2012. Isolasi dan identifikasi secara molekuler *Ganoderma* spp. yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang di kelapa sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(1):9–15. DOI: 10.14692/jfi.8.1.9
- Rampung, A. M., Seran, W., & Rammang, N. 2020. Identifikasi Hama pada Tanaman Jati (*Tectona grandis* L.F) di Udukama, Kecamatan Tasifeto Barat, Kabupaten Belu. *Jurnal Wana Lestari*. 2(1):21–27.
- Rebitanim, N. A., Hanafi, M. M., Idris, A. S., Abdullah, S. N. A., Mohidin, H., & Rebitanim, N. Z. 2020. GanoCare® improves oil palm growth and resistance against *Ganoderma* Basal Stem Rot disease in nursery and field trials. *BioMed Research International*. 1–16. DOI: 10.1155/2020/3063710
- Riyanto, R. 2014. Observasi produksi tandan buah segar pada perkebunan sawit rakyat. *BIOLINK*. 1(1):40–47.
- Sabiham, S., & Sukarman. 2012. Peatland management for oil palm development in Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 6(2):55–66.
- Sujarit, K., Pathom-aree, W., Mori, M., Dobashi, K., Shiomi, K., & Lumyong, S. 2020. *Streptomyces palmae* CMU-AB204T, an antifungal producing-actinomycete, as a potential biocontrol agent to protect palm oil producing trees from basal stem rot disease fungus, *Ganoderma boninense*. *Biological Control*, 148, 1–12. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2020.104307
- Surendran, A., Siddiqui, Y., Ahmad, K., & Fernanda, R. 2021. Deciphering the physicochemical and microscopical changes in *Ganoderma boninense* - infected oil palm woodblocks under the influence of phenolic compounds.

Plants. 10:1–15.

- 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. DOI: 10.1111/jam.13922
- Susanti, M., & Wijaya, E. 2019. Pemanfaatan pelepah kelapa sawit sebagai usaha kreatif dalam menunjang perekonomian masyarakat Desa Nakau Bengkulu Tengah. *Manajemen fan Kewirausahaan*. 10(3):288–296.
- 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, 1–7.
- Suwandi, S., Rahmadhani, T. P., Suparman, S., Irsan, C., & Muslim, A. 2022. Allelopathic potential of root exudates from perennial herbaceous plants against *Ganoderma boninense*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 976(1):1–7. DOI: 10.1088/1755-1315/976/1/012053
- Syafitri, Arneti, Sulyanti, E., & Swandi, F. 2022. Potensi ekstrak rimpang jahe dalam menghambat pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* pada kacang tanah secara in vitro. *Jurnal Proteksi Tanaman*. 6(1):54–63.
- Syah, R. F., Rinata, A., Herlambang, H. I., & Puji, S. 2022. Potensi agensia hayati pengendali patogen *Ganoderma boninense* tanaman kelapa sawit. *Jurnal HPT*. 2(1):180–183.
- Syamsuri, S., & Alang, H. 2021. Inventarisasi Zingiberaceae yang bernilai ekonomi (Etnomedisin, Etnokosmetik dan Etnofood) di Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara, Indonesia. *Agro Bali : Agricultural Journal*. 4(2): 219–229. DOI: 10.37637/ab.v4i2.715
- Widyati, E. 2020. Memahami komunikasi tumbuhan-tanah dalam areal rhizosfir untuk optimasi pengelolaan lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 11(1):33–42.
- Williams, A., & de Vries, F. T. 2020. Plant root exudation under drought: implications for ecosystem functioning. *New Phytologist*. 225(5):1899–1905. DOI: 10.1111/nph.16223
- Yendi, T. P., Efri, E., & Prasetyo, J. 2015. Pengaruh ekstrak beberapa tanaman Famili Zingiberaceae terhadap penyakit antraknosa pada buah pisang. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2):231–235. DOI: 10.23960/jat.v3i2.2003
- Yudistina, V., Santoso, M., & Aini, N. 2017. Hubungan antara diameter batang dengan umur tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit. *Buana Sains*. 17(1):43–48. DOI: 10.33366/bs.v17i1.577
- Zakaria, L. 2023. Basal stem rot of oil palm: the pathogen, disease incidence, and control methods. *Plant Disease*. 107(3):603–615. DOI: 10.1094/PDIS-02-22-0358-FE

- Zhao, M., Zhao, J., Yuan, J., Hale, L., Wen, T., Huang, Q., Vivanco, J. M., Zhou, J., Kowalchuk, G. A., & Shen, Q. 2021. Root exudates drive soil-microbe-nutrient feedbacks in response to plant growth. *Plant, Cell & Environment*. 44(2):613–628. DOI: 10.1111/pce.13928
- Zhou, X., Zhang, J., Khashi u Rahman, M., Gao, D., Wei, Z., Wu, F., & Dini-Andreote, F. 2023. Interspecific plant interaction via root exudates structures the disease suppressiveness of rhizosphere microbiomes. *Molecular Plant*. 16(5):849–864. DOI: 10.1016/j.molp.2023.03.009