

SKRIPSI

APLIKASI FORMULASI *Trichoderma* spp. DAN EKSTRAK JAHE TERHADAP *Ganoderma boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG BIBIT KELAPA SAWIT

APPLICATION OF FORMULATIONS *Trichoderma* spp. AND GINGER EXTRACT AGAINST *Ganoderma* *boninense* CAUSES BASAL STEM ROT OF OIL PALM SEEDLINGS



**Yusi Ananda
05081281924069**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

YUSI ANANDA. Application of formulations *Trichoderma* spp. and ginger extract against *Ganoderma boninense* causes basal stem rot of oil palm seedlings (Supervised by **SUWANDI**)

Basal stem rot (BSR) caused by *G. boninense* is the most damaging disease in oil palm plantations. Infected palm oil will produce lower oil yields. *Trichoderma* is a biological agent that is widely known to have antifungal properties against *G. boninense*. In addition to biological agents, extracts of herbal plants such as ginger contain chemical compounds such as essential oils which function as antifungals. Therefore the research was conducted by combining *Trichoderma* spp. and ginger extract to determine its effectiveness in inhibiting the growth of the fungus *G. boninense* and suppressing the incidence of Basal stem rot (BSR) of oil palm seedlings. The research was conducted at the Greenhouse and Phytopathology Laboratory, Plant Protection Studyca Program, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The study consisted of two experiments, namely an *in vitro* experiment and an *in planta*. experiment *in vitro* was divided into 2, the first was carried out using a 4×5 Completely Randomized Design (CRD) with the following treatments: 1) 2.5%, 2) 0.25%, 3) 0.0% formulation containing *Trichoderma* spp. and Ginger extract (TrJ); and 4) 0.1% hexaconazole fungicide. experiment *in vitro* also used CRD 4×5 with the following treatments: 1) control, 2) concentration of 1.25%, 3) 2.5%, and 4) 5% pure ginger extract. experiment *in planta* used oil palm seedlings inoculated with *G. boninense* for ± 1 month using a 2×3 Completely Randomized Factorial Design (RALF) method and separate controls. The first factor was the concentration of the formulation which consisted of two levels, namely 1) concentration of 2.5% and 2) 0.1% TrJ, the second factor consisted of three levels of application time, namely 1) one and three months, 2) two and four months, and 3) one, two, three, and four months after inoculation. Two separate treatments were water control and 0.1% hexaconazole fungicide control. Experiment *in planta* used the 4×5 Randomized Block Design (RBD) method. The treatments were: 1) 2.5% concentration, 2) 0.25% TrJ; 3) 0.1% hexaconazole fungicide; and 4) control. The test plants were oil palm seedlings after being inoculated with *G. boninense* for ±11 months. Based on *in vitro* using pure ginger extract with a concentration of 5% had the highest inhibition value (73.49%), while the TrJ formulation with a concentration of 2.5% inhibited the growth of *G. boninense* (24.03%). Experiment *in planta* formulation *Trichoderma* and ginger extract was not able to treat Basal stem rot (BSR) in oil palm seedlings. Formulation *Trichoderma* and ginger extract caused an increase in disease severity but plant growth was not disturbed.

Keywords: oil palm, *Ganoderma boninense*, *Trichoderma*, Ginger

RINGKASAN

YUSI ANANDA. Aplikasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe terhadap *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang bibit kelapa sawit (Dibimbing oleh **SUWANDI**)

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *G. boninense* merupakan penyakit yang paling merusak pada perkebunan kelapa sawit. Kelapa sawit yang terinfeksi akan menghasilkan rendemen minyak yang lebih rendah. *Trichoderma* adalah salah satu agens hayati yang sudah banyak dikenal memiliki sifat antijamur terhadap *G. boninense*. Selain agen hayati, ekstrak tanaman herbal seperti jahe mengandung senyawa kimia seperti minyak atsiri yang berfungsi sebagai antifungi. Maka dari itu penelitian dilakukan dengan mengkombinasikan formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe untuk mengetahui keefektifannya dalam menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* dan menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang bibit kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan di Rumah kaca dan Laboratorium Fitopatologi, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian terdiri dari dua percobaan, yaitu percobaan *in vitro* dan percobaan *in planta*. Percobaan *in vitro* terbagi menjadi 2, pertama dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4×5 dengan perlakuan: konsentrasi 1) 2,5%, 2) 0,25%, 3) 0,0% formulasi yang mengandung *Trichoderma* spp. dan ekstrak Jahe (TrJ); serta 4) 0,1% fungisida heksakonazol. Percobaan *in vitro* kedua juga menggunakan RAL 4×5 dengan perlakuan: 1) kontrol, 2) konsentrasi 1,25%, 3) 2,5%, dan 4) 5% ekstrak jahe murni. Percobaan *in planta* pertama, menggunakan bibit kelapa sawit yang diinokulasi *G. boninense* selama ±1 bulan dengan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) 2×3 dan kontrol terpisah. Faktor pertama adalah konsentrasi formulasi yang terdiri dari dua taraf, yaitu 1) konsentrasi 2,5% dan 2) 0,1% TrJ, faktor kedua terdiri dari tiga taraf waktu aplikasi, yaitu 1) satu dan tiga bulan, 2) dua dan empat bulan, dan 3) satu, dua, tiga, dan empat bulan setelah inokulasi. Dua perlakuan terpisah yaitu kontrol air dan kontrol 0,1% fungisida heksakonazol. Percobaan *in planta* kedua menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) 4×5. Perlakuannya adalah: 1) konsentrasi 2,5%, 2) 0,25% TrJ; 3) 0,1% fungisida heksakonazol; serta 4) kontrol. Tanaman uji adalah bibit kelapa sawit setelah diinokulasi *G. boninense* ±11 bulan. Berdasarkan percobaan *in vitro* menggunakan ekstrak jahe murni dengan konsentrasi 5% memiliki nilai hambatan tertinggi (73,49%), sedangkan pada formulasi TrJ konsentrasi 2,5% menghambat pertumbuhan *G. boninense* (24,03%). Pada percobaan *in planta* aplikasi formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe tidak mampu mengobati penyakit busuk pangkal batang pada bibit kelapa sawit. Aplikasi formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe menyebabkan peningkatan keparahan penyakit tetapi pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

Kata kunci : kelapa sawit, *Ganoderma boninense*, *Trichoderma*, jahe

SKRIPSI

APLIKASI FORMULASI *Trichoderma* spp. DAN EKSTRAK JAHE TERHADAP *Ganoderma boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG BIBIT KELAPA SAWIT

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**



**Yusi Ananda
05081281924069**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI FORMULASI *Trichoderma* spp. DAN EKSTRAK JAHE TERHADAP *Ganoderma boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG BIBIT KELAPA SAWIT

SKRIPSI

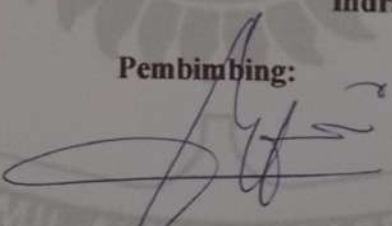
Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Oleh:

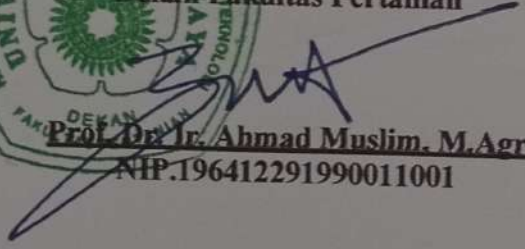
Yusi Ananda
05081281924069

Indralaya, Desember 2022

Pembimbing:


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

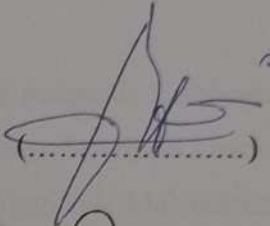
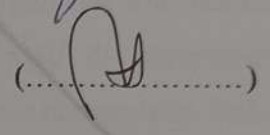
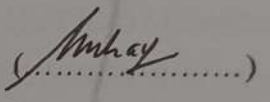
Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


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



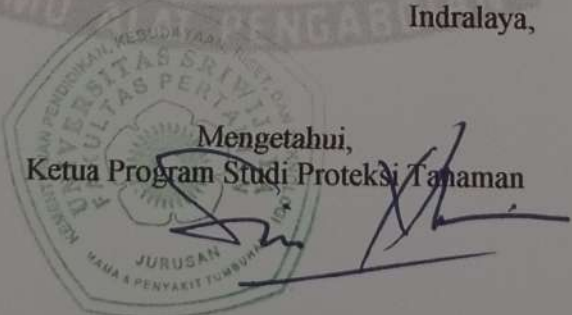
Skripsi dengan judul "Aplikasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe terhadap *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang bibit kelapa sawit" oleh Yusi Ananda telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- | | | |
|--|------------|--|
| 1. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr.
NIP. 196801111993021001 | Ketua |  |
| 2. Arsi, S.P. M.Si.
NIPUS. 198510172005105101 | Sekretaris |  |
| 3. Prof. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si.
NIP. 196202021991032001 | Anggota |  |

Indralaya, Desember 2022

Mengetahui,
Ketua Program Studi Proteksi Tanaman


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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yusi Ananda

NIM : 05081281924069

Judul : Aplikasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe terhadap *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang bibit kelapa sawit

menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri dibawah supervise 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 mana pun.



Indralaya, Desember 2022



[Yusi Ananda]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 01 Januari 2001 di Lampung. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Orang tua bernama Yuswandi dan Rita Yustizar. Penulis menempuh sekolah dasar di MIN 1 Krui, sekolah tingkat menengah di SMPN 2 Krui, dan sekolah tingkat atas di SMAN 1 Krui. Sejak Agustus 2019 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Proteksi tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SBMPTN.

Pada tahun 2020 penulis dipercaya sebagai salah satu pengurus Lembaga Dakwah Fakultas yaitu BWPI, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Pada tahun 2021 penulis dipercaya sebagai salah satu pengurus Organisasi Mahasiswa Kedaerahan IKAM SAIBATIN Lampung. Penulis juga aktif di Himpunan mahasiswa proteksi tanaman (HIMAPRO) sebagai anggota dinas humsosmas. Pada tahun 2021 penulis memenangkan lomba poster memperingati HUT ke-57 Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Sejak tahun 2020 sampai 2021, penulis dipercaya menjadi asisten luar biasa untuk mata kuliah Dasar-dasar perlindungan tanaman dan Entomologi Perkotaan. Pada tahun 2022 penulis dipercaya sebagai asisten pengantar bioteknologi tumbuhan dan penyakit tanaman tahunan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya, laporan penelitian ini dapat selesai dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr. selaku pembimbing skripsi atas kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan arahan serta bimbingan mulai dari awal perencanaan, pelaksanaan hingga akhir penyusunan dan penulisan skripsi ini sampai selesai.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada orang tua dan keluarga Penulis atas doa dan dorongan semangat untuk kelancaran penyusunan skripsi ini. Tidak lupa, ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada Ogi Amanda, Andes Triani, M. Bagas Tiyantara, Loviga Br Bangun, Ardhansyah Pradana ML, Nurcahaya Purba, Lidya Karlina, Rizka Melisanti, Ayu Kinanti S, Dinar Fitria, Roni Saleh, M. Asdhysani dan Anggun Damar Adelia yang tergabung dalam TIM COLLEGA dan tak lupa Mbak Artika Eka Saputri dan Kak Fadhli Alfurqon atas bimbingannya selama ini serta keluarga besar jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang membantu dan memberi dorongan kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada segenap civitas akademika program studi proteksi tanaman beserta Mbak Armi selalu Laboran di Laboratorium Fitopatologi, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Hipotesis	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kelapa Sawit	5
2.2. <i>Ganoderma</i>	6
2.3. <i>Trichoderma</i> spp.	7
2.4. Jahe	9
BAB 3 PELAKSANAAN KEGIATAN	11
3.1. Tempat dan Waktu	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Metode Penelitian	11
3.4. Prosedur Kerja	15
3.4.1. Menyiapkan campuran formulasi <i>Trichoderma</i> spp. dan ekstrak jahe	15
3.4.2. Memperbanyak isolat jamur <i>Ganoderma boninense</i>	16
3.4.3. Uji <i>in Vitro</i>	16
3.4.4. Uji <i>in Planta</i>	18
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Hasil	23
4.1.1. Percobaan <i>in vitro</i>	23

4.1.2. Percobaan <i>in planta</i> infeksi awal	29
4.1.3 Percobaan <i>in planta</i> infeksi lanjut	32
4.2. Pembahasan.....	36
BAB 5 KESIMPULAN.....	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian.....	12
Gambar 3. 2. Skema penelitian percobaan in vitro dengan formulasi <i>Trichoderma</i> spp. dan ekstrak jahe	13
Gambar 3. 3. Skema penelitian percobaan in vitro dengan ekstrak jahe murni.....	13
Gambar 3. 4. Skema penelitian percobaan in planta infeksi awal	14
Gambar 3. 5. Skema penelitian percobaan in planta infeksi lanjut.....	15
Gambar 3. 6. Media cair <i>Trichoderma</i> (a), tanin + <i>Trichoderma</i> (b), formulasi <i>Trichoderma</i> spp. dan ekstrak jahe (c)	16
Gambar 3. 7. Bibit kelapa sawit umur 3 bulan (a), potongan kayu karet (PKK) (b), nampak permukaan PKK yang telah di inokulasikan jamur <i>Ganoderma boninense</i> (c).....	19
Gambar 3. 8. Inokulasi dengan mengikat salah satu akar kelapa sawit dan PKK menggunakan kertas parafilm (a) dan bibit kelapa sawit yang sudah di tanam di media pasir (b)	20
Gambar 3. 9. Mencampur formulasi dengan air sesuai takaran yang sudah ditetapkan (a), dan mengaplikasikan ketanaman sesuai perlakuan (b)	21
Gambar 3. 10. Perawatan tanaman dengan melakukan penyiraman (a) dan penyiangan (b)	21
Gambar 4. 1. Pertumbuhan koloni jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni konsentrasi 0% (P0), 1,25% (P1), dan 2,5% (P2) serta 5% (P3).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2. Koloni jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada kontrol (a), ekstrak jahe murni konsentrasi 1,25% (b), 2,5% (c), dan 5% (d) inkubasi 5 hari.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3. Mikroskopis hifa jamur <i>Ganoderma boninense</i> yang tumbuh pada konsentrasi 1,25% (a), 2,5% (b), 5% (c) dan kontrol (d)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4. Pertumbuhan koloni jamur <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan formulasi ekstrak <i>Trichoderma</i> dan jahe konsentrasi 0% (P0), 2,5% (P1), dan 0,25% (P2) serta fungisida heksakonazol (F)	Error! Bookmark not defined.

- Gambar 4. 5. Koloni jamur *Ganoderma boninense* pada kontrol (a), formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe konsentrasi 2,5% (b), 0,25% (c), dan fungisida heksakonazol (d) inkubasi 5 hari..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6. Mikroskopis hifa jamur *Ganoderma boninense* yang tumbuh pada konsentrasi 2,5% (a), 0,25% (b), dan kontrol (c) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7. Pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi ekstrak *Trichoderma* dan jahe terhadap tinggi bibit kelapa sawit yang diinokulasi *Ganoderma boninense* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 8. Pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi ekstrak *Trichoderma* dan jahe terhadap lingkaran batang bibit kelapa sawit yang diinokulasi *Ganoderma boninense*.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 9. Pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi ekstrak *Trichoderma* dan jahe terhadap luas daun bibit kelapa sawit yang diinokulasi *Ganoderma boninense*.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 10. Pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi ekstrak *Trichoderma* dan jahe terhadap tingkat keparahan penyakit pada bibit kelapa sawit yang diinokulasi *Ganoderma boninense* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 11. Bibit kelapa sawit yang diinokulasikan *Ganoderma boninense* setelah 4 bulan aplikasi perlakuan K1W1 (a), K1W2 (b), K1W3 (c), dan K2W1 (d), K2W2 (e), K2W3 (f), CTRL (g), dan F (h) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 12. Pengaruh konsentrasi formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe konsentrasi 2,5% (T1), 0,25% (T2), dan 0% (CTRL) serta 0,1% fungisida heksakonazol (F) terhadap tinggi bibit kelapa sawit yang diinokulasikan *Ganoderma boninense* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 13. Pengaruh konsentrasi formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe konsentrasi 2,5% (T1), 0,25% (T2), dan 0% (CTRL) serta 0,1% fungisida heksakonazol (F) terhadap lingkaran batang bibit kelapa sawit yang diinokulasikan *Ganoderma boninense*.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 14. Pengaruh konsentrasi formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe konsentrasi 2,5% (T1), 0,25% (T2), dan 0% (CTRL) serta 0,1% fungisida heksakonazol (F) terhadap luas daun bibit kelapa sawit yang diinokulasikan *Ganoderma boninense* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 15. Pengaruh konsentrasi formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe konsentrasi 2,5% (T1), 0,25% (T2), dan 0% (CTRL) serta 0,1% fungisida heksakonazol (F) terhadap tingkat keparahan penyakit pada bibit kelapa sawit..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Halaman

- Tabel 4. 1. Kecepatan tumbuh dan nilai hambatan koloni *Ganoderma boninense* pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2. Nilai pH dan EC *Ganoderma boninense* pada perlakuan ekstrak jahe murni dengan konsentrasi yang berbeda **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3. Kecepatan tumbuh dan nilai hambatan koloni jamur *Ganoderma boninense* pada formulasi *Trichoderma* dan jahe (TrJ) **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4. Nilai pH dan EC *Ganoderma boninense* pada formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe (TrJ) **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1a. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA	45
Lampiran 1b. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni 1,25%	45
Lampiran 1c. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni 2,5%	45
Lampiran 1d. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni 5%	45
Lampiran 2a. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA	46
Lampiran 2b. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan formulasi <i>Trichoderma</i> dan ekstrak jahe 0,25%	46
Lampiran 2c. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan formulasi <i>Trichoderma</i> dan ekstrak jahe 2,5%	46
Lampiran 2d. Diameter koloni (mm) <i>Ganoderma boninense</i> pada media MEA yang ditambahkan heksakonazol 0,1%	47
Lampiran 3a. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama	47
Lampiran 3b. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua	47
Lampiran 3c. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga	48
Lampiran 3d. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat	48
Lampiran 4a. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama	48
Lampiran 4b. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua	49
Lampiran 4c. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga	49

Lampiran 4d. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat	49
Lampiran 5a. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama	50
Lampiran 5b. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua	50
Lampiran 5c. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga.....	50
Lampiran 5d. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat	51
Lampiran 6a. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama	51
Lampiran 6b. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua	51
Lampiran 6c. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga.....	52
Lampiran 6d. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat	52
Lampiran 7. Luas kurva perkembangan penyakit (LKPP) bibit kelapa sawit infeksi awal	52
Lampiran 8a. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama	53
Lampiran 8b. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua	53
Lampiran 8c. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga.....	53
Lampiran 8d. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat	53
Lampiran 9a. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama	54
Lampiran 9b. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua	54
Lampiran 9c. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga.....	54
Lampiran 9d. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat	54
Lampiran 10a. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama	55
Lampiran 10b. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua	55

Lampiran 10c. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga.....	55
Lampiran 10d. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat	55
Lampiran 11a. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama	56
Lampiran 11b. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua	56
Lampiran 11c. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga.....	56
Lampiran 11d. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat	56
Lampiran 12. Luas kurva perkembangan penyakit (LKPP) bibit kelapa sawit infeksi lanjut	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu komoditas unggulan perkebunan dan agroindustri di Indonesia adalah kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan salah satu penghasil minyak nabati utama yang ada di Indonesia selain tanaman kedelai, kelapa, jagung dan lainnya (Nadila *et al*, 2021). Tingkat produktivitas kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh kondisi morfologi dan fisiologis tanaman kelapa sawit itu sendiri. Serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan kendala terbesar dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit, salah satu penyebab utamanya yaitu jamur *G. boninense* yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada pohon kelapa sawit. Pembusukan pada bagian akar dan batang kelapa sawit membuat fungsi jaringan *xylem* menjadi terganggu (Chong *et al*, 2017). Patogen tersebut menyerang tanaman mulai dari pembibitan hingga tanaman tua yang mengakibatkan menurunnya kuantitas dan kualitas tandan buah bahkan kematian tanaman sehingga menurunkan tingkat rendemen (*yield*) minyak yang dihasilkan.

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *G. boninense* merupakan penyakit yang paling merusak pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia (Alviodyasari *et al*, 2015). Persentase kematian tanaman kelapa sawit akibat jamur *G. boninense* dapat mencapai 50% bahkan lebih dari 80% dari total populasi kelapa sawit (Rahma *et al*, 2019). Kelapa sawit yang terinfeksi akan menghasilkan rendemen minyak yang lebih rendah. Di Malaysia, kerugian ekonomi yang disebabkan oleh penyakit BPB diperkirakan antara RM 225 juta hingga RM 1,5 miliar (500 juta USD) setahun. Kerugian yang diakibatkan oleh penyakit busuk pangkal batang di Indonesia mencapai 11,1 hingga 16,65 triliun rupiah per tahun khususnya di daerah endemik *Ganoderma* (Taniwiryono, 2015). Oleh karena itu, penting sekali untuk menemukan solusi dalam pengendalian penyakit busuk pangkal batang sehingga penurunan produktivitas kelapa sawit dapat dicegah.

Petani cenderung menggunakan fungisida sintetik untuk menekan serangan jamur patogen. Fungisida yang umum digunakan untuk mengendalikan *G.*

boninense ialah heksakonazol. Heksakonazol sangat efektif dalam mengendalikan pertumbuhan jamur, khususnya dari filum Ascomycota dan Basidiomycota (Chehelpar *et al.*, 2016). Penggunaan fungisida memang menjadi salah satu upaya yang umum dilakukan. Namun, penggunaan fungisida memerlukan pemakaian berulang secara terus menerus yang berdampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan pengguna, serta menyebabkan resistensi pada *G. boninense*. Selain itu, diperlukan tenaga kerja yang cukup banyak dan harga fungisida yang relatif mahal. Maka dari itu, diperlukan alternatif lain dengan menerapkan pengendalian yang ramah lingkungan. Pendekatan yang mungkin dilakukan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *Ganoderma* dapat melalui pemanfaatan agens hayati seperti jamur, mikoriza, aktinomiset dan bakteri endofit yang memiliki aktivitas antifungi terhadap *G. boninense* (Ramli *et al.*, 2016).

Efektivitas *Trichoderma* spp. untuk aplikasi pada pembibitan di lapangan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yaitu suhu, pH, kelembapan udara, dan tanah (Gupta *et al.*, 2014). Oleh karena itu, *Trichoderma* spp. lebih baik jika dibuat dalam bentuk biofungisida. Biofungisida adalah bahan yang mengandung agens hayati dengan media pembawa tertentu untuk dapat menghambat pertumbuhan patogen untuk mengendalikan penyakit tanaman. Jamur yang paling umum digunakan sebagai agens hayati adalah *Trichoderma* spp. *Trichoderma* menghasilkan senyawa metabolit berupa *trichodermin* yang memiliki aktivitas antifungi terhadap *G. boninense* (Sihombing, 2015). Selain agens hayati, ekstrak tanaman herbal seperti temulawak, jahe dan kunyit dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan patogen. Tumbuhan tersebut mengandung senyawa kimia seperti minyak atsiri yang berfungsi sebagai antimikroba, antibakteri dan antifungi. Berdasarkan uji yang dilakukan Abullahi *et al.*, (2020) kandungan minyak atsiri jahe memiliki efek antifungi terhadap *Fusarium oxysporum*, *Pyricularia oryzae*, *Colletotrichum falcatum*, *G. boninense* dan *Rigidoporus microporus*. Kajian mengenai formulasi *Trichoderma* spp. serta ekstrak herbal memiliki aktivitas antifungi terhadap patogen sudah banyak dipublikasikan. Maka dari itu penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe untuk mengetahui keefektifannya dalam menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* dan menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Berapakah konsentrasi formulasi TrJ yang lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* dan menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit?
2. Manakah waktu pengaplikasian formulasi TrJ yang lebih efektif dalam dan menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit?
3. Berapakan konsentrasi ekstrak jahe murni yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk:

1. Mengetahui konsentrasi formulasi TrJ yang lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* dan menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.
2. Mengetahui waktu pengaplikasian formulasi TrJ yang lebih efektif dalam dan menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.
3. Mengetahui konsentrasi ekstrak jahe murni yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*?

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian yang dillakukan yaitu:

1. Pengaplikasian formulasi TrJ dengan konsentrasi 2.5% lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* dan menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.
2. Waktu aplikasi formulasi TrJ pada bulan 1, 2, 3, 4 lebih efektif dalam menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.
3. Konsentrasi ekstrak jahe murni 5% efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*.

1.5. Manfaat

Manfaat penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menjadi rancangan produk alternatif berbasis biofungisida untuk pengendalian penyakit busuk pangkal batang akibat *G. boninense* pada kelapa sawit.
2. Meningkatkan produktivitas perkebunan maupun agroindustri kelapa sawit dengan cara pencegahan penyakit busuk pangkal batang akibat *G. boninense* melalui penerapan formulasi produk berbasis biofungisida.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kelapa Sawit

Kelapa sawit sudah banyak dibudidayakan khususnya di Indonesia, baik itu milik suatu perusahaan atau perorangan. Kelapa sawit adalah tanaman tahunan (perennial crops) yang merupakan tanaman perkebunan penghasil minyak nabati tertinggi dibanding jenis tanaman lainnya. Taksonomi kelapa sawit menurut (NCBI, 2022) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Tracheophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Arecales

Famili : Areaceae

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

Tanaman kelapa sawit yang banyak dibudidayakan di Indonesia terdiri dari dua spesies, yaitu *Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera*. Kedua jenis tanaman sawit tersebut memiliki kelebihan berbeda-beda. *Elaeis oleifera* memiliki kelebihan dengan ukuran tanaman yang relatif lebih pendek sedangkan *Elaeis guineensis* dapat menghasilkan angka produksi yang sangat tinggi. Tanaman kelapa sawit berkembang biak dengan biji yang akan berkecambah dan akan terus tumbuh sampai membentuk sebuah tanaman.

Kelapa sawit merupakan tanaman monokotil yang memiliki bagian-bagian vegetatif dan bagian-bagian generatif yang khas. Bagian vegetatif tanaman kelapa sawit meliputi akar (radix), batang (caulis), dan daun (folium), sedangkan bagian generatifnya meliputi bunga (flos) dan buah (fructus) (Pahan, 2012). Daun kelapa sawit muncul di dekat titik tumbuh. Setiap bulan biasanya akan tumbuh dua lembar daun. Daun pupus yang tumbuh keluar masih melekat dengan daun lainnya, memiliki arah pertumbuhan tegak lurus ke atas dan berwarna kuning. Kecambah kelapa sawit yang baru tumbuh memiliki akar tunggang, tetapi akar ini akan mati

dan diganti dengan akar serabut. Akar serabut memiliki sedikit percabangan, membentuk anyaman rapat dan tebal. Sistem akar serabut, terdiri dari akar primer, sekunder, tersier, dan kuarternier. Akar yang keluar dari pangkal batang sangat banyak jumlahnya dan terus bertambah banyak dengan bertambahnya umur tanaman.

Penanaman kelapa sawit sendiri tidak luput dari berbagai macam kendala, salah satunya adalah penyakit busuk pangkal batang (Sidauruk dan Pujiyanto, 2017). Penyakit busuk pangkal batang ini dapat mengancam pertumbuhan kelapa sawit bahkan dapat menyebabkan kematian. *G. boninense* adalah jamur yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit. Busuk pangkal batang merupakan penyakit yang paling destruktif di perkebunan kelapa sawit di Indonesia dan Malaysia (Priwiratama *et al.*, 2014). Penyakit busuk pangkal batang dapat menyerang tanaman sawit muda dan tanaman tua. Penyakit busuk pangkal batang dapat terjadi pada tanaman kelapa sawit muda yang ditanam di area yang sebelumnya merupakan perkebunan sekunder. Penyebaran penyakit busuk pangkal batang terjadi sangat cepat, terutama pada tanah tekstur berpasir (Priwiratama *et al.*, 2014). Pendapat lain mengatakan, gejala busuk pangkal batang dominan terjadi di perkebunan kelapa sawit lahan gambut (Susanto *et al.*, 2013).

2.2. *Ganoderma*

Ganoderma adalah jamur pelapuk putih yang dapat menyebabkan penyakit busuk pangkal batang (BPB) atau *basal stem rot* (BSR). Terdapat 15 spesies *Ganoderma* yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang pada pohon kelapa sawit. Berdasarkan 15 spesies tersebut, *G. boninense* lebih mematikan daripada spesies yang lainnya (Utomo *et al.*, 2005; Cooper *et al.*, 2011). *Ganoderma* adalah jamur yang hidup didalam tanah dan memiliki sifat parasitik dan saprofit yaitu efek berbahaya dan bermanfaat. *Ganoderma* dapat menyebabkan busuk pangkal batang karena jamur tersebut dapat menghancurkan lignin. Selain itu, jamur itu memiliki keuntungan karena dapat dimanfaatkan sebagai bahan-bahan. Menurut ITIS (2022), *Ganoderma* di klasifikasikan:

Kingdom : Fungi

Divisi : Basidiomycota

Kelas : Agaricomycetes

Ordo : Polyporales

Famili : Ganodermataceae

Genus : *Ganoderma*

Spesies : *Ganoderma boninense* Pat.

Tubuh buah *Ganoderma* berbentuk seperti kipas, bergelombang, memiliki lingkaran tahunan, permukaan berwarna coklat keunguan dengan bagian tepi berwarna putih. Bagian bawah badan buah *Ganoderma* sp. Berwarna putih kekuningan dan mempunyai pori-pori (Fitriani *et al.*, 2017). Tubuh buah *Ganoderma* memiliki warna yang sama dengan jaringan tubuh buah pada saat dalam kondisi kering, pada saat masih baru warnanya lebih gelap dan tua. *Ganoderma* memiliki sifat khas yaitu jaringan tubuh yang terdiri dari benang-benang jamur pada akhirnya nanti ujung spora akan terpancung dan memiliki dinding dalam coklat kekuningan dan mempunyai tonjolan-tonjolan (Hidayati dan Nurrohmah, 2015).

Ganoderma pada umumnya memiliki siklus hidup di dalam tanah atau jaringan tanaman. Terdapat tiga cara dalam penularan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Ganoderma*, yaitu melalui kontak akar tanaman sehat dengan sumber penyakit (inokulum *Ganoderma*), melalui udara dengan basidiospora, dan tunggul tanaman atau inang alternatif. Tunggul kelapa sawit yang sudah terserang oleh *Ganoderma* memiliki daya tarik terhadap akar-akar tanaman yang sehat karena banyak mengandung unsur hara dan memiliki kelembaban tinggi.

2.3. *Trichoderma* spp.

Trichoderma dikenalkan di Jerman pada tahun 1791. Perbedaan *Trichoderma* dapat dilihat berdasarkan warna dan bentuk konidia serta penampilan koloninya. Penggunaan *Trichoderma* spp. Sebagai agen pengendalian hayati sudah direncanakan sejak 75 tahun yang lalu oleh Weindling berdasarkan aktivitas penghambatan *Trichoderma* spp. terhadap patogen *Rhizoctonia solani* (Berlian *et al.*, 2013). *Trichoderma* adalah jamur yang digunakan sebagai biokontrol penyakit pada tanaman (Rosa dan Herrera, 2009). *Trichoderma* memiliki sifat antagonistik terhadap beberapa patogen tanah dan tanaman (Dendang, 2015). Menurut

Purwantisari dan Hastuti (2009), *Trichoderma* spp. merupakan jamur saprofit tanah yang secara alami dapat menjadi parasit bagi jenis jamur lain yang dapat menimbulkan penyakit. *Trichoderma* dapat berkembang dengan pesat pada jamur lain, tetapi tidak berbahaya untuk tanaman tingkat tinggi. Terdapat beberapa mekanisme antagonis pada jamur yaitu berupa persaingan hidup, antibiosis dan parasitisme dan lisis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Trianto (2003), membuktikan bahwa *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan penyakit yang ditimbulkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*. Beberapa keuntungan menggunakan *Trichoderma* adalah pertumbuhannya cepat dan mudah dikulturkan baik dalam biakan atau alami. Beberapa spesies *Trichoderma* spp. Dapat bertahan hidup pada kondisi yang kurang menguntungkan dan tahan terhadap fungisida (Berlian *et al.* 2013).

Trichoderma spp. mengendalikan patogen secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung yaitu jamur menjadi parasit terhadap jamur patogen. Secara tidak langsung yaitu dengan cara menjadi kompetitor dalam perebutan nutrisi, oksigen dan unsur hara dan *Trichoderma* mampu hidup dalam jangka waktu yang lama tanpa inangnya (Benitez *et al.*, 2004). *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak diteliti terhadap beberapa jamur patogen tanaman, isolat *T. pseudokoningii* dapat memperlambat munculnya gejala dan dapat menekan intensitas serangan jamur *G. boninense* pada pembibitan kelapa sawit. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa *T. harzianum* dapat menekan pertumbuhan *Ganoderma* sp. dan bersifat antagonis. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (2005) melaporkan bahwa *T. koningii* mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Uji antagonis *T. virens* memiliki daya hambat yang tinggi terhadap *G. boninense* sebesar 73,5% secara *in vitro* (Mahmud, 2020).

Trichoderma merupakan salah satu agen antagonis yang dapat ditemukan di rizosfer tanaman kelapa sawit dan termasuk kedalam cendawan kitinolitik sebagai penghasil enzim kitinase yang bertanggung jawab untuk menghancurkan dinding sel patoten *Ganoderma* sp. Agen hayati sudah banyak diformulasikan dalam bentuk tepung, cair, butiran dan pelet. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ikhsan *et al.*, (2019), formulasi dalam bentuk pelet menghasilkan daya hambat yang paling tinggi dibandingkan dengan formulasi lain. Selain bentuk formulasi, dosis

penggunaan menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan penggunaan biofungisida tersebut. Biofungisida pelet *T. harzianum* dengan dosis 10 g/polybag memiliki kemampuan yang lebih baik dalam pengendalian jamur *Ganoderma boninense* (Elfina *et al.* 2015).

2.4. Jahe

Jahe (*Zingiber officinale*) adalah bahan alami yang dapat digunakan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri. Berdasarkan morfologinya, jahe dibagi menjadi tiga, yaitu jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*), jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *Officinarum*) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) (Dianasari *et al.* 2020). Jahe (*Zingiber officinale*) adalah tanaman yang berasal dari kawasan Asia Selatan dan telah dimanfaatkan masyarakat China sebagai bahan penyedap makanan sejak abad ke 6 SM. Selain sebagai bahan penyedap makanan, jahe juga digunakan sebagai bahan obat tradisional sejak ribuan tahun yang lalu (Ware, 2017).

Jahe merah memiliki bentuk batang semu dengan tinggi 30 cm sampai 1 m, tidak bercabang dan berbentuk bulat. Menurut Hesti (2015), rimpang jahe merah berbentuk gemuk, berserat dan berwarna putih kecoklatan. Jahe dikenalkan oleh pedagang Arab sebagai bumbu masakan ke kawasan Mediterania sebelum abad pertama Sesudah Masehi, dan kemudian dikenalkan menuju Eropa dalam bentuk buku-buku resep makanan (Aryanta, 2019). Saat ini jahe merah sudah banyak dibudidayakan secara intensif di Indonesia, seperti di Bengkulu, Yogyakarta, Malang, Bogor dan Magelang (ITIS, 2022), Taksonomi tanaman jahe merah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Tracheophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Zingiberales

Famili : Zingiberaceae

Ganus : *Zingiber*

Spesies : *Zingiber officinale* Roscoe.

Jahe merah sudah banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Khususnya sebagai pencegah penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit. Penyakit busuk pangkal batang bawah disebabkan oleh *Ganoderma boninense*. Jahe merah juga dapat dimanfaatkan untuk mengatasi penyakit busuk batang pada kacang tanah (*Arachis hypogaea linnaeus*). Penyakit busuk batang pada tanaman kacang tanah disebabkan oleh jamur *Sclerotium rolfsii* (Syafitri *et al.* 2022). *Sclerotium rolfsii* adalah jamur tular tanah yang bersifat polifag yang menyerang pangkal batang tanaman hingga terjadi pembusukan (Fitchner, 2010). Ekstrak jahe memiliki kandungan berupa minyak atsiri yang dapat menekan pertumbuhan jamur *Sclerotinia sclerotiorum* secara *in vitro* (Ojaghian,2014). Minyak atsiri dengan konsentrasi terendah yaitu 1250 ppm dapat menghambat pertumbuhan jamur sampai 100%. Nurmansyah *et al.* (2021) mengatakan, minyak atsiri dengan konsentrasi 500 ppm dapat menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium rolfsii*.

BAB 3

PELAKSANAAN KEGIATAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Rumah kaca dan Laboratorium Fitopatologi, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya pada bulan Januari sampai November 2022.

3.2. Alat dan Bahan

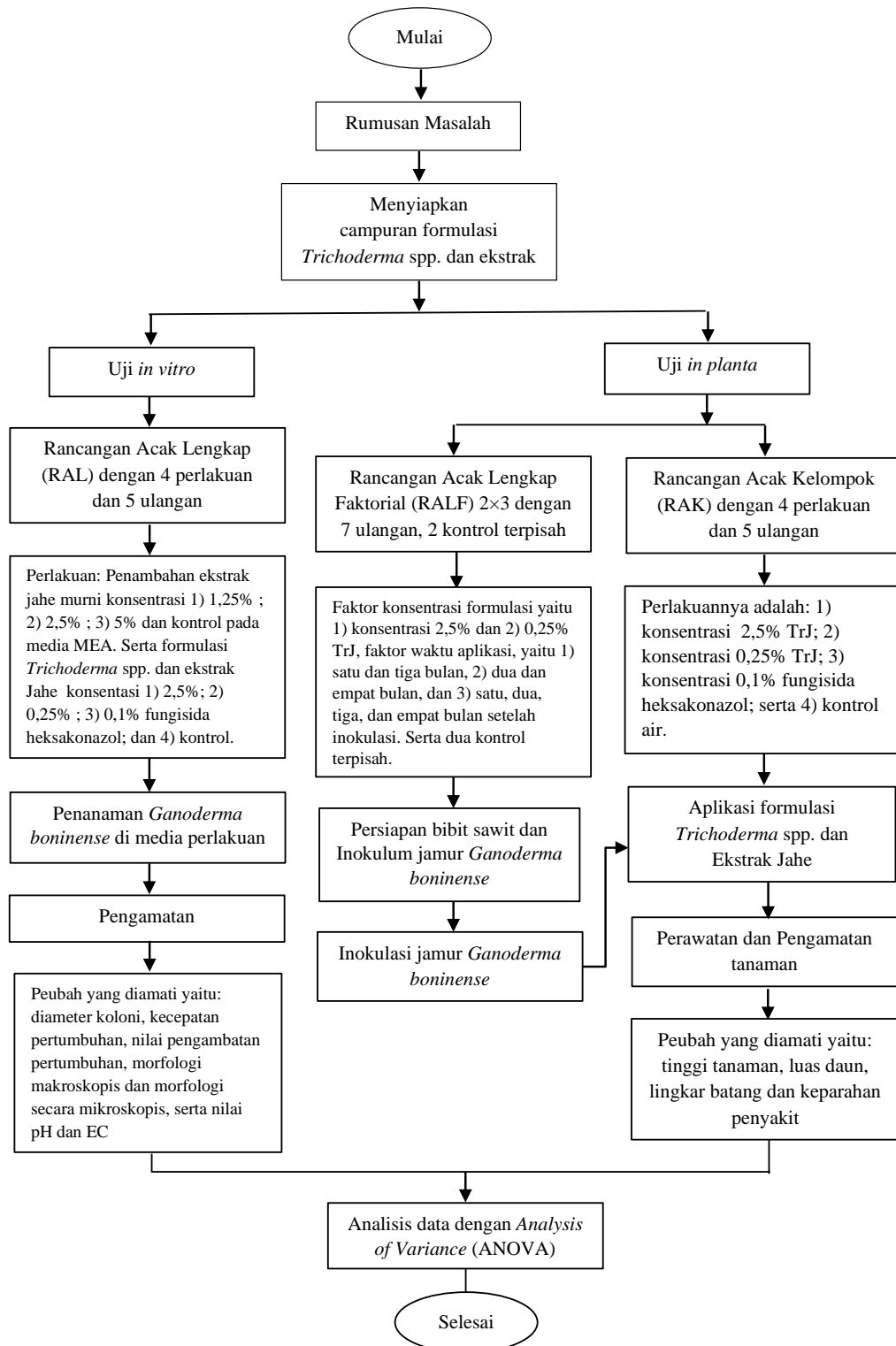
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) cawan petri, 2) spatula, 3) *autoclave*, 4) *beaker glass*, 5) borgabus, 6) botol selai, 7) bunsen, 8) ember, 9) *erlenmeyer*, 10) inkubator, 11) jarum ose, 12) *laminar air flow*, 13) mortar, 14) neraca analitik, 15) *shaker*, 16) ATK, 17) pH meter, dan 18) electrical conductivity (EC) meter.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah 1) agar, 2) potongan kayu karet, 3) aquadest, 4) bibit kelapa sawit, 5) *malt*, 6) isolat jamur *Ganoderma boninense*, 7) isolat *Trichoderma* spp. (*T. viridae*, TLTF3, GYR) 8) *Ethanol* (C₂H₅OH), 9) fungisida heksakonazol, 10) gula pasir, 11) alumunium foil, 12) *methanol* (CH₃OH), 13) parafilm, 14) plastik pp, 15) *chloramphenicol*, 16) plastik *wrap*, 17) ragi, dan 18) tanin.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga percobaan (Gambar 3.1), percobaan pertama dilakukan secara *in vitro* di laboratorim, sedangkan percobaan kedua dan ketiga di rumah kaca. Percobaan *in vitro* terbagi menjadi 2, percobaan *in vitro* pertama dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah: 1) 2,5% formulasi yang mengandung *Trichoderma* spp. dan ekstrak Jahe (TrJ); 2) 0,25% TrJ; 3) 0,1% fungisida heksakonazol; serta 4) kontrol *G. boninense* (Gambar 3.2). Percobaan *in vitro* kedua

juga menggunakan RAL dengan perlakuan: 1) kontrol, 2) konsentrasi 1,25% , 3) 2,5% dan 4) 5% ekstrak jahe murni (Gambar 3.3).



Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian

RAL 4x5

P1U1	P1U3	P0U5	FU5
FU1	P1U4	P0U4	P1U5
P2U4	P0U1	P2U5	FU2
P1U2	FU3	P0U3	P2U3
P2U2	P0U2	FU4	P2U1

Gambar 3. 2. Skema penelitian percobaan *in vitro* dengan formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe

Keterangan:

1. Kontrol *G. boninense* (P0)
2. Konsentrasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe 2,5% (P1)
3. Konsentrasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe 0,25% (P2)
4. Pengaplikasian fungisida konsentrasi 0,1% (F)

RAL 4x5

P1U1	P1U3	P0U5	P3U5
P3U1	P1U4	P0U4	P1U5
P2U4	P0U1	P2U5	P3U2
P1U2	P3U3	P0U3	P2U3
P2U2	P0U2	P3U4	P2U1

Gambar 3. 3. Skema penelitian percobaan *in vitro* dengan ekstrak jahe murni

Keterangan:

1. Kontrol *G. boninense* (P0)
2. Konsentrasi ekstrak jahe murni 1,25% (P1)
3. Konsentrasi ekstrak jahe murni 2,5% (P2)
4. Pengaplikasian ekstrak jahe murni 5% (P3)

Percobaan rumah kaca pertama, menggunakan bibit kelapa sawit yang telah diinokulasi *Ganoderma boninense* selama ± 1 bulan dengan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) 2×3 dengan perlakuan kontrol terpisah (lampiran 1). Faktor pertama adalah konsentrasi formulasi yang terdiri dari dua taraf, yaitu 1) konsentrasi 2,5% dan 2) 0,1% TrJ, faktor kedua terdiri dari tiga taraf waktu aplikasi,

yaitu 1) satu dan tiga bulan, 2) dua dan empat bulan, dan 3) satu, dua, tiga, dan empat bulan setelah inokulasi (Gambar 3.4). Dua perlakuan terpisah yaitu kontrol air dan kontrol 0,1% fungisida heksakonazol. Percobaan rumah kaca kedua menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah: 1) konsentrasi 2,5% TrJ; 2) konsentrasi 0,25% TrJ; 3) konsentrasi 0,1% fungisida heksakonazol; serta 4) kontrol air. Tanaman uji adalah bibit kelapa sawit setelah diinokulasi *G. boninense* ±11 bulan (Gambar 3.5).

RALF 2x3 dengan 7 ulangan dan 2 kontrol terpisah

K2.W2-2	F-7	K1.W1-7	F-4	K2.W3-5	K1.W3-6	F-3	K2.W3-6
K2.W1-6	K2.W3-3	K1.W1-3	K1.W2-4	K1.W1-1	K1.W3-7	K2.W3-7	K1.W1-6
K2.W1-3	K1.W1-4	K1.W2-1	CTRL-6	F-5	K2.W1-5	K1.W3-1	K2.W2-4
K2.W3-1	CTRL-3	K2.W2-3	K1.W1-2	K1.W2-5	K1.W3-3	K2.W3-2	CTRL-7
K2.W1-7	K1.W3-5	K2.W1-4	K2.W2-1	K1.W3-4	K1.W2-2	K2.W1-2	F-1
K2.W2-6	K1.W2-3	K2.W2-7	K1.W3-2	K1.W2-6	CTRL-4	F-6	CTRL-2
K2.W3-4	K1.W1-5	F-2	CTRL-5	CTRL-1	K2.W2-5	K1.W2-7	K2.W1-1

Gambar 3. 4. Skema penelitian percobaan *in planta* infeksi awal

Keterangan:

1. Konsentrasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe 2,5% (K1)
2. Konsentrasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe 0,25% (K2)
3. Waktu pengaplikasian formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe bulan pertama dan ketiga setelah inokulasi..... (W1)
4. Waktu pengaplikasian formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe bulan kedua dan keempat setelah inokulasi (W2)
5. Waktu pengaplikasian formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe bulan pertama, kedua, ketiga dan keempat setelah inokulasi (W3)
6. Pengaplikasian fungisida konsentrasi 0,1% (F)

7. Kontrol air (CTRL)

RAK 4x5

blok1	blok2	blok3	blok4	blok5
T3U1	T2U2	T0U3	T2U4	T1U5
T2U1	T1U2	T3U3	T0U4	T2U5
T0U1	T0U2	T1U3	T3U4	T3U5
T1U1	T3U2	T2U3	T1U4	T0U5

Gambar 3. 5. Skema penelitian percobaan *in planta* infeksi lanjut

Keterangan:

1. Kontrol air (CTRL)
2. Konsentrasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe 2,5% (T1)
3. Konsentrasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe 0,25% (T2)
4. Pengaplikasian fungisida konsentrasi 0,1% (F)

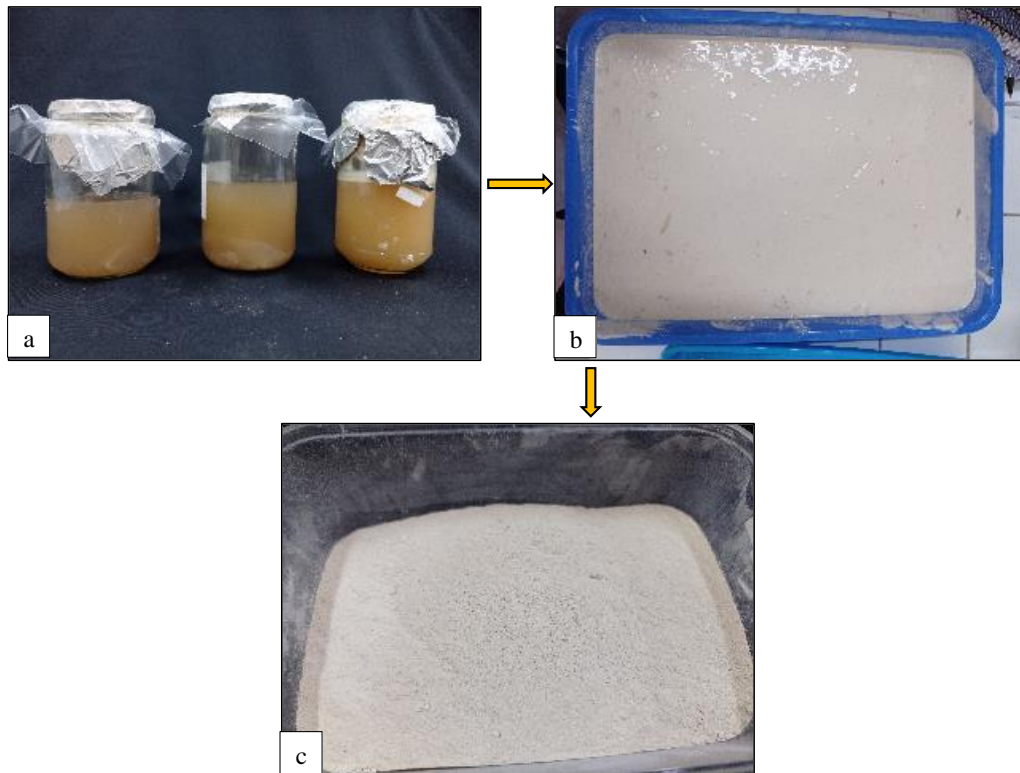
3.4. Prosedur Kerja

3.4.1. Menyiapkan campuran formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe

Formulasi *Trichoderma* spp. dibuat dengan memperbanyak isolat *Trichoderma* yang terdiri dari *T. viride*, TLTF3 dan GYR menggunakan media cair. Isolat *T. viride*, TLTF3 dan GYR merupakan koleksi milik laboratorium Fitopatologi, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Menyiapkan *Trichoderma* spp. formula cair yaitu terlebih dahulu mencampur 20 g malt, 20 g ragi (yeast), gula pasir 20 g untuk 1 l erlenmeyer. Kemudian, mensterilkan media cair *Trichoderma* menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C. Lalu masukan 100 ml cairan tersebut kedalam botol kaca sebanyak 3 ulangan tiap isolat.

Setelah proses sterilisasi selesai, tambahkan 5 potongan tiap isolat jamur *Trichoderma* spp. ke dalam masing-masing botol kaca yang berisi media cair dan di *shaker* selama 12x24 jam. Setelah itu campurkan 200 ml tiap isolat *Trichoderma* spp. dalam 1 kg tepung tanin. Kemudian aduk merata dan di letakan dibawah AC selama ±4 hari hingga kering. Campuran Tanin dan *Trichoderma* spp. yang telah

kering, digerus dengan mortar sampai menjadi bubuk. Timbang sebanyak 225 g formulasi *Trichoderma* spp. dan 75 g ekstrak jahe kemudian dicampur secara merata (Gambar 3.5). Ekstrak jahe di peroleh dari PT. Phytochemindo Reksa, Bogor, Indonesia dengan merk dagang *Herbilogy Red Ginger Extract Powder*.



Gambar 3. 6. Media cair *Trichoderma* (a), tanin + *Trichoderma* (b), formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe (c)

3.4.2. Memperbanyak isolat jamur *Ganoderma boninense*

Perbanyakan jamur *G. boninense* dilakukan dengan media malt ekstrak agar (MEA) dengan komposisi malt 20 g/l dan agar 20 g/l di *laminar air flow*. Isolat *G. boninense* diperoleh dari kultur murni koleksi laboratorium Fitopatologi, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

3.4.3. Uji *in Vitro*

3.4.3.1. Penanaman *Ganoderma boninense* di media perlakuan

Pembuatan media perlakuan dilakukan dengan menimbang formulasi TrJ serta fungisida sesuai takaran yang telah ditentukan. Untuk formulasi TrJ dilarutkan

terlebih dahulu dengan *ethanol* dalam gelas ukur dan di sinar UV hingga kering. Formulasi TrJ dilarutkan ke dalam etanol untuk mengurangi kadar air dan mensterilkan dari kontaminan mikroba. Setelah itu, siapkan 4 erlenmeyer yang berisi 100 ml MEA, tambahkan tiap perlakuan yang sudah mengering serta fungisida ke dalam 100 ml MEA yang berbeda di *laminar air flow*. Setelah media selesai dibuat, tanam biakan jamur *G. boninense* yang berumur ± 7 hari ke dalam media tanam.

3.4.3.2. Pengamatan

Pengamatan *in vitro* dilakukan dengan mengukur diameter koloni, morfologi koloni, morfologi mikroskopis, kecepatan pertumbuhan nilai penghambatan pertumbuhan jamur *G. boninense* yang tumbuh pada media dan nilai pH dan nilai EC. Pengamatan dilakukan selama ± 10 hari.

1) Diameter koloni

Diameter koloni diukur menggunakan jangka sorong dan dihitung menggunakan rumus menurut (Elfina *et al.*, 2017):

$$D = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Keterangan:

D : diameter jamur

D_1 : diameter vertikal koloni jamur

D_2 : diameter horizontal koloni jamur

3.4.3.3. Nilai penghambatan pertumbuhan

Perhitungan nilai penghambatan pertumbuhan menggunakan rumus Amutha *et al.*, (2010) :

$$X = \frac{Y - Z}{Y} \times 100\%$$

Keterangan:

X : Nilai penghambatan pertumbuhan

Y : Kecepatan tumbuh kontrol

Z : Kecepatan tumbuh perlakuan

3.4.3.4. Kecepatan pertumbuhan

Kecepatan pertumbuhan dihitung berdasarkan kemiringan regresi antara panjang jari-jari koloni dan hari pengamatan, dengan rumus oleh Evans, (2007) :

$$KCP = \frac{\Sigma dm1 + \dots + dm2n}{N}$$

Keterangan:

KCP = Kecepatan pertumbuhan jamur

N = jumlah hari

dm1 = diameter pengamatan pertama

dm2n = diameter pengamatan selanjutnya

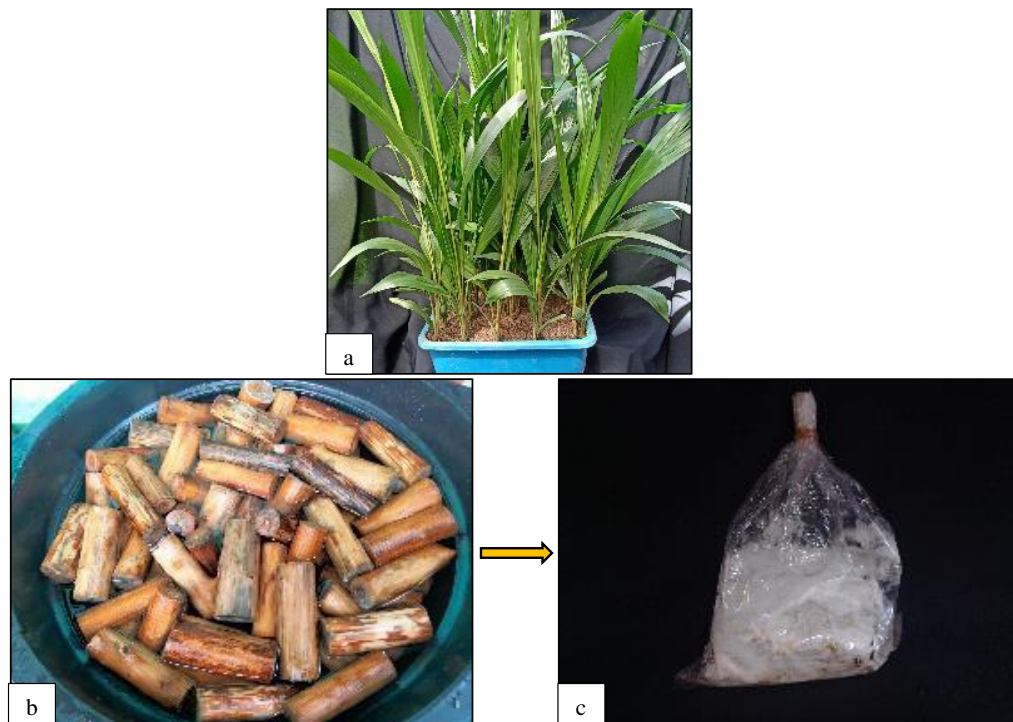
3.5.3.5. Nilai pH dan Nilai EC

Nilai pH dihitung dengan menggunakan pH meter, sedangkan Nilai EC menggunakan EC meter yang dikoneksikan dengan aplikasi flower care.

3.4.4. Uji *in Planta*

3.4.4.1. Persiapan bibit sawit dan Inokulum jamur *Ganoderma boninense*

Bibit kelapa sawit diperoleh dari penyemaian benih sawit Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) yang bersertifikasi. Benih disemai selama ± 3 bulan dengan media pasir. Media tumbuh yang digunakan untuk sumber inokulum dari jamur *G. boninense* adalah potongan kayu karet (PKK) dengan panjang kayu ± 12 cm. PKK didapatkan dari lahan karet di Desa Tanjung Batu, Kecamatan Tanjung Batu, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. didapatkan dari lahan karet di Desa Tanjung Batu, Kecamatan Tanjung Batu, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan.



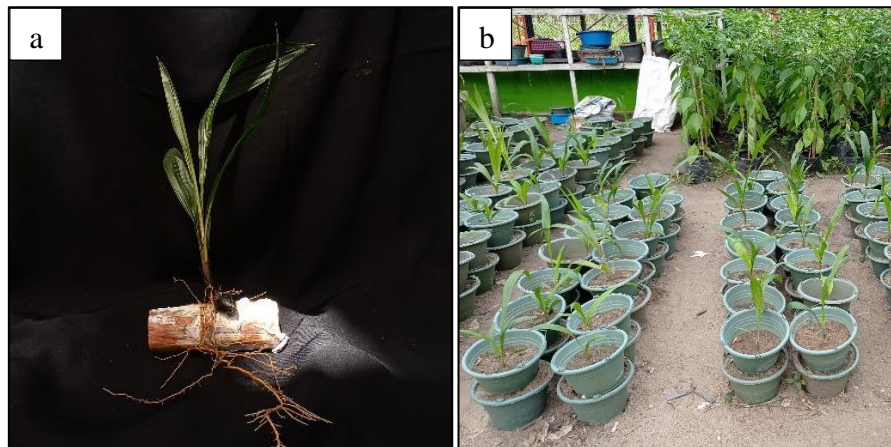
Gambar 3. 7. Bibit kelapa sawit umur 3 bulan (a), potongan kayu karet (PKK) (b), nampak permukaan PKK yang telah di inokulasikan jamur *Ganoderma boninense* (c)

PKK direndam dengan menggunakan air bersih selama ± 24 jam, kemudian kulit luar PKK dikupas, dicuci, dan direndam kembali dengan air bersih selama 2×24 jam dengan air rendaman yang diganti setiap harinya. Setelah PKK ditiriskan, masukkan PKK ke dalam plastik PP sebanyak 6 buah. Masukkan MEA yang sebanyak 30 ml tiap plastik, lalu ujung plastik PP diikat menggunakan karet gelang. PKK tersebut kemudian disterilkan dalam autoclave dengan suhu 121°C selama 45 menit. Setelah disterilkan, PKK di sinar UV dalam laminar air flow ± 2 jam hingga dingin, kemudian potongan inokulum *G. boninense* ditanam pada PKK. Inkubasi selama 1 bulan sampai hifa jamur *G. boninense* menutupi seluruh permukaan PKK (Gambar 3.6).

3.4.4.2. Inokulasi jamur *Ganoderma boninense* dengan bibit kelapa sawit

Inokulum jamur *G. boninense* yang telah disiapkan, diinokulasikan pada bibit kelapa sawit dengan cara mengikat akar primer kelapa sawit dan PKK

menggunakan kertas parafilm (Gambar 3.7), kemudian ditanam dalam ember yang berisi media pasir.



Gambar 3. 8. Inokulasi dengan mengikat salah satu akar kelapa sawit dan PKK menggunakan kertas parafilm (a) dan bibit kelapa sawit yang sudah di tanam di media pasir (b)

3.4.4.3. Aplikasi formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe

Pengaplikasian formulasi *Trichoderma* spp. dan ekstrak jahe dilakukan dengan menyiramkan suspensi sebanyak 100 ml/tanaman, sesuai dengan perlakuan konsentrasi dan waktu aplikasi yang sudah ditentukan sebelumnya (Gambar 3.8).

3.4.4.4. Perawatan dan pengamatan tanaman

Kegiatan perawatan tanaman dilakukan secara rutin dengan melakukan penyulaman tanaman yang mati, penyiraman, pembersihan gulma yang tumbuh, serta pemupukan menggunakan pupuk NPK (16-16-16) dengan konsentrasi larutan 1% yang dilakukan seminggu sekali (Gambar 3.9).



Gambar 3. 9. Mencampur formulasi dengan air sesuai takaran yang sudah ditetapkan (a), dan mengaplikasikan ketanaman sesuai perlakuan (b)



Gambar 3. 10. Perawatan tanaman dengan melakukan penyiraman (a) dan penyiangan (b)

Kegiatan pengamatan dilakukan satu bulan sekali dengan mengamati pertumbuhan tanaman dan keparahan penyakit. Pertumbuhan yang diamati adalah tinggi tanaman, luas daun, lingkaran batang, dan keparahan penyakit.

a. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman (cm) diukur dengan menggunakan meteran dari permukaan media tanam sampai ujung daun sawit yang paling panjang.

b. Luas daun

Setiap daun yang tumbuh diukur dengan menggunakan penggaris atau meteran dengan mengukur lebar dari daun dan mengukur panjang daun. Kemudian luas

daun dihitung dengan menggunakan rumus menurut Hardon *et al.*, (1969) sebagai berikut:

$$A = P \times L \times K (0,55)$$

Keterangan:

A = Luas daun

P = Panjang daun

L = Lebar daun

K = Konstanta

c. Lingkar batang

Lingkar batang (cm) diukur dengan menggunakan meteran dengan melilitkan meteran pada pangkal batang kelapa sawit.

d. Tingkat Keparahan Penyakit

Untuk pengamatan keparahan penyakit dihitung dalam 5 skala kematian daun bibit kelapa sawit (Suwandi *et al.*, 2022), yaitu:

0 = Tidak ada kerusakan pada daun kelapa sawit

1 = sedikit gejala pada daun pertama

2 = daun pertama mati

3 = daun kedua mati

4 = daun ketiga atau daun di atas mati

5 = tanaman mati.

3.5. Analisis data

Analisis data dilakukan dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada *software Microsoft excel* dan *software R Studio*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Percobaan *in vitro*

4.1.1.1. Ekstrak jahe murni

4.1.1.2. Formulasi *Trichoderma* spp. dan Ekstrak Jahe (TrJ)

4.1.2. Percobaan *in planta* infeksi awal

4.1.2.1. Tinggi tanaman

4.1.2.2. Lingkar batang

4.1.2.3. Luas daun

4.1.2.4. Keparahan penyakit

4.1.3 Percobaan *in planta* infeksi lanjut

4.1.3.1. Tinggi tanaman

4.1.3.2. Lingkar batang

4.1.3.3. Luas daun

4.1.3.4. Keparahan penyakit

4.2. Pembahasan

BAB 5

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Percobaan *in vitro* berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan *G. boninense*. Pada media MEA dengan tambahan ekstrak jahe murni konsentrasi 5% memberikan nilai hambatan tertinggi sebesar 73,49% sedangkan dengan tambahan formulasi TrJ konsentrasi 2,5% nilai hambatannya sebesar sebesar 24,03%.
2. Pada percobaan *in planta* infeksi awal dan infeksi lanjut tidak berpengaruh nyata dalam mengobati penyakit busuk pangkal batang. Aplikasi formulasi TrJ meningkatkan keparahan penyakit namun tidak menghambat pertumbuhan tanaman.

5.2. Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai senyawa yang ada dalam formulasi TrJ yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Selain itu, perlu dilakukannya percobaan dengan adanya perbandingan perlakuan bibit kelapa sawit tanpa inokulasi *G. boninense* untuk melihat secara lebih jelas perbedaan pertumbuhan tanaman yang dinokulasikan *G. boninense* dan tanpa *G. boninense*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, A., Khairulmazmi, A., S. Yasmeen., I.S. Ismail., A. Norhayu., M.R. Sulaiman., O.H. Ahmed., M.R. Ismail. 2020. Phytochemical profiling and antimicrobial activity of ginger (*Zingiber officinale*) essential oils against important phytopathogens. *Arabian Journal of Chemistry*, 13: 8012–8025.
- Afandi, MM., Suzanna, FS., dan Lisnawita. 2017. Potensi *Trichoderma* spp. Asal rizosfer tanaman kelapa sawit sebagai agens antagonis terhadap *Ganoderma* sp. secara in vitro. *Jurnal Agroekoteknologi USU*, 5(1):469-473.
- Alviodinasyari, R., Martina, A., Lestari, W. 2015. Pengendalian *Ganoderma boninense* oleh *Trichoderma* sp. SBJ8 pada kecambah dan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) di tanah gambut. *JOM FMIPA*, 2 (1): 99-107.
- Amutha, M., Banu, JG., Surulivelu, T., dan Gopalakrishman, N. 2010. Effect of commonly used insecticides on the growth of white muscardine fungus, *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. *Journal of Biopesticides*, 3 (1), 143-146.
- Aryanta, I.W.R. 2019. Manfaat jahe untuk kesehatan. *Jurnal Widya Kesehatan*. 1(2):39-43.
- Benitez., Rincon, T.A.M., Limon, M.C., Condon, C. 2014. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Journal International Microbiology*, 7:249-260.
- Berlian, I., Setyawan, B., Hadi, H. 2013. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Jurnal Warta Perkaretan*, 32(2):74-82.
- Chong, K P., Dayou, J., Alexander, A. 2017. Detection and control of *Ganoderma boninense* in oil palm crop. *Springer Briefs in Agriculture*.
- Chehelpar, N., Tohidi-Moghadam, HR., Ghouschi, F. 2016. Hexaconazole foliar application alleviates water deficit effects in common bean. *Pesq Agropec Trop*, 46(3):301-310.

- Cooper, RM., Flood, J., Rees, RW. 2011. *Ganoderma boninense* in oil palm plantations: current thinking on epidemiology, resistance and pathology. *Planter*, 87:515-526.
- Dendang, B. 2015. Uji antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* sp. Yang menyerang tanaman sengon secara in-vitro. *Jurnal Penelitian Kehidupan Wallacea*, 4(2):147-156.
- Dianasari, D., Puspitasari, E., Ningsih, I.Y., Triatmoko, B., Nastiti, F.K. 2020. Potensi ekstrak etanol dan fraksi-fraksinya dari tiga varietas jahe sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(1):9-16.
- Elfina., Ali, Y.M., Delfina. 2015. Penggunaan biofungisida pelet *Trichoderma harzianum* pada pembibitan awal kelapa sawit. *Jurnal Agrotek*, 4:30-37.
- Elfina Y., Ali, M., & Saputra, R. 2017. Penggunaan bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida berbahan aktif jamur *Trichoderma pseudokoningii* Rifai. untuk menghambat jamur *Ganoderma boninense* Pat. secara in vitro. *Jurnal Natur Indonesia*, 16(2), 79.
- Evans, HC. 2007. Cacao diseases—the trilogy revisited. *Phytopatology*. 97(12):1640-1643.
- Fichtner, EJ. 2010. *Sclerotium rolfsii* Kudzu of the fungal world [online]. <http://www.extento.edu>. [diakses 28 November 2022].
- Gupta V.K, SchMoll M, Herrera-ESTrella A, Upadhyay R.S, Druzhinina I, & Tuohy M.G. 2014. *Biotechnology and biology of Trichoderma* (p. 527). Amsterdam, Netherlands: Elsevier B.V.
- Hardon, J.J., C.N. Williams I. Watson. 1969. Leaf area and yield in the oil palm in Malaya. *Expl. Agric*, 5:25-32.
- Hesti, Dwi Setyaningrum, C.S., 2015. Jahe III. B. P. W, ed., Cibubur: Penebar Swadaya.
- Hidayati, N., Nurrohmah, H. 2015. Karakteristik morfologi *Ganoderma steayertanum* yang menyerang kebun benih *Acacia mangium* dan *Acacia*

auriculiformis di Wonogiri Jawa Tengah. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 9(2):117-130.

Ikhsan., Oktarina, H., Chamzurni, T. 2019. Efektifitas dosis biofungisida pelet *Trichoderma* sp. untuk mencegah perkembangan jamur *Ganoderma boninense* pada pembibitan kelapa sawit. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(3):1-9.

Integrated Taxonomic Information System. ITIS: Report Ganodermataceae [online]. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=936498#null [diakses 10 Desember 2022].

Integrated Taxonomic Information System. ITIS: Report *Zingiber officinale* [online]. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42402#null [diakses 10 Desember 2022].

Mahmud, Y., Cindy, R., dan Syukra, I. 2020. Efektivitas *Trichoderma virens* dalam mengendalikan *Ganoderma boninense* di pre nursery kelapa sawit pada medium gambut, *Jurnal Agroekoteknologi*, 11(1): 11-16.

Martina, E., Wayan, N., dan Dewa, P. 2015. Uji efektivitas ekstrak beberapa jenis rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) terhadap patogen *Phytophthora palmivora* Butl. penyebab busuk buah kakao. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(3) :311-320.

Nadila, F., Fitriani., dan Ridwan. 2021. Jenis penyakit pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.) dan teknik pengendaliannya di PT Perkebunan Nusantara I Kebun Baru Afdeling Vi Kota Langsa. *Jurnal Biologica Samudra*, 3(2):133-140.

National center for Biotechnology Information. Taxonomy browser (*Elaeis guinensis*) [online]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=51953> [diakses 10 Desember 2022].

Nurmansyah., H Idris., dan N Nasir. 2021. Antifungal activity of essential oils of leaves, rhizomes oils and fraction wild ginger *Elettariopsis Slahmong* Ck Lim inhibit the colony growth of *Sclerotium Rolfsii*. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 5(1): 28-37.

- Ojaghian, MR., W Ling., QC Zhou., Y Chunlan., Z Tao., dan X Guan-Lin. 2014. Antifungal and SAR potential of crude extracts derived from neem and ginger against storage carrot rot by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Annals of Applied Biology*, 164(3): 415-429.
- Pahan, I. 2012. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Jakarta (ID): Penebar Swadaya. 412 hlm.
- Priwiratama, H., Prasetyo, A.E., Susanto, A. 2014. Pengendalian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit secara kultur teknis. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(1):1-7.
- Rahma., Kuswinanti, T., Rosmana, A. 2019. Karakterisasi bakteri endofit kitinolitik sebagai agens biokontrol patogen *Ganoderma boninense* pada kelapa sawit. *Buletin Palma*, 20(1):35-43.
- Ramli, NR., Mohamed, MS., Seman, IA., Zairun, MA., Mohamad, N. 2016. The potential of endophytic bacteria as a biological control agenst for *Ganoderma* disease in oil palm. *Sains Malaysiana*, 45(3):401-409.
- Rosa, D.R. & C.J.L. Herrera. 2009. Evaluation of *Trichoderma* spp. as biocontrol agents against avocado white root rot. *Biological Control*, 51(1), 66-71.
- Sihombing, DM. 2015. Uji efektivitas *trichodermin* dan fungisida heksakonazol dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma boninense* Pat. pada tanaman kelapa sawit di laboratorium [skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Susanto, A., Prasetyo, A.E., Priwiratama H, Wening, S., Surianto. 2013. *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang atas kelapa sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(1):123-126.
- Suwandi, S., Munanda, R. Putra., Suparman, S., Irsan, C., & Muslim, A. 2022. Mixed planting with rhizomatous plants interferences with *Ganoderma* disease in oil palm. *Journal of Oil Palm Research*. Advance online publication.
- 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.

- Taniwiryo, D. 2015. Ancaman pelarangan kebijakan rotasi tanaman sawit. Info sawit Vol. IX No.11 November. Depok (ID): Mitra Media Nusantara.
- Utomo, C., Werner, S., Niepold, F., Deising H.B. 2005. Identification of *Ganoderma*, the causal agent of basal stem rot disease in oil palm using a molecular method. *Mycopathologia*, 159(1):159–170.
- Ware, M. 2017. Ginger: health benefits and dietary tips [online].. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/265990.php>. [diakses tanggal 16 November 2022].

LAMPIRAN

Lampiran 1a. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	9,13	28,71	50,96	72,07	78,90	47,95	13,09
2	6,16	21,24	35,63	52,69	73,45	37,83	11,77
3	10,21	30,80	54,79	77,90	78,90	50,52	13,39
4	9,61	29,56	50,12	70,41	78,90	47,72	12,80
5	8,51	24,63	41,28	57,34	77,90	41,93	12,14

Lampiran 1b. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni 1,25%

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	11,74	21,34	33,94	54,58	75,36	39,39	11,50
2	10,86	21,32	36,20	51,01	71,51	38,18	10,75
3	10,77	20,15	34,11	47,65	71,83	36,90	10,74
4	11,82	20,43	33,97	47,38	72,34	37,19	10,66
5	11,05	20,47	34,30	47,04	72,43	37,06	10,75

Lampiran 1c. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni 2,5%

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	10,55	17,46	29,13	41,13	62,30	32,11	9,17
2	10,59	17,46	28,90	41,13	63,30	32,28	9,33
3	11,31	17,46	29,18	40,89	63,30	32,43	9,23
4	11,14	17,46	28,86	39,81	56,19	30,69	8,04
5	9,34	15,82	28,07	39,76	65,90	31,78	10,00

Lampiran 1d. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA yang ditambahkan ekstrak jahe murni 5%

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	7,47	11,80	15,85	19,62	26,62	16,27	3,29
2	7,47	11,76	14,74	19,63	26,73	16,07	3,32
3	7,47	11,79	15,67	19,85	26,26	16,21	3,24

Lampiran 1d (lanjutan)

4	7,47	11,80	15,55	20,66	26,62	16,42	3,35
5	7,47	11,80	15,72	20,38	27,34	16,54	3,44

Lampiran 2a. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	9,45	29,12	50,07	74,13	78,9	48,33	13,20
2	9,80	28,58	50,07	67,46	78,9	46,96	12,59
3	9,58	30,68	50,07	71,54	78,9	48,15	12,82
4	8,85	29,14	50,81	69,98	78,9	47,54	12,91
5	8,97	31,96	52,84	74,65	78,9	49,46	13,15

Lampiran 2b. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA yang ditambahkan formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe 0,25%

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	9,69	25,18	42,85	59,39	77,90	43,00	12,07
2	9,79	24,75	40,23	63,93	77,90	43,32	12,45
3	9,79	21,72	45,58	61,42	77,90	43,28	12,49
4	9,98	22,33	45,32	60,50	77,90	43,21	12,34
5	10,12	25,37	42,1	59,71	77,90	43,04	12,02

Lampiran 2c. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA yang ditambahkan formulasi *Trichoderma* dan ekstrak jahe 2,5%

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	10,35	21,86	35,37	57,96	75,4	40,19	11,84
2	10,5	21,92	35,89	64,09	69,00	40,28	11,48
3	9,73	19,4	33,17	48,68	51,93	32,58	8,15
4	9,47	21,91	34,89	48,17	57,91	34,47	8,72
5	9,41	18,52	32,11	47,38	57,26	32,94	8,84

Lampiran 2d. Diameter koloni (mm) *Ganoderma boninense* pada media MEA yang ditambahkan heksakonazol 0,1%

Ulangan	Pengamatan hari ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Lampiran 3a. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	54,4	57,0	43,8	56,0	43,0	60,0	44,5	51,24	2,72
K1.W2	49,6	29,2	53,5	42,2	68,5	70,0	44,0	51,00	5,51
K1.W3	52,5	35,1	51,0	73,5	34,8	46,8	41,8	47,93	5,02
K2.W1	38,0	39,0	42,0	36,0	48,0	40,5	40,6	40,59	1,44
K2.W2	46,3	38,0	23,0	34,2	22,7	46,0	43,6	36,26	3,83
K2.W3	42,0	33,3	44,0	44,1	47,0	57,0	30,0	42,49	3,37
CTRL	35,0	26,7	30,0	39,1	34,7	52,0	30,6	35,44	3,15
F	79,5	25,4	27,7	50,0	24,8	33,0	49,0	41,34	7,52

Lampiran 3b. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	54,4	58,0	44,0	56,0	43,0	60,0	44,5	51,41	2,76
K1.W2	49,6	29,2	53,5	42,2	68,5	70,0	44,0	51,00	5,51
K1.W3	52,5	35,1	51,0	73,5	34,8	46,8	41,8	47,93	5,02
K2.W1	39,0	39,5	43,0	37,0	48,0	40,5	40,6	41,09	1,34
K2.W2	46,3	38,5	23,0	34,0	24,0	46,0	43,6	36,49	3,73
K2.W3	42,5	35,5	44,0	44,1	50,0	57,0	30,5	43,37	3,31
CTRL	35,0	28,0	35,0	39,1	34,0	52,0	40,0	37,59	2,82
F	79,5	25,0	27,7	50,0	26,0	32,0	NA	40,03	8,75

Lampiran 3c. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	54,4	58,0	47,5	56,0	NA	60,0	44,5	53,40	2,49
K1.W2	49,6	29,2	53,5	42,2	68,5	71,0	44,0	51,14	5,60
K1.W3	53,0	32,5	51,0	73,5	34,8	46,8	46,5	48,30	5,12
K2.W1	39,0	40,0	49,0	37,0	48,0	40,5	41,0	42,07	1,73
K2.W2	46,3	38,5	25,0	34,0	24,0	46,0	43,6	36,77	3,57
K2.W3	43,0	35,5	NA	NA	50,0	57,0	35,3	44,16	4,21
CTRL	35,0	33,0	36,0	39,1	34,0	52,0	43,5	38,94	2,56
F	79,5	NA	27,7	50,0	26,5	33,0	NA	43,34	9,97

Lampiran 3d. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	54,4	58,0	50,0	NA	NA	60,0	45,0	53,48	2,72
K1.W2	50,0	28,0	53,5	42,0	66,0	71,0	44,0	50,64	5,54
K1.W3	53,0	31,5	50,0	72,0	NA	46,0	51,0	50,58	5,32
K2.W1	39,0	48,0	54,0	40,0	43,0	40,0	40,5	43,50	2,10
K2.W2	46,3	39,0	26,0	NA	26,5	46,0	41,5	37,55	3,75
K2.W3	44,0	36,0	NA	NA	51,0	57,0	39,5	45,50	3,81
CTRL	35,0	33,0	36,0	39,1	34,0	52,0	43,5	38,94	2,56
F	79,5	NA	27,7	50,0	26,5	33,0	NA	43,34	9,97

Lampiran 4a. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	3,0	2,0	2,5	2,0	2,0	3,5	3,4	2,63	0,25
K1.W2	3,8	1,5	1,5	2,6	3,0	3,5	3,0	2,70	0,34
K1.W3	3,5	2,8	3,5	2,8	2,0	3,4	3,0	3,00	0,20
K2.W1	2,8	2,8	2,8	2,8	3,8	3,8	3,8	3,23	0,20
K2.W2	2,3	2,5	2,0	1,5	1,5	4,5	3,5	2,54	0,42
K2.W3	2,4	2,0	2,8	2,5	3,2	3,1	2,3	2,61	0,17
CTRL	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	4,0	3,2	2,81	0,27
F	3,5	1,0	2,5	3,0	2,0	3,0	1,8	2,40	0,32

Lampiran 4b. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	3,0	3,5	5,0	2,0	2,0	5,0	4,0	3,50	0,48
K1.W2	4,5	1,5	2,0	5,0	4,0	5,0	4,0	3,71	0,53
K1.W3	5,0	4,0	4,0	3,5	1,5	3,8	6,0	3,97	0,52
K2.W1	3,5	3,5	5,0	3,5	5,0	3,8	6,0	4,33	0,38
K2.W2	2,3	3,5	2,0	2,0	2,5	5,0	3,5	2,97	0,42
K2.W3	3,0	3,0	3,0	2,5	4,0	4,0	4,0	3,36	0,24
CTRL	4,0	4,0	3,0	4,5	2,5	6,0	6,0	4,29	0,51
F	4,0	1,0	2,5	4,0	3,0	3,5	NA	3,00	0,47

Lampiran 4c. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	2,7	5,5	6,5	2,0	NA	6,0	4,0	4,45	0,75
K1.W2	6,0	1,5	2,0	7,0	4,0	5,5	5,0	4,43	0,77
K1.W3	6,0	4,5	4,0	5,0	1,5	4,0	8,5	4,79	0,81
K2.W1	5,5	4,5	6,0	4,5	6,0	3,8	5,0	5,04	0,32
K2.W2	2,3	4,5	2,5	2,0	3,0	6,8	3,5	3,51	0,63
K2.W3	4,0	3,0	NA	NA	4,5	5,0	5,2	4,34	0,39
CTRL	4,0	5,0	3,9	5,5	3,0	9,0	6,0	5,20	0,74
F	4,5	NA	2,8	6,0	4,3	4,0	NA	4,32	0,51

Lampiran 4d. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	2,7	6,5	7,5	NA	NA	9,0	4,5	6,04	1,11
K1.W2	8,0	1,5	2,0	7,0	4,3	7,5	6,0	5,19	1,00
K1.W3	7,0	5,0	4,0	5,0	NA	4,0	9,0	5,67	0,80
K2.W1	7,0	5,0	7,5	6,0	8,0	5,0	4,0	6,07	0,56
K2.W2	2,3	6,0	2,9	NA	4,0	8,0	3,5	4,45	0,88
K2.W3	6,5	4,9	NA	NA	6,5	7,0	5,5	6,08	0,38
CTRL	4,0	5,0	3,9	5,5	3,0	9,0	6,0	5,20	0,74
F	4,5	NA	2,8	6,0	4,3	4,0	NA	4,32	0,51

Lampiran 5a. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	282,4	163,2	188,7	136,3	98,2	251,8	110,1	175,79	26,44
K1.W2	232,8	61,5	151,2	165,4	293,9	493,5	175,9	224,89	52,34
K1.W3	309,5	143,4	162,3	217,9	100,3	227,7	301,3	208,91	29,82
K2.W1	106,4	108,9	129,6	164,7	387,8	112,5	197,8	172,52	38,08
K2.W2	147,7	150,5	85,1	120,1	52,9	286,5	225,3	152,59	30,39
K2.W3	142,3	64,0	219,7	162,8	304,0	187,9	197,5	182,60	27,79
CTRL	171,8	106,0	115,9	191,5	137,8	357,4	149,5	175,69	32,31
F	240,3	59,6	136,0	170,5	82,3	165,1	147,0	142,99	22,58

Lampiran 5b. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	282,4	317,2	470,6	136,3	98,2	511,9	182,7	285,6	60,6
K1.W2	393,7	61,5	151,2	272,6	381,7	634,3	368,1	323,3	70,3
K1.W3	494,9	187,2	300,9	422,6	100,3	282,7	474,0	323,2	56,2
K2.W1	230,8	257,0	440,8	200,7	480,9	112,5	422,6	306,5	53,2
K2.W2	225,6	206,9	85,1	120,1	52,9	532,6	289,1	216,1	61,5
K2.W3	195,8	109,4	219,7	162,8	371,3	383,7	320,5	251,9	40,5
CTRL	239,2	228,9	157,7	323,1	137,8	675,6	340,0	300,3	68,8
F	406,7	81,6	158,0	243,1	82,3	165,1	NA	189,5	49,9

Lampiran 5c. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	282,4	553,6	691,4	136,3	NA	665,4	232,2	426,9	97,7
K1.W2	514,7	61,5	151,2	343,6	473,4	797,9	499,3	405,9	93,4
K1.W3	620,3	297,5	370,2	548,4	100,3	344,3	745,4	432,3	82,6
K2.W1	328,4	384,5	655,3	377,7	614,9	194,2	422,6	425,4	60,9
K2.W2	225,6	296,1	144,3	120,1	80,8	775,7	289,1	276,0	89,0
K2.W3	272,8	169,5	NA	NA	485,7	533,3	564,2	405,1	77,9
CTRL	239,2	334,8	215,2	323,1	238,5	1141,2	682,4	453,5	129,6
F	495,3	NA	158,0	367,0	152,1	165,1	NA	267,5	69,9

Lampiran 5d. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	282,4	724,0	963,0	NA	NA	857,9	232,2	611,9	149,9
K1.W2	682,5	61,5	151,2	343,6	473,4	1005,8	591,7	472,8	122,6
K1.W3	725,9	366,8	370,2	859,7	NA	344,3	920,7	597,9	109,4
K2.W1	570,4	609,7	930,5	522,7	817,6	194,2	422,6	581,1	92,2
K2.W2	225,6	405,9	144,3	NA	123,7	775,7	289,1	327,4	99,0
K2.W3	499,4	380,7	NA	NA	783,3	533,3	921,9	623,7	99,3
CTRL	239,2	490,7	392,8	477,7	338,6	1487,7	918,3	620,7	165,8
F	660,3	NA	246,0	367,0	209,5	241,4	NA	344,8	83,3

Lampiran 6a. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,0	1,00	0,22
K1.W2	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,57	0,20
K1.W3	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,14	0,14
K2.W1	1,0	1,0	1,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,14	0,26
K2.W2	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,57	0,20
K2.W3	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,14	0,26
CTRL	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,57	0,20
F	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	2,0	0,57	0,30

Lampiran 6b. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,14	0,14
K1.W2	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	1,0	0,0	1,00	0,44
K1.W3	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,14	0,14
K2.W1	1,0	1,0	1,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,14	0,26
K2.W2	2,0	1,0	1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	1,43	0,37
K2.W3	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,14	0,26
CTRL	3,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,86	0,40
F	2,0	3,0	1,0	0,0	0,0	1,0	NA	1,17	0,48

Lampiran 6c. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	3,0	1,0	1,0	2,0	NA	2,0	3,0	2,00	0,37
K1.W2	1,0	1,0	5,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,14	0,55
K1.W3	2,0	1,0	3,0	1,0	4,0	3,0	2,0	2,29	0,42
K2.W1	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,43	0,20
K2.W2	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0	2,0	5,0	2,00	0,58
K2.W3	2,0	1,0	NA	NA	1,0	1,0	1,0	1,20	0,20
CTRL	3,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,14	0,34
F	2,0	NA	1,0	0,0	0,0	1,0	NA	0,80	0,37

Lampiran 6d. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi awal pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan Ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	3,0	1,0	1,0	NA	NA	2,0	5,0	2,40	0,75
K1.W2	1,0	1,0	5,0	3,0	5,0	1,0	2,0	2,57	0,69
K1.W3	4,0	3,0	5,0	1,0	NA	5,0	3,0	3,50	0,62
K2.W1	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,71	0,29
K2.W2	3,0	1,0	1,0	NA	2,0	4,0	5,0	2,67	0,67
K2.W3	3,0	1,0	NA	NA	2,0	1,0	1,0	1,60	0,40
CTRL	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,86	0,55
F	2,0	NA	1,0	1,0	2,0	1,0	NA	1,40	0,24

Lampiran 7. Luas kurva perkembangan penyakit (LKPP) bibit kelapa sawit infeksi awal

Perlakuan	Ulangan ke-							Rerata	SEM
	1	2	3	4	5	6	7		
K1.W1	6,0	3,0	3,0	NA	NA	6,0	6,5	4,9	0,8
K1.W2	3,0	1,5	11,0	3,5	8,0	3,0	3,0	4,7	1,3
K1.W3	5,5	4,0	7,0	3,0	NA	7,0	5,0	5,3	0,7
K2.W1	3,0	3,5	3,0	6,0	1,5	6,0	5,0	4,0	0,6
K2.W2	5,0	3,0	3,0	NA	3,5	6,0	10,5	5,2	1,2
K2.W3	6,5	3,0	NA	NA	3,5	3,0	1,5	3,5	0,8
CTRL	9,0	0,5	3,0	1,5	3,0	2,0	3,5	3,2	1,0
F	5,0	NA	3,0	0,5	1,0	3,0	NA	2,5	0,8

Lampiran 8a. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	103,0	69,0	138,0	146,0	70,0	105,2	16,3
T2	112,5	63,0	92,8	167,0	91,5	105,4	17,3
CTRL	103,0	100,0	101,0	126,0	92,0	104,4	5,7
F	105,0	74,0	106,8	56,0	89,5	86,3	9,6

Lampiran 8b. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	107,0	74,0	138,0	147,0	72,5	107,7	15,6
T2	124,0	70,0	97,0	166,0	91,5	109,7	16,5
CTRL	116,0	109,0	106,0	126,0	94,2	110,2	5,3
F	112,0	86,0	102,0	77,0	88,0	93,0	6,2

Lampiran 8c. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	111,0	75,0	138,0	159,0	77,0	112,0	16,6
T2	124,0	76,0	98,0	170,0	93,0	112,2	16,4
CTRL	123,0	125,0	108,0	125,0	95,0	115,2	6,0
F	127,0	88,0	103,0	80,0	89,0	97,4	8,3

Lampiran 8d. Tinggi (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	109,0	77,0	138,0	160,0	77,0	112,2	16,5
T2	124,0	79,5	98,0	171,0	99,0	114,3	15,8
CTRL	122,5	127,0	110,5	128,0	95,0	116,6	6,2
F	123,0	89,5	109,5	80,0	89,0	98,2	7,9

Lampiran 9a. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	9,5	10,1	16,0	8,0	7,0	10,1	1,6
T2	13,0	5,5	6,0	8,0	11,0	8,7	1,4
CTRL	10,0	8,0	11,0	11,0	10,5	10,1	0,6
F	14,0	7,0	10,2	8,5	12,5	10,4	1,3

Lampiran 9b. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	9,5	12,5	16,0	9,0	7,5	10,9	1,5
T2	13,0	6,5	7,0	10,0	10,0	9,3	1,2
CTRL	9,0	8,5	13,0	11,5	8,0	10,0	1,0
F	14,0	8,5	13,0	9,0	13,5	11,6	1,2

Lampiran 9c. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	10,0	13,0	16,0	9,0	7,5	11,1	1,5
T2	13,5	7,0	7,5	11,0	12,0	10,2	1,3
CTRL	12,0	12,0	13,0	13,0	10,5	12,1	0,5
F	27,0	9,0	14,0	10,5	14,5	15,0	3,2

Lampiran 9d. Lingkar batang (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	11,0	13,0	16,0	9,5	8,0	11,5	1,4
T2	14,0	7,5	9,5	11,0	13,0	11,0	1,2
CTRL	13,0	12,0	15,0	13,5	10,5	12,8	0,8
F	17,0	10,0	14,0	10,5	15,0	13,3	1,3

Lampiran 10a. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	3266,4	1932,1	5252,6	3858,1	1343,2	3130,5	695,8
T2	4263,7	931,5	1496,9	3557,0	2552,7	2560,4	619,6
CTRL	2221,4	2669,9	3015,2	3789,9	2787,2	2896,7	258,0
F	3801,6	1598,0	3018,5	1671,4	2806,7	2579,2	419,9

Lampiran 10b. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	4071,1	2638,9	6374,6	3858,1	1765,0	3741,5	780,3
T2	4263,7	1621,5	2096,8	4642,7	3124,7	3149,9	588,0
CTRL	3706,4	3376,1	3516,8	4429,8	2787,2	3563,3	265,6
F	4577,1	2036,6	3608,4	2017,9	2806,7	3009,3	489,2

Lampiran 10c. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	4071,1	2638,9	6374,6	4528,0	1765,0	3875,5	796,7
T2	4907,2	1621,5	2096,8	5550,2	3514,1	3538,0	764,0
CTRL	3706,4	4169,2	4264,8	4429,8	3255,8	3965,2	214,2
F	5527,5	2036,6	3608,4	2017,9	3353,4	3308,7	644,2

Lampiran 10d. Luas daun (cm) bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	4071,1	2638,9	7315,1	4528,0	2227,0	4156,0	898,6
T2	4907,2	1621,5	2830,7	5550,2	3783,6	3738,7	705,5
CTRL	4414,8	5049,2	4264,8	4429,8	3255,8	4282,9	289,9
F	5527,5	2036,6	4251,9	2492,2	3353,4	3532,3	626,5

Lampiran 11a. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan pertama

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	2,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,4	0,4
T2	2,0	4,0	0,0	4,0	2,0	2,4	0,7
CTRL	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,2	0,2
F	3,0	2,0	2,0	4,0	4,0	3,0	0,4

Lampiran 11b. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-dua

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,6	0,2
T2	2,0	4,0	0,0	4,0	3,0	2,6	0,7
CTRL	4,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,4	0,2
F	4,0	3,0	2,0	4,0	4,0	3,4	0,4

Lampiran 11c. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-tiga

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8	0,2
T2	2,0	4,0	2,0	4,0	3,0	3,0	0,4
CTRL	4,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,4	0,2
F	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8	0,2

Lampiran 11d. Skor penyakit bibit kelapa sawit infeksi lanjut pada pengamatan bulan ke-empat

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0
T2	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8	0,2
CTRL	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,8	0,2
F	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,8	0,2

Lampiran 12. Luas kurva perkembangan penyakit (LKPP) bibit kelapa sawit infeksi lanjut

Perlakuan	Ulangan ke-					Rerata	SEM
	1	2	3	4	5		
T1	8,0	10,0	9,5	12,0	13,0	10,5	0,9
T2	8,0	12,0	6,5	12,0	10,0	9,7	1,1
CTRL	9,5	10,5	8,0	10,5	9,0	9,5	0,5
F	11,5	10,0	9,5	11,0	11,0	10,6	0,4