

**PENGARUH APLIKASI ASAP CAIR DAN *Trichoderma* sp. TERHADAP
PENYAKIT BUSUK BATANG (*Botryodiplodia theobromae* L.) PADA
BIBIT JERUK**

(Skripsi)

Oleh

**Dhimas Febriansyah
2114191006**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**PENGARUH APLIKASI ASAP CAIR DAN *Trichoderma* sp. TERHADAP
PENYAKIT BUSUK BATANG (*Botryodiplodia theobromae* L.) PADA
BIBIT JERUK**

(Skripsi)

Oleh

DHIMAS FEBRIANSYAH

Skripsi

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

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI ASAP CAIR DAN *Trichoderma* sp. TERHADAP PENYAKIT BUSUK BATANG (*Botryodiplodia theobromae* L.) PADA BIBIT JERUK

Oleh

Dhimas Febriansyah

Busuk batang adalah penyakit yang memengaruhi bibit maupun tanaman jeruk di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asap cair berbahan tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. terhadap penghambatan koloni *Botryodiplodia theobromae* secara *in vitro* dan pengaruh aplikasi asap cair tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. terhadap busuk batang jeruk. Penelitian ini meliputi uji *in vitro* dan *in vivo* yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Setiap perlakuan (konsentrasi asap cair dan aplikasi *Trichoderma* sp.) diulang tiga kali, dengan dua bibit jeruk per ulangan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5%. Hasil *in vitro* menunjukkan inhibisi pertumbuhan koloni *B. theobromae* sebesar 16%-100% bergantung konsentrasi asap cair (1%-5%) baik secara tunggal maupun dengan *Trichoderma* sp. Pada uji *in vivo*, asap cair dan *Trichoderma* sp. dapat menurunkan keterjadian penyakit busuk batang 50% hingga 100% pada konsentrasi 1%, 2%, dan 3%.

Kata Kunci: Asap cair, bibit jeruk, *Botryodiplodia theobromae*, busuk batang, *Trichoderma* sp.

Judul Skripsi

**: PENGARUH APLIKASI ASAP CAIR DAN
Trichoderma sp. TERHADAP PENYAKIT
BUSUK BATANG (*Botryodiplodia theobromae*
L.) PADA BIBIT JERUK**

Nama Mahasiswa

: Dhimas Febriansyah

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114191006

Jurusan

: Proteksi Tanaman

Fakultas

: Pertanian



Suskandini Ratih D.

Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.
NIP 196105021987072001

Titik Nur Aeny

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

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

Tri Maryono

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.

Suskandini Ratih D.

Sekretaris : Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.

Titik Nur Aeny

Penguji

Bukan Pembimbing: Dr. Ivayani, S.P., M.Si.

Ivayani

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Desember 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH APLIKASI ASAP CAIR DAN *Trichoderma* sp. TERHADAP PENYAKIT BUSUK BATANG (*Botryodiplodia theobromae* L.) PADA BIBIT JERUK”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil Salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 Februari 2026
Penulis



Dhimas Febriansyah
NPM 2114191006

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Dhimas Febriansyah lahir di Kalipapan tanggal 14 Februari 2003. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Muhammad Adib dan Ibu Hartini. Penulis mengawali Pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) IKI PTPN 7 Kalipapan pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan Pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Kalipapan, Kecamatan Negeri Agung, Kabupaten Way Kanan dan lulus pada tahun 2015. Penulis menyelesaikan Pendidikan di SMP Negeri 3 Negeri Agung pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Negeri Agung yang selesai pada tahun 2021. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2021, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif sebagai anggota bidang DIKLATA pada organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) periode 2022-2024. Sebagai wujud pengabdian kepada masyarakat, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Wiratama, Kecamatan Penawar Tama, Kabupaten Tulang Bawang pada bulan Januari-Februari 2024. Untuk mengasah dan meningkatkan kemampuan sebagai mahasiswa pertanian, penulis melaksanakan praktik umum (PU) di Great Giant Foods, Lampung Tengah pada bulan Juli-Agustus 2024.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirahim

***Puji syukur kepada Allah SWT, yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang.
Kupersembahkan kepada Keluarga tersayang
Bapak Muhammad Adib Ibu Hartini, dan kakak Rizki Ichwani yang telah
memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis hingga berhasil
meraih gelar Sarjana Pertanian.***

***Almamater tercinta
Universitas Lampung***

MOTTO

***“Dia yang tidak cukup berani untuk mengambil resiko, tidak akan mencapai
apapun dalam hidup. Nothing is Impossible”***

Muhammad Ali

***“Bahkan yang terhebat dulunya adalah seorang pemula. Jangan takut mengambil
langkah pertamamu”***

Muhammad Ali

SANWACANA

Alhamdulillah hirabbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung,
2. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung,
3. Ibu Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P. selaku pembimbing utama yang telah memberikan arahan, motivasi, bimbingan serta saran dan masukan, dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi,
4. Ibu Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
5. Ibu Dr. Ivayani, S.P., M.Si selaku penguji yang telah memberikan nasihat, saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik,
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., IPU. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu, motivasi, bimbingan, semangat dan masukan kepada penulis,

7. Kedua orang tua penulis, Bapak Muhammad Adib dan Ibunda Hartini yang selalu memberikan kasih sayang, doa, pengorbanan, motivasi, semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik,
8. Abang Rizki Ichwani yang telah memberikan semangat dan dukungannya,
9. Untuk Zakiatun Nafsiyah yang menjadi penyemangat paling depan bagi penulis. Menemani dan memberikan kesenangan serta kebahagiaan kepada penulis selama masa sulit, serta turut ambil bagian pada waktu penulis memulai proposal sampai dengan selesai penelitian ini,
10. Teman-teman Proteksi Tanaman angkatan 2021 segala cerita indah semasa kuliah dalam menjalani perkuliahan hingga menulis skripsi. Terimakasih

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas semua bantuan, bimbingan, doa dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis. Amiiinnn.

Bandar Lampung, 16 Februari 2026
Penulis

Dhimas Febriansyah
NPM. 2114191006

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Jeruk Keprok (<i>Citrus reticulata</i> Blanco.)	6
2.2 Busuk Batang Jeruk	7
2.3 Asap Cair Tempurung Kelapa	9
2.4 <i>Trichoderma</i> sp.	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat.....	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Penelitian	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.4.1 Pembuatan Media <i>Potato Succrose Agar</i> (PSA)	14
3.4.2 Peremajaan <i>Trichoderma</i> sp.	14
3.4.3 Peremajaan Patogen <i>B. theobromae</i>	14
3.4.4 Konfirmasi Patogenesitas <i>B. theobromae</i>	14
3.4.5 Uji Efektivitas Asap Cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>B. theobromae</i> secara <i>in vitro</i>	15
3.4.6 Uji Efektivitas Asap Cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap penyakit busuk batang secara <i>in vivo</i>	16
3.5 Pengamatan.....	16
3.5.1 Pengamatan uji <i>in vitro</i>	16
3.5.2 Pengamatan uji <i>in vivo</i>	17

3.5.3 Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil Penelitian.....	20
4.1.1 Konfirmasi Patogenesitas <i>B. theobromae</i>	20
4.1.2 Uji Efektivitas Asap Cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>B. theobromae</i> secara <i>in vitro</i>	20
4.1.3 Uji Efektivitas Asap Cair dan <i>Trichoderma</i> sp. penyakit busuk batang secara <i>in vivo</i>	23
4.2 Pembahasan	29
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Simpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Nilai (skor) penyakit blendok berdasarkan luas gejala	18
2. Pengaruh perlakuan asap cair dan kombinasi <i>Trichoderma</i> sp. terhadap diameter koloni <i>B. theobromae</i> secara <i>in vitro</i>	21
3. Persentase hambatan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>B. theobromae</i>	25
4. Pengaruh perlakuan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap keterjadian penyakit secara <i>in vivo</i>	26
5. Pengaruh perlakuan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap keparahan penyakit secara <i>in vivo</i>	27
6. Pengaruh perlakuan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap tinggi bibit jeruk	28
7. Pengaruh perlakuan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap diameter batang bibit jeruk.....	28
8. Rekapitulasi keunggulan perlakuan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp	38
9. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 1 HSI.....	38
10. Hasil analisis ragam pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 1 HSI.....	39
11. Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap pertumbuhan diameter <i>B. theobromae</i> 1 HSI.....	39
12. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 2 HSI.....	40
13. Hasil analisis ragam pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 2 HSI.....	40
14. Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap pertumbuhan diameter <i>B. theobromae</i> 2 HSI.....	41
15. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 3 HSI.....	41
16. Hasil analisis ragam pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 3 HSI.....	42

17.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap pertumbuhan diameter <i>B. theobromae</i> 3 HSI.....	42
18.	Hasil uji homogenesitas pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 4 HSI.....	43
19.	Hasil analisis ragam pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 4 HSI.....	43
20.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap pertumbuhan diameter <i>B. theobromae</i> 4 HSI.....	44
21.	Hasil uji homogenesitas pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 5 HSI.....	44
22.	Hasil analisis ragam pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 5 HSI.....	45
23.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap pertumbuhan diameter <i>B. theobromae</i> 5 HSI.....	45
24.	Hasil uji homogenesitas pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 6 HSI.....	46
25.	Hasil analisis ragam pertumbuhan diameter koloni <i>B. theobromae</i> 6 HSI.....	46
26.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap pertumbuhan diameter <i>B. theobromae</i> 6 HSI.....	47
27.	Hasil homogenesitas persentase hambatan pada 1 HSI.....	47
28.	Hasil analisis ragam persentase hambatan pada 1 HSI	48
29.	Hasil uji BNT 5% persentase hambatan pada 1 HSI.....	48
30.	Hasil homogenesitas persentase hambatan pada 2 HSI.....	49
31.	Hasil analisis ragam persentase hambatan pada 2 HSI	49
32.	Hasil uji BNT 5% persentase hambatan pada 2 HSI.....	50
33.	Hasil homogenesitas persentase hambatan pada 3 HSI.....	50
34.	Hasil analisis ragam persentase hambatan pada 3 HSI	51
35.	Hasil uji BNT 5% persentase hambatan pada 3 HSI.....	51
36.	Hasil homogenesitas persentase hambatan pada 4 HSI.....	52
37.	Hasil analisis ragam persentase hambatan pada 4 HSI	52
38.	Hasil uji BNT 5% persentase hambatan pada 4 HSI.....	53
39.	Hasil homogenesitas persentase hambatan pada 5 HSI.....	53
40.	Hasil analisis ragam persentase hambatan pada 5 HSI	54
41.	Hasil uji BNT 5% persentase hambatan pada 5 HSI.....	54
42.	Hasil homogenesitas persentase hambatan pada 6 HSI.....	55

43. Hasil analisis ragam persentase hambatan pada 6 HSI.....	55
44. Hasil uji BNT 5% persentase hambatan pada 6 HSI	56
45. Hasil homogenesitas keparahan penyakit busuk batang minggu ke-1....	56
46. Hasil transformasi keparahan penyakit busuk batang minggu ke-1	56
47. Hasil analisis ragam keparahan penyakit busuk batang minggu ke-1	57
48. Hasil uji BNT 5% keparahan penyakit busuk batang minggu ke-1	57
49. Hasil homogenesitas keparahan penyakit busuk batang minggu ke-2....	58
50. Hasil transformasi data keparahapenyakit busuk batang minggu ke-2...	58
51. Hasil analisis ragam keparahan penyakit busuk batang minggu ke-2	59
52. Hasil uji BNT 5% keparahan penyakit busuk batang minggu ke-2	59
53. Hasil homogenesitas keparahan penyakit busuk batang minggu ke-3....	59
54. Hasil transformasi keparahan penyakit busuk batang minggu ke-3	60
55. Hasil analisis ragam keparahan penyakit busuk batang minggu ke-3	61
56. Hasil uji BNT 5% keparahan penyakit busuk batang minggu ke-3	61
57. Hasil homogenesitas keparahan penyakit busuk batang minggu ke-4....	62
58. Hasil transformasi keparahan penyakit busuk batang minggu ke-4	62
59. Hasil analisis ragam keparahan penyakit busuk batang minggu ke-4	63
60. Hasil uji BNT 5% keparahan penyakit busuk batang minggu ke-4	63
61. Hasil homogenesitas keparahan penyakit busuk batang minggu ke-5....	64
62. Hasil transformasi keparahan penyakit busuk batang minggu ke-5	64
63. Hasil analisis ragam keparahan penyakit busuk batang minggu ke-5	65
64. Hasil uji BNT 5% keparahan penyakit busuk batang minggu ke-5	65
65. Hasil homogenesitas keparahan penyakit busuk batang minggu ke-6....	66
66. Hasil transformasi keparahan penyakit busuk batang minggu ke-6	66
67. Hasil analisis ragam keparahan penyakit busuk batang minggu ke-6	66
68. Hasil uji BNT 5% keparahan penyakit busuk batang minggu ke-6	67
69. Hasil homogenesitas keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-1 ..	67
70. Hasil homogenesitas keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-2 ..	68
71. Hasil analisis ragam keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-2 ...	68
72. Hasil uji BNT 5% keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-2	68
73. Hasil homogenesitas keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-3 ..	69
74. Hasil analisis ragam keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-3 ...	69

75. Hasil uji BNT 5% keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-3.....	69
76. Hasil homogenesitas keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-4 ..	70
77. Hasil analisis ragam keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-4 ...	70
78. Hasil uji BNT 5% keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-4.....	70
79. Hasil homogenesitas keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-5 ..	71
80. Hasil analisis ragam keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-5 ...	71
81. Hasil uji BNT 5% keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-5.....	72
82. Hasil homogenesitas keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-6 ..	72
83. Hasil analisis ragam keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-6 ...	73
84. Hasil uji BNT 5% keterjadian penyakit busuk batang minggu ke-6.....	73
85. Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman jeruk	74
86. Hasil rata-rata diameter batang jeruk	74
87. Hasil homogenesitas persentase hambatan pada 6 HSI	75
88. Hasil transformasi data persentase hambatan pada 6 HSI	76
89. Hasil analisis ragam persentase hambatan pada 6 HSI	76
90. Hasil uji BNT 5% persentase hambatan pada 6 HSI	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Tata letak penelitian	13
2. Peletakan biakan <i>B. theobromae</i> dan <i>Trichoderma</i> sp. pada uji metode <i>dual culture</i>	15
3. Gejala penyakit pada batang bibit jeruk pada 10 hari inkubasi.....	20
4. Pengaruh perlakuan pada media PSA	22
5. Diagram Pengaruh perlakuan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap persentase hambatan koloni <i>B. theobromae</i> secara <i>in vitro</i>	23
6. Pengaruh perlakuan asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap masa inkubasi busuk batang secara <i>in vivo</i> (hari).	24
7. Performa bibit jeruk pada perlakuan konsentrasi asap cair dan <i>Trichoderma</i> sp.	29

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jeruk keprok (*Citrus reticulata* Blanco.) merupakan tanaman hortikultura tahunan yang berasal dari Asia dan sudah lama tumbuh di Indonesia (Syaifullah, 2020). Permintaan akan komoditas jeruk sangat tinggi karena menjadi salah satu buah yang paling banyak diminati di Indonesia. Selain itu, jeruk memiliki rasa yang segar, mengandung vitamin C, daya jual, serta nilai ekonomi yang tinggi. Pemanfaatan jeruk di dalam negeri lebih difokuskan untuk keperluan konsumsi rumah tangga, supermarket, hotel, restoran, dan industri olahan.

Indonesia memiliki potensi untuk memenuhi permintaan jeruk baik domestik maupun ekspor. Badan Pusat Statistik (2023) mencatat bahwa produksi jeruk keprok di Lampung pada tahun 2022 mencapai 72.777 ton. Namun demikian, tingkat produksi jeruk keprok ini menurun sebesar 9,90% dibandingkan pada tahun 2021 produksi jeruk keprok mencapai 79.981 ton. Salah satu faktor utama yang menjadi penyebab menurunnya tingkat produksi jeruk adalah adanya serangan patogen penyebab penyakit tanaman.

Salah satu penyakit tanaman jeruk adalah penyakit kulit diplodia yang disebabkan oleh *Botryodiplodia theobromae*. Diplodia (blendok) adalah penyakit utama yang dapat menyebabkan kematian pada batang dan cabang tanaman jeruk (Puja dkk., 2019). Retnosari dkk. (2014) menuliskan bahwa busuk batang menyebabkan daun, bunga, dan buah mengering dan rontok pada semua stadium pertumbuhan tanaman baik pada fase pembibitan maupun di lapangan.

B. theobromae adalah patogen yang menyerang tanaman jeruk mulai dari fase pembibitan hingga tanaman dewasa yang sudah berproduksi (Triasih dkk., 2022). Jamur ini menyebabkan gejala berupa blendok berwarna kuning yang keluar dari batang atau cabang besar. Kulit batang yang sakit akan terkelupas, dan penyakit akan terus berkembang sehingga pada kulit batang terjadi luka yang tidak teratur, meluas dan masuk ke dalam jaringan kayu (Javandira dkk., 2023). Sinaga dkk. (2009) melaporkan bahwa beberapa kebun di sentra jeruk di Indonesia mengalami busuk batang gumosis dan mati kering yang disebabkan oleh *B. theobromae* sehingga menyebabkan penurunan produktivitas jeruk hingga 53.9%. Pengendalian penyakit busuk batang jeruk perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya penurunan hasil produksi tanaman.

Fungisida Mankozeb 80% sering digunakan untuk pengendalian busuk batang jeruk. Akan tetapi, penggunaan fungisida sintetik secara terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif seperti kerusakan lingkungan dan meninggalkan residu. Residu ini tidak hanya berbahaya bagi kesehatan manusia, tetapi juga dapat menurunkan keanekaragaman mikroba tanah. Penggunaan berlebihan juga mempengaruhi biomassa jamur tanah, memicu resistensi patogen, serta hilangnya mikroorganisme bermanfaat yang penting untuk keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, penting untuk mencari alternatif pengendalian yang ramah lingkungan tetapi efektif dalam menangani penyakit busuk batang pada tanaman jeruk. Alternatif pengendalian yang dapat digunakan adalah penggunaan pestisida nabati asap cair tempurung kelapa dan agen antagonis *Trichoderma* sp.

Indonesia memiliki perkebunan kelapa yang cukup luas. Namun demikian, limbah tempurung kelapa yang dihasilkan kebun tersebut tidak dimanfaatkan dengan baik. Limbah tempurung kelapa memiliki potensi besar yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber asap cair. Asap cair tempurung kelapa diperoleh melalui proses destilasi atau kondensasi uap, dari proses tersebut akan menghasilkan senyawa fenol dan asam organik. Menurut Andy dkk. (2021) asap cair tempurung kelapa memiliki sifat antijamur dan antibakteri karena mengandung senyawa fenol. Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa tidak hanya mengurangi masalah limbah

organik, tetapi juga menjadi solusi upaya pengendalian penyakit busuk batang jeruk.

Pengendalian hayati menggunakan agen antagonis juga merupakan cara pengendalian yang ramah lingkungan. Salah satu jamur antagonis yang banyak digunakan adalah *Trichoderma* sp. Mujib dkk. (2018) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan dalam mengurangi kejadian penyakit secara langsung melalui mekanisme parasitisme, sedangkan secara tidak langsung melalui kompetisi ruang dan nutrisi. Menurut Sundari dkk. (2014) *Trichoderma* sp. mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *B. theobromae* mencapai persentase 100%. Penggunaan asap cair dan *Trichoderma* sp. diharapkan mampu menekan patogen *B. theobromae*, juga mampu menjaga kesehatan tanaman jeruk.

1.2 Tujuan penelitian

Berdasarkan latar belakang, maka tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui efektivitas asap cair tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. dalam menekan pertumbuhan patogen *B. theobromae* secara *in vitro*,
2. Mengetahui efektivitas asap cair tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. dalam menekan pertumbuhan penyakit busuk batang jeruk secara *in vivo*, dan
3. Mengetahui efektivitas asap cair tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan pertumbuhan bibit jeruk.

1.3 Kerangka Pemikiran

Produksi jeruk mengalami banyak kendala, salah satunya adanya patogen yang menginfeksi jeruk (Puspito dkk., 2018). Patogen yang biasanya menginfeksi tanaman jeruk salah satunya *B. theobromae*. Patogen ini mampu menyerang pada bagian batang dan cabang tanaman jeruk. Tanda infeksi patogen berupa cairan atau gom berwarna kuning emas yang keluar dari batang dan cabang (Sundari dkk., 2014).

Penggunaan fungisida sintetis saat ini sudah banyak digunakan untuk mengendalikan patogen yang menginfeksi tanaman jeruk, oleh karena itu perlu dikurangi untuk menjaga keberlanjutan pertanian dan kesehatan lingkungan. Penggunaan bahan organik dan agensia hayati dapat digunakan untuk mengurangi residu yang dihasilkan akibat penggunaan fungisida sintetis. Salah satu bahan organik penghasil asap cair adalah tempurung kelapa. Menurut Darmadji (1999) dalam Amperawati dkk. (2012) Asap cair tempurung kelapa memiliki kelebihan dalam menghambat pertumbuhan patogen. Asap cair mengandung senyawa fenol, asam, dan karbonil yang memiliki pengaruh dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Pengendalian penyakit tanaman dengan menggunakan asap cair mulai diaplikasikan di beberapa tanaman. Aisyah dkk. (2013) menyatakan bahwa penggunaan asap cair dengan konsentrasi 7% efektif menghambat pertumbuhan *Colletotrichum gleosporoides* dan *Fusarium oxysporum*. Pada penelitian (Melani D, 2020) juga menyatakan bahwa penggunaan asap cair dengan konsentrasi 3%, 5%, dan 7% dapat menghambat jamur *Colletotrichum capsici* sebesar 100%. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin tinggi kandungan fenol yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Asap cair yang dihasilkan dari pemanasan bahan serat tempurung kelapa menyebabkan penghambatan pertumbuhan paling tinggi, sehingga dapat digunakan untuk uji secara *in-vitro* dan *in-vivo*. Asap cair berbahan baku dari tempurung kelapa memiliki kemampuan sebagai antifungi karena mengandung senyawa fungsional seperti fenol, asam organik dan alkohol.

Pemanfaatan agen hayati *Trichoderma* sp. dapat digunakan sebagai agen yang bersifat antagonis. Menurut penelitian Agustina dkk. (2019) *Trichoderma* dapat menghambat jamur patogen seperti *Botryodiplodia* sp., *C. capsici*., dan *Fusarium* sp. yang menyebabkan penyakit pada tanaman. Agustina dkk. (2019) Menyatakan bahwa jamur antagonis *Trichoderma* sp. berpotensi menghambat jamur patogen *B. theobromae* penyebab busuk batang tanaman jeruk sebesar 78,67% secara *in vitro*.

1.4 Hipotesis

1. Asap cair tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. efektif menekan pertumbuhan patogen *B. theobromae* secara *in vitro*,
2. Asap cair tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. mampu menurunkan intensitas penyakit busuk batang jeruk secara *in vivo*, dan
3. Asap cair tempurung kelapa dan *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan bibit jeruk.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jeruk Keprok (*Citrus reticulata* Blanco.)

Jeruk Keprok termasuk dalam kelompok jeruk keprok terigas. Sudah ratusan tahun yang lalu, jeruk tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Tanaman jeruk yang ada di Indonesia merupakan peninggalan orang belanda yang mendatangkan jeruk manis dan keprok dari Amerika dan Itali (Indah dkk., 2022). Menurut *Integrated Taxonomic System* (IT IS, 2021) Klasifikasi tanaman jeruk siam adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Sapindales
Family	: Rutaceae
Genus	: Citrus L.
Spesies	: <i>Citrus reticulata</i> Blanco.

Batang jeruk keprok mampu tumbuh mencapai 2 meter jika tidak dilakukan pemangkasan. Warna batangnya kecoklatan, bercabang dan ranting berwarna coklat kehijauan. Permukaan kulit nampak kasar (Kanisius, 1994). Semua jenis jeruk batangnya ditumbuhi mata tunas. Titik tumbuh tunas air terletak pada ujungnya dan terdapat bintil-bintil bakal daun, sedangkan dibagian atasnya terdapat bakal cabang. Semakin jauh dari pucuk batang, sel-sel tunas akan bertambah besar (Suhaeni, 2017).

Daun jeruk berwarna hijau cerah dan terkesan tebal, jika daun diperas akan menimbulkan aroma sesuai dengan jenis jeruknya. Tulang daun berbentuk menyirip beraturan, tetapi juga ada yang berselang-seling. Tepi daun bergerigi dengan ukuran gerigi ada yang besar dan ada yang kecil. Permukaan daun sekilas terlihat mengkilap, karena dilapisi kutikula yang mengandung pektin sehingga tetesan air hujan cepat meluncur (Putri, 2012). Buah jeruk memiliki daging yang berair dan kaya akan vitamin C. Buah jeruk memiliki karakter tertentu, seperti bentuk buah, ukuran buah, ukuran biji, rasa, dan sebagainya. Tangkai buahnya rata-rata besar dan pendek. Kulit buah ada yang tebal dan ada yang tipis. Dinding kulit buah jeruk berpori-pori, dan terdapat kelenjar-kelenjar yang berisi pectin (Adlini dkk., 2020).

Tanaman jeruk dapat tumbuh di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi. Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Naharsari (2007), menyatakan bahwa jeruk tumbuh pada suhu normal antara 20° C-30°C, untuk jenis jeruk keprok memerlukan suhu 20° C. Curah hujan antara 1.990-2.400mm/tahun dengan curah hujan minimum 1.270mm. Kelembapan optimal untuk pertumbuhan jeruk berkisar 70-80%.

2.2 Busuk Batang Jeruk

Penyakit busuk batang atau dikenal juga dengan penyakit diplodia atau penyakit blendok merupakan penyakit tanaman jeruk di Indonesia (Balitjestro 2014). Penyakit busuk batang disebabkan oleh *B. theobromae*. Penyakit ini dapat mengakibatkan kematian pada tanaman. *B. theobromae* menginfeksi batang tanaman sehingga mengganggu proses fotosintesis dan dengan begitu mengakibatkan penurunan produktifitas tanaman (Agustina dkk., 2019). *B. theobromae* memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Dothideomycetes
Ordo	: Botryosphaeriales

Family : Botryosphaeriaceae
 Genus : Botryodiplodia
 Spesies : *Botryodiplodia theobromae*

Gejala khas serangan *B. theobromae* pada bibit jeruk ditandai dengan blendok berwarna kuning keemasan yang keluar dari bagian batang atau cabang, kulit yang terserang mengering, dan mengelupas. Jamur patogen tumbuh diantara kulit dan kayu yang merusak kambium. Seiring berjalannya waktu menimbulkan luka yang tidak teratur yang akan melingkari batang atau cabang tanaman jeruk sehingga dapat menyebabkan kematian tanaman (Satrah dkk., 2023). Penyakit busuk batang dapat diketahui dengan mudah apabila tanaman sudah bereaksi terhadap serangan *B. theobromae* dengan mengeluarkan substansi pertahanan tanaman berupa blendok.

Menurut Retnosari (2014) koloni *B. theobromae*. pada awalnya berwarna putih dan pertumbuhannya aerial, namun setelah hari ke-4 miselium menjadi abu-abu sampai kehitaman dan setelah 7 atau 8 hari menjadi berwarna hitam. Konidium berwarna hialin, dindingnya terdiri atas dua lapisan, berbentuk granular tidak bersekat. Konidium matang berwarna cokelat, dinding sel hanya satu lapisan dan memiliki satu sekat sehingga membentuk dua sel. Ukuran konidium bervariasi dengan panjang 18.8 – 31.9 μm dan lebar 11.3 – 18.8 μm .

Patogen *B. theobromae* yang menginfeksi tanaman jeruk tersebar di seluruh Indonesia yang menyebabkan penurunan produktivitas jeruk sebesar 53.9% (Sinaga dkk., 2009). Beberapa metode pengendalian telah dilakukan oleh petani untuk menekan pertumbuhan patogen busuk batang jeruk, salah satunya menggunakan fungisida kimia. Namun penggunaan fungisida secara terus-menerus dapat mengakibatkan banyak kerugian seperti residu kimia yang terakumulasi di badan tumbuhan, tanah, air dan hewan (Waahidaturrahmah dkk., 2024). Pengendalian secara hayati dapat digunakan dalam upaya mengurangi residu akibat penggunaan pestisida kimia (Agustina dkk., 2019).

2.3 Asap Cair Tempurung Kelapa

Asap cair tempurung kelapa merupakan hasil kondensasi yang diperoleh melalui proses pirolisis pada suhu sekitar 400°C. Tempurung kelapa banyak digunakan dalam pembuatan asap cair karena komposisi kayu keras yang terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa (Megasari, 2020). Asap cair yang dihasilkan dari tempurung kelapa mengandung sejumlah besar senyawa kelompok fenol, karbonil, dan asam (Indiarto dkk., 2012). Senyawa-senyawa tersebut berperan sebagai antimikroba, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengendalian penyakit tanaman (Mugiastuti dan Manan, 2009).

Proses pembuatan asap cair tempurung kelapa melalui 3 proses yaitu pirolisis, kondensasi, dan redistilasi. Tempurung kelapa kering dibersihkan dan dipotong kecil-kecil menjadi bahan utama pembuatan asap cair. Proses pirolisis atau pembakaran tempurung kelapa dilakukan selama 8 jam. Setelah proses pembakaran, asap melewati kondensor yang berupa koil dengan bentuk melingkar yang terpasang pada bak pendingin berisi air, dan menghasilkan asap cair. Tahap kondensasi menghasilkan asap cair *grade 3*, *grade 2*, dan *grade 1*. Proses redistilasi dilakukan untuk memurnikan asap cair, proses ini membutuhkan waktu 30 menit untuk mencapai suhu 90°C (Chikita dkk., 2021).

Pemanfaatan asap cair sebagai bahan biopestisida alami lebih ramah lingkungan karena bersifat mudah terurai. Efek antimikroba asam dari asap cair, diduga secara langsung dapat mengasamkan sitoplasma, merusak tegangan permukaan membran dan hilangnya transport aktif makanan melalui membran sehingga menyebabkan destabilisasi bermacam-macam fungsi dan struktur komponen sel (Ray dan Sandine. 1993).

Asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 5% dan 10% dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan *Phytophthora palmivora* pada kakao secara *in vivo* (Yunita dkk., 2018). Asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 1% dilaporkan dapat membunuh atau menghambat *C. gleosporioides* secara *in vivo* pada buah pepaya (Retnowati, 2007). Zuanif dkk. (2019) juga melaporkan bahwa asap cair konsentrasi 3% menghambat *Colletotrichum capsici* secara *in vivo*.

2.4 *Trichoderma* sp.

Karakteristik *Trichoderma* sp. secara makroskopis memiliki koloni berwarna hijau tua dengan gradasi cincin konsentrasi hijau muda, koloni di sisi sebaliknya berwarna putih kehijauan dengan tekstur koloni seperti kapas dan kasar, serta memiliki zona pertumbuhan melingkari. Karakter mikroskopis *Trichoderma* sp. menunjukkan hifa bersepta, memiliki konidiofor hialin, bercabang, dan memiliki ukuran konidiofor 2,61 μm dan memiliki fialid berbentuk oval, berlengan pendek berukuran 3,29 μm (Kumala dkk., 2023). Menurut Sriwati (2017), klasifikasi *Trichoderma* sp. sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Amastigomycota
Kelas	: Deutromycetes
Ordo	: Moniliales
Family	: Moniliceae
Genus	: <i>Trichoderma</i>
Spesies	: <i>Trichoderma</i> spp.

Trichoderma sp. merupakan jamur saprofit tanah yang secara alami menjadi antagonis bagi jamur patogen dan bersifat merugikan bagi tanaman, Dwiastuti. (2022) melaporkan bahwa uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *B. theobromae* menunjukkan potensi penghambatan sebesar 41,47% - 98,02%. *Trichoderma* sp. mampu memarasit jamur patogen dan bersifat antagonis, karena kemampuannya dalam mematikan atau menghambat pertumbuhan cendawan lain. Mekanisme antagonis yang dilakukan *Trichoderma* sp. adalah berupa kompetitor ruang maupun nutrisi, parasitisme, antibiosis mengeluarkan etanol yang bersifat racun bagi patogen, dan sebagai mikroparasit (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

Menurut Purwantisari dan Hastuti (2009), *Trichoderma* sp. berperan dalam melindungi tanaman terhadap patogen dan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Selain memiliki kemampuan sebagai agen antagonis, *Trichoderma* sp. juga banyak dimanfaatkan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman seperti yang dinyatakan oleh Afitin dan Darmanti (2009) bahwa penggunaan *Trichoderma* sp.

sebagai stimulator pada pengomposan bahan organik mampu memberikan efektivitas yang baik dalam meningkatkan produksi tanaman.

Trichoderma sp. merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat berperan sebagai *plant growth-promoting fungi* (PGPF) dengan merangsang pertumbuhan tanaman. Dampak utama dari PGPF ini dapat dilihat pada pertumbuhan tanaman, kualitas, dan produktivitas. Selain itu, *Trichoderma* sp. dapat memicu pembentukan hormon endogen tanaman, seperti hormon auksin, giberelin, Asam Indolasetat (IAA), yang sangat baik untuk tanaman.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penyakit Tanaman dan rumah kaca Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2025.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu *Laminar Air Flow* (LAF), bunsen, cawan petri, scapel, spatula, pinset, jarum ose, bor gabus, *autoclave*, timbangan digital, erlenmeyer, vortex, tabung reaksi, mikroskop, kaca preparat, *cover glass*, gelas ukur, mikropipet, *hemocytometer*. Bahan yang digunakan yaitu kentang, sukrosa, agar batang, asap cair tempurung kelapa, bibit jeruk keprok siam, isolat *B. theobromae* dan *Trichoderma* sp.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 12 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 48 satuan percobaan. Perlakuan yang diberikan sebagai berikut:

1. A_0T_0 = Kontrol
2. A_0T_1 = *Trichoderma* sp.
3. A_1T_0 = Asap cair 1% tanpa *Trichoderma* sp.
4. A_1T_1 = Asap cair 1% dengan *Trichoderma* sp.
5. A_2T_0 = Asap cair 2% tanpa *Trichoderma* sp.
6. A_2T_1 = Asap cair 2% dengan *Trichoderma* sp.

7. A3T0= Asap cair 3% tanpa *Trichoderma* sp.
8. A3T1= Asap cair 3% dengan *Trichoderma* sp.
9. A4T0= Asap cair 4% tanpa *Trichoderma* sp.
10. A4T1= Asap cair 4% dengan *Trichoderma* sp.
11. A5T0= Asap cair 5% tanpa *Trichoderma* sp.
12. A5T1= Asap cair 5% dengan *Trichoderma* sp.

Penelitian pengendalian busuk batang jeruk disusun dengan Rancangan Acak Lengkap karena kondisi homogen di rumah kaca. Setiap perlakuan terdapat 3 ulangan, dan setiap ulangan terdapat 2 sampel tanaman. Setiap polibag ditanami satu bibit jeruk dan diberi perlakuan sesuai dengan perlakuannya. Tata letak penelitian disajikan pada Gambar 1.

A0T0U1S2	A2T1U2S1	A1T1U1S2	A2T0U2S1	A0T0U3S1	A0T0U2S2
A3T0U1S1	A2T0U1S1	A0T0U1S1	A2T1U3S2	A0T1U3S1	A2T0U1S2
A0T0U2S1	A3T1U1S1	A3T1U2S2	A1T0U2S2	A3T1U1S2	A0T1U1S2
A1T0U1S2	A3T0U2S2	A2T0U2S2	A3T0U1S2	A2T1U1S2	A1T1U2S1
A2T0U3S2	A1T0U1S1	A1T0U3S1	A0T1U1S1	A3T1U2S1	A0T1U3S2
A0T1U2S1	A3T1U3S1	A3T0U3S1	A2T1U3S1	A1T1U3S2	A1T1U1S1
A3T1U3S2	A2T1U2S2	A0T1U2S2	A1T0U3S2	A2T0U3S1	A1T0U2S1
A1T1U3S1	A1T1U2S2	A3T0U3S2	A2T1U1S1	A3T0U2S1	A0T0U3S2

Gambar 1. Tata letak penelitian.

Keterangan:

A= Asap cair

T= *Trichoderma* sp.

U= Ulangan

S= Sampel

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara bertahap yaitu pembuatan media PSA, peremajaan agen antagonis *Trichoderma* sp., peremajaan dan perbanyakan isolat *B. theobromae*, uji patogenesitas, uji antagonisme secara *in vitro*, dan tahap terakhir uji *in vivo*.

3.4.1 Pembuatan Media *Potato Succrose Agar* (PSA)

Pembuatan media PSA dengan menggunakan bahan yang terdiri dari kentang 200 g, sukrosa 20 g, agar batang 20 g, dan akuades sebanyak 1000 ml. Kentang dikupas, dicuci, dan dipotong dadu berukuran 5x5 mm dan direbus bersama akuades. Ekstrak rebusan kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer volume 1000 ml ditambahkan dengan sukrosa dan agar batang, serta diaduk hingga larut. Media yang sudah tercampur dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditutup aluminium foil dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas, sterilisasi dengan *autoclave* selama 20 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

3.4.2 Peremajaan *Trichoderma* sp.

Isolat *Trichoderma* sp. yang dibeli dari *marketplace* dengan merek dagang GMN TRICHODERMA diremajakan terlebih dahulu pada media PSA. Peremajaan isolat *Trichoderma* sp. dilakukan dengan mengambil bubuk *Trichoderma* sp. dalam kemasan menggunakan spatula sebanyak 1 spatula lalu ditaburkan secara merata di atas media PSA dan diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu ruang 27°C.

3.4.3 Peremajaan Patogen *B. theobromae*

Peremajaan isolat *B. theobromae* koleksi Laboratorium Bioteknologi dilakukan dengan mengambil biakan patogen menggunakan bor gabus berdiameter 1 cm. Selanjutnya potongan tersebut dipindahkan ke media PSA yang baru. Isolat diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu ruang 27°C.

3.4.4 Konfirmasi Patogenesitas *B. theobromae*

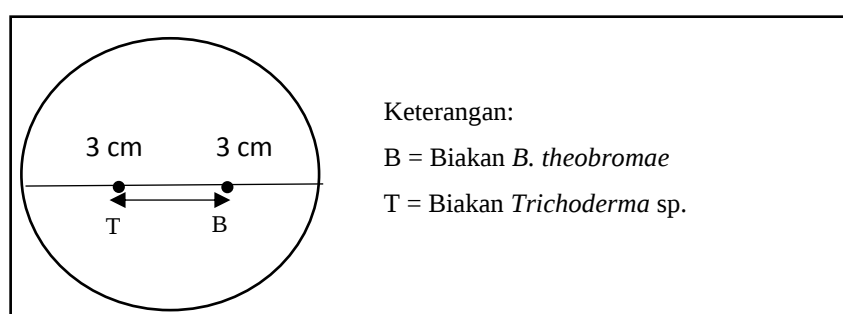
Konfirmasi patogenesitas dilakukan untuk mengetahui virulensi dari patogen tersebut dan memastikan gejala yang timbul sama dengan sampel. Uji dilakukan dengan melukai batang bibit jeruk dengan silet sepanjang 1 cm yang sebelumnya dibersihkan dengan kapas beralkohol. Luka pada batang diinokulasikan *B. theobromae* dengan mengambil potongan isolat menggunakan jarum ose,

lalu isolat ditempelkan pada luka dan ditutup dengan wrap. Pengamatan dilakukan dengan membuka selotip setelah 14 hari inkubasi dan melihat gejala yang timbul.

3.4.5 Uji Efektivitas Asap Cair dan *Trichoderma* sp. terhadap *B. theobromae* secara *in vitro*

Uji ini dilakukan pada media *Potato Succrose Agar* (PSA) dalam cawan petri. Metode yang digunakan dalam pengujian yaitu *dual culture methode* (Mahadnanapuk, dkk., 2007). Perlakuan konsentrasi asap cair dilakukan dengan mencampurkan asap cair ke dalam media PSA. Konsentrasi asap cair yang digunakan dalam uji *in vitro* yaitu 0% (0 ml + 100 ml PSA), 1% (1 ml + 99 ml PSA), 2% (2 ml + 98 ml PSA), 3% (3 ml + 97 ml PSA), 4% (4 ml + 96 ml PSA), dan 5% (5 ml + 95 ml PSA).

Media PSA yang telah dicampur asap cair dituangkan ke cawan petri dan ditunggu hingga memadat. Isolat *B. theobromae* dan *Trichoderma* sp. diambil menggunakan bor gabus, kemudian diletakkan secara terbalik atau bagian hifa mengarah ke bawah menyentuh pada media perlakuan. Satu potongan bor gabus (diameter 1 cm) biakan murni *B. theobromae* diberi jarak 3 cm dari tepi cawan petri, sedangkan dari tepi lain dengan jarak yang sama diletakkan satu potongan bor gabus (diameter 1 cm) biakan murni *Trichoderma* sp. Contoh peletakan biakan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peletakan biakan *B. theobromae* dan *Trichoderma* sp. pada uji metode *dual culture*.

Perlakuan uji *in vitro* diamati setiap hari hingga 8 hari untuk mengukur dan menghitung persentase penghambatan. Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap diameter koloni *B. theobromae* yang berlawanan dan diameter koloni pada media kontrol.

3.4.6 Uji Efektivitas Asap Cair dan *Trichoderma* sp. terhadap penyakit busuk batang secara *in vivo*

Bibit jeruk keprok berumur 3 bulan digunakan dalam uji *in vivo*. Bibit diambil dari lahan dan dipindahkan ke media tanam yang baru. Media tanam arang sekam dimasukkan ke polybag berkapasitas 1 kg sebanyak 1 kg/polybag. Media tersebut ditambahkan *Trichoderma* sp. sebanyak 25 g/ polybag. Bibit jeruk ditumbuhkan terlebih dahulu pada media tanam baru dan di rumah kaca selama 14 hari untuk beradaptasi. Pada pengujian ini aplikasi asap cair dicampurkan dengan air steril sesuai perlakuan, yaitu 0% (0 ml asap cair + 100 ml air), 1% (1 ml asap cair + 99 ml air), 2% (2 ml asap cair + 98 ml air), 3% (3 ml asap cair + 97 ml air). Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan, dengan 2 sampel tanaman pada setiap perlakuan.

Perlakuan asap cair dilakukan setelah masa adaptasi, yaitu 14 hari setelah dipindah tanam dalam polibag. Asap cair disemprotkan ke seluruh bagian bibit jeruk menggunakan *handsprayer* yang sudah dikalibrasi 5 ml/tanaman. Inokulasi patogen dilakukan 1 hari setelah bibit diaplikasikan asap cair. Inokulasi patogen dilakukan dengan teknik penempelan. Isolat patogen yaitu potongan biakan murni *B. theobromae* berdiameter 1 cm diambil dari biakan yang berumur 7 hari dan ditempelkan pada batang. Untuk menjaga potongan tersebut tidak lepas dari batang jeruk, potongan isolat diikat dengan plastik *wrap*. Kelembaban tempat inokulasi ini dipelihara dengan menyemprotkan air steril. Bibit jeruk diamati setiap hari hingga muncul gejala penyakit.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Pengamatan uji *in vitro*

Pengamatan uji *in vitro* dilakukan setiap hari hingga pertumbuhan *B. theobromae* selama 8 hari. Pengamatan yang akan dilakukan dengan menggunakan parameter sebagai berikut:

(1) Diameter koloni

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris dengan satuan sentimeter (cm).

$$\text{Diameter koloni jamur: } \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan:

d1 = Diameter horizontal koloni jamur (cm), dan

d2 = Diameter vertikal koloni jamur (cm).

(2) Persentase daerah hambatan

Variabel ini dilakukan pengamatan adanya daerah hambatan antara *Trichoderma* sp. dan *B. theobromae* dengan luasan tertentu untuk melihat keterhambatan pertumbuhan salah satu jamur.

$$\text{Persentase daerah penghambatan: } PI = \frac{D1-D2}{D1} \times 100\%$$

Keterangan:

PI = Persentase hambatan (%)

D1 = Diameter pertumbuhan koloni patogen tanpa perlakuan (kontrol), dan

D2 = Diameter pertumbuhan koloni patogen ke arah menuju jamur antagonis (perlakuan).

3.5.2 Pengamatan uji *in vivo*

Pengamatan uji *in vivo* yaitu meliputi:

(1.) Masa Inkubasi

Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan patogen dalam menginfeksi tanaman dan perbedaan masa inkubasi antar perlakuan.

(2.) Keterjadian penyakit

Pengamatan keterjadian penyakit pada bibit jeruk dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Marlina dan Rahmah, 2012).

$$TP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

TP = Keterjadian penyakit,

n = Jumlah tanaman jeruk terserang, dan

N = Jumlah tanaman jeruk yang diamati.

(3.) Keparahan penyakit

Keparahan penyakit diamati bertujuan untuk mengetahui tingkat kerusakan bibit jeruk yang disebabkan oleh penyakit busuk batang, menggunakan rumus sebagai berikut (Marlina dan Rahmah, 2012).

$$KP = \frac{\sum(n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan:

KP = Keparahan penyakit,
 n = Jumlah tanaman dengan skor tertentu,
 v = Skor pada setiap kategori serangan,
 N = Jumlah tanaman jeruk yang diamati, dan
 V = Skor kategori serangan berat.

Untuk menentukan skor setiap serangan diperlukan batasan atau *range*. Skor dan kriteria didasarkan pada penelitian Khairani dkk. (2017).

Tabel 1. Nilai (skor) penyakit blendok berdasarkan luas gejala

Skor	Luas gejala (cm ²)	Keterangan
0	0	Tidak terdapat gejala
1	0 - 2	Muncul nekrotik pada batang
2	2 - 4	Mulai terbentuk gum pada batang
3	4 - 6	Setengah diameter batang ditutupi getah, daun gugur
4	>6	Seluruh batang ditutupi getah, tanaman mati meranggas

(4.) Pertambahan tinggi tanaman

Pengamatan penambahan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi awal sebelum perlakuan dan diberi tanda pada bagian titik tumbuh.

Pengamatan dilakukan dengan mengukur dari tanda yang sudah ada hingga ke titik tumbuh.

(5.) Pertambahan diameter batang

Pengamatan penambahan diameter batang diukur dengan menggunakan penggaris pada bagian batang yang sudah ditandai.

3.5.3 Analisis Data

Metode analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah uji homogenesitas, uji aditivitas, ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan uji secara *in vitro* perlakuan asap cair konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, 5% baik secara tunggal maupun dengan *Trichoderma* sp. dapat menekan pertumbuhan koloni *B. theobromae*,
2. Asap cair baik secara tunggal maupun dengan *Trichoderma* sp. mampu menurunkan keterjadian dan keparahan penyakit busuk batang jeruk pada konsentrasi 1%, 2%, dan 3%, dan
3. Asap cair 1%, 2%, dan 3% baik secara tunggal maupun dengan *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan pada bibit jeruk.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian ini, disarankan peneliti selanjutnya menggunakan asap cair bahan organik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M. N. dan Umaroh, H. K. 2020. Karakteristik tanaman jeruk (*Citrus* sp.) di Kecamatan Nibung Hangus Kabupaten Batu Bara Sumatera Utara. *Jurnal Klorofil*. 4(1): 1-7.
- Afitin, R. dan Darmanti, S. 2009. Pengaruh dosis kompos dengan stimulator *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) varietas pioner pada lahan kering. *J. Bioma*. 11(2): 69-75.
- Agustina, D., Triasih, U., Dwiasstuti, M. E., dan Wicaksono, R. C. 2019. Potensi jamur antagonis dalam menghambat jamur *Botryodiplodia theobromae* penyebab penyakit busuk batang pada tanaman jeruk. *Jurnal Agronida*. 5(1): 1-5.
- Aisyah, I., Juli, N., dan Pari, G. 2013. Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa untuk mengendalikan cendawan penyebab penyakit antraknosa cendawan penyebab penyakit antraknosa dan layu pada ketimun. *Jurnal Hasil Hutan*. 31(2): 170-178.
- Alfiah, R. R., Khotimah, S., dan Turnip, M. 2015. Efektivitas ekstrak metanol daun sambung rambat (*Mikania micrantha* Kunth) terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans*. *Protobiont*. 4(1): 52-57.
- Andy, R., Malaka., Purwanti, S., Ali, H. M., dan Auliya, T. L. 2021. Liquid smoke characteristic from coconut shell and rice husk. *IOP Conference Series: Earth and Enviromental Science*. 788(1): 1-5.
- Asiah, N., Rahmaawati, Mukarlina, dan Khotimah, S. 2025. Application of liquid fertilizer *Trichoderma harzianum* (R3) on siam citrus (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). *Jurnal Biologi Tropis*. 25(2): 2142-2148.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Produksi Tanaman Buah-Buahan. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>. Diakses pada 3 September 2025, Pukul 11.13.
- Budi, M. B. S. dan Majid, A. 2019. Potensi kombinasi *Trichoderma* sp. dan abu sekam padi sebagai sumber silika dalam meningkatkan ketahanan tanaman jagung (*Zea mays*) terhadap serangan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*). *UNEJ e- proceeding*: 732-747.

- Chikita, M. B., Tooy, D., dan Wenur, F. 2021. Kajian pembuatan asap cair tempurung kelapa dengan proses pirolisis dan destilasi di Sulawesi Utara. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(12): 98-104.
- Doo, S. R. P., Meitiniarti, V. I., Kasmiyati, S., dan Kristiani, E. B. E. 2023. *Trichoderma* sp. si jamur multi fungsi. *Tropical Microbiome*. 1(1): 73-89.
- Dwiastuti, M. E. 2022. Eksplorasi jamur rizosfer di tiga sentra jeruk terpapar penyakit busuk batang (*Lasiodiplodia theobromae* PATH.) serta potensi antagonismenya. *Prosiding Seminar Nasional Perhorti 2022*: 19-20.
- Indah, Jubaidah, dan Suwardi, A. B. 2022. Karakteristik morfologi tanaman buah jeruk (*Citrus* sp) di pekarangan Desa Lae Langge, Kecamatan Sultan Daulat, Kota Subulussalam, Aceh. *Pros. Semnas. Peningkatan Mutu Pendidikan*. 3(1): 23-28.
- Indiarto, R., Nurhadi, B., dan Subroto, E. 2012. Kajian karakteristik tekstur (Texture Profil Analysis) dan organoleptik daging ayam asap berbasis teknologi asap cair tempurung kelapa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 5(2): 107-115.
- Isa, I., Musa, W. J. A., dan Rahma, S. W. 2019. Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa sebagai pestisida organik terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jambura Journal of Chemistry*. 1(1): 15-20.
- Javandira, C., Pratiwi, N. P. E., Ramdhoan., Widiyastuti, L. P. Y., dan Yuniti. I. G. A. D. 2023. Pengenalan penyakit busuk batang pada tanaman jeruk di Desa Awan Kecamatan Kintamani. *Nusantara Community Empowerment Review*. 1(2): 61-67.
- Kadir, S., Darmadji, P., Hidayat, C., dan Supriyadi. 2010. Fraksinasi dan identifikasi senyawa volatil pada asap cair tempurung kelapa hibrida. *Agritech*. 30(2): 57-67.
- Kamala, T. H., Devi, S. I., Sharma, K. C., dan Kennedy, K. 2015. Phylogeny and Taxonomical Investigation of *Trichoderma* spp. from Indian Region of Indo-Burma Biodiversity Hot Spot Region with Special Reference to Manipur. *Biomed Research International*.
- Kanisius, A. A. 1994. *Budidaya Tanaman Jeruk*. Kanisius. Yogyakarta.
- Karseno, D, P. dan Rahayu K. 2002. Daya hambat asap cair karet terhadap bakteri pengkontaminasi lateks dan *ribbed smoke sheet*. *Agritech*. 21(1): 10-15.
- Khairani, H. S., Sinaga, M. S., dan Mutaqin, K. H. 2017. Mekanisme pengendalian penyakit busuk batang jeruk oleh khamir, kitosan, cendawan mikoriza arbuskular, dan bakteri simbiotiknya. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(1): 17-17.
- Kumala, K. D. L. S., Proborini, M. W., dan Wijayanti, F. E. 2023. Potensi *Trichoderma asperellum* TKD dalam menghambat *Phytophthora* spp. pada benih kakao selama masa penyimpanan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Hayati*. 8(1): 40-50.

- Marlina, H. dan Rahmah, S. 2012. Efektivitas lateks papaya terhadap perkembangan *Colletotrichum capsici* pada buah cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 14(1): 57-62.
- Megasari, R. Analisis kandungan kimia asap cair dari tempurung dan sabut kelapa dengan metode metode destilasi. *Jurnal of Agritech Science*. 2(4): 61-67.
- Melani, D. 2020. Efektivitas asap cair terhadap *Colletotrichum capsici* pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal AgroSainTa*. 4(2): 85-95.
- Mugiastuti, E. dan Manan, A. 2009. Pemanfaatan asap cair untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* dan *Meloidogyne* spp. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 9(1): 43-49.
- Mujib, A., Fikir, E. N., dan Zulhidiani, R. 2018. Use of *Trichoderma* sp. for biological control of diplodia disease in siam banjar citrus. *Trop Wetland J*. 4(2): 038-043.
- Musa, B. A., Sumayku, B. R. A., dan Rantung, M. R. Pengaruh pemberian *Trichoderma* sp. dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap pertumbuhan akar stek pucuk tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium* R.). *Jurnal Agri-Sosio Ekonomi Unsrat*. 19(1): 563-570.
- Naharsari, N. D. 2007. *Bercocok Tanam Jeruk*. Geneca Exact.
- Nugroho, N. B. dan Wahyudi, P. 2000. Uji antagonis *Trihoderma viridae* dan *Trichoderma harzianum* terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Agrista*. 17(1).
- Puja, I. N., Adi. I. G. P. R., dan Singarsa. I. D. P. 2019. Pengendalian hama dan penyakit tanaman jeruk di Dusun Pausan Desa Buahana Kaja Kecamatan Payangan. *Buletin Udayana Mengabdi*. 18(1): 99-104.
- Purwantisari, S. dan Hastuti, R. B. 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Bioma*. 11(1): 24-32.
- Puspito, M. A., Hidayat, N., dan Suprpto. 2018. Sistem pendukung keputusan diagnosa penyakit tanaman jeruk menggunakan metode *Naïve Bayes Classifier*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2(7): 2578-2583.
- Putri, M. 2012. Morfologi Daun Secara Umum. *Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta*.
- Ray, B. dan Sandine W. E. 1993. Acetic, Propionic, and Lactic Acid of Starter Culture Bacteria As Biopreservatives dalam Ray, B., Daeschel M (eds): *Food Biopreservatives of Microbial Origin* CRC Press. Boca Raton.
- Retnosari, E., Henuk, J. B. D. dan Sinaga, M. S. 2014. Identifikasi penyebab penyakit busuk pangkal batang pada jeruk. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 10(3): 93-97.

- Retnowati, I. 2007. *Kajian Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Disinfeksi dalam Penanganan Pascapanen Buah Pepaya (Carica Papaya L).* Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Satrah, V. N. Mariadi, M., Dima, D., Mihrad, E. S., Aprianto, L. O. A., dan Nur, P. A. 2023. Sosialisasi dan bimbingan teknis pengendalian penyakit diplodia ramah lingkungan di Desa Tanea Kecamatan Konda: Bahasa Indonesia. *Jurnal pengembangan Inovasi dan Pembangunan Masyarakat*. 1(2): 45-48.
- Savira, V., Indrawati, U. S. Y. V., dan Sulakhudin, S. 2024. Kemampuan beberapa jenis isolat *Trichoderma* pada tanah ultisol dan tanah gambut terhadap serapan P dan pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*). *Jurnal Pertanian Agros*. 26(1): 5690-5698.
- Suhaeni, N. 2023. *Petunjuk Praktis Menanam Jeruk*. Nuansa Cendekia.
- Sinaga, M. S., Wiyono. S., Husni A., dan Kosmiatin. M. 2009. Pemanfaatan batang bawah jeruk mutan dan mikoriza arbuskular untuk mengendalikan penyakit busuk pangkalbatang pada tanaman jeruk. *J Litbang Pertanian*. 29(4):45–47.
- Sriwati, R. 2017. *Trichoderma Si Agen Antagonis*. Syiah Kuala University Press. Banda Aceh.
- Sundari, A., Khotimah. S., Linda. R. 2014. Daya antagonis jamur *Trichoderma* sp. terhadap jamur *Diplodia* sp. penyebab busuk batang jeruk siam (*Citrus nobilis*). *Jurnal Protobiont*. 3(2): 106-110.
- Syahputra, M. H., Anhar, A., dan Irdawati. 2017. Isolasi *Trichoderma* spp. dari beberapa rizosfer tanaman padi asal solok. *Jurnal Biosains*. 1(2): 97-105.
- Syaifullah. 2020. *Karakteristik Morfologi Organ Vegetatif Tanaman Jeruk Siam (Citrus nobilis Lour.) di Dua Sentra Lokasi Yang Berbeda*. Skripsi. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau.
- Triasih. U., Wuryantini. S., dan Agustina. D. 2022. Karakteristik cendawan rizosfer kebun jeruk organik dan potensinya dalam menghambat pertumbuhan *Botryodiplodia theobromae* dan *Colletotrichum gleosporiodes*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 18(5): 205-212.
- Waahidaturrahmah, S., Apriani, R. R., dan Sari, N. 2024. Daya antagonisme agensia hayati terhadap patogen blendok pada jeruk pamelos secara *in vitro*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 276-289.
- Yunita, S. I. dan Sarbino. 2018. Pengaruh asap cair tempurung kelapa terhadap *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah pada kakao. *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*. 8(2): 91-97.
- Zuanif, V. dan Despita, R. 2019. Uji kemampuan asap cair secara *in vitro* dan *in vivo* untuk penyakit antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada tanaman cabai (*Capsici annum L.*). *Jurnal Agriekstensi*. 18(2): 160-169.