

**EKSPLORASI CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KAKAO SEHAT
KLON BB, M06, DAN MCC-02 SERTA POTENSINYA SEBAGAI AGENS HAYATI
UNTUK MENGHAMBAT CENDAWAN PATOGEN *Lasiodiplodia theobromae* DAN
*L. pseudotheobromae***

Dian Anugrah

G011191301



**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**EKSPLORASI CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KAKAO SEHAT
KLON BB, M06, DAN MCC-02 SERTA POTENSINYA SEBAGAI AGENS HAYATI
UNTUK MENGHAMBAT CENDAWAN PATOGEN *Lasiodiplodia theobromae* DAN
*L. pseudotheobromae***

Dian Anugrah

G011191301



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Eksplorasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Sehat Klon BB, M06,
dan MCC-02 serta Potensinya Sebagai Agens Hayati untuk Menghambat
Cendawan patogen *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae*

Nama : Dian Anugrah

NIM : G011191301

Disetujui oleh:

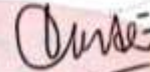
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Asman, S.P., M.P.

NIP. 19811114 201404 1 001



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.

NIP. 19650316 198903 2 002

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin

Diketahui oleh:

Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.

NIP. 19650316 198903 2 002

Tanggal Pengesahan: 22 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Eksplorasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Sehat Klon BB, M06, dan MCC-02 serta Potensinya Sebagai Agens Hayati untuk Menghambat Cendawan patogen *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae*

Nama : Dian Anugrah

NIM : G011191301

Disetujui oleh:

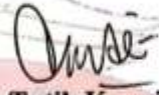
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Asman, S.P., M.P.

NIP. 19811114 201404 1 001



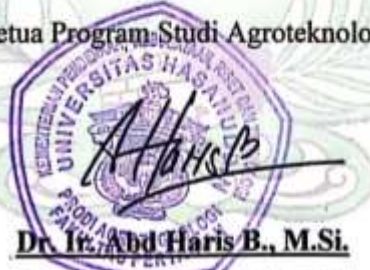
Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.

NIP. 19650316 198903 2 002

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi Agroteknologi



Dr. Ir. Abd Haris B., M.Si.

NIP. 19670811 199403 1 003

Tanggal Pengesahan: 22 Agustus 2023

DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Eksplorasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Sehat Klon BB, M06, dan MCC-02 serta Potensinya Sebagai Agens Hayati untuk Menghambat Cendawan patogen *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae*" benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 11 Agustus 2023



Dian Anugrah

G011191301

ABSTRAK

DIAN ANUGRAH. Eksplorasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Sehat Klon BB, M06, dan MCC-02 serta Potensinya Sebagai Agens Hayati untuk Menghambat Cendawan patogen *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae*. Dibimbing oleh: ASMAN dan TUTIK KUSWINANTI.

Produktivitas kakao sering dipengaruhi oleh hama dan penyakit tanaman. Salah satu patogen yang menurunkan produktivitas kakao yaitu *Lasiodiplodia* spp. Pemanfaatan cendawan yang berasosiasi dengan batang kakao sehat dan bersifat antagonis merupakan alternatif untuk menekan perkembangan patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah dan jenis cendawan pada jaringan tanaman yang berasosiasi dengan klon kakao BB, M06, dan MCC-02, serta efektivitas cendawan tersebut dalam menekan pertumbuhan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Metode yang digunakan yaitu uji antagonis secara *in vitro* (*dual culture* dan *multiple culture*), dan uji *detached pod*, yaitu pengujian pada buah kakao klon S2 yang sehat berumur 2–3 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari klon BB dan M06 diperoleh masing-masing lima isolat cendawan, serta sebelas isolat cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao MCC-02. Pada dual kultur tunggal diperoleh empat isolat cendawan yang berpotensi efektif dalam menekan pertumbuhan *Lasiodiplodia* spp. yaitu M06(1), M06(4), M06(5), dan MCC02(3). Rata-rata luas lesi buah terendah pada uji *detached pod* diamati pada perlakuan *L. theobromae* + isolat MCC02(3) yaitu sebesar 35,42 cm², sedangkan perlakuan *L. pseudotheobromae* + isolat M06(1) menghasilkan luas lesi sebesar 31,09 cm². Persentase luas lesi buah kakao terendah juga diamati pada perlakuan *L. pseudotheobromae* + isolat M06(1) sebesar 44,25% dan 64,25% untuk *L. theobromae* + isolat M06(4). Berdasarkan persentase luas lesi menunjukkan, bahwa perlakuan dengan isolat cendawan yang berasosiasi dengan kakao, menghasilkan respons agak tahan dalam menghambat perkembangan patogen pada buah.

Kata Kunci: Uji *detached pod*, Uji dual kultur, *in vitro*, *Lasiodiplodia* spp., luas lesi.

ABSTRACT

DIAN ANUGRAH. Exploration of Fungi Associated with Healthy Cocoa Clones BB, M06, and MCC-02 and Their Potential as Biological Agents to Inhibit Pathogenic Fungi *Lasiodiplodia theobromae* and *L. pseudotheobromae*. Supervised by: ASMAN and TUTIK KUSWINANTI.

Cocoa productivity is often affected by pests and plant diseases. One of the pathogens that reduces cocoa productivity is *Lasiodiplodia* spp. The utilization of fungi associated with healthy cocoa stems and antagonistic in nature is an alternative to suppress the development of pathogens. This study aims to determine the number and types of fungi in plant tissue associated with cocoa clones BB, M06, and MCC-02, as well as their effectiveness in suppressing the growth of *L. theobromae* and *L. pseudotheobromae*. The research was conducted at the Laboratory of Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University. The methods used were the *in vitro* antagonist test (*dual culture* and multiple cultures), and the detached pod test, which was tested on healthy 2–3 month-old clone S2 cocoa pods. The results showed that from the BB and M06 clones, five fungi isolates were obtained each, as well as eleven fungi isolates associated with the MCC-02 cocoa clone. In a single *dual culture*, four fungal isolates were obtained that were potentially effective in suppressing the growth of *Lasiodiplodia* spp, namely M06(1), M06(4), M06(5), and MCC02(3). The lowest average fruit lesion area in the detached pod test was observed in the *L. theobromae* + isolate MCC02(3) treatment, which was 35.42 cm², while the *L. pseudotheobromae* + isolate M06(1) treatment resulted in a lesion area of 31.09 cm². The lowest percentage of cocoa pod lesion area was also observed in the treatment of *L. pseudotheobromae* + isolate M06(1) at 44.25% and 64.25% for *L. theobromae* + isolate M06(4). Based on the percentage of the lesion area, it was shown that treatment with isolates of fungi associated with cocoa produced a medium-resistant response in inhibiting the development of pathogens in fruit.

Kata Kunci: Detached pod test, *Dual culture* test, *in vitro*, *Lasiodiplodia* spp., lesion area.

PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir dengan judul “**EKSPLORASI CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KAKAO SEHAT KLON BB, M06, DAN MCC-02 SERTA POTENSINYA SEBAGAI AGENS HAYATI UNTUK MENGHAMBAT CENDAWAN PATOGEN *Lasiodiplodia theobromae* DAN *L. pseudotheobromae***” dengan waktu yang terbaik dari-Nya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk dapat mencapai gelar pada jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan karya ilmiah ini banyak mengalami kendala. Namun berkat rahmat dari Allah Subhanahu wa Ta'ala dan bantuan dari berbagai pihak sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Pada kesempatan yang berberbahagia ini, tak lupa penulis menghanturkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Cinta pertama dan panutanku, **Ayahanda Mustari**. Pintu surgaku, **Ibunda Nurmiyati**, hingga detik ini terus berjuang untuk memberikan yang terbaik untuk putrinya baik secara materi maupun dukungan moral. Terima kasih atas kesabaran hati dan nasihat tiada henti, menjadi penguat dan pengingat paling hebat sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya sampai sarjana. Keempat Adikku, **Nur Hikma, Ifnu Hajar, Nurul Aulia, Chayra Ainin Syawal** yang tak hentinya bertanya kapan wisuda dan Seluruh Keluarga tercinta **H. Sikong Family** yang telah banyak memberikan bantuan, doa, cinta serta hiburan hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Ungkapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada **Mariyama S. Sos, M.M** seseorang yang biasa saya sebut tante mama/ibu keduaku yang telah membesarkan saya dengan penuh cinta serta bantuan materi serta nasehat yang tidak pernah putus hingga penulis menyelesaikan skripsi.
2. Bapak **Asman S.P., M.P.** selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran demi membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penelitian, terima kasih atas saran yang membangun dan ilmu-ilmu yang diberikan tiap saat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Terima kasih juga penulis hanturkan kepada Ibu **Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.**, selaku dosen pembimbing atas saran dan kritik yang berikan, serta ilmu-ilmu yang diajarkan dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini. Terima kasih juga penulis hanturkan kepada bapak **M. Bayu Mario, S.P., M.P., M.Sc.** selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan ilmunya selama perkuliahan.
3. Kepada Bapak **Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D**, Bapak **M. Bayu Mario, S.P., M.P., M.Sc.** Ibu **Eirene Brugman, S.P., M.Sc.**, selaku dosen penguji atas segala masukan baik berupa saran ataupun kritik yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik
4. Bapak **Ardan**, Bapak **Kamaruddin**, Bapak **Ahmad S.P, M.P.**, Ibu **Nurul**, dan Ibu **Rahmatiah. S.H.**, selaku pegawai dan Staf Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan pengurusan administrasi.

5. Teman-teman **Kakao Club**: Husnul, Inayah, dan Fadia yang menjadi partner selama penelitian, terima kasih atas segala dukungan dan momen kebersamaan selama penelitian sehingga penelitian dapat terlaksana dengan penuh sukacita.
6. Teman seperjuangan **Irmayanti dan Jurana** yang selalu menemani, memberikan bantuan dengan ikhlas direpotkan dalam segala hal, yang selalu memotivasi dan tidak henti-hentinya memberikan dukungan semangat. Nama, kisah dan setiap dukungan dari kalian tidak penulis sampaikan pada setiap kalimat demi kalimat ini, namun akan selalu teringat dalam memori dan semoga tidak hilang dalam keterbatasan ingatan penulis. Semoga Allah SWT selalu memudahkan setiap urusan dan semakin mempererat ukhuwah persaudaraan diantara kita.
7. Teman-teman seperjuangan selama penelitian di Laboratorium Penyakit tanaman serta teman-teman Hama dan Penyakit 2019 dan Agroteknologi 2019, terima kasih atas segala bentuk dukungan yang diberikan dan menjadi teman yang mendukung dan memotivasi penulis selama kehidupan dikampus.
8. Keluarga besar **IPMI SIDRAP TELLU LIMPOE**, Hajar, Winda, Aul, Neni, Ana, Nurul, Kak Multi, Kak Mirna, Exel, Ikhsan, dan A. Haris, sahabat yang sudah saya anggap seperti saudara sendiri. Terima kasih selalu menjadi garda terdepan di masa-masa sulit saya. Juga kepada sahabat **4 Sekawan** Aya, Iis, dan Oca yang selalu ada saat senang dan sedih yang tidak pernah bosan dalam memberikan dukungan serta perhatian bagi kelancaran skripsi penulis. Serta kepada **BOSS NO LIMIT** Pati, Dahliana, dan Imma terima kasih telah mendengarkan, memberikan bantuan dan hiburan selama penulis menyusun skripsi ini.
9. Teman-teman **EXMATH 2**, Rezki, ari, rafli, **KKN Pertanian Organik Bantaeng Angkatan 108** yang senantiasa meringankan beban pikiran dan memotivasi penulis, juga kepada Muh.Wais, A. Fauzan, dan Mukhti selaku teman baik semasa perkuliahan yang selalu memberikan dukungan dan semangat, terima kasih sudah mau direpotkan. Semangat untuk teman-teman dalam menjalankan peran sebagai mahasiswa sesungguhnya.
10. Semua pihak yang namanya tidak mampu penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bentuk doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik

Semoga Allah Subhana wa Ta'ala membalas segala kebaikan dan ketulusan bapak, ibu, teman-teman sekalian. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis dapatkan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam pengembangan karya ilmiah ini, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan Aamiin ya rabbal alamiin.

Makassar, 11 Agustus 2023



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iv
DEKLARASI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PERSANTUNAN	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Hipotesis Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Klon Kakao Unggul Sulawesi	3
2.1.1 Klon Buntu Batu (BB)	3
2.1.2 Kakao Klon M06 (Mochtar 06)	4
2.1.3 Klon MCC-02 (Masamba <i>Cacao Clone</i>)	4
2.2 Cendawan <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>	7
2.2.1 Morfologi <i>L. pseudotheobromae</i>	7
2.2.2 Gejala Serangan <i>L. pseudotheobromae</i>	8
2.3 Cendawan <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	5
2.3.1 Morfologi <i>L. theobromae</i>	5
2.3.2 Gejala Serangan <i>L. theobromae</i>	5
2.4 Potensi Cendawan Endofit sebagai Agens Pengendalian Hayati.....	9
3. METODE PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu.....	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur kerja	10
3.3.1 Pemilihan Klon Kakao dan Sampling.....	10
3.3.2 Pembuatan Media Biakan <i>Potato Dekstrose Agar</i> (PDA).....	10
3.3.3 Isolasi dan Identifikasi Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao	10
3.3.4 Perbanyak Isolat Cendawan <i>L. theobromae</i> dan <i>L. pseudotheobromae</i>	11
3.3.5 Uji Antagonis Cendawan yang Berasosiasi dengan Klon Kakao terhadap <i>Lasiodiplodia</i> Secara <i>In Vitro</i> dengan Metode <i>Dual culture</i>	11
3.3.6 Persiapan Sampel Buah Kakao Sehat	12
3.3.7 Pembuatan Suspensi Cendawan Antagonis	12
3.3.8 Uji Antagonis <i>In Vivo</i> pada Buah Kakao dengan Uji <i>Detached Pod</i>	12
3.4 Analisis Data	13

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil.....	14
4.1.1 Isolasi dan Identifikasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Klon Kakao.....	14
4.1.2 Karakteristik Cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao	15
4.1.3 Uji In-Vitro secara Dual <i>culture</i> dan <i>Multiple Culture</i>	27
4.1.4 Efektifitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> dan <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> dengan Uji Detached Pod pada Buah.....	33
4.2 Pembahasan	36
5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kriteria Luas Bercak.....	13
Tabel 2.	Hasil isolasi dan identifikasi cendawan yang berasosiasi dengan batang kakao sehat	14
Tabel 3.	Persentase daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan klon BB, M06, dan MCC-02 terhadap <i>L. theobromae</i> pada pengamatan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.....	28
Tabel 4.	Persentase daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan klon BB, M06, dan MCC-02 terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> pada pengamatan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.....	30
Tabel 5.	Persentase daya hambat (<i>Multiple Culture</i>) cendawan yang berasosiasi dengan kakao terhadap <i>L. theobromae</i> pada pengamatan 24 jam , 72 jam, dan 48 jam.....	31
Tabel 6.	Persentase daya hambat (<i>Multiple Culture</i>) cendawan yang berasosiasi dengan kakao terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> pada pengamatan 24 jam , 72 jam, dan 48 jam.....	32
Tabel 7.	Rata-rata luas lesi pada buah kakao klon M06 dan MCC-02 selama 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>L. theobromae</i>	33
Tabel 8.	Rata-rata luas lesi pada buah kakao klon M06 dan MCC-02 selama 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i>	34
Tabel 9.	Persentase luas lesi yang nampak pada buah kakao klon M06 dan MCC-02 selama 7 hari setelah inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>theobromae</i>	35
Tabel 10.	Persentase luas lesi yang nampak pada buah kakao klon M06 dan MCC-02 selama 7 hari setelah inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i>	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Kakao Klon BB.....	3
Gambar 2.	Kakao klon M06.....	4
Gambar 3.	Kakao Klon MCC-02.....	4
Gambar 4.	<i>Lasiodiplodia theobromae</i> (a) Koloni muda di PDA (7 hari), (b) Koloni berumur pada PDA (14 hari), (c) Conidiomata pada kultur PDA, (d) Konidia hialin, (e) Konidia coklat dengan septa, (f) Konidia di bawah pemindaian mikroskop elektron. skala: c = 100 µm, d–e=20 µm, f=10 µm (Slippers <i>et al.</i> , 2004; Alves <i>et al.</i> , 2008).....	5
Gambar 5	Patogenitas <i>Lasiodiplodia. theobromae</i> pada daun, batang, dan buah kakao (Huda, <i>et al.</i> ,(2019)).....	6
Gambar 6.	Ciri morfologi konidial isolat <i>Lasiodoplotia pseudotheobromae</i> dilihat di bawah mikroskop cahaya. (a) Piknidia (b) Parafisis (c, d) Sel konidiogen. (d, e) Konidiofor (bintang merah) (f) Hyaline, konidia aseptik (f – h) Septa, endapan melanin di bagian dalam permukaan dinding yang tersusun membujur sehingga tampak lurik ke konidia (i) Kondium dengan tabung germinal parsial (Batang=10 µm (Alves <i>et al.</i> , 2008).....	7
Gambar 7.	Gejala khas penyakit <i>dieback</i> pada pohon dewasa: (a) daun berwarna coklat, (b) garis-garis coklat hingga gelap di jaringan pembuluh cabang (Asman <i>et al.</i> , 2020).....	8
Gambar 8.	Skema pengujian dual kultur, (a) kontrol, (b) perlakuan dual kultur (P = koloni cendawan patogen; A = Cendawan asosiasi klon kakao BB, M06, MCC02).....	11
Gambar 9.	Karakteristik isolat <i>Aspergillus</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 7 hari (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) perbesaran 400x (c1: hifa,c2:konidia,c3:konidiofor).....	15
Gambar 10.	Karakteristik isolat <i>Fusarium</i> spp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 5 hari (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) perbesaran 400x (c1: hifa, c2: konidia).....	16
Gambar 11.	Karakteristik isolat <i>Fusarium</i> spp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 5 hari (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x), (d) hifa berseptata).....	16

Gambar 12.	Karakteristik isolat <i>Verticillium</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 8 hari. (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) konidiofor (perbesaran 400x), (d) spora.....	17
Gambar 13.	Karakteristik isolat <i>Verticillium</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 7 hari Isolat M06 (3) secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x), konidiofor (d) spora.....	18
Gambar 14.	Karakteristik isolat <i>Penicillium</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 8 hari. (a) isolat 3 hari, (b) tampak depan, (c) tampak belakang, (d) mikroskopis (perbesaran 400x) (c1: spora, c2: fialid , c3: hifa).....	19
Gambar 15.	Karakteristik isolat <i>Curvularia</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 10 hari, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) (perbesaran 400x) konidia, (c1: konida, c2:hifa).....	19
Gambar 16.	Karakteristik isolat <i>Lasiodiplodia</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 7 hari, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) (perbesaran 400x) hifa.....	20
Gambar 17.	Karakteristik isolat <i>Lasiodiplodia</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 7 hari, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) (perbesaran 400x) hifa	20
Gambar 18.	Karakteristik isolat <i>Colletotrichum</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 9 hari, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) (perbesaran 400x) konidia, (d) hifa.	21
Gambar 19.	Karakteristik isolat <i>Curvularia</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur hari, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) (perbesaran 400x) hifa, (d) konidia.....	22
Gambar 20.	Karakteristik isolat <i>Colletotrichum</i> sp. secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 8 hari, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) perbesaran 400x (c1: konidia, c2: hifa).	22
Gambar 21.	Isolat BB1 secara makroskopis, (a) isolasi cendawan , (b) tampak depan.....	23
Gambar 22.	Isolat BB3 berumur 7 hari, secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 100x), (d) hifa.....	24
Gambar 23.	Isolat BB5 berumur 7 hari , secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 100x) hifa, (d) spora.....	24
Gambar 24.	Isolat M06 (4) berumur 7 hari, secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x).....	25
Gambar 25.	Isolat M06 (5) berumur 7 hari, secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x) hifa dan percabangan konidiofor.....	25

Gambar 26.	Isolat MCC-02 (1) berumur 6 hari ,secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x), (d) hifa.....	26
Gambar 27.	Isolat CC-02 (7) berumur 9 hari secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x) hifa.....	26
Gambar 28.	Isolat MCC-02 (9) berumur 10 hari secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x) hifa.....	27
Gambar 29.	Karakteristik isolat MCC-02 (11). secara makroskopis dan mikroskopis, koloni berumur 7 hari, secara makroskopis, (a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) mikroskopis (perbesaran 400x) hifa.....	27
Gambar 30.	Uji <i>dual culture</i> pada media PDA, (a) Pengamatan setelah 48 jam, (b) Pengamatan setelah 72 jam.....	28
Gambar 31.	Uji <i>dual culture</i> pada media PDA, (a) Pengamatan setelah 48 jam, (b) Pengamatan setelah 72 jam.....	29
Gambar 32.	Pengamatan setelah 48 jam, (a) <i>L. pseudotheobromae</i> x M06(4) x M06(5) (b) <i>L. pseudotheobromae</i> x M06(1) x MCC-02(3).....	31
Gambar 33.	<i>L. pseudotheobromae</i> x M06(1) x M06(4), (a) Pengamatan setelah 48, (b) Pengamatan setelah 72 jam.....	32
Gambar 34.	Uji <i>Detached pod</i> pada buah Kakao LpMCC-02 (3), (a) Pengamatan 2 hari setelah inokulasi (HSI), (b) Pengamatan 3 hari setelah inokulasi (HSI), (c) Pengamatan 7 hari setelah inokulasi (HSI).....	33

LAMPIRAN

Lampiran 1.	Dokumentasi Pembuatan PDA	46
Lampiran 2.	Dokumentasi Sampel dari Cabang Kakao Klon BB, M06, MCC-02 dan Proses Isolasi	46
Lampiran 3.	Dokumentasi Cendawan Hasil Isolasi Cendawan Kakao Klon BB, M06 dan MCC-02.....	46
Lampiran 4.	Dokumentasi Cendawan Hasil Isolasi Batang Kakao Klon BB	47
Lampiran 5.	Dokumentasi Cendawan Hasil Isolasi Batang Kakao Klon BB	47
Lampiran 6.	Dokumentasi Cendawan Hasil Isolasi Batang Kakao Klon MCC-02	47
Lampiran 7.	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro dengan metode Dual Culture	47
Lampiran 8.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon BB x <i>L. theobromae</i> 24 Jam	48
Lampiran 9.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon BB x <i>L. theobromae</i> 48 Jam	48
Lampiran 10.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon BB x <i>L. theobromae</i> 72 Jam	48
Lampiran 11.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon BB terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 24 jam	49
Lampiran 12.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon BB terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 48 jam	49
Lampiran 13.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon BB terhadap <i>L. Pseudotheobromae</i> 72 jam.....	49
Lampiran 14.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon M06 terhadap <i>L. theobromae</i> 24 Jam	50
Lampiran 15.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon M06 terhadap <i>L. theobromae</i> 48 Jam	50
Lampiran 16.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon M06 terhadap <i>L. theobromae</i> 72 Jam	50
Lampiran 17.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon M06 terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 24 jam	50
Lampiran 18.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon M06 terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 48 jam	51
Lampiran 19.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon M06 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 72 jam	51
Lampiran 20.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon MCC-02 x <i>L. theobromae</i> 24 Jam	51
Lampiran 21.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon MCC-02 x <i>L. theobromae</i> 48 Jam	51
Lampiran 22.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon MCC-02 x <i>L. theobromae</i> 72 Jam	52
Lampiran 23.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 24 jam	52
Lampiran 24.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon MCC-02	

	Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 48 jam	52
Lampiran 25.	Dokumentasi Pengamatan Single <i>Dual Culture</i> Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> 48 jam	52
Lampiran 26.	Dokumentasi Pengamatan <i>Multiple Culture</i> Cendawan Asosiasi Kakao Klon terhadap <i>L. theobromae</i> selama 24 jam.....	53
Lampiran 27.	Dokumentasi Pengamatan <i>Multiple Culture</i> Cendawan Asosiasi Kakao Klon terhadap <i>L. theobromae</i> selama 48 jam.....	53
Lampiran 28.	Dokumentasi Pengamatan <i>Multiple Culture</i> Cendawan Asosiasi Kakao Klon terhadap <i>L. theobromae</i> selama 72 jam.....	53
Lampiran 29.	Dokumentasi Pengamatan <i>Multiple Culture</i> Cendawan Asosiasi Kakao Klon terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> selama 24 jam	54
Lampiran 30.	Dokumentasi Pengamatan <i>Multiple Culture</i> Cendawan Asosiasi Kakao Klon terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> selama 48 jam	54
Lampiran 31.	Dokumentasi Pengamatan <i>Multiple Culture</i> Cendawan Asosiasi Kakao Klon terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> selama 72 jam	55
Lampiran 32.	Dokumentasi Pengambilan Sampel Buah Kakao.....	55
Lampiran 33.	Dokumentasi Pengaplikasian Cendawan Antagonis pada Buah Kakao	55
Lampiran 34.	Dokumentasi Inokulasi Patogen pada Buah Kakao	56
Lampiran 35.	Dokumentasi Pengamatan dan Pengukuran Luas Lesi pada Buah Kakao.....	56
Lampiran 36.	Dokumentasi Pengamatan Uji Detached Pod 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI) <i>L. pseudotheobromae</i> dan <i>L. theobromae</i> pada buah kakao	56
Lampiran 37.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 24 jam.....	57
Lampiran 38.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 24 jam.....	57
Lampiran 39.	Uji Lanjut BNJ Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 24 jam.....	57
Lampiran 40.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 48 jam.....	58
Lampiran 41.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 48 jam.....	59
Lampiran 42.	Uji Lanjut BNJ Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 48 jam.....	59
Lampiran 43.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 72 jam.....	60
Lampiran 44.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L.theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 72 jam.....	60
Lampiran 45.	Uji Lanjut BNJ Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L.theobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan	

	72 jam.....	61
Lampiran 46.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 24 jam	61
Lampiran 47.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 24 jam	62
Lampiran 48.	Uji Lanjut BNJ Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 24 jam	62
Lampiran 49.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 48 jam	63
Lampiran 50.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 48 jam	63
Lampiran 51.	Uji Lanjut BNJ Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 48 jam	64
Lampiran 52.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 72 jam	64
Lampiran 53.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 72 jam	65
Lampiran 54.	Uji Lanjut BNJ Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Dual Culture</i>) Pengamatan 72 jam.....	65
Lampiran 55.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. theobromae</i> (Multiple Culture) Pengamatan 24 jam	66
Lampiran 56.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 24 jam.....	66
Lampiran 57.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 48 jam.....	67
Lampiran 58.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 48 jam.....	67
Lampiran 59.	Uji Lanjut BNJ Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 48 jam.....	67
Lampiran 60.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 72 jam.....	68
Lampiran 61.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. theobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 72 jam.....	68
Lampiran 62.	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon 02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 24 jam	68
Lampiran 63.	Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 24 jam	68

Lampiran 64. Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 48 jam	69
Lampiran 65. Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon BB, M06, dan MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 24, 48, dan 78 jam.....	69
Lampiran 66. Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 72 jam	69
Lampiran 67. Sidik Ragam Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan kakao Klon Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (<i>Multiple Culture</i>) Pengamatan 72 jam	70
Lampiran 68. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-1 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	70
Lampiran 69. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-3 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	70
Lampiran 70. Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	70
Lampiran 71. Uji lanjut BNJ Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	71
Lampiran 72. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobroma</i>	71
Lampiran 73. Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	71
Lampiran 74. Uji lanjut BNJ Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	72
Lampiran 75. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobroma</i>	72
Lampiran 76. Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	72
Lampiran 77. Uji lanjut BNJ Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	73
Lampiran 78. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-1 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	73
Lampiran 79. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-3 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	73
Lampiran 80. Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	74
Lampiran 81. Uji lanjut BNJ Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	74
Lampiran 82. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	74
Lampiran 83. Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	75
Lampiran 84. Uji lanjut BNJ Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	75
Lampiran 85. Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	75
Lampiran 86. Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi	

	<i>L. pseudotheobromae</i>	76
Lampiran 87.	Uji lanjut BNJ Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	76
Lampiran 88.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-1 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	76
Lampiran 89.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-3 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	77
Lampiran 90.	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	77
Lampiran 91.	Uji lanjut BNJ Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	77
Lampiran 92.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	78
Lampiran 93.	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	78
Lampiran 94.	Uji lanjut BNJ Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	78
Lampiran 95.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	79
Lampiran 96.	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	79
Lampiran 97.	Uji lanjut BNJ Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i>	79
Lampiran 98.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-1 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	80
Lampiran 99.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-3 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	80
Lampiran 100.	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	80
Lampiran 101.	Uji lanjut BNJ Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-3 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	80
Lampiran 102.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	81
Lampiran 103.	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	81
Lampiran 104.	Uji lanjut BNJ Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	82
Lampiran 105.	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L.</i> <i>pseudotheobromae</i>	82
Lampiran 106.	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	82
Lampiran 107.	Uji lanjut BNJ Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i>	82

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia. Komoditas tersebut berperan penting dalam perekonomian nasional, terutama sebagai sumber lapangan kerja, meningkatkan pendapatan masyarakat dan menjadi sumber devisa negara terbesar ketiga setelah minyak dan gas. Indonesia merupakan produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Produksi kakao Indonesia terus menurun, memimpin posisi Indonesia naik ke urutan keenam dunia pada tahun 2018, setelah Ekuador, Kamerun, dan Nigeria (ICCO, 2019). Areal kakao di Indonesia mengalami penurunan yang cukup signifikan, dari 1,7 juta hektar pada tahun 2016 menjadi 1,5 juta hektar pada tahun 2020. Data Statistik tahun 2013 hingga 2017 menunjukkan bahwa Sulawesi Selatan menjadi salah satu daerah terbesar dalam produksi kakao di Indonesia, dengan luas tanam sekitar 195.049 hektar dan total produksi kakao 110.418 ton. Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun, 2021) melaporkan produksi kakao mengalami penurunan dari tahun 2016 hingga tahun 2020. Rendahnya produktivitas komoditas kakao disebabkan sebagian besar umur tanaman sudah tua dan jauh di bawah usia produktif maksimum pohon kakao, yaitu 13-19 tahun (Wahyudi *et al.*, 2009).

Penurunan produktivitas kakao juga diperparah dengan adanya Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) kakao. Penyakit mati ranting (*dieback diseases*) merupakan penyakit yang menyerang beberapa perkebunan di seluruh dunia termasuk Indonesia. Tanpa memandang usia, pohon kakao yang terserang menunjukkan gejala mati pucuk yang khas berupa daun dan ranting luar menguning terlebih dahulu kemudian menyebar ke sepanjang cabang dan akhirnya mencapai batang utama menyebabkan pohon mati. Perubahan warna internal yang terlihat dari cabang yang sakit dengan garis-garis cokelat di jaringan tanaman (Mbenoun *et al.*, 2008).

Lasiodiplodia merupakan anggota Botryosphaeriaceae dan banyak ditemukan di berbagai tanaman inang di daerah tropis dan subtropis (Phillips, *et al.*, 2013). Spesies *Lasiodiplodia* yang menyebabkan penyakit mati ranting (*dieback*) adalah *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae*. Patogen *L. theobromae* menginfeksi bagian tanaman yang berdaging atau berkayu yang mengalami luka dan menyerang jaringan nekrotik sehingga menimbulkan gejala berupa busuk pada buah dan ujung batang, hawar daun, kanker batang (Rossman *et al.*, 2017). Cendawan *L. pseudotheobromae* merupakan patogen penting di bidang pertanian karena tidak hanya menyebabkan *dieback* tetapi juga dapat menimbulkan gejala seperti kanker, busuk ujung batang dan busuk buah (Marques *et al.*, 2013). Penyakit ini menyebabkan perubahan warna kulit, jaringan vascular pada ranting berwarna cokelat, pertumbuhan lambat dan pengeringan daun di atas cabang atas. Dalam kasus yang parah dapat menyebabkan kematian tanaman (Alves *et al.*, 2004). Patogen ini melewati musim dingin di cabang yang sakit dan menjadi sumber infeksi pada musim panas berikutnya. Spora tersebut disebarkan oleh angin dan hujan (Yee *et al.*, 2019).

Cendawan *L. pseudotheobromae* dapat dengan cepat menyebar melalui jaringan pembuluh karena sangat agresif. Dalam genus *Lasiodiplodia*, *L. pseudotheobromae* secara filogenetik dekat dengan *L. theobromae* (Li *et al.*, 2018). Konidia bervariasi dalam ukuran dan bentuk, meskipun berkaitan. Konidia *L. pseudotheobromae* lebih besar dan memiliki ujung bulat, sedangkan konidia *L. theobromae* berbentuk subvoid ellipsoid-ovoid, dengan ujung membulat dan meruncing (Alves *et al.*, 2008). Cendawan *L. pseudotheobromae* juga dapat

tumbuh pada suhu 10 °C dan membentuk koloni berwarna merah gelap pada suhu 35 °C (Marques *et al.*, 2013; Netto *et al.*, 2014).

Keberadaan penyakit tersebut tidak hanya menyebabkan penurunan produksi, tetapi juga mempersingkat masa produksi kakao bahkan dapat menyebabkan kematian. Pestisida sintetik yang selama ini terbukti berbahaya bagi manusia dan lingkungan ekosistem pertanian terus digunakan dalam berbagai upaya pengendalian. Cendawan yang berasosiasi menjadi salah satu mikroorganisme yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman kakao. Cendawan ini dapat hidup di jaringan tanaman (daun, bunga, tangkai daun, batang, akar, dan buah) dengan membentuk koloni tanpa menyebabkan kerusakan pada inangnya. Cendawan endofit diduga dapat meningkatkan sistem pertahanan tanaman pada patogen karena dapat menghasilkan senyawa antimikroba, enzim, asam salisilat, etilen, dan senyawa sekunder lainnya yang berperan dalam merangsang ketahanan tanaman (Backman dan Sikora, 2008).

Peran cendawan antagonis dalam melindungi tanaman inang dari serangan patogen telah diteliti sebelumnya. Beberapa cendawan antagonis yang berasosiasi dan diisolasi dari cabang kakao lokal M.05 didapatkan enam genus diantaranya *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Aspergillus* sp., *Gliocladium* sp., dan *Colletotrichum* sp. yang tahan terhadap VSD (Amin *et al.*, 2014). Penelitian lain oleh Asman *et al.* (2020), keragaman cendawan yang berasosiasi dari cabang kakao MCC-02 yaitu *Penicillium* sp., *Sordaria* sp., *Myrothecium* spp., *Monilia* spp., *Colletotrichum* spp. Beberapa penelitian telah melaporkan peran cendawan antagonis mampu melindungi tanaman inang dan mencegah perkembangan patogen. Hal ini menunjukkan setiap klon juga dianggap berpotensi mempunyai daya tahan/toleran berbeda terhadap berbagai gejala penyakit pada kakao.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao lokal (BB, M06, dan MCC-02) dalam menghambat perkembangan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobroma* melalui uji in vitro dan uji *detached pod*

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah dan jenis cendawan pada jaringan tanaman yang berasosiasi dengan klon kakao BB, M06, dan MCC-02 serta efektivitas cendawan yang berasosiasi dengan klon lokal dalam menekan perkembangan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai jumlah dan jenis cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao BB, M06, dan MCC-02 dalam menekan pertumbuhan cendawan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae* sebagai salah faktor dalam pengendalian penyakit tanaman kakao.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah ditemukan beberapa spesies cendawan yang berasosiasi dengan kakao dari hasil isolasi batang dari klon BB, M06, dan MCC-02 yang diduga efektif dalam menekan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klon Kakao Unggul Sulawesi

Kualitas budidaya menjadi faktor utama dalam mencapai mutu dan produktivitas yang baik pada komoditas kakao. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas dan mutu kakao dapat dilakukan melalui teknik klonalisasi sambung samping. Perkembangan teknik klonalisasi mendukung perluasan penggunaan klon unggul pada perkebunan rakyat di sentra-sentra pengembangan kakao, termasuk Sulawesi Selatan. Saat ini klon kakao unggul tersedia di pasaran dengan potensi produksi 1,5 - 2 ton. Beberapa klon memiliki potensi hasil panen yang tinggi serta tahan atau toleran terhadap serangan hama dan penyakit utama. Misalnya klon DR 2, DR 16, PA 300, RCC 71, RCC 73, ICCRI 01, ICCRI 02, ICCRI 03 dan ICCRI 04 tahan terhadap busuk buah dengan produksi rata-rata >1,5 t/ha. Klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 tahan terhadap VSD. Klon KW 617 dan KW 516 agak resisten terhadap hama PBK (Suhendi *et al.*, 2005; BPTP Sulawesi Barat, 2011).

Data dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (2020), menunjukkan bahwa upaya inovatif petani kakao Sulawesi dalam menciptakan teknologi perbanyakan telah berhasil melahirkan klon unggul baru berkualitas tinggi yang dapat dikembangkan sebagai klon anjuran:

2.1.1 Klon Buntu Batu (BB)

Ciri-ciri klon Buntu Batu (BB), bentuk buah lonjong, ujung buah runcing, pangkal buah bulat, warna buah hijau saat muda, buah matang berwarna kuning, dan kulit buah kasar. Ciri-ciri daun kakao panjang, ujung daun runcing, pangkal bulat, daun dewasa berwarna hijau tua, flush cokelat muda, tangkai hijau, permukaannya halus dan tebal. Ciri-ciri bunga kakao yaitu warna tangkai putih kehijauan, sepala berwarna putih, staminodia (kelopak) mekar atau terbuka dengan warna putih kekuningan hingga cokelat. Hasil produksinya yaitu 23,0 (jumlah buah/phn), 453,2 g (berat buah), 35,6 (jumlah biji/buah), 0,70 g (berat biji), 48,6 g (berat 100 biji). Kelemahan klon BB terletak pada bijinya, selain bobotnya yang ringan, klon ini juga menghasilkan jumlah biji yang relatif sedikit sehingga produksinya lebih sedikit dibandingkan klon unggul lainnya. Sedangkan kelebihan dari klon ini memiliki buah yang lebat (Junaedi, *et al.*, 2016).



Gambar 1. Kakao Klon BB
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

2.1.2 Kakao Klon M06 (Mochtar 06)

Ciri-ciri klon M06 memiliki buah besar, bentuk buah bulat panjang (*elips*), warna buah merah terang, alur buah dangkal dan berwarna merah, ujung buah tumpul, dan bertekstur kasar. Bentuk daun Panjang, cabang agak lurus, dan daya tumbuh vigor (kualitas benih) sedang. Produksi klon M06 sekitar 2,58 kg/pohon dan 1,11 g berat kering per biji (Musa *et al.*, 2022).



Gambar 2. Kakao Klon M06
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

2.1.3 Klon MCC-02 (Masamba Cacao Clone)

Berdasarkan penelitian Sahardi dan Djufry (2015), kakao klon MCC-02 berasal dari desa Palandan, Kec. Baebunta, Kabupaten Luwu Utara memiliki karakteristik buah ukuran besar, berbentuk oval, panjang 20 cm, dan lebar 11 cm. Ujung buah tumpul dengan leher botol yang tampak jelas, permukaan buah halus dengan alur dangkal. Buah berwarna merah tua saat muda dan berwarna orange saat buah matang. Panjang biji sekitar 3,08 cm, diameter 1,62 cm dan berat 2,23, total sekitar 45 butir per buah. Pohon kakao klon MCC-02 memiliki percabangan tegak, dengan ukuran daun sempit dan lonjong, ujung daun runcing dengan tekstur halus.



Gambar 3. Kakao Klon MCC-02
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.2 Cendawan *Lasiodiplodia theobromae*

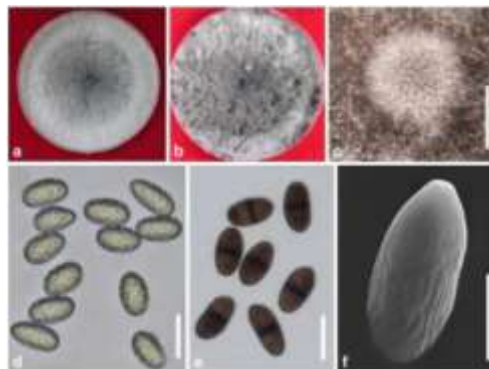
L. theobromae adalah jenis spesies dari genus *Lasiodiplodia*, yang merupakan cendawan yang dijelaskan untuk yang pertama kali sekitar tahun 1890 oleh Saccardo, mempengaruhi buah kakao (*Theobromae cacao*) di Ekuador. Cendawan ini sangat beragam dan memiliki kisaran inang yang sangat luas, termasuk monokotil, dikotil dan gimnospermae, terutama dari daerah tropis dan subtropis (Abdollahzadeh *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2011).

Klasifikasi *L. theobromae* berdasarkan database Centre for Agriculture and Bioscience International (CABI) (2022), sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Dothideomycetes
Ordo	: Botryosphaeriales
Famili	: Botryosphaeriaceae
Genus	: <i>Lasiodiplodia</i>
Spesies	: <i>Lasiodiplodia theobromae</i>

2.2.1 Morfologi *L. theobromae*

L. theobromae dapat dibedakan dari ukuran konidianya (Burgess *et al.*, 2006). Konidia *L. theobromae* telah dilaporkan memiliki kisaran ukuran tertentu. Ukuran konidia mirip dengan yang dilaporkan oleh Pavlic *et al.*, (2007) bahwa konidia berwarna coklat tua dan lonjong dengan ukuran $24 \times 15 \mu\text{m}$. Konidia berbentuk *subovoid* hingga *ellipsoid-ovoid*, dengan ujung bulat lebar, meruncing ke bagian bawahnya terpotong, berdinding tebal, hialin, berubah menjadi coklat tua setelah matang, bersepta satu dengan bentukan lurik dengan pengukuran $21,5\text{-}31,5 \times 13\text{-}17 \mu\text{m}$ dan satu porsi 1,9 Panjang/Lebar (Pitt and Hocking, 2009; Phillips *et al.*, 2013). Suhu pertumbuhan *L. theobromae* minimal 15°C , 28°C secara optimal dan 40°C maksimum (Slippers *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2008).



Gambar 4. *Lasiodiplodia theobromae* (a) Koloni muda di PDA (7 hari), (b) Koloni berumur pada PDA (14 hari), (c) Conidiomata pada kultur PDA, (d) Konidia hialin, (e) Konidia coklat dengan septa, (f) Konidia di bawah pemindaian mikroskop elektron. skala: c = $100 \mu\text{m}$, d–e = $20 \mu\text{m}$, f = $10 \mu\text{m}$ (Slippers *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2008).

2.2.2 Gejala Serangan *L. theobromae*

Penyakit yang disebabkan oleh patogen ini antara lain *dieback*, kanker, gummosis, hawar daun, dan busuk akar pada tanaman dan tanaman berkayu (Shahbaz *et al.*, 2009). Gejala khas pada

kakao yang disebabkan oleh *L. theobromae* dapat menyerupai penyakit lain yang berasosiasi dengan patogen lainnya, seperti kanker batang yang disebabkan oleh spesies *Phytophthora* (Jaiyeola *et al.*, 2014) dan *vascular streak dieback* (VSD) disebabkan oleh *Ceratobasidium theobromae*. Gejala termasuk klorosis daun dan bercak nekrotik dan bekas luka daun dan perubahan warna vaskular batang (Alvindhia dan Galema 2017; McMahan dan Purwantara 2016). *L. theobromae* bersifat sebagai saprofit, patogen sekunder pada tanaman inang yang lemah/stress dan juga ditemukan sebagai endofit pada jaringan tanaman sehat (Rubini *et al.*, 2005; Mohali *et al.*, 2005). Spesies *L. theobromae* lebih ganas dibandingkan dengan yang lain genera dan spesies dari famili Botryosphaericeae.

Penelitian oleh Huda, *et al.*, (2019) terkait pegujian patogenitas cendawan *L. theobromae* bahwa gejala penyakit berupa hawar daun, kanker batang, dan busuk buah diamati pada *T. cacao* selama satu seri pengambilan sampel dilakukan di beberapa negara bagian Malaysia dari September 2018 hingga Maret 2019 menjelaskan bahwa semua isolat yang diperoleh mengungkapkan *L. theobromae* sebagai patogen penyebab penyakit hawar daun, kanker batang, dan busuk buah *T. cacao*.



Gambar 5. Patogenitas *Lasiodiplodia theobromae* pada daun, batang, dan buah kakao (Huda *et al.* (2019))

Hasil penelitian dari Asman *et al.* (2019) melaporkan *L. theobromae* dalam menyebabkan penyakit kanker batang dan sebagai agens penyebab mati pucuk (*dieback*) dengan gejala yaitu perubahan warna internal berupa garis-garis cokelat pada jaringan vascular. Selain itu, *L. theobromae* telah diasosiasikan dengan mati pucuk (*dieback*) kakao di Kamerun, India, dan Venezuela (Mohalli *et al.*, 2017). Dari uji patogenisitas, isolat *L. theobromae* membutuhkan luka untuk memulai infeksi dan kolonisasi pada tanaman inang, menyerang tanaman melalui penaklukan endofit, cedera, penaklukan benih ke bibit, tanah yang terkontaminasi, dan infestasi serangga (Sakalidis *et al.*, 2011).

Menurut Úrbez-Torres *et al.*, (2008), *L. theobromae* lebih ganas daripada *Diplodia seriata* pada tanaman anggur, menyebabkan lebih banyak kerusakan pada batang yang diinokulasi. Pada mangga, *L. theobromae* menunjukkan virulensi menengah atau *mid-high* virulensi dibandingkan dengan *L. egyptiaca* dan *L. pseudotheobromae* (Ismail *et al.*, 2012). Telah dilaporkan bahwa selama musim hujan, produksi spora meningkat. Penyebaran spora dapat melalui air hujan serta angin (Vázquez *et al.*, 2009). *L. theobromae* dipengaruhi oleh suhu (di atas 30 °C) dan dapat bertahan hidup pada jaringan mati di pohon atau di tanah (Khanzada *et al.*, 2005). Buah-buahan terinfeksi di pohon, patogen mungkin tetap laten sampai buah

matang. Pada pascapanen, buah mungkin terinfeksi dengan ditempatkan di tanah setelah dipanen atau melalui kontak fisik buah yang sehat dengan buah yang sakit (Ventura *et al.*, 2004). Beberapa negara tercatat *L. theobromae* menyerang tanaman seperti mangga (Johnson, 1992), alpukat (Pegg *et al.*, 2003), pepaya (Queiroz *et al.*, 1997), pisang (Alves *et al.*, 2008), rambutan (Sivakumar *et al.*, 1997), leci (Liu *et al.*, 2005), anggur (Van Niekerk *et al.*, 2004), sirsak (Lutchmeah 1988), jambu mete (Cardoso *et al.*, 2002), buah jeruk, persik (Damn *et al.*, 2007) dan kelengkeng (Serrato-Días *et al.*, 2014).

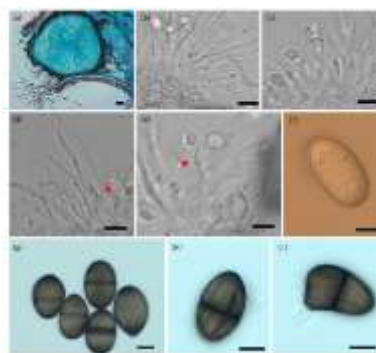
2.3 Cendawan *Lasiodiplodia pseudotheobromae*

Cendawan *L. pseudotheobromae* tercatat pertama kali dari tumbuhan *Cynometra malaccensis*. *Lasiodiplodia* terdiri dari 66 spesies bersifat patogen, saprofit dan cendawan endofit, terjadi terutama pada inang berkayu tersebar di berbagai belahan dunia dan memiliki inang yang berbeda (Phillips, *et al.*, 2013). Klasifikasi ilmiah *L. pseudotheobromae* berdasarkan EPPO Global Database (EPPO, 2022) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
 Filum : Ascomycota
 Kelas : Dothideomycetes
 Ordo : Botryosphaerales
 Famili : Botryosphaeriaceae
 Genus : *Lasiodiplodia*
 Spesies : *Lasiodiplodia pseudotheobromae*

2.3.1 Morfologi *L. pseudotheobromae*

Secara morfologis, *L. pseudotheobromae* mirip dengan *L. theobromae*, Meskipun demikian, kedua spesies ini dapat digambarkan berdasarkan ukuran dan bentuk konidianya. Konidia *L. pseudotheobromae* lebih besar dan lebih *ellipsoid* daripada *L. theobromae*. Koloni pada PDA awalnya berwarna abu-abu putih dan berubah menjadi abu-abu tua kehitaman seiring bertambahnya umur dan bersporulasi setelah 15 hari. Konidia memiliki 1 septa dan berdinding tebal berukuran $25\text{--}30 \times 10\text{--}15 \mu\text{m}$ (n = 40), hialin, aseptik, *sub-ovoid* hingga *ellipsoid* dengan ujung bulat lebar dan kemudian menjadi coklat tua, (Alves *et al.*, 2008)



Gambar 6. Ciri morfologi konidial isolat *Lasiodiplodia pseudotheobromae* dilihat di bawah mikroskop cahaya. (a) Piknidia (b) Parafisis (c, d) Sel konidigen. (d, e) Konidiofor (bintang merah) (f) Hyaline, konidia aseptik (f – h) Septa, endapan melanin di bagian dalam permukaan dinding yang tersusun membujur sehingga tampak lurik ke konidia (i) Kondium dengan tabung germinal parsial (Batang=10 μm (Alves *et al.*, 2008).

2.3.2 Gejala Serangan *L. pseudotheobromae*

Penyakit yang disebabkan oleh patogen ini adalah mati ranting (*dieback*), gejala serangan dimulai dengan daun menjadi layu hingga kering pada sebagian ranting, mengeriting, menguning, kemudian pencokelatan daun dari beberapa ranting ke ranting lainnya tetapi daunnya terus menggantung selama beberapa minggu yang akhirnya gugur/meranggas sehingga menyebabkan kematian tanaman. Tampak miselium cendawan apabila kulit kayu dikupas dan terlihat hitam kecokelatan (nekrotik) apabila batang dibelah. Produksi pala menurun sekitar 70% akibat infeksi penyakit ini, (Harni *et al.*, 2011).

Cendawan *L. pseudotheobromae* menyukai suhu 25 °C hingga 30 °C untuk tumbuh dan bertahan hidup pada semua jenis substrat. Setelah pemangkasan, patogen memasuki inang melalui ujung potongan batang. Tanaman menjadi rentan terhadap infeksi, dominasi akar dengan cepat berkembang biak di jaringan kortikal dan meluas ke daerah lubang untuk menyerang pembuluh xilem dan menyebabkan kematian tanaman (Sharma *et al.*, 2003). Tanaman yang sakit tampak kerdil, daun klorotik sehingga layu dan jatuh sebelum waktunya. Akar pengumpukan halus dan sistem akar tunggang dari tanaman yang terinfeksi ini rusak parah, menyebabkan gejala khas seperti perubahan warna xilem akar diikuti dengan pembusukan kulit akar. Kulit akarnya juga menjadi rapuh dan berbau tidak sedap. Seiring waktu, akar yang rusak tidak dapat lagi menahan tanaman dengan kuat di dalam tanah dan dapat dengan mudah dicabut (Sowmya *et al.*, 2018; Xie *et al.*, 2014).

Hasil penelitian Asman *et al.* (2020), terkait uji patogenitas dilakukan pada bibit kakao umur 2 sampai 4 bulan, epidermis batang didesinfeksi dengan etanol 70% dan dibiarkan kering, luka yang diinokulasi dibungkus dengan bungkus plastik untuk mencegah pengeringan dan kontaminasi selama 2 sampai 4 bulan. Tanaman kontrol adalah diinokulasi dengan PDA steril dan tanpa media agar. Pohon yang sakit akan menguning dan daun berwarna cokelat, diikuti dengan mati pucuk menyebar dengan cepat pada cabang. Bagian dalam cabang yang sakit berubah warna, jaringan vascular bergaris-garis cokelat, dan daunnya cokelat mengering.



(a)

(b)

Gambar 7. Gejala khas penyakit *dieback* pada pohon dewasa: (a) daun berwarna cokelat, (b) garis-garis cokelat hingga gelap di jaringan pembuluh cabang (Asman *et al.*, 2020).

2.4 Potensi Cendawan Endofit sebagai Agens Pengendalian Hayati

Dalam strategi pengendalian hama terpadu (PHT), pemanfaatan potensi musuh alami berperan penting dalam menekan kelimpahan populasi OPT. Salah satunya adalah penggunaan agens hayati berupa mikroba yang bersifat antagonis. Penggunaan mikroorganisme antagonis merupakan metode pengendalian yang ramah lingkungan (Soenartiningih *et al.*, 2011).

Salah satu cendawan antagonis yang berpotensi sebagai agens pengendali patogen yaitu cendawan endofit. Keberadaan cendawan tersebut hidup pada jaringan tumbuhan dan bersosiasi dengan tumbuhan tanpa menimbulkan penyakit. Hubungan antara cendawan endofit dengan tanaman inangnya merupakan hubungan simbiosis dimana kedua belah pihak saling menguntungkan bagi kehidupannya. Cendawan endofit memperoleh substrat nitrogen dan karbohidrat dari tanaman inang, substrat ini dikeluarkan oleh tanaman sebagai bagian dari sistem pembuangan zat-zat beracun tanaman. Substrat ini digunakan oleh cendawan endofit dalam keberlangsungan hidupnya. Kehadiran cendawan endofit dan berasosiasi dengan inang dapat mengendalikan beberapa patogen (Liswarni, 2018).

Cendawan antagonis adalah cendawan yang memiliki kemampuan untuk menekan pertumbuhan dan perkembangan penyakit (Widiyanti *et al.*, 2022). Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh cendawan antagonis terhadap patogen adalah kemampuan untuk bersaing dengan patogen, memicu ketahanan tanaman, melakukan parasitisme langsung dan mikoparasitisme, serta menghasilkan senyawa antibiosis. Menurut Amin *et al.*, (2014), terdapat 6 genus yaitu *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Aspergillus* sp., *Gliocladium* sp., dan *Colletotrichum* sp yang diisolasi dari cabang kakao lokal M.05 tahan terhadap VSD. Penelitian lain oleh Asman *et al.*, (2020), menunjukkan cendawan endofit yang berasosiasi dengan cabang kakao MCC-02 yaitu *Penicillium* sp, *Sordaria* sp, *Myrothecium* spp, *Monilia* spp, *Colletotrichum* spp. Menurut Harni *et al.* (2016), hasil isolasi cendawan yang diisolasi dari daun, ranting, dan buah sehat kakao diperoleh sebanyak 269, 195 isolat dari Sulawesi Tenggara, 41 isolat dari Jawa Barat, dan 33 isolat dari Lampung.