

**INVENTARISASI JAMUR YANG TERBAWA BIJI KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) DI RANTAI PASAR YANG BERBEDA**

(Skripsi)

Oleh

**RIO ADI SAPUTRA
NPM 1914121050**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

INVENTARISASI JAMUR YANG TERBAWA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DI RANTAI PASAR YANG BERBEDA

Oleh

RIO ADI SAPUTRA

Penanganan pascapanen biji kakao sangat penting dalam menjaga mutu biji, tahapan pascapanen yang kurang baik akan menyebabkan biji kakao terinfeksi oleh jamur yang merupakan penyebab utama menurunnya mutu biji kakao. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penanganan pascapanen dari masing-masing rantai pasar terhadap infeksi jamur pada biji kakao. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 12 perlakuan dan 5 ulangan sehingga diperoleh 60 satuan percobaan. Perlakuannya yaitu biji kakao dari Petani, Tengkulak, dan Pedagang, untuk kelompoknya yaitu Desa Sriwangi, Summersari, Kuta Dalam, dan Sukajaya. Sebanyak 10 biji kakao diisolasi untuk setiap perlakuan pada media PSA kemudian diamati keragaman jenis jamurnya secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata infeksi jamur pada biji kakao tanpa sterilisasi kloroks terbesar ada pada tengkulak yaitu 92,5%, sedangkan rerata persentase infeksi terendah ada pada pedagang yaitu 75%. Namun, adanya perbedaan rerata infeksi pada biji kakao tidak berbeda nyata baik pada biji sterilisasi non-kloroks dan sterilisasi kloroks. Pada biji dengan sterilisasi kloroks, rerata infeksi tertinggi ada pada tengkulak yaitu 62,5%, sedangkan rerata persentase infeksi terendah terdapat pada petani yaitu 40%. Hasil identifikasi jamur secara keseluruhan ditemukan 5 jenis, yaitu *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. westerdijkae*, *Rhizopus* sp., dan satu lagi yang tidak teridentifikasi. Jamur yang paling banyak muncul pada biji kakao tanpa sterilisasi kloroks di tingkat petani dan pedagang yaitu *A. niger* secara berturut-turut sebanyak 36% dan 42,15%, sedangkan pada tingkat tengkulak jamur yang paling banyak muncul yaitu jamur yang tidak teridentifikasi. sebanyak 31,17%. Pada biji kakao dengan sterilisasi kloroks, jamur yang paling banyak muncul pada tingkat petani dan pedagang yaitu jamur yang tidak teridentifikasi secara berturut-turut sebanyak 73,85% dan 51,25%, sedangkan pada tingkat tengkulak jamur yang paling banyak muncul yaitu *A. flavus* sebanyak 37,5%.

Kata kunci: identifikasi jamur, kekayaan jenis jamur, kemunculan jamur

ABSTRACT

INVENTORY OF FUNGI ASSOCIATED WITH COCOA BEANS (*Theobroma cacao* L.) IN DIFFERENT MARKET CHAINS

By

RIO ADI SAPUTRA

*Post-harvest handling of cocoa beans is very important in maintaining the quality of the beans, poor post-harvest stages will cause cocoa beans to be infected by mold which is the main cause of declining cocoa bean quality. This study aims to determine the effect of post-harvest handling of each market chain on mold infection of cocoa beans. The research method used was a Randomized Group Design consisting of 12 treatments and 5 replicates to obtain 60 experimental units. The treatments were cocoa beans from farmers, middlemen, and traders, and the groups were Sriwangi, Summersari, Kuta Dalam, and Sukajaya villages. A total of 10 cocoa beans were isolated for each treatment on PSA media and then observed for the diversity of fungal species macroscopically and microscopically. The results showed that the average fungal infection of cocoa beans without chlorox sterilization was highest among middlemen at 92.5%, while the lowest average percentage of infection was among traders at 75%. However, the difference in the mean infection of cocoa beans was not significantly different in both non-chlorox sterilized and chlorox sterilized beans. In chlorox-sterilized beans, the highest infection rate was found among middlemen at 62.5%, while the lowest infection rate was found among farmers at 40%. The results of the overall identification of fungi found 5 species, namely *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. westerdijkae*, *Rhizopus* sp., and another one that has not been identified. The most common fungus on cocoa beans without chlorox sterilization at the farmer and trader levels was *A. niger* at 36% and 42.15%, respectively, while at the middleman level the most common fungus was an unidentified fungus at 31.17%. In cocoa beans with chlorox sterilization, the most common fungi at the farmer and trader levels were unidentified fungi as much as 73.85% and 51.25%, respectively, while at the middleman level the most common fungus was *A. flavus* as much as 37.5%.*

Keywords: *identification of fungi, richness of fungal species, occurrence of fungi*

**INVENTARISASI JAMUR YANG TERBAWA BIJI KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) DI RANTAI PASAR YANG BERBEDA**

Oleh

RIO ADI SAPUTRA

Skripsi

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

pada

**Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: INVENTARISASI JAMUR YANG TERBAWA
BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DI
RANTAI PASAR YANG BERBEDA

Nama Mahasiswa

: Rio Adi Saputra

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1914121050

Program Studi

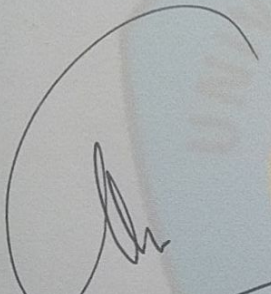
: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,

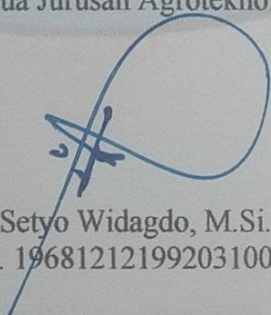


Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.
NIP. 196107201986031001



Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
NIP. 196108261986031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,



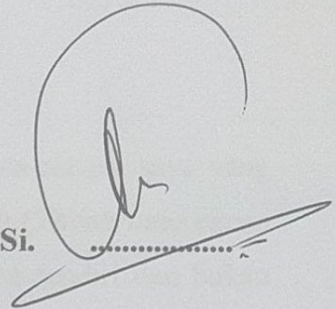
Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP. 196812121992031004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji,

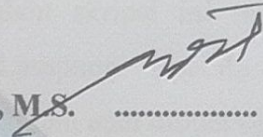
Ketua

: Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.



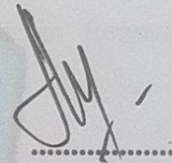
Sekretaris

: Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.



Anggota

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

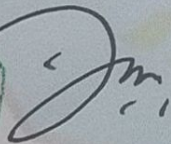


2. Dekan Fakultas Pertanian,



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

NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Desember 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Inventarisasi Jamur yang Terbawa Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Rantai Pasar yang Berbeda”** 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 di kemudian 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, Desember 2024
Penulis,



Rio Adi Saputra
NPM 1914121050

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, pasangan Bapak Imam M. Basor dan Ibu Syamsu Haryaningsih. Penulis dilahirkan di Way Jepara, Lampung Timur pada 3 Juni 2000 dengan nama lengkap Rio Adi Saputra.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK ABA pada 2007, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 3 Braja Sakti pada 2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Negeri 1 Way Jepara pada 2013, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 1 Way Jepara pada 2019. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis memilih Hama dan Penyakit Tumbuhan sebagai minat penelitian dari perkuliahan. Pada Januari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Rajabasa Lama I, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur, Lampung. Pada Juli 2022, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Rumah Belajar Kang Suyut, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung.

Alhamdulillahirobbil'alamin

Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini kepada

Kedua orang tuaku

Ayah Imam M Basyor dan Ibu Syamsu Haryaningsih yang senantiasa mendoakan untuk kelancaran dan keberhasilanku, memberikan seluruh cinta dan kasih sayang, perhatian, kesabaran, nasehat, dan dukungan yang tidak akan pernah terbalaskan dengan apapun.

Kakakku

Apryan Bagus Saputra yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan.

Sahabat-sahabat yang selalu menemani dalam suka maupun duka, serta memberikan bantuan, motivasi, dukungan, dan perhatian selama ini.

serta

Almamater tercinta

*Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Lampung*

”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

Bukankah Kami telah melapangkan untukmu dadamu. Dan Kami telah menghilangkan daripadamu bebanmu. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(QS. Al-Baqarah: 286 dan QS. Al-Insyirah: 1-8)

“Akan selalu ada jalan menuju sebuah kesuksesan bagi siapapun, selama orang tersebut mau berusaha dan bekerja keras untuk memaksimalkan kemampuan yang ia miliki.”

(Bambang Pamungkas)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”

(Ali bin Abi Thalib)

SANWACANA

Dengan menyebut nama Allah yang Maha pengasih lagi Maha penyayang. Alhamdulillahirabbil'alamin, atas rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai kemudahan yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kelimpahan Jamur yang Terbawa Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Rantai Pasar yang Berbeda”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tuntunan dan petunjuk kepada kita semua. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Program Studi Agroteknologi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, saran, dan kritik yang telah diberikan oleh semua pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., Ketua Bidang Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Bapak Ir. Muhammad Nurdin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Utama atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik kepada penulis;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, dan saran kepada penulis;

6. Bapak Ir. Joko Prasetyo, M.P. dan Ibu Dr. Ivayani, S.P., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan motivasi kepada penulis;
7. Ibu Widyaningrum Alita Sari, S.P., selaku Pranata Laboratorium Pendidikan atas kesediaannya dalam membantu penulis untuk melaksanakan penelitiannya di laboratorium;
8. Kedua orang tua penulis Bapak Imam M Basyor dan Ibu Syamsu Haryaningsih dan kakak penulis Apryan Bagus Saputra, atas kerja keras, doa, dukungan, dan motivasinya yang diberikan kepada penulis;
9. Keluarga besar Jurusan Agroteknologi 2019, atas kebersamaannya selama ini;
10. Tim penelitian jamur pascapanen biji kakao, Hudan Mutaqin, Melda Cantika, dan Annisa Fitri;
11. Rekan-rekan tim percepatan Jurusan AGT 2019 yang selalu mau berbagi dan mendampingi selama menyelesaikan skripsi; dan
12. Saudara-saudara sesama Pejantan AGT yang telah berbagi suka duka, kebaikan, dan dorongan motivasi kepada penulis. Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada sahabat Lepidoptera yang telah menjadi teman berkumpul dan bercerita serta tempat naungan saat masalah tiba. Tak lupa, saya sampaikan rasa syukur kepada teman-teman kosan dan desa yang telah menghibur saya di saat-saat susah dan sedih. Terima kasih juga kepada Iqbal dan Haidar sebagai penyemangat saya, serta kepada Karimah, calon istri ku kelak, yang telah hadir dalam hidupku, memberikan semangat, naungan, bantuan, dan kasih sayang yang sangat kuat selama proses penyelesaian skripsi ini.

Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan terima kasih dan semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Bandar Lampung, Maret 2025
Penulis,

Rio Adi Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kakao (<i>Cocoa</i>)	7
2.2 Morfologi Kakao.....	7
2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kakao.....	10
2.4 Pascapanen Kakao	11
2.4.1 Sortasi Buah	12
2.4.2 Pemeraman Buah	12
2.4.3 Pembelahan Buah.....	13
2.4.4 Pengeringan Biji Kakao	13
2.4.5 Penggudangan Kakao.....	14
2.5 Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Biji Kakao	15
2.6 Jamur Pascapanen yang Dominan Ditemukan di Tempat Penyimpanan.....	15
2.6.3 <i>Fusarium</i> sp.	17
2.6.4 <i>Rhizopus</i> sp.	18
2.6.5 <i>Mucor</i>	18
III. BAHAN DAN METODE	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian	21

3.4.1 Pengambilan Sampel dan Survei Wawancara.....	21
3.4.2 Pembuatan Media.....	21
3.4.4 Pemurnian	22
3.5 Variabel Pengamatan	22
3.5.1 Identifikasi Jamur (Makroskopis dan Mikroskopis).....	23
3.5.2 Persentase Biji Terinfeksi Jamur	23
3.5.3 Persentase Frekuensi Kemunculan Jenis Jamur.....	23
3.5.4 Kadar Air Biji Kakao	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil	25
4.1.1 Hasil Identifikasi Jamur	25
4.1.2 Persentase Infeksi Jamur pada Biji Kakao pada Rantai Pasar yang Berbeda di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran.....	32
4.1.3. Persentase Frekuensi Kemunculan Jenis Jamur.....	35
4.2 Pembahasan.....	42
V. SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis-Jenis Jamur yang Berasosiasi pada Biji Kakao Tanpa Perlakuan Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda.....	26
2. Jenis-Jenis Jamur yang Berasosiasi pada Biji Kakao dengan Perlakuan Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda.....	27
3. Persentase Biji Kakao yang Terinfeksi Jamur Tanpa Perlakuan Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda.....	33
4. Persentase Biji Kakao yang Terinfeksi Jamur dengan Perlakuan Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda.....	35
5. Persentase Frekuensi Mutlak Kemunculan Jenis Jamur pada Biji Kakao Tanpa Sterilisasi Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda	36
6. Persentase Frekuensi Mutlak Kemunculan Jenis Jamur pada Biji Kakao dengan Sterilisasi Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda	37
7. Persentase Frekuensi Nisbi Kemunculan Jenis Jamur pada Biji Kakao Tanpa Sterilisasi Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda	39
8. Persentase Frekuensi Nisbi Kemunculan Jenis Jamur pada Biji Kakao dengan Sterilisasi Kloroks pada Rantai Pasar yang Berbeda	41
9. Persentase Rata-Rata Kadar Air Biji Kakao	42
10. Kuisiomer dan Hasil Wawancara di Rantai Pasar yang Berbeda di Desa Sriwangi Kabupaten Lampung Timur	53
11. Kuisiomer dan Hasil Wawancara di Rantai Pasar yang Berbeda di Desa Sumbersari Kabupaten Lampung Timur	54
12. Kuisiomer dan Hasil Wawancara di Rantai Pasar yang Berbeda di Desa Kuta Dalam Kabupaten Pesawaran	56
13. Kuisiomer dan Hasil Wawancara di Rantai Pasar yang Berbeda di Desa Sukajaya Kabupaten Pesawaran	58
14. Transformasi Data Kemunculan Jamur Tanpa Sterilisasi Kloroks	59

15.	Transformasi Data Kemunculan Jamur dengan Sterilisasi Kloroks	60
16.	Uji Homogenitas Ragam Rerata Infeksi Biji Kakao Tanpa Kloroks	61
17.	Hasil Analisis Ragam Rerata Infeksi Biji Kakao Tanpa Kloroks	61
18.	Uji Homogenitas Ragam Rerata Infeksi Biji Kakao dengan Kloroks	62
19.	Hasil Analisis Ragam Rerata Infeksi Biji Kakao dengan Kloroks	62
20.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>A. niger</i> Tanpa Kloroks	63
21.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>A. niger</i> Tanpa Kloroks	63
22.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>A. westerdijkae</i> Tanpa Kloroks	64
23.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>A. westerdijkae</i> Tanpa Kloroks	64
24.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>A. flavus</i> Tanpa Kloroks	65
25.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>A. flavus</i> Tanpa Kloroks	65
26.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur Tidak Teridentifikasi Tanpa Kloroks	66
27.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur Tidak Teridentifikasi Tanpa Kloroks	66
28.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>Rhizopus</i> Tanpa Kloroks	67
29.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>Rhizopus</i> Tanpa Kloroks	67
30.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>A. niger</i> dengan Kloroks	68
31.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>A. niger</i> dengan Kloroks	68
32.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>A. westerdijkae</i> dengan Kloroks	69
33.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>A. westerdijkae</i> dengan Kloroks	69
34.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>A. flavus</i> dengan Kloroks	70

35.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>A. flavus</i> dengan Kloroks	70
36.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur Tidak Teridentifikasi dengan Kloroks	71
37.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur Tidak Teridentifikasi dengan Kloroks	71
38.	Uji Homogenitas Ragam Kemunculan Jamur <i>Rhizopus</i> dengan Kloroks	72
39.	Hasil Analisis Ragam Kemunculan Jamur <i>Rhizopus</i> dengan Kloroks	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Karakter morfologi <i>Aspergillus</i> sp: (a) konidiofor dan massa spora, (b) vesikel dan fialid (c) konidia (Watanabe, 1987)	16
2. Karakter morfologi jamur <i>Penicillium</i> sp: (a) konidiofor dan konidia; (b) fialid dan konidia, (c) konidia (Watanabe, 1987)	17
3. Karakter morfologi jamur <i>Fusarium</i> sp: (a) makrokonidia dan mikrokonidia, (b) konidiofor dan konidia, (c) klamidiospora (Watanabe, 1987).....	17
4. Karakter morfologi jamur <i>Rhizopus</i> sp: (a) <i>sporangiofor</i> dengan columella dan rhizoid, (b) Columella, (c) sporangiosfor (d) klamidiofor (Watanabe, 1987)	18
5. Karakter morfologi jamur <i>Mucor</i> sp: (a) sporangiophores dan sporangia, (b) kolumela, (c) sporangiospores (Watanabe, 1987)	19
6. Jamur <i>A. niger</i> : (a) koloni <i>A. niger</i> yang berumur 7 hari pada media PSA, (b) penampakan mikroskopis <i>A. niger</i> dengan perbesaran 400× (1) vesikel, (2) konidiofor)	28
7. Jamur <i>A. flavus</i> : (a) koloni <i>A. flavus</i> yang berumur 7 hari pada media PSA, (b) penampakan <i>A. flavus</i> dengan perbesaran 400× (1) konidiofor, (2) vesikel).....	29
8. Jamur <i>A. westerdijkae</i> : (a) koloni jamur <i>A. westerdijkae</i> yang berumur 7 hari pada media PSA, (b) penampakan jamur dengan mikroskop perbesaran 400×. ((1) vesikel, (2) konidiofor, (3) konidia)	30
9. Jamur <i>Rhizopus</i> sp: (a) koloni jamur <i>Rhizopus</i> sp. yang berumur 3 hari pada media PSA, (b) penampakan jamur dengan mikroskop perbesaran 400×. ((1) stolon, (2) rhizoid).....	31
10. Jamur tidak teridentifikasi: (a) koloni jamur tidak teridentifikasi yang berumur 5 hari pada media PSA. (b) penampakan jamur dengan mikroskop perbesaran 400×. ((c) hifa, (d) clamp connection).....	32

11.	Grafik persentase biji kakao yang terinfeksi jamur tanpa perlakuan kloroks pada rantai pasar yang berbeda	32
12.	Grafik persentase biji kakao yang terinfeksi jamur dengan perlakuan klorok pada rantai pasar yang berbeda.....	34
13.	Grafik rerata frekuensi nisbi kemunculan jenis jamur pada biji kakao tanpa sterilisasi kloroks pada rantai pasar yang berbeda.....	38
14.	Grafik rerata frekuensi nisbi kemunculan jenis jamur pada biji kakao dengan sterilisasi kloroks pada rantai pasar yang berbeda.....	40
15.	Dokumentasi wawancara masing-masing rantai pasar di Lampung Timur dan Pesawaran: (a) petani kakao, (b) dan (c) pedagang besar kakao di Desa Sriwangi dan Sumbersari	73
16.	Pengambilan sampel kakao dari Lampung Timur: (a) dan (b) biji kakao petani Sriwangi dan Sumbersari, (c) dan (d) biji kakao tengkulak Sriwangi dan Sumbersari, (e) dan (f) biji kakao Pedagang Sriwangi dan Sumbersari	74
17.	Pengambilan sampel kakao dari Pesawaran: (a) dan (b) biji kakao petani Kuta Dalom dan Sukajaya, (c) dan (d) biji kakao tengkulak Kuta Dalom dan Sukajaya, (e) dan (f) biji kakao pedagang Kuta Dalom dan Sukajaya	75
18.	Pengujian kadar air biji kakao: (a) proses penimbangan bobot biji kakao, (b) proses pengovenan biji kakao	76
19.	Proses pembuatan media PSA: (a) penuangan aquades sebanyak 500 ml, (b) penuangan media ke dalam cawan petri	76
20.	Proses isolasi jamur pada biji kakao: (a) peletakkan biji kakao ke dalam media PSA, (b) pembelahan biji kakao yang sudah disterilisasi kloroks, (c) isolasi biji kakao.....	77
21.	Isolasi biji kakao di desa Sriwangi pada rantai pasar yang berbeda: (a) biji kakao petani, (b) biji kakao tengkulak, (c) biji kakao pedagang besar	77
22.	Isolasi biji kakao dari desa Sumbersari pada rantai pasar yang berbeda: (a) biji kakao petani, (b) biji kakao tengkulak, (c) biji kakao pedagang besar	77
23.	Isolasi biji kakao dari desa Kuta Dalom pada rantai pasar yang berbeda: (a) biji kakao petani, (b) biji kakao tengkulak, (c) biji kakao pedagang besar	78
24.	Isolasi biji kakao dari desa Sukajaya pada rantai pasar yang berbeda: (a) biji kakao petani, (b) biji kakao tengkulak, (c) biji kakao pedagang besar	78

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas ekspor nonmigas yang diolah menjadi berbagai produk seperti minuman dan makanan, serta limbahnya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Menurut Soesanto (2017), permintaan kakao yang tinggi baik di dalam maupun luar negeri semakin didorong oleh perkembangan sektor agroindustri dan kebutuhan perusahaan pengolah produk coklat untuk meningkatkan daya saing produk mereka. Pada tahun 2021, Indonesia berada di peringkat ke-6 produsen kakao terbesar dunia setelah Côte d'Ivoire, Ghana, Ekuador, Kamerun, dan Nigeria (Badan Pusat Statistik, 2022). Dari total 1.460.396 hektar areal kakao di Indonesia, sekitar 99,39% merupakan perkebunan rakyat, dan produksi tertinggi berada di Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, serta Provinsi Lampung yang berada di urutan ke-5 sebagai penghasil kakao terbesar. Lampung menyumbangkan sekitar 8% produksi nasional atau 56,6 ribu ton dari lahan seluas 78,87 ribu hektar, yang tersebar hampir di seluruh kabupaten di wilayah tersebut (Badan Pusat Statistik, 2022)..

Daerah di Provinsi Lampung yang menjadikan kakao sebagai komoditas perkebunan andalan yakni seperti Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran. Sejauh ini, Kabupaten Lampung Timur sebagai sentra perkebunan kakao kedua di Provinsi Lampung dengan luas perkebunan mencapai 9.749 hektar (Anggraeni dkk., 2018). Luasnya areal perkebunan kakao yang ada di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran, mengindikasikan bahwa sebagian besar masyarakat mengusahakan tanaman kakao sebagai mata pencaharian utama mereka (Gusti dkk., 2013). Luasnya areal tersebut tidak menjamin kualitas hasil

mutu biji kakao yang didapatkan karena penanganan pascapanen yang belum dilakukan dengan baik dan benar (Amaria dkk., 2014).

Mutu biji kakao Indonesia sampai saat ini masih belum memenuhi persyaratan yang dianjurkan SNI. Hal ini terutama disebabkan oleh penanganan pascapanen yang belum dilakukan dengan baik dan benar yang mengacu kepada *Good Handling Practices* (GHP) dan *Good Manufacturing Practices* (GMP). Selain itu, adanya infestasi serangga dan infeksi jamur menjadi penyebab utama menurunnya mutu biji kakao (Amaria dkk., 2014). Hal ini juga sejalan dengan kegiatan penanganan pascapanen biji kakao di Kabupaten Pesawaran dan Lampung Timur yang kurang tepat dan tidak layak. Petani di kabupaten tersebut masih mengandalkan sinar matahari sebagai sumber panas untuk proses penjemuran biji kakao.

Lamanya proses penjemuran juga menjadi hal penting untuk diperhatikan guna menghasilkan kualitas biji kakao dengan tingkat kadar air yang sesuai. Kebanyakan petani di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran tidak memperhatikan lama penjemuran biji kakao. Selain itu, wilayah dari kedua kabupaten memiliki kondisi lingkungan dan topografi yang berbeda seperti ketinggian permukaan, suhu, iklim, dan lain-lain. Dari perbedaan tersebut tentu akan mempengaruhi keberagaman dan kelimpahan jamur yang berasosiasi pada biji kakao.

Jamur dapat menjadi penyebab kerusakan biji kakao dan berpotensi menghasilkan mikotoksin yang dapat menimbulkan perubahan kimiawi di dalamnya. Jenis jamur seperti *Rhizopus*, *Mucor*, *Rhizoctonia*, *Penicillium*, maupun *Aspergillus* mudah tumbuh dan berkembang pada setiap tahapan baik dari panen hingga pascapanen serta jalur distribusi atau rantai pasar (Amaria dkk., 2014). Sehingga kerusakan biji kakao yang disebabkan oleh keberadaan jamur masih menjadi kendala utama dalam upaya meningkatkan mutu biji kakao nasional (Asrul, 2009).

Kerusakan biji kakao akan semakin tinggi jika sistem penanganan pascapanen yang asal dan kurangnya pengetahuan tentang aspek mutu biji kakao. Kualitas yang kurang baik menyebabkan tidak samanya harga jual yang diterima petani. Selain itu, harga jual juga dipengaruhi oleh panjang pendeknya rantai pemasaran (Anggraeni dkk., 2018). Umumnya petani di Lampung Timur dan Pesawaran lebih memilih menjual kakao kepada tengkulak atau pedagang pengumpul dibandingkan menjualnya langsung kepada unit pembelian kakao skala besar.

Kakao merupakan salah satu bahan baku potensial Indonesia. Untuk menjaga kualitas dan mutu produksi kakao, perlu dilakukan studi tentang inventarisasi jamur yang berasosiasi dengan biji kakao. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui inventarisasi jamur yang berasosiasi dengan biji kakao pada rantai pasar yang berbeda di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

- (1) Menginventarisasi jamur-jamur yang berasosiasi dengan biji kakao pascapanen pada rantai pasar yang berbeda dari dua lokasi yaitu Lampung Timur dan Pesawaran;
- (2) Mengetahui persentase infeksi yang terdapat di biji kakao pascapanen pada rantai pasar yang berbeda dari dua lokasi yaitu Lampung Timur dan Pesawaran.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penanganan pascapanen yang kurang baik menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan jamur pada biji kakao. Proses yang tidak dilakukan secara higienis dapat menjadi sumber kontaminasi jamur. Jamur tersebut dapat berpotensi sebagai mikotoksin yang mengganggu kesehatan manusia dan hewan. Selain itu, jamur tersebut mudah tumbuh dan berkembang pada setiap tahapan

panen dan pascapanen serta pada jalur distribusi atau rantai perdagangan. Jenis jamur pascapanen yang banyak ditemukan antara lain dari genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., dan *Mucor*. Di tingkat petani, pedagang pengumpul, maupun eksportir ditemukan puluhan jenis jamur pascapanen yang bersifat kosmopolit (terdapat dimana-mana) dan berpotensi menghasilkan toksin (Amaria dkk., 2014).

Setiap rantai pasar memiliki perbedaan pada sistem penanganan biji kakao, seperti proses penyimpanan, transportasi, dan pengawasan kualitas. Kondisi lingkungan pada rantai pasar, seperti kebersiha, ventilasi, dan kelembaban juga bervariasi dan dapat mempengaruhi potensi tumbuhnya jamur. Penanganan biji kakao pascapanen yang kurang optimal pada salah satu rantai pasar dapat meningkatkan risiko kontaminasi jamur. Rantai pasar dengan standar kebersihan dan pengelolaan produk yang baik diduga memiliki tingkat infeksi jamur yang lebih rendah. Sebaliknya, rantai pasar dengan penanganan yang kurang baik cenderung memiliki tingkat dan jenis infeksi jamur yang lebih beragam.

Jamur yang mengkontaminasi biji kakao dapat menghasilkan mikotksin yang dapat merusak dan mengurangi mutu biji kakao. Jenis mikotoksin yang paling banyak ditemukan pada biji kakao antara lain okratoksin dan aflatoksin yang dihasilkan dari jenis *Aspergillus* dan *Penicillium*. Senyawa ini tidak bisa dihilangkan selama proses pengolahan kakao yang dapat menyebabkan kontaminasi pada produk-produk olahan kakao (Amaria dkk., 2014). Hal ini juga sejalan dengan kegiatan penanganan pascapanen biji kakao di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran. Pengeringan biji kakao di kedua kabupaten tersebut masih dilakukan dengan penjemuran di bawah sinar matahari dan biasanya hanya beralaskan lantai semen yang memungkinkan adanya kontaminasi jamur yang tidak diinginkan pada biji kakao. Selain itu, kontaminasi aflatoksin pada komoditi pertanian lebih sering terjadi di daerah beriklim tropik dan sub tropik karena suhu dan kelembapannya sesuai untuk pertumbuhan jamur (Amaria dkk., 2014).

Sumber kontaminan yang lain yang mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah lingkungan. Suhu dan kelembapan menjadi faktor yang mempengaruhi perkembangan jamur. Jamur akan mudah tumbuh selama penyimpanan biji kakao karena iklim yang lembap dan suhu hangat (Amaria dkk., 2014). Wilayah Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran memiliki kondisi lingkungan dan topografi yang berbeda seperti ketinggian permukaan, suhu, iklim, dan lain-lain. Sehingga infeksi jamur pada biji kakao kering bukan hanya dari jamur kontaminan, tetapi juga banyak ditemukan jamur bawaan dari lapang.

Biji kakao berjamur kemungkinan akibat dari proses pengeringan yang dilakukan tidak sempurna serta suhu dan kelembapan. Apabila proses pengeringan biji kakao dilakukan tidak sempurna, maka akan berdampak pada kadar air biji kakao. Semakin tinggi kadar air biji kakao maka kemungkinan akan terjadinya penurunan mutu biji kakao akibat munculnya jamur (Ariyanti, 2017). Rendahnya mutu biji kakao akan berdampak pada tidak samanya harga jual yang diterima oleh petani. Rantai pemasaran juga menjadi faktor penting dalam harga jual. Semakin banyak rantai pasar, maka harga jual akan semakin rendah (Anggraeni dkk., 2018). Kebanyakan petani di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran lebih memilih menjual kakao kepada tengkulak atau pedagang besar.

Inventarisasi jamur perlu dilakukan untuk mengetahui kekayaan jenis jamur pada biji kakao. Menurut Amaria dkk. (2014), jenis jamur yang sering ditemukan pada proses pascapanen menghasilkan mitotoksin yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Dengan teridentifikasinya jamur-jamur tersebut, diharapkan dapat menjadi sumber informasi terkait pentingnya melakukan pascapanen yang baik dan sesuai sebagai upaya untuk menghindari infeksi jamur. Sehingga kelak akan menjadi acuan dalam penerapan teknologi pengendalian cemaran mikotoksin yang ramah lingkungan (Syatrawati dan Inderiati, 2018).

Berdasarkan penjelasan tersebut, sangat penting untuk dilakukan penelitian ini untuk mengetahui inventarisasi jamur-jamur yang berasosiasi dengan biji kakao di dua lokasi di Lampung yaitu Lampung Timur dan Pesawaran.

1.4 Hipotesis

- (1) Jamur yang terinventarisai pada biji kakao di rantai pasar yang berbeda di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran merupakan jenis jamur kontaminan seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Mucor*, dan *Rhizopus*; dan
- (2) Terdapat perbedaan persentase biji yang terinfeksi jamur pada biji kakao di rantai pasar yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kakao (*Cocoa*)

Kakao adalah tanaman perkebunan yang menghasilkan biji yang diolah menjadi coklat. Tanaman ini memiliki nama ilmiah *Theobroma cacao* L. dan termasuk dalam famili Sterculiaceae. Kakao berasal dari Amerika Selatan dan saat ini banyak ditanam di berbagai kawasan tropis. Secara umum tanaman kakao dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu Forastero, Criollo, dan Trinitario yang merupakan hasil persilangan antara Forastero dengan Criollo. Varietas kakao hibrida adalah varietas kakao Trinitario yang memiliki kemampuan produksi lebih tinggi daripada varietas Criollo dan Forastero (Surti, 2012).

Kakao mulai dikenal di Indonesia pada tahun 1696 dan diperkenalkan oleh VOC. Produksi tanaman kakao di Indonesia dimulai di Pulau Jawa dan hanya yang bersifat percobaan, tetapi hasilnya memuaskan sehingga VOC menganggapnya sangat berguna sebagai produk komersial, maka VOC membuat dengan menyebarkannya ke berbagai daerah supaya warga menanamnya (Najiyati dan Danarti, 2007).

2.2 Morfologi Kakao

Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon-pohon yang tinggi, curah hujan tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembaban tinggi yang relatif tetap. Dalam habitat seperti itu, tanaman kakao akan tumbuh tinggi tetapi bunga dan buahnya sedikit. Jika dibudidayakan di kebun, tinggi tanaman umur tiga tahun mencapai 1,8-3,0 meter dan pada umur 12 tahun dapat mencapai 4,50 - 7,0 meter. Tinggi tanaman yang beragam tersebut

dipengaruhi oleh intensitas naungan serta faktor-faktor tumbuh yang tersedia (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Tanaman kakao bersifat dimorfisme, artinya mempunyai dua bentuk tunas vegetatif. Tunas yang arah pertumbuhannya ke atas disebut tunas ortotrop atau tunas air (wiwilan atau chapon), sedangkan tunas yang arah pertumbuhannya ke samping disebut dengan tunas plagiotrop (cabang kipas atau fan). Sama dengan sifat percabangannya, daun kakao juga bersifat dimorfisme. Pada tunas ortotrop, tangkai daunnya panjang, yaitu 7,5-10 cm, sedangkan pada tunas plagiotrop panjang tangkai daunnya hanya sekitar 2,5 cm. Tangkai daun bentuknya silinder dan bersisik halus, bergantung pada tipenya (Karmawati dkk, 2010).

Kakao dapat tumbuh sampai ketinggian 8 – 10 meter dari pangkal batangnya dipermukaan tanah. Tanaman kakao cenderung tumbuh lebih pendek bila ditanam tanpa pohon pelindung. Awal pertumbuhan tanaman kakao yang diperbanyak melalui biji akan menumbuhkan batang utama sebelum menumbuhkan cabang-cabang primer. Letak cabang-cabang primer yang tumbuh disebut jorket dengan ketinggian ideal yaitu 1,2 – 1,5 meter agar tanaman dapat menghasilkan tajuk yang baik dan seimbang. Tanaman kakao yang diperbanyak secara vegetatif tidak didapati jorket, tetapi cabang-cabang primer tumbuh dari pangkal batang dekat permukaan tanah sehingga ketinggian tanaman relatif lebih rendah dari tanaman kakao asal biji (Sugiharti, 2008).

Daun kakao memiliki bentuk helai daun bulat memanjang dengan ujung daun dan pangkal daun yang meruncing serta susunan tulang daunnya menyirip dengan panjang daun 10-48 cm dan lebar antara 4-20 cm. Salah satu karakteristik daun kakao adalah adanya dua persendian yang terletak dipangkal dan ujung tangkai daun. Daun kakao yang masih muda memiliki beberapa warna berbeda seperti kuning, kuning merah, cokelat, merah kecokelatan, hijau kecokelatan, hijau kemerahan, dan hijau. Daun kakao merupakan daun tunggal dimana tiap tangkai daun hanya terdapat satu helaian daun. Tangkai daun berbentuk silinder dan bersisik halus, pangkal membulat, ujung runcing sampai meruncing dengan

panjang $\pm 25-28$ mm dan diameter $\pm 3-7,4$ mm. Warna tangkai daun bervariasi, yaitu hijau, hijau kekuningan, dan hijau kecokelatan (Sugiharti, 2008).

Kakao adalah tanaman dengan *surface root feeder*, artinya sebagian besar akar lateralnya (mendatar) berkembang dekat permukaan tanah, yaitu pada kedalaman tanah (jeluk) 0-30 cm. 56% akar lateral tumbuh pada jeluk 0-10 cm, 26% pada jeluk 11-20, 14% pada jeluk 21-30 cm, dan hanya 4% tumbuh pada jeluk di atas 30 cm dari permukaan tanah. Jangkauan jelajah akar lateral dinyatakan jauh di luar proyeksi tajuk. Ujungnya membentuk cabang-cabang kecil yang susunannya ruwet (*intricate*) (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Bunga kakao tergolong bunga sempurna, terdiri atas daun kelompok (*calyx*) sebanyak 5 helai dan benang sari (*androecium*) sejumlah 10 helai, sedangkan diameter bunga mencapai 1,5 cm. Tumbuhnya secara berkelompok pada bantalan bunga yang menempel pada batang tua, cabang atau ranting. Bunga yang keluar pada ketiak akhirnya akan jadi gemuk membesar. Hal inilah yang disebut bantalan bunga atau buah. Bantalan yang ada pada cabang tumbuh bunga disebut ramiflora dan yang ada pada batang tumbuh bunga disebut cauliflora. Serbuk sarinya berukuran sangat kecil yaitu hanya berdiameter 2-3 mikron (Sugiharti, 2006).

Warna buah kakao sangat beragam, tetapi pada dasarnya hanya ada dua macam warna. Buah kakao ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih jika sudah masak akan berwarna kuning. Sementara itu, buah yang ketika muda berwarna merah, setelah masak berwarna jingga (oranye) (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Biji kakao tersusun dalam lima baris mengelilingi poros buah. Jumlahnya beragam, yaitu 20 - 50 butir per buah. Jika dipotong melintang, tampak bahwa biji disusun oleh dua kotiledon yang saling melipat dan bagian pangkalnya menempel pada poros lembaga (*embryoaxis*). Warna kotiledon putih untuk tipe criollo dan ungu untuk tipe forastero (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2014).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kakao

Beberapa faktor iklim dan tanah dapat menjadi kendala bagi pertumbuhan dan produksi tanaman kakao. Lingkungan alami tanaman kakao adalah hutan tropis. Dengan demikian, curah hujan, temperatur, dan sinar matahari menjadi bagian dari faktor iklim. Selain itu juga, peremajaan tanaman optimal sangat diperlukan karena sangat mempengaruhi produksi buah kakao (Prawoto dan Erwiyono, 2008).

Faktor iklim seperti curah hujan, suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya dan angin merupakan faktor pembatas penyebaran tanaman kakao. Faktor iklim yang relevan dengan pertumbuhan tanaman kakao adalah curah hujan tahunan dan sebarannya sepanjang tahun. Curah hujan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi akan mempunyai dampak negatif pada tanaman kakao. Bila terlalu rendah, tidak tersedia cukup air bagi tanaman dan menyebabkan stress dan kematian, tergantung pada taraf kekeringannya. Sebaliknya, curah hujan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dampak negatif berupa erosi (Prawoto dan Erwiyono, 2008).

Lingkungan alami tanaman kakao adalah hutan tropis dengan curah hujan yang idealnya adalah pada daerah yang bercurah hujan 1.100 mm sampai 3.000 mm pertahun. Temperatur yang ideal bagi tanaman kakao adalah 30°C - 32°C (maksimum) dan 18°C - 21°C (minimum) (Lukito dkk., 2010). Tanah dikatakan memiliki sifat fisik yang baik apabila mampu menahan lengas (kekuatan tanah untuk mengikat air dalam pori-pori tanah) dengan baik dan khususnya memiliki aerasi dan drainase yang baik. Untuk menunjang pertumbuhannya, tanaman kakao menghendaki tanah yang subur dengan kedalaman minimum 150 cm. Hal ini penting karena akar tunggang tanaman memerlukan ruangan yang leluasa untuk pertumbuhannya agar akar tunggang tidak kerdil atau bengkok. Tanah yang sesuai untuk kakao adalah yang bertekstur geluh lempungan (*clay loam*) yang merupakan perpaduan antara pasir 50%, debu 10-20%, dan lempung 30-40%. Kadar bahan organik yang tinggi akan memperbaiki struktur tanah, biologi tanah,

kemampuan penyerapan (absorpsi) hara dan daya simpan lengas tanah (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Tanaman kakao menghendaki tanah yang kaya akan bahan organik dan pH sekitar netral. Bahan organik bermanfaat bagi tanaman khususnya untuk memperbaiki struktur tanah, menahan lengas, dan sebagai sumber unsur hara. Tanah dengan kadar bahan organik minimum 3% cukup optimum untuk tanaman kakao. Bahan organik yang tersedia di dalam tanah berkorelasi positif dengan pertumbuhan tanaman, produksinya meningkat seiring peningkatan kadar bahan organik tanah dari 3% ke 6%. Ketersediaan unsur hara dalam tanah dapat ditandai dengan pH tanah. Walaupun tanaman kakao masih dapat tumbuh pada kisaran pH tanah 4,0-8,0, tanaman akan tumbuh dan berproduksi optimum pada kisaran pH 6,0-7,0 (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

2.4 Pascapanen Kakao

Tahapan penanganan pascapanen kakao secara umum dibedakan atas tiga proses utama, yaitu pembelahan, pengeringan, dan penggudangan. Setiap tahapan ini memiliki peran penting dalam menjaga kualitas biji kakao agar memenuhi standar mutu yang ditetapkan. Pembelahan dilakukan untuk memisahkan biji kakao dari buahnya, kemudian biji yang telah dipisahkan harus melalui proses fermentasi untuk mengembangkan cita rasa dan aroma khas kakao. Setelah itu, biji kakao dikeringkan guna mengurangi kadar air hingga mencapai tingkat yang aman untuk penyimpanan dan pengolahan lebih lanjut (Hartuti dkk., 2020).

Penanganan pascapanen kakao yang baik dan benar sangat penting untuk menghasilkan biji kakao berkualitas tinggi. Standar mutu biji kakao yang berlaku, seperti SNI 2323-2008/Amandemen 1:2010, menjadi acuan dalam menentukan kualitas kakao yang dapat diterima oleh industri pengolahan maupun pasar ekspor. Selain itu, permintaan konsumen juga menuntut biji kakao dengan kualitas terbaik agar dapat diolah menjadi berbagai produk coklat yang berkualitas tinggi. Oleh karena itu, setiap tahapan pascapanen harus dilakukan dengan cermat agar

menghasilkan kakao yang sesuai dengan standar dan kebutuhan pasar. (Hartuti dkk., 2020).

2.4.1 Sortasi Buah

Sortasi buah merupakan langkah penting dalam penanganan pascapanen kakao yang bertujuan untuk memisahkan buah sehat dari buah yang sakit akibat serangan hama atau penyakit. Pemisahan ini dilakukan agar buah yang sehat tidak terkontaminasi oleh buah yang rusak, sehingga kualitas hasil panen tetap terjaga. Sortasi menjadi semakin krusial jika buah hasil panen harus ditimbun terlebih dahulu sebelum proses pengupasan, karena adanya risiko penyebaran penyakit selama masa penyimpanan (Samudra, 2005).

Buah yang terserang hama atau penyakit harus ditimbun di tempat terpisah dan segera dikupas untuk diambil bijinya. Langkah ini bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit ke buah lain maupun ke area perkebunan. Setelah bijinya diambil, kulit buah harus segera ditimbun dalam tanah agar tidak menjadi sumber infeksi bagi tanaman kakao lainnya. Dengan penanganan yang baik, proses sortasi dapat membantu menjaga produktivitas kebun serta memastikan hasil panen yang lebih berkualitas. (Samudra, 2005).

2.4.2 Pemeraman Buah

Pemeraman buah kakao merupakan salah satu tahap penting dalam penanganan pascapanen yang bertujuan untuk meningkatkan cita rasa, memperoleh keseragaman kematangan, serta mengurangi kandungan pulpa yang melapisi biji kakao basah. Selain itu, proses ini juga membantu memudahkan pengeluaran biji dari buah kakao. Buah kakao yang masih muda memiliki kadar air tinggi, yang dapat memengaruhi fermentasi, baik dari segi cita rasa maupun penampilan biji yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemeraman diperlukan untuk mengurangi kadar pulpa sekaligus mempermudah pemecahan buah sebelum proses fermentasi berlangsung (Ardhayanti, 2020).

Pemeraman sebaiknya dilakukan saat panen buah kakao rendah, sambil menunggu buah hasil panen terkumpul dalam jumlah yang cukup untuk fermentasi, yaitu sekitar 400 – 500 buah atau setara dengan 35 – 40 kg biji kakao basah. Proses ini memastikan jumlah minimal biji untuk fermentasi terpenuhi agar hasil fermentasi optimal. Pemeraman biasanya dilakukan dengan menimbun buah kakao di kebun selama 5 – 12 hari, tergantung pada kondisi lingkungan dan tingkat kemasakan buah. Dengan metode pemeraman yang tepat, kualitas biji kakao yang dihasilkan dapat lebih baik dan sesuai dengan standar industri pengolahan kakao. (Ardhayanti, 2020).

2.4.3 Pembelahan Buah

Pembelahan buah bertujuan untuk mengeluarkan dan memisahkan biji kakao dari kulit buah serta plasentanya. Proses ini dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu secara manual dan mekanik. Pemilihan metode pembelahan sangat berpengaruh terhadap kualitas biji kakao yang dihasilkan, karena jika tidak dilakukan dengan hati-hati, biji dapat mengalami kerusakan yang dapat menurunkan mutunya (Rahman dkk., 2016).

Pembelahan buah secara manual biasanya menggunakan alat seperti pemukul, sabit, atau palu, serta dengan cara saling memukulkan buah kakao satu sama lain. Namun, metode ini memiliki kelemahan, yaitu dapat meningkatkan persentase biji kakao yang rusak akibat tekanan atau benturan yang terlalu keras. Oleh karena itu, diperlukan teknik pembelahan yang tepat agar biji kakao tetap dalam kondisi baik dan siap untuk tahap pengolahan selanjutnya. (Rahman dkk., 2016).

2.4.4 Pengeringan Biji Kakao

Pengeringan memiliki fungsi mengurangi kadar air biji yang awalnya 60% menjadi 6-7% sehingga aman selama proses pengiriman dalam negeri maupun luar negeri. Penjemuran cara yang ideal adalah kapasitas per m² lantai 15 kg. Metode pengeringan ini memerlukan waktu 5 hingga 7 hari untuk mencapai kadar

air di bawah 7,5%. Kadar air biji kakao yang lebih dari 7,5% tidak memenuhi persyaratan SNI (Hatmi dan Rustijarno, 2012). Selain itu, pengeringan juga dapat dilakukan dengan menggunakan mesin karena cuaca tidak selalu cerah. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kerusakan pada biji kakao fermentasi terhadap biji kakao karena indeksfermentasi dapat mengukur perubahan warna yang terjadi pada biji selama fermentasi berlangsung (Juniawan dkk., 2017).

Pengeringan dipengaruhi oleh suhu dan lama pengeringan. Suhu tinggi dapat mengakibatkan biji kakao hangus dengan kadar air serendah mungkin. Selain itu, suhu yang terlalu tinggi akan berpengaruh pada pH yang dihasilkan. Jika suhu pengeringan tinggi maka kulit biji akan mengeras sehingga asam volatil tidak dapat keluar melewati kulit biji yang mengeras (Juniawan dkk., 2017).

2.4.5 Penggudangan Kakao

Penyimpanan merupakan tahap terakhir dalam penanganan pascapanen kakao yang bertujuan untuk menjaga kualitas biji sebelum didistribusikan ke konsumen atau industri pengolahan. Biji kakao harus disimpan dengan cara yang tepat agar tidak mengalami penurunan mutu akibat faktor lingkungan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah biji kakao tidak boleh disimpan bersama bahan pangan lain, karena biji kakao mudah menyerap aroma dari sekitarnya, yang dapat memengaruhi cita rasa akhir produk kakao (Hartuti dkk., 2020).

Kondisi tempat penyimpanan kakao harus kering, memiliki ventilasi yang baik, serta terlindung dari hama dan kelembapan berlebihan. Kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan biji kakao mengalami pembusukan atau pertumbuhan jamur, yang berakibat pada penurunan kualitas dan potensi kerugian bagi petani maupun pelaku industri. Oleh karena itu, pengelolaan suhu dan kelembapan yang optimal sangat penting agar biji kakao tetap berkualitas tinggi selama masa penyimpanan sebelum diproses lebih lanjut (Hartuti dkk., 2020).

2.5 Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Biji Kakao

Buah yang tepat masak mempunyai kondisi fisiologis yang optimal dalam hal pembentukan senyawa penyusun lemak di dalam biji. Menurut Arief dan Asnawi (2011), beberapa jenis kakao di Lampung setelah dilakukan proses pengeringan memiliki kadar air berkisar antara 6,12% - 6,29%. Apabila kadar air biji kakao kurang dari 6%, biji akan rapuh sehingga penanganan serta pengolahan lanjutnya menjadi lebih sulit, sedangkan bila kadar air biji kakao lebih dari 9% memungkinkan pelapukan biji oleh jamur.

Jamur pada biji kakao dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan yang digunakan, seperti kelembaban dan suhu pada kotak penyimpanannya. Menurut Kusmiah (2018), kadar biji berjamur bagian dalam biji selain dipengaruhi oleh kelembaban juga sangat dipengaruhi oleh integritas kulit biji. Semakin rapuh kulit biji maka bagian dalam biji kakao akan sangat mudah terserang jamur. Penyimpanan optimal yang mampu mengurangi tingkat pertumbuhan jamur yaitu penyimpanan yang dapat mengatur kelembaban ruangan maksimal 70%, yaitu penyimpanan dengan AC 25°C.

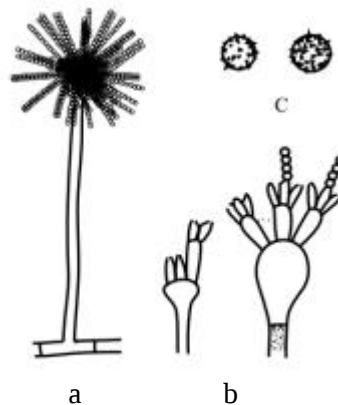
2.6 Jamur Pascapanen yang Dominan Ditemukan di Tempat Penyimpanan

Jamur pascapanen yang biasa ditemukan pada biji kakao terutama pada tahap penyimpanan yaitu, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., dan *Mucor* sp.

2.6.1 *Aspergillus* sp.

Aspergillus merupakan mikroorganisme eukariot, saat ini diakui sebagai salah satu diantara beberapa makhluk hidup yang memiliki daerah penyebaran paling luas serta berlimpah di alam. Oleh karena itu, banyak jenis *Aspergillus* juga dapat hidup pada biji kakao. Jamur *Aspergillus* sp. dapat menghasilkan beberapa mikotoksin. Salah satunya adalah yang merupakan jenis toksin yang bersifat

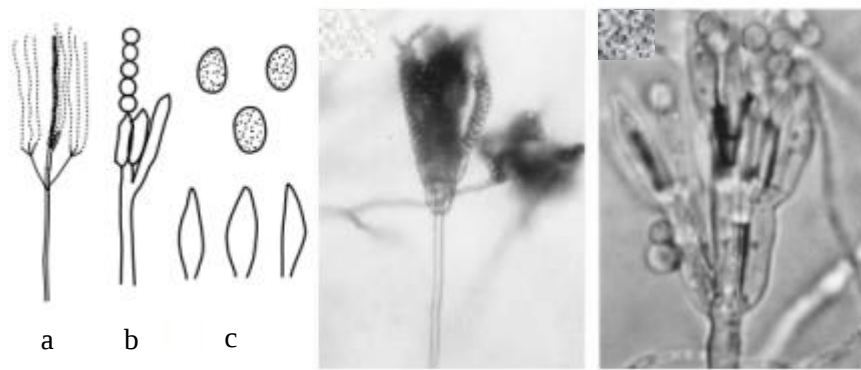
karsinogenik dan hepatotoksik. Manusia dapat terpapar oleh aflatoksin dengan mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh toksin hasil dari pertumbuhan jamur ini (Khaira dkk., 2016). Struktur mikroskopis jamur *Aspergillus* disajikan (Gambar 1).



Gambar 1. Karakter morfologi *Aspergillus* sp: (a) konidiofor dan massa spora, (b) vesikel dan fialidc (c) konidia (Watanabe, 1987)

2.6.2 *Penicillium* sp.

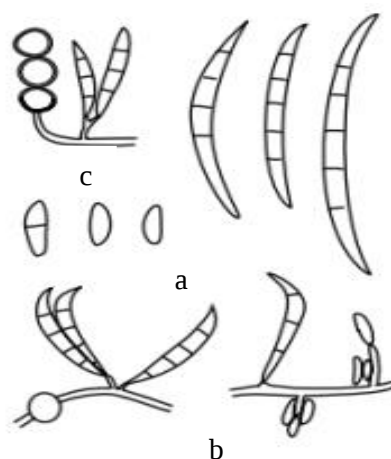
Penicillium sp. merupakan jamur yang menghuni berbagai habitat seperti tanah, vegetasi, dan udara. *Penicillium* sp. memiliki berbagai genera di seluruh dunia dan memainkan peran penting sebagai pengurai bahan organik sehingga menyebabkan pembusukan makanan dan menghasilkan berbagai mikotoksin. Terdapat konidia bulat, lonjong, atau lonjong berwarna hijau abu-abu dari genus. *Penicillium* sp. yang terbentuk pada ujung hifa dan umumnya memiliki 23 tingkat bifurkasi. Jamur *Penicillium* sp. ini memiliki miselium sederhana dan konidia tegak panjang yang bercabang di dua pertiga ke arah akhir serta ditandai dengan bentuk gorse simetris atau asimetris (Gambar 2) (Amaria dkk., 2014).



Gambar 2. Karakter morfologi jamur *Penicillium* sp: (a) konidiofor dan konidia; (b) fialid dan konidia, (c) konidia (Watanabe, 1987)

2.6.3 *Fusarium* sp.

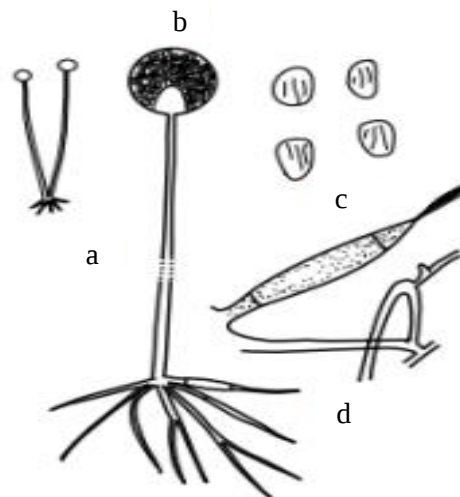
Koloni *Fusarium* sp memiliki talus bervariasi dari keputihan hingga kuning, kecokelatan, merah muda, kemerahan atau ungu. *Fusarium* sp. menghasilkan makrokonidia dan mikrokonidia dari phialid yang ramping. Selain itu, kadang-kadang juga ditemukan kladidokonidia, makrokonidia hialin yang berbentuk sabit, sedangkan mikrokonidia bersel 1 dan 2, hialin berbentuk bulat sampai bulat telur, lurus atau melengkung. Beberapa jenis *Fusarium* sp. yang menginfeksi biji dapat menghasilkan toksin yang berbahaya bagi manusia (Amaria dkk., 2014). Struktur mikroskopis jamur *Fusarium* sp. disajikan pada (Gambar 3).



Gambar 3. Karakter morfologi jamur *Fusarium* sp: (a) makrokonidia dan mikrokonidia, (b) konidiofor dan konidia, (c) kladidiospora (Watanabe, 1987)

2.6.4 *Rhizopus* sp.

Rhizopus sp adalah fungi kosmopolitan yang banyak ditemukan di tanah, buah dan sayuran, serta produk olahan berfermentasi. *Rhizopus* sp. bereproduksi secara aseksual dengan memproduksi banyak sporangiofor yang bertangkai yang tumbuh ke arah atas dan mengandung ratusan spora. Jamur *Rhizopus* sp. mempunyai stolons dan rhizoids, sporangiofor tunggal atau berkelompok di atas rhizoids, multi-spora, dan sporangia berbentuk bulat. Sporangiospora berbentuk bulat sampai bulat telur, bersel satu, hialin sampai cokelat. Koloni jamur tumbuh dengan cepat dan menutupi permukaan agar, seperti kapas berwarna putih menjadi abu-abu atau cokelat kekuningan (Gambar 4) (Amaria dkk., 2014).

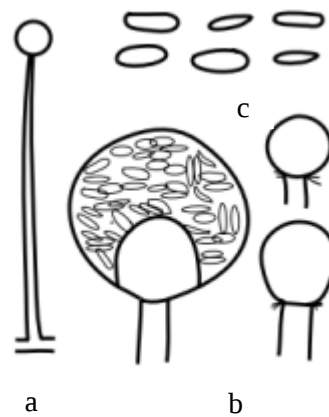


Gambar 4. Karakter morfologi jamur *Rhizopus* sp: (a) sporangiofor dengan columella dan rhizoid, (b) Columella, (c) sporangiospor (d) klamidiofor (Watanabe, 1987)

2.6.5 *Mucor*

Morfologi *Mucor* hampir sama dengan *Absidia* dan *Rhizopus* sp. Namun, kedua jenis jamur ini dapat dibedakan dari stolons dan rhizoids dimana *Mucor* tidak mempunyai stolons dan rhizoid. Koloni jamur ini dapat berkembang sangat cepat pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dengan permukaan menyerupai kapas berbulu, berwarna putih kekuningan dan berubah menjadi abu-abu gelap, serta mengalami perkembangan sporangia. Sporangiofor berbentuk tegak, sederhana

atau bercabang dengan diameter 60-300 μ m, bulat, sporangia multispored, dan berkembang dengan baik. Sporangiospora hialin, abu-abu atau kecokelatan, bulat sampai elips, ber dinding halus, serta dapat membentuk klamidiospora dan zigospora. Jenis *Mucor* yang menyebabkan penyakit bagi hewan dan manusia antara lain *M. amphibiorum*, *M. circinelloides*, *M. indicus*, dan *M. ramosissimus* (Amaria dkk., 2014). Struktur mikroskopis jamur *Mucor* dapat disajikan pada (Gambar 5).



Gambar 5. Karakter morfologi jamur *Mucor* sp: (a) sporangiophores dan sporangia, (b) kolumela, (c) sporangiospores (Watanabe, 1987)

Jamur ini memiliki hifa tidak bersepat kadang-kadang membentuk cabang, sporangiospora tumbuh pada seluruh bagian miselium, kolumela berbentuk bulat, dan tidak membentuk stolon. Selain itu, *Mucor* sp dapat menghasilkan mikotoksin jenis Alimentary Toksik Aleukia (ATA). Jamur yang ada pada bahan pangan dapat menghasilkan toksin. Hampir semua jamur memproduksi toksin, yang disebut mikotoksin (Wanggae, dkk., 2012).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2023–Februari 2024. Sampel kakao diambil dari beberapa sentra produksi di dua lokasi di Kabupaten Pesawaran dan Kabupaten Lampung Timur. Identifikasi jamur dilakukan di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain mikroskop, cawan petri, kompor gas, panci, pisau, bunsen, timbangan, erlenmeyer, gelas ukur, autoklaf, LAF, label, kaca preparat, jarum ose, plastik wrap, alumunium foil, dan oven.

Bahan yang digunakan adalah biji kakao yang dibeli dari petani, tengkulak, dan pedagang dari dua kabupaten, media PSA (*Potato Sukrose Agar*), aquades, alkohol 70%, dan larutan NaOCl 2%.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode inventarisasi jamur yang terbawa pada biji kakao yang berasal dari di Kabupaten Lampung Timur (Desa Summersari dan Desa Sriwangi) dan Kabupaten Pesawaran (Desa Kuta Dalom dan Desa Sukajaya). Percobaan pengaruh penanganan pascapanen dari masing-masing rantai pasar terhadap infeksi dan kemunculan jamur pada sampel diambil dari petani, tengkulak, dan pedagang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Dengan demikian terdapat 12 perlakuan asal biji. Isolasi jamur

dari setiap biji kakao sampel diulang sebanyak 5 kali, yang terdiri dari 2 biji kakao pada cawan petri. Dengan demikian, terdapat 60 satuan percobaan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan yaitu, pengambilan sampel dan survei wawancara, pembuatan media, isolasi jamur, dan pemurnian.

3.4.1 Pengambilan Sampel dan Survei Wawancara

Sampel diambil dari petani, tengkulak, dan pedagang dari masing-masing desa sebanyak 500 g. Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam wadah plastik yang bersih dan kedap udara. Kemudian, wadah plastik tersebut diberi label sebagai penanda bahwa terdapat perbedaan antara sampel satu dengan sampel lainnya.

Wawancara dilakukan untuk mengumpulkan informasi terkait penanganan pascapanen biji kakao pada rantai pasar yang berbeda di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Pesawaran.

3.4.2 Pembuatan Media

Pembuatan media padat *potato sucrose agar* (PSA) ialah dengan disiapkan 200 g kentang yang telah dikupas kulitnya dan dipotong-potong menjadi sebesar potongan dadu. Kemudian, direbus kentang dengan 1000 mL akuades sampai kentang lunak. Air rebusan kentang tersebut disaring dan ditambahkan akuades hingga volumenya 1000 mL dalam *erlenmeyer*. Kemudian, ditambahkan 20 g agar batang dan 20 g sukrosa lalu diaduk sampai homogen. Setelah itu, tabung *erlenmeyer* ditutup rapat menggunakan kertas *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam plastik. Kemudian, media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah media steril, saat suhu media ± 50 °C ditambahkan asam laktat sebanyak 1,4 ml dan dihomogenkan. Selanjutnya,

media dituang ke dalam cawan petri di dalam LAF dan ditunggu hingga media padat.

3.4.3 Isolasi Jamur

Isolasi dilakukan dengan 2 cara yakni tanpa sterilisasi kloroks dan dengan sterilisasi kloroks. Isolasi dengan sterilisasi kloroks bertujuan untuk mematikan jamur pada permukaan biji kakao sehingga hanya jamur yang sudah tumbuh hingga ke dalam biji yang dapat diisolasi. Isolasi jamur dilakukan dengan menumbuhkan jamur yang terbawa biji kakao pada media PSA. Langkah awal, direndam biji kakao terlebih dahulu di dalam NaOCl dengan konsentrasi 1% selama 5 menit. Kemudian, dipindahkan ke dalam akuades selama 2 menit, selanjutnya dikeringkan di dalam cawan petri yang diberi alas lembar kertas saring steril. Biji yang sudah dikeringkan, selanjutnya diletakkan pada media PSA (2 butir/cawan petri). Masing-masing sampel dilakukan ulangan sebanyak 5 kali.

3.4.4 Pemurnian

Pemurnian jamur dilakukan setelah jamur hasil isolasi tumbuh. Jamur yang tumbuh pada media PSA kemudian dimurnikan ke dalam media PSA yang baru dengan cara menginokulasi sedikit hifa dengan ose steril dari setiap koloni jamur yang berbeda. Kultur jamur diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Pemurnian dilakukan berdasarkan perbedaan secara makroskopis yaitu warna dan bentuk koloni jamur. Pemurnian bertujuan untuk memperoleh biakan murni tanpa adanya pertumbuhan mikroba lain.

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang dilakukan yaitu, identifikasi jamur secara makroskopis dan mikroskopis, persentase biji terinfeksi jamur, persentase frekuensi kemunculan jenis jamur, dan kadar air biji kakao

3.5.1 Identifikasi Jamur (Makroskopis dan Mikroskopis)

Identifikasi jamur dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan secara langsung dengan mengamati isolat jamur yang murni berdasarkan warna dan bentuk koloninya. Pengamatan mikroskopis dilakukan menggunakan mikroskop dengan membedakan jamur yang tumbuh berdasarkan struktur tubuh jamur. Hasil pengamatan isolat murni pada hari ke tujuh, kemudian diidentifikasi berdasarkan pustaka acuan dari buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* Barnett (1962) dan buku *Training Course 2019 for the Identification of Aspergillus and Fusarium sp.* oleh Samson (2019).

3.5.2 Persentase Biji Terinfeksi Jamur

Perhitungan persentase biji terinfeksi jamur dilakukan pada masa inkubasi 5 hari. Setiap perlakuan dihitung persen infeksi, sehingga terdapat 10 biji kakao yang diamati pada setiap perlakuan. Perhitungan dilakukan dengan mengamati berapa biji kakao yang ditumbuhi jamur dan yang tidak ditumbuhi jamur dari 10 biji kakao yang diisolasi pada media PSA. Selanjutnya, persen infeksi dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase biji yang terinfeksi (\%)} = \frac{\text{Jumlah biji berjamur}}{\text{Jumlah biji yang diamati}} \times 100\%$$

3.5.3 Persentase Frekuensi Kemunculan Jenis Jamur

Frekuensi kemunculan jenis jamur adalah jumlah kemunculan dari setiap spesies jamur yang dijumpai dari seluruh cawan yang diamati. Perhitungan persentase frekuensi kemunculan jenis jamur dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{FM kemunculan jenis jamur } x (\%) = \frac{\sum \text{Cawan yang ditumbuhi jamur } x}{\text{Seluruh cawan yang diamati}} \times 100\%$$

Keterangan:

FM = Frekuensi Mutlak

$$\text{FN kemunculan jenis jamur } x (\%) = \frac{\% \text{ FM kemunculan jenis jamur } x}{\sum \% \text{ FM seluruh jenis jamur}} \times 100\%$$

Keterangan:

FM = Frekuensi Mutlak

FN = Frekuensi Nisbi

3.5.4 Kadar Air Biji Kakao

Kadar air sampel biji kakao yang diuji sebanyak 3 biji pada masing-masing perlakuan. Kadar air biji kakao dihitung dengan cara ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk menghitung bobot awal (B0). Selanjutnya, biji kakao dikeringkan dalam oven, lalu diukur bobotnya untuk mengetahui bobot akhir (B1). Setelah itu, dihitung selisih bobot awal dan bobot akhir untuk memperoleh kadar air biji kakao dengan rumus:

$$\text{KA} = \frac{B_0 - B_1}{B_0} \times 100\%$$

Keterangan:

B0 = Berat biji awal

B1 = Berat biji setelah oven

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- (1) Jamur yang ditemukan pada penelitian ini yaitu *A. niger*, *A. flavus*, *A. westerdijkae*, *Rhizopus* sp. dan satu lagi yaitu jamur tidak teridentifikasi, kelima jenis jamur tersebut ditemukan pada masing-masing rantai pasar kecuali jamur *A. westerdijkae* yang hanya ditemukan pada rantai pasar tingkat petani;
- (2) Persentase infeksi tanpa perlakuan kloroks tertinggi pada tengkulak yaitu 92,5%, sedangkan persentase infeksi terendah ada pada pedagang yaitu 75%. Pada persentase infeksi biji dengan perlakuan kloroks, persentase infeksi tertinggi ada pada tengkulak yaitu 62,5% sedangkan persentase infeksi terendah terdapat pada petani yaitu 40%. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara infeksi biji kakao pada petani, tengkulak, dan pedagang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, saran untuk penelitian berikutnya untuk identifikasi jamur perlu dilakukan secara molekuler dan pengujian kadar mikotoksinnya. Dengan demikian hasil identifikasi akan lebih akurat dan juga dapat mengetahui potensi jamur dalam menghasilkan mikotoksin.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, S. A., Prasmatiw, F., dan Situmorang, S. 2018. Analisis pendapatan dan pemasaran kakao di Kecamatan Bulok Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 6 (3) : 249-256.
- Amaria, W., Iflah, T., dan Harni, R. 2014. Dampak kerusakan oleh jamur kontaminan pada biji kakao serta teknologi pengendaliannya. *Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar*. 112 (5) : 199-212.
- Arief, R. W. dan Asnawi, R. 2011. Karakterisasi sifat fisik dan kimia beberapa jenis biji kakao lindak di Lampung. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*. 2 (3) : 325-330.
- Ariyanti, M. 2017. Karakteristik mutu biji kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan perlakuan waktu fermentasi berdasar SNI 2323-2008. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. 12 (1) : 34-42.
- Ardhayanti, R. 2020. *Modul Panen dan Pascapanen Kakao*. Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP). Batangkaluku. 52 hlm.
- Asrul. 2009. Populasi jamur mikotoksigenik dan kandungan aflatoxin pada beberapa contoh biji kakao (*Theobroma cacao* L.) asal Sulawesi Tengah. *Agroland*. 16 (3) : 258-267.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Kakao Indonesia 2021*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Suhu Udara Menurut Bulan di Stasiun Klimatologi Pesawaran (Celsius)*. Badan Pusat Statistik. Pesawaran.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standarisasi Biji Kakao SNI 2323-2008*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Barnett, H. L dan Hunter, B., B. 2000. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Third Edition*. Buergess Publishing Company. 241 hlm.
- Basri, Z. 2010. Mutu Biji Kakao Hasil Sambung Samping. *Media Litbang*. 3(2) : 112-118.

- Gusti, I. A., Haryono, D., dan Prasmatiwi, F. E. 2013. Pendapatan rumah tangga petani kakao di Desa Pesawaran Indah Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 1 (4) : 278-283.
- Hartuti, S., J. Juanda., dan Khatir, R. 2020. Upaya peningkatan kualitas biji kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui tahap penanganan pascapanen (Ulasan). *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. 15 (2) : 38-52.
- Hatmi, R.U. dan Rustijarno, S. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju SNI Biji Kakao 01 – 2323 –2008*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sleman. Yogyakarta. 30 hlm.
- Inderiati, S dan Syatrawati. 2018. Identifikasi cendawan pada biji kakao kering ditingkat petani. *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian dan Perkebunan*. 7 (2) : 8-13.
- Juniawan, Mulyono, S., Murdani, Pukesmawati, E.S., dan Ardhayanti, R. 2017. *Pelatihan Budidaya Berkelanjutan (Good Agriculture Practices-GAP) dan Pasca Panen (Post-Harvest) Kakao*. Badan Penyuluh dan Pengembangan SDM Pertanian Republik Indonesia. Jakarta. 323 hlm.
- Karmawati, E., Mahmud, Z., Syakir, M., Munarso, J., Ardana, K., dan Rubiyo, D. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 94 hlm.
- Kusmiah, N. 2018. Pengaruh kondisi penyimpanan dan kadar air awal biji kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap pertumbuhan jamur. *J. Agrovital*. 3 (1) : 23-27.
- Lestari, T. L. Nelwan, O., Darmawati, E., Samsudin, S., dan Purwanto, E., H. 2020. Kombinasi metode penjemuran dan pengeringan tumpukan untuk memperbaiki mutu biji kakao kering. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 9 (3) : 264-275.
- Lukito, Mulyono, H. Tetty, dan Nofiandi. 2010. *Budidaya Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jakarta. 298 hlm.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2007. *Kopi: Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta. 192 hlm.
- Nurholipah, N., dan Ayun, Q. 2021. Isolasi dan identifikasi *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* pada tempe asal Bekasi. *Jurnal Teknologi Pangan*. 15 (1) : 98-104.
- Maryam, R. 2006. Pengendalian terpadu kontaminasi mikotoksin. *Wartazoa*. 16 (1) : 21-30.

- Mizana, D. K., Suharti, N., dan Amir, A. 2016. Identifikasi pertumbuhan jamur *Aspergillus* sp. pada roti tawar yang dijual di Kota Padang berdasarkan suhu dan lama penyimpanan. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 5 (2) : 355-360.
- Pemerintahan Kabupaten Lampung Timur. 2012. Geotopografi Lampung Timur. [www.google.com. Web: http://lampungtimurkab.go.id/index.php?mod=menu_2&opt=sm_10](http://lampungtimurkab.go.id/index.php?mod=menu_2&opt=sm_10). Diakses tanggal 27 April 2024 pukul 16.00.
- Prawoto, A. A., dan Erwiyono, R. 2008. *Potensi Budidaya Kakao untuk Pembangunan Ekonomi di Aceh Barat*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 226 hlm.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 328 hlm.
- Putra, G. W. K., Ramona, Y., dan Proborini, M., W. 2020. Eksplorasi dan identifikasi mikroba yang diisolasi dari rhizosfer tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.) di kawasan Pancasari Bedugul. *Journal of Biological Sciences*. 7 (2) : 205-213.
- Rahman, F., Darise, F., dan Djamalu, Y. 2016. Rancang bangun mesin pemecah buah kakao. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*. 1 (1) : 95-104.
- Samson, R. A. 2019. *Training Cours 2019 for the Identification of Aspergillus and Fusarium*. Fungal Biodiversity Institute. Netherlands.
- Samudra, U. 2005. *Bertanam Coklat*. PT Musa Perkasa Utama. Jakarta. 42 hlm.
- Sugiharti. 2008. *Petunjuk Praktis Menanam Kakao*. Binamuda Cipta Kreasi. Yogyakarta. 74 hlm.
- Sugiharti, E. 2006. *Budidaya Kakao*. Nuansa Cendikia. Bandung. 65 hlm.
- Surti, K. 2012. Pemanfaatan marka molekuler untuk mendukung perakitan kultivar unggul kakao (*Theobroma cacao* L.) *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Soesanto, L. 2017. *Kompendium Penyakit-penyakit Kakao*. Lily Publisher. Yogyakarta. 520 hlm.
- Syatravati dan Inderiati, S. 2018. Identifikasi cendawan pada biji kakao kering di tingkat petani. *J. Agrolantae*. 7 (2) : 8-13.
- Wangge, E. S. A., Suprpta, D. N., & Wirya, G. N. A. S. 2012. Isolasi dan identifikasi jamur penghasil mikotoksin pada biji kakao kering yang dihasilkan di Flores. *J. Agric. Sci. and Biotechnol*, 1(1) : 39-47.

Watanabe, T. 1987. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured 58 Fungi and Key to Species*. Ed ke-2. CRC Press LLC. Florida (US). 504 hlm.