

**INVENTARISASI *MYCOFLORA* YANG BERASOSIASI DENGAN BIJI
KOPI PADA TIGA SISTEM PENGOLAHAN DAN DUA MUSIM PANEN
(Skripsi)**

Oleh
Rizky Fatma Liandari



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

INVENTARISASI *MYCOFLORA* YANG BERASOSIASI DENGAN BIJI KOPI PADA TIGA SISTEM PENGOLAHAN DAN DUA MUSIM PANEN Oleh

RIZKY FATMA LIANDARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase keberadaan jamur yang berasosiasi dengan biji kopi olahan yang baru dipanen dengan yang telah disimpan selama 6 bulan dan mengidentifikasi jamur-jamur yang ditemukan minimal sampai tingkat genus. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli sampai bulan September 2021 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Metode yang digunakan adalah metode survey. Sampel biji kopi diambil di Desa Sedayu Kecamatan Semaka Kabupaten Tanggamus. Sampel biji kopi diambil pada waktu yang berbeda yaitu pada bulan Oktober 2020 dan bulan April 2021. Jenis olahan kopi yang akan diidentifikasi yaitu natural, honey dan asalan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode tanam langsung (*Direct plating*) dengan menggunakan media PSA (*Potato Sucrose Agar*) dan diulang sebanyak 5 kali dengan menebarkan 5 biji kopi pada setiap cawan petri. Variabel pengamatan pada penelitian ini adalah identifikasi jamur berdasarkan sifat makroskopis dan mikroskopisnya dan analisis indeks keragaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak enam jamur yang ditemukan telah berasosiasi dengan biji kopi yaitu, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Phytophthora* sp. dan *Penicillium* sp. Spesies yang banyak ditemukan yaitu *Aspergillus niger* sebesar 64% pada olahan kopi Asalan tahun panen 2021. Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks keragaman (H') jamur biji kopi olahan asalan pada musim panen 2020 dan olahan natural pada panen 2021 tergolong keragaman yang sedang ($1 \leq H' \leq 3$). Sedangkan olahan yang lainnya tergolong keragaman yang rendah ($H' < 1$).

Kata kunci: *Aspergillus*, biji kopi, indeks keragaman, jamur.

**INVENTARISASI *MYCOFLORA* YANG BERASOSIASI DENGAN BIJI
KOPI PADA TIGA SISTEM PENGOLAHAN DAN DUA MUSIM PANEN**

Oleh

RIZKY FATMA LIANDARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
Sarjana Pertanian**

pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

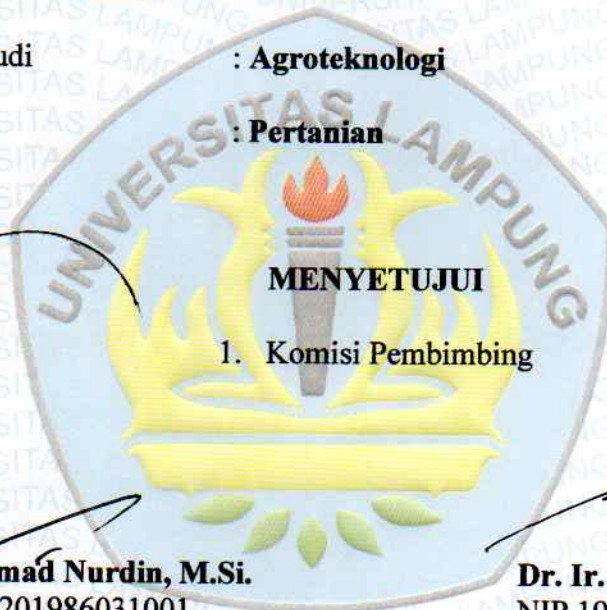
Judul Skripsi : **INVENTARISASI MYCOFLORA YANG BERASOSIASI DENGAN BIJI KOPI PADA TIGA SISTEM PENGOLAHAN DAN DUA MUSIM PANEN**

Nama Mahasiswa : **Rizky Fatma Tiandari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714121011**

Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.
NIP 196107201986031001

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

2. **Ketua Jurusan Agroteknologi**

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.**



Anggota Pembimbing : **Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian: **06 Oktober 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Inventarisasi *Mycoflora* yang Berasosiasi dengan Biji Kopi pada Tiga Sistem Pengolahan dan Dua Musim Panen**" merupakan hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Skripsi ini bila kemudian hari terbukti merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 06 Oktober 2022

Penulis,



Rizky Fatma Liandari
NPM 1714121011

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Gajah, Kabupaten Lampung Tengah pada 10 Mei 1998. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Panut Subowo dan Ibu Lamiyati.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Nambahrejo pada 2005, SD Negeri 2 Nambahrejo pada 2011, SMP Negeri 1 Punggur pada 2014 dan SMA Negeri 1 Punggur pada 2017. Pada tahun 2017, penulis diterima sebagai mahasiswi Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jurusan Agroteknologi melalui Seleksi Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada 2021 di Desa Sidomulyo, Kecamatan Punggur, Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di kebun Percobaan Taman Bogo Lampung Timur. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA-AGT) sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan Keilmuan.

PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya ucapkan terimakasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatnya sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi saya dengan baik. Karya ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tuaku tercinta Bapak Panut Subowo dan Ibu Lamiyati

Kakak-kakakku tercinta Linda Dharmawati, Nelly Handayani, Ewo Priyo Susanto, Ayu Novia Kurniasih yang selalu memberi motivasi dan semangat

Keponakan tersayang, Aditya Rizko Pratama, Nazwa Bilqis Haliza, Rully Cahyo Pangestu, Aqila Nesya Putri, Adhyasta Ahsan Kamil, Aufar Mihran Abbasy, Alifhia Shanum Humaira dan Azqiara Shanum Humaira yang selalu menghiburku

Sahabat-sahabatku dan seluruh Insan Akademis dan Almamater tercinta,
Universitas Lampung

“Setiap ahli pasti pernah menjadi pemula, jadi mulailah”

(Penulis)

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Q.S. Al-Anfaal: 46)

“Barangsiapa menempuh jalan untuk menapatkan ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR. Muslim)

“Hidup itu sulit dan banyak hal tidak selalu berjalan dengan baik, tetapi kita harus berani dan melanjutkan hidup”

(Suga, BTS)

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Inventarisasi *Mycoflora* yang Berasosiasi dengan Biji Kopi pada Tiga Sistem Pengolahan dan Dua Musim. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat utama untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Muhammad Nurdin M.Si., selaku pembimbing utama atas bimbingan, saran, motivasi serta kesabaran yang diberikan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku pembimbing kedua atas bimbingan, saran, motivasi, serta kesabaran yang diberikan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc., selaku pembahas atas bimbingan, saran, motivasi, serta kesabaran yang diberikan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr.Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P., Selaku dosen pembimbing akademik atas bimbingan, saran, nasihat dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis selama masa kuliah.

7. Kedua orang tua tercinta Bapak Panut Subowo dan Ibu Lamiyati yang selalu memberikan doa, material, kepercayaan, motivasi dan kasih sayang kepada penulis.
8. Kakakku tercinta, Linda Dharmawati, Nelly Handayani, Ewo Priyo Susanto atas doa, dukungan dan nasihat yang selalu diberikan.
9. Keponakanku tersayang, Aditya Rizko Pratama, Nazwa Bilqis Haliza, Rully Cahyo Pangestu, Aqila Nesya Putri, Adhyasta Ahsan Kamil, Aufar Mihran Abbasy, Alifhia Shanum Humaira dan Azqiara Shanum Humaira yang selalu memberi inspirasi dan penyemangat.
10. Sahabat “Kemiri” Veni Windari, Nindy Rahmawati dan Lutfi Aprilia Fariska, yang selalu memberi motivasi dan semangat.
11. Sahabat “MUMI CAPUNG” Mbak Lisa, Novi, Dina, Nava, Alin dan Mega yang selalu memberi doa dan dukungan serta canda tawa.
12. Sahabat seperjuanganku Shinta Kurniyawati, Inneke Rezqia Putri, yang selalu memberi semangat dan membantu mencari pemecahan masalah.
13. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi 2017, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Bandar Lampung, 06 Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	3
1.4. Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kopi Arabika	7
2.2. Kopi Robusta.....	7
2.3. Jamur <i>Aspergillus</i>	8
2.4. Natural Proses	11
2.5. Honey Proses.....	11
2.6. Asalan Proses	11
III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Waktu dan Tempat	12
3.2. Alat dan Bahan.....	12
3.3. Metode Penelitian	12
3.4. Pelaksanaan Penelitian	13
3.5. Variabel Pengamatan	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil.....	16
4.1.1. Persentase keberadaan jamur	16

4.1.1. Persentase keberadaan jamur	16
4.1.2. Keragaman jamur	18
4.1.2.1. <i>Aspergillus niger</i>	18
4.1.2.2. <i>Aspergillus flavus</i>	18
4.1.2.3. <i>Aspergillus fumigatus</i>	19
4.1.2.4. <i>Aspergillus parasiticus</i>	20
4.1.2.5. <i>Penicillium</i> sp.	20
4.1.2.6. <i>Phytophthora</i> sp.	21
4.1.3. Analisis kadar air	22
4.1.4. Analisis keragaman	22
4.2. Pembahasan	23
4.2.1. Kontaminasi Mikoflora	23
4.2.2. Identifikasi jamur	24
4.2.3. Analisis keragaman	26
4.2.4. Kadar air	27
4.2.5. Faktor-faktor pertumbuhan jamur	27
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Simpulan	29
5.2. Saran	29

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persentase keberadaan jamur pada Biji Kopi 2020 dan 2021	16
2. Hasil analisis data keragaman 2020	22
3. Hasil analisis data keragaman 2021	23
4. Persentase keberadaan jamur <i>Aspergillus niger</i> tahun 2020.....	35
5. Persentase keberadaan jamur <i>Aspergillus niger</i> tahun 2021	35
6. Persentase keberadaan jamur <i>Aspergillus flavus</i> tahun 2020.....	35
7. Persentase Keberadaan jamur <i>Aspergillus flavus</i> tahun 2021	36
8. Persentase keberadaan jamur <i>Aspergillus fumigatus</i> tahun 2020	36
9. Persentase keberadaan jamur <i>Aspergillus fumigatus</i> tahun 2021	36
10. Persentase keberadaan jamur <i>Aspergillus parasiticus</i> tahun 2020	37
11. Persentase keberadaan jamur <i>Aspergillus parasiticus</i> tahun 2021	37
12. Persentase keberadaan jamur <i>Phytophthora</i> sp. tahun 2020.....	37
13. Persentase keberadaan jamur <i>Phytophthora</i> sp. tahun 2021	38
14. Persentase keberadaan jamur <i>Penicillium</i> sp. tahun 2020	38
15. Persentase keberadaan jamur <i>Penicillium</i> sp. tahun 2021	38
16. Perhitungan kadar air	39
17. Analisis data keanekaragaman 2020 olahan asalan	39
18. Analisis data keanekaragaman 2020 olahan natural	40
19. Analisis data keanekaragaman 2020 olahan Honey.....	40
20. Analisis data keanekaragaman 2020 olahan natural	42
21. Analisis data keanekaragaman 2020 olahan asalan	42
22. Analisis data keanekaragaman 2020 olahan Honey.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur jamur <i>Aspergillus</i>	9
2. Persentase keberadaan jamur pada Biji Kopi 2020 dan 2021	17
3. Hasil isolasi jamur pada biji kopi	17
4. Hasil mikroskopis <i>Aspergillus niger</i>	18
5. Hasil mikroskopis <i>Aspergillus flavus</i>	19
6. Hasil mikroskopis <i>Aspergillus fumigatus</i>	20
7. Hasil mikroskopis <i>Aspergillus parasiticus</i>	20
8. Hasil mikroskopis <i>Penicillium</i> sp.	21
9. Hasil mikroskopis <i>Phytophthora</i> sp.	21
10. Analisis kadar air.....	22

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia (Rahardjo, 2013). Kopi merupakan bahan minuman yang memiliki aroma dan citarasa yang khas, sehingga banyak dikonsumsi oleh berbagai lapisan masyarakat. Oleh karena itu, tanaman kopi banyak dibudidayakan di Indonesia.

Biji kopi yang disimpan di gudang semakin lama mengalami penurunan kualitas dan kuantitas yang disebabkan adanya faktor biotik dan abiotik. Faktor abiotik meliputi lingkungan di sekitar gudang sedangkan faktor biotik meliputi serangga dan jamur. Serangan jamur pada biji kopi dapat menyebabkan perubahan warna, menurunnya daya kecambah, pemanasan pada biji, pembusukan, perubahan komposisi kimia, peningkatan kadar asam lemak dan menurunnya nutrisi (Sauer *et al.*, 1992). Jamur mudah berkembang pada daerah tropik baik sebelum maupun setelah panen. Hampir seluruh produk pertanian terkontaminasi oleh jamur setelah masa pemanenan. Jamur dapat menyerang produk pertanian sejak masih berada di lahan lama kelamaan berkembang di ruang penyimpanan terutama apabila kondisi lingkungannya cocok dan biji yang disimpan sudah mengalami luka atau sudah terinfeksi patogen lain lebih awal sehingga mutu biji kopi menjadi rendah (Chailani, 2010).

Penyimpanan merupakan salah satu faktor abiotik yang sangat penting pada tahap proses pascapanen karena dapat mempengaruhi kondisi biji kopi. Penyimpanan biji kopi merupakan suatu proses yang aktif karena berkaitan dengan beberapa

faktor, diantaranya kelembapan, suhu, waktu dan lingkungan. Kondisi tersebut sangat berperan dalam mempertahankan, mengendalikan dan merusak cita rasa. Faktor biotik utama penyebab kerusakan biji kopi selama penyimpanan adalah serangga, kemudian diikuti oleh jamur (Subramanyam dan Hangstrum, 1995).

Menurut standar ISO dalam Leroy *et al.*, (2006), mutu adalah kemampuan untuk menggambarkan karakteristik yang melekat pada suatu produk, sistem atau proses untuk memenuhi kebutuhan konsumen atau kebutuhan sekelompok konsumen atau orang yang terkait dengan produk, sistem atau proses. Salah satu factor yang mempengaruhi kualitas kopi adalah proses pascapanen. Metode yang dipilih akan mempengaruhi mutu kopi.

Jamur adalah organisme yang dapat bertahan hidup pada berbagai lingkungan dengan media yang berbeda-beda, serta memperoleh makanannya dari media tempat jamur tersebut tumbuh. Jamur juga dapat hidup pada sisa tumbuhan atau kayu atau hidup melekat pada organisme lain atau yang sering dikenal dengan sebutan parasit (Artiningsih, 2006).

Adanya kontaminan jamur dalam suatu produk dapat membahayakan konsumen, karena beberapa spesies jamur dapat menghasilkan senyawa mikotoksin. Mikotoksin dapat menyebabkan terjadinya mikotoksikosis (Sukmawati dkk., 2018). Produksi mikotoksin ditunjang oleh kondisi optimum, seperti kadar air 18–30%, suhu 30–40°C, dan RH 85% (Rukmini, 2009).

Penghasil mikotoksin terutama berasal dari genus *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Fusarium*. Seseorang yang mengkonsumsi produk yang tercemar mikotoksin secara terus menerus dapat mengakibatkan penurunan kualitas kesehatan. Manifestasi penurunan kualitas kesehatan dapat berupa penurunan daya tahan tubuh, pertumbuhan yang lambat pada anak-anak, kerusakan organ hati, bahkan kematian (Rahayu, 2006).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis jamur yang berasosiasi dengan biji kopi.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui persentase keberadaan jamur yang berasosiasi dengan biji kopi yang baru dipanen dengan yang telah disimpan selama 6 bulan.
2. Mengidentifikasi jamur-jamur yang ditemukan minimal sampai tingkat genus.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penilaian mutu kopi selain didasarkan pada sistem nilai cacat, yaitu pada kualitas fisik biji kopi, juga faktor keamanan pangan yang merupakan salah satu syarat yang dituntut oleh konsumen. Selain itu faktor lingkungan sistem produksi juga sering dipertimbangkan dalam pembelian kopi. Saat penyimpanan di gudang, biji kopi akan mengalami penurunan kualitas dan kuantitas sebagai akibat dari interaksi antara faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik utama penyebab kerusakan biji kopi selama penyimpanan adalah serangga, kemudian diikuti oleh jamur (Subramanyam dan Hangstrum, 1995).

Beberapa penelitian telah dilakukan Yani (2008), menemukan 13 spesies jamur perusak biji kopi robusta yang didapatkan dari pedagang pengumpul kecamatan di Bengkulu yaitu *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. wentii*, *Endomyces fibuliger*, *Fusarium acuminatum*, *F. semitectum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Mucor javanicus*, *Penicillium citrinum*, *Rhizopus oryzae*, dan *Wallemia sebi*. Taniwaki *et al.* (2002) menjelaskan bahwa spesies *Aspergillus* dan *Penicillium* dapat menyerang biji kopi dan memproduksi okratoksin. Spesies *Aspergillus* yang menghasilkan okratoksin diantaranya adalah *A. ochraceus*, *A. carbonarius* dan *A. niger*, sedangkan dari spesies *Penicillium* yaitu *P. verrucosum*, *P. citrinum* dan *P. viridicatum*.

Hal penting yang berkaitan dengan perdagangan kopi di pasar internasional adalah bahwa sebagian besar negara pengimpor kopi mensyaratkan kandungan okratoksin A (OA) yang sangat rendah atau bebas OA. Mutu kopi di Indonesia

perlu diperbaiki dengan melakukan perubahan-perubahan yang sangat menentukan dalam penanganan pasca panen kopi. Oleh karena itu perlu diketahui perilaku cendawan penghasil okratoksin pada kopi dan penanganan pencegahannya.

Menurut Rusdianto (2008), terdapat dua tahapan yang berpotensi menyebabkan munculnya jamur penghasil okratoksin. Tahapan tersebut yaitu proses pengeringan dan penyimpanan. Tahap pengeringan harus memperhatikan kadar air. Kadar air dapat meningkat selama penyimpanan. Kenaikan kadar air pada biji kopi dikhawatirkan akan menyebabkan tumbuhnya jamur. Oleh karena itu sebelum disimpan biji kopi harus berada pada standar kadar air <14%.

Munculnya jamur pada biji kopi sangat berkaitan dengan faktor lingkungan. Salah satu penyebabnya adalah lama penyimpanan. Biji kopi yang disimpan di gudang semakin lama akan mengalami penurunan kualitas. Selain itu pengemasan juga berpengaruh terhadap mutu kopi. Kemasan yang sering digunakan yaitu, karung goni, karung kain, kantong kertas, karung plastik dan karung rajut atau jala. Menurut Justice and Bass (2002), karung goni mempengaruhi keunggulan yaitu berupa kekuatan yang mampu disusun tinggi dan tahan pada penanganan yang kasar, kemudian dapat digunakan kembali sampai beberapa kali.

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel biji kopi dari petani di Desa Sedayu. Sampel biji kopi diambil pada waktu yang berbeda yaitu pada bulan Oktober 2020 dan bulan April 2021. kemudian dilakukan identifikasi untuk mengetahui jenis jamur yang berasosiasi dengan biji kopi. Selanjutnya dihitung persentase jamur yang berasosiasi dengan biji kopi tersebut.

Mengingat bahwa Provinsi Lampung merupakan salah satu sentra penghasil kopi di Indonesia, maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis jamur yang berasosiasi dengan biji kopi. Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui jamur-jamur yang berasosiasi dengan biji kopi dan dapat melakukan pengendalian.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dipaparkan, maka hipotesis dari penelitian ini adalah persentase keberadaan jamur pada biji kopi yang baru dipanen tidak sama dengan persentase infeksi jamur pada biji kopi yang telah disimpan selama 6 bulan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai peran penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia. Hal ini karena kopi telah memberikan sumbangan yang cukup besar bagi devisa negara, menjadi ekspor non migas, selain itu dapat menjadi penyedia lapangan kerja dan sumber pendapatan bagi petani pekebun kopi maupun bagi pelaku ekonomi lainnya yang terlibat dalam budidaya, pengolahan, maupun dalam mata rantai pemasaran. Serangan cendawan pada biji kopi dapat menyebabkan penurunan daya kecambah, perubahan warna, bau apek, pemanasan pada biji-bijian, pembusukan, perubahan komposisi kimia, peningkatan kadar asam lemak dan penurunan kandungan nutrisi (Sauer *et al.*, 1992). Selain itu jamur juga dapat memproduksi mikotoksin yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Ominski *et al.*, 1994).

Menurut Davis *et al.* (2006) di dunia terdapat sekitar 103 spesies kopi dengan klasifikasi tanaman kopi adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Super Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Asteridae
Ordo : Rubiales
Famili : Rubiaceae
Genus : *Coffea*
Spesies : *Coffea canephora*.

Kopi berasal dari tanaman kopi yang dimanfaatkan terutama bagian biji kopi pada buah kopi. Buah kopi berwarna hijau dan menjadi merah ketika telah matang. Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Kondisi kopi yang kering menyebabkan kopi memiliki umur simpan yang lama, namun tidak semua kopi bubuk tersebut masih layak untuk dikonsumsi, karena dapat terjadi perubahan citarasa dan aroma yang dipengaruhi oleh kadar air kopi (Fuferti dkk., 2013).

Di Indonesia yang banyak dijual di pasaran, secara umum ada dua jenis kopi yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Menurut data Kementerian Pertanian pada tahun 2016 kopi robusta mendominasi produksi kopi di Indonesia sebanyak 73,57% sementara sisanya sebanyak 26,43% adalah kopi arabika. Hal ini karena, Sulistiyaningtyas (2017) menyatakan bahwa kopi robusta dibandingkan dengan kopi arabika, yaitu lebih mudah perawatannya, harganya lebih murah, dan lebih tahan terhadap penyakit karat daun. Berikut merupakan dua jenis kopi yang dibudidayakan di Indonesia.

2.1 Kopi Arabika

Kopi arabika berasal dari Ethiopia, kopi Arabika sangat baik ditanam di daerah yang berketinggian antara 1.000-2.100 mdpl. Oleh karena itu perkebunan kopi arabika hanya terdapat di beberapa daerah tertentu. (Sugiarti 2017). Kopi arabika di Indonesia umumnya varietas *Typica (Coffea arabica var typica)*. Wilayah basis komoditas kopi di Indonesia berada pada Provinsi Aceh, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Bali, Lampung dan Nusa Tenggara Timur (Kusmiati dan Winidiarti 2011). Ciri khas yang dimiliki kopi arabika yaitu berbentuk lonjong dan bergaris tengah bergelombang dengan harga jual lebih tinggi dari pada kopi robusta di Indonesia (Siahaan, 2008).

2.2 Kopi Robusta

Berdasarkan wilayah pengembangannya, sentra penghasil kopi robusta berada di wilayah Sumatera Selatan, Lampung, Bengkulu, Jawa Timur, Jawa Tengah, Bali, Nusa Tenggara Timur, dan Nusa Tenggara Barat (Kusmiati dan Winidiarti, 2011). Kopi robusta dapat tumbuh pada ketinggian kurang dari 1.000 m dpl karena tahan

terhadap serangan jamur *Hemileia vastatrix*. Kopi robusta yang ditanam pada ketinggian kurang dari 1.000 m dpl seperti pada ketinggian 600 dan 900 m dpl memiliki kandungan kafein lebih besar dibandingkan pada ketinggian 1 200 m dpl, namun pada ketinggian tersebut pertumbuhan vegetatif dan generatif serta beberapa komponen pada kopi lebih baik (Randriani dkk., 2016). Ciri khas kopi robusta berbentuk bulat dan bergaris tengah lurus dengan harga jual yang rendah di pasar Indonesia (Siahaan, 2008).

Tanaman kopi menghendaki tanah dengan lapisan tanah atas yang dalam, yang gembur, dan yang mengandung banyak bahan organik. Tanah bekas abu gunung berapi sangat baik untuk tanaman kopi. Untuk tumbuh subur diperlukan curah hujan sekitar 2000 – 3000 mm tiap tahun (Siswoputranto, 1978).

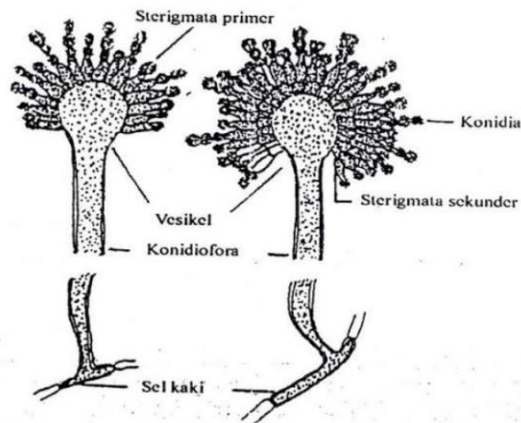
2.3 Jamur *Aspergillus*

Kedudukan taksonomi jamur *Aspergillus* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Filum : Ascomycota
Kelas : Eurotiomycetes
Ordo : Eurotiales
Family : Trichocomaceae
Genus : *Aspergillus*

Jamur *Aspergillus* merupakan jamur yang bersiat saprofit dan banyak dijumpai pada tanah dan substrat organik maupun anorganik. *Aspergillus* memiliki konidia yaitu spora aseksual yang sifatnya hidrofobik serta dapat terbawa oleh udara (Bhabhra & Askew, 2005).

Ciri-ciri jamur *Aspergillus* yaitu memiliki hifa berseptat dan miselium bercabang yang umumnya tidak berwarna. Konidiofora septat atau nonseptat muncul dari “*foot cell*”. Konidiofora akan membengkak kemudian pada ujungnya akan membentuk menjadi vesikel dimana konidia tumbuh pada sterigma Gambar 1.



Gambar 1. Struktur jamur *Aspergillus* (Bhabhra & Askew, 2005).

Infeksi *Aspergillus* menyerang pada manusia pertama kali ditemukan dalam pertengahan tahun 1800 dan dalam tahun 1729 Micheli di Florence menemukan genus *Aspergillus* untuk pertama kali. Selanjutnya dalam tahun 1856 Virchow mendeskripsikan secara rinci mikroskopis *Aspergillus* dan melaporkan bahwa jenis fungi *Aspergillus* bisa mengakibatkan penyakit pada manusia. Jamur *Aspergillus* tersebar hamper diseluruh dunia. Konidiana dapat hidup dalam tanah dan udara, sehingga spora pada jamur dapat terhirup oleh manusia dan menyebabkan infeksi pada saluran pernafasan (Kumala, 2006).

Menurut Campbell dkk. (2003), jamur merupakan eukariota, dan sebagian besar adalah eukariota multiseluler. Meskipun jamur pernah dikelompokkan ke dalam kingdom tumbuhan, jamur adalah organisme unik yang umumnya berbeda dari eukariota lainnya ditinjau dari cara memperoleh makanan, organisasi struktural serta pertumbuhan dan reproduksi

Okratoksin adalah mikotoksin yang merupakan kelompok derivat tujuh isokumarin yang berkaitan melalui ikatan amida dengan kelompok amino dari L-b fenilalanina. Saat ini diketahui sedikitnya tiga macam Okratoksin, yaitu Okratoksin A (OA), Okratoksin B (OB), dan Okratoksin C (OC). Okratoksin A adalah yang paling toksik dan paling banyak ditemukan di alam.

OA dapat ditemukan secara luas pada komoditas pertanian seperti gandum, kopi dan biji-bijian baik sebelum panen, pada saat panen, pengangkutan (transportasi) dan di gudang penyimpanan. Secara kimia OA merupakan suatu campuran dari kristal jernih tidak berwarna atau pucat, memperlihatkan fluoresensi biru di bawah sinar UV (Tsubouchi *et al.*, 1985).

Okratoksin A dihasilkan oleh sejumlah spesies jamur *Aspergillus* dan *Penicillium*. Jamur penghasil okratoksin yang pertama kali ditemukan pada tahun 1965 yaitu *Aspergillus ochraceus*. Di alam *A. ochraceus* terdapat pada tanaman yang mati atau busuk, juga pada kacang-kacangan, biji kakao dan biji kopi (Mantle dan Anna, 2000).

Beberapa spesies jamur yang menyerang biji kopi berpotensi dalam menghasilkan mikotoksin. Dari beberapa penelitian diketahui bahwa beberapa spesies *Aspergillus* dan *Penicillium* dapat menyerang biji kopi dan memproduksi okratoksin. Spesies *Aspergillus* yang menghasilkan okratoksin diantaranya adalah *A. ochraceus*, *A. carbonarius*, dan *A. niger*, sedangkan dari spesies *Penicillium* adalah *P. verrucosum*, *P. citrinum* dan *P. viridicatum* (Pitt, 1987; Abarca *et al.*, 1994 ; Heenan *et al.*, 1998 dan Taniwaki *et al.*, 2002).

Menurut Pitt dan Hocking (1997) *A. niger* berpotensi untuk menghasilkan OA walaupun tidak seperti *A. ochraceus*. Abarca *et al.* (1994) melaporkan bahwa dua dari 19 isolat *A. niger* yang diisolasi memproduksi OA sebesar 0,23 dan 0,59 mg/kg. Selanjutnya Abarca *et al.* (1994), juga menyatakan bahwa 96,7% dari 91 galur *A. carbonarius* dan 0,6% dari 168 galur *A. niger* yang diisolasi dari anggur kering Spanyol memproduksi OA.

2.4 Natural Proses

Proses pengolahan natural adalah proses pengeringan menggunakan sinar matahari, dan proses ini adalah metode yang paling sering digunakan oleh petani kopi dalam penanganan pasca panen karena sederhana dan menggunakan tenaga kerja sedikit (Subedi, 2010). Proses pengeringan dilakukan ketika buah kopi yang telah dipetik, disortasi dan dijemur bersama kulitnya, tanpa melalui proses pengupasan dan pencucian. Metode ini membutuhkan pengawasan yang cukup ketat pada saat penjemuran. Kopi olahan Natural rentan terhadap serangan jamur karena iklim Indonesia yang lembap. Oleh karena itu, petani harus waspada dengan cuaca.

2.5 Honey Proses

Proses pengolahan honey adalah proses pengeringan yang bertujuan untuk mendapatkan rasa manis dari kulit ceri yang dikupas pada mesin pulper sehingga tersisa lendir pada biji kopi. Lendir pada biji kopi menghasilkan kopi beras (*green bean*) bertekstur honey (madu).

Metode ini tidak menggunakan air yang banyak seperti proses basah, sehingga terkadang proses ini disebut juga sebagai proses setengah kering (*semi dry*). Karena tidak melalui tahap fermentasi, kopi yang dihasilkan dari proses honey memiliki karakter rasa yang lebih tinggi.

2.6 Asalan Proses

Proses asalan yaitu dilakukan dengan pemetikan yang tidak selektif pada saat panen. Buah yang dipanen secara lelesan dan racutan diproses menjadi kopi beras asalan. Rukmana (2014), menjelaskan bahwa kopi yang dipanen memiliki tiga tingkatan yaitu, tingkat permulaan (lelesan) merupakan pemetikan buah disebabkan buah dimakan bubuk atau kering, tingkat pertengahan yaitu pemetikan buah yang masak dipohon (selektif), dan tingkat terakhir yaitu (racutan) pemanenan buah kopi, baik buah muda maupun buah tua.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli sampai bulan September 2021 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah jarum isolasi, pinset, cawan Petri, tabung reaksi, labu Erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, batang pengaduk, aluminium foil, timbangan analitik, oven, mikroskop, kertas saring dan autoklaf. Bahan digunakan pada penelitian ini adalah biji kopi. Untuk isolasi cendawan digunakan media PSA (*Potato Sucrose Agar*). Selain itu bahan-bahan yang digunakan adalah kentang, sucrose, agar batang, aquades, dan lain-lain.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey. Sampel biji kopi diambil di Desa Sedayu Kecamatan Semaka Kabupaten Tanggamus. Sampel biji kopi diambil pada waktu yang berbeda yaitu pada bulan Oktober 2020 dan bulan April 2021. Jenis olahan kopi yang akan diidentifikasi yaitu natural, honey dan asalan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode tanam langsung (*Direct plating*) dengan menggunakan media PSA (*Potato Sucrose Agar*) dan diulang sebanyak lima kali dengan meletakkan lima biji kopi pada setiap cawan petri. Cara pengolahan kopi oleh petani sebagai berikut:

Kopi olahan natural diawali dengan pemanenan petik merah. Tahap selanjutnya yaitu proses penyortiran dengan merendam buah kopi ke dalam air bersih kemudian dipisahkan antara buah kopi yang mengambang dan yang tenggelam. Buah yang mengambang dipisah dan dimasukkan ke golongan asalan. Proses selanjutnya yaitu penjemuran buah kopi selama 15 hari diatas para-para berukuran 1 meter diatas tanah. Setelah kering buah kopi glondong digiling untuk mendapatkan biji kopi, setelah itu dimasukkan kedalam plastik dan disimpan di ruang yang bersih.

Untuk membuat kopi olahan Honey, buah kopi dipanen dengan memilih biji yang berwarna merah. Kemudian dilakukan penyortiran dengan cara direndam dan dipisahkan antara buah kopi yang mengambang dan yang tenggelam. Setelah itu dilakukan pulping, setelah dilakukan pulping, biji kopi HS direndam selama 2 malam. Setelah itu biji dicuci dan dijemur selama 15 hari dan digiling menjadi *green bean*.

Kopi olahan asalan dilakukan dengan cara pemanenan petik campuran yaitu buah yang masih orange, kuning dan merah, tanpa melalui penyortiran buah kopi dijemur selama 15 hari menggunakan alas plastik diatas tanah. Setelah kering digiling menghasilkan biji kopi dan disimpan ke dalam plastik bening.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Media PSA (*Potato Sucrose Agar*).

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat media PSA (*Potato Sucrose Agar*) yaitu, 200 g kentang, 20 g *sucrose*, 20 g agar batang dan 1 L aquades. Kentang yang sudah dipotong direbus dengan 1 l aquades hingga sari kentang terekstrak dengan sempurna. Setelah direbus, air kentang diambil dengan cara disaring dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Selanjutnya *sucrose* dan agar batang ditambahkan kemudian ditutup dengan aluminium foil dan disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C.

3.4.2 Identifikasi Jamur

Identifikasi dilakukan dengan melihat struktur makroskopik dan mikroskopik. Makroskopik dengan mengamati bentuk dan warna koloni jamur, sedangkan mikroskopik dengan mengamati bentuk spora, hifa dan tangkai spora kemudian dicocokkan dengan buku panduan dari Barnett (1962) dan Samson (2019).

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Persentase Kontaminasi Mikoflora

Persentase kontaminasi mikoflora dihitung dengan mengamati jamur yang tumbuh pada keseluruhan dalam satu cawan.

$$\text{Kontaminasi Mikoflora (\%)} = \frac{\% \text{ keberadaan jamur}}{\text{ulangan}} \times 100\%$$

3.5.2 Keragaman Jenis Kontaminan

Analisis (perhitungan) terhadap beberapa parameter keragaman (*diversity*) yang utama yaitu: kekayaan spesies (*richness*), indeks keragaman (*index of diversity*) dan pemerataan (*evenness*). Perhitungan indeks keragaman dan pemerataan menggunakan Shannon-Wiener.

1. Menentukan Indeks keragaman (*index of diversity*)

$$H' = - \sum (p_i \ln p_i)$$

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman jenis

$$P_i = n_i/N$$

N_i = Jumlah individu jenis ke 1

N = Jumlah individu semua jenis

S = Spesies

2. Kemerataan (*evenness*)

$$E = H' / \ln S$$

3. Dominansi spesies (*dominance*)

$$C = \sum p_i^2$$

Besarnya indeks keanekaragaman jenis menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut (Fachrul, 2007) :

- a) Nilai $H > 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek melimpah tinggi.
- b) Nilai $1 \leq H \leq 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek sedang melimpah.
- c) Nilai $H < 1$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek sedikit atau rendah.

3.5.3 Analisis Kadar Air

Sampel biji kopi diambil sebanyak 100 biji, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam setelah itu ditimbang dan dihitung % kadar airnya.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{b_0 - b_1}{b_0} \times 100\%$$

Keterangan: b_0 : sampel biji kopi sebelum dikeringkan
 b_1 : sampel biji kopi sesudah dikeringkan

Hal ini sesuai dengan pendapat Haridjaja dkk. (2013), bahwa perhitungan kadar air awal (%KA_{awal}) dilakukan untuk mengetahui kadar air awal sebelum adanya perlakuan. Penetapan kadar air dilakukan dengan cara mengeringkan sekitar 10 g sampel dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam.

$$\text{KA (\% berat)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{berat kering oven}}{\text{Berat awal}}$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jamur *Aspergillus niger* paling banyak ditemukan pada biji kopi panen tahun 2020 olahan natural sebesar 16% dan biji kopi panen tahun 2021 olahan asalan sebesar 64%.
2. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis ditemukan sebanyak 6 jamur yaitu *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. parasiticus*, *Phytophthora* sp., *Penicillium* sp.
3. Analisis indeks keragaman menunjukkan bahwa indeks keragaman (H') jamur biji kopi olahan asalan pada musim panen 2020 dan olahan natural pada panen 2021 tergolong keragaman yang sedang ($1 \leq H' \leq 3$). Sedangkan olahan yang lainnya tergolong keragaman yang rendah ($H < 1$).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran bagi peneliti selanjutnya yaitu hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan referensi untuk penelitian serta sebagai bahan pertimbangan untuk lebih memperdalam penelitian selanjutnya. Bagi para petani kopi hendaknya lebih meningkatkan kualitas prapanen maupun pascapanen untuk mengurangi kontaminasi dengan jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abarca, M.L., Bragulat, M.R., Castella, G., and Cabanes, F.J. 1994. Ochratoxin A production by strain of *Aspergillus niger* var. *niger*. *Applied and Environmental Microbiology* 60(7): 2650 – 2652.
- Amalia, N. 2013. Identifikasi jamur *Aspergillus flavus* pada kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) yang dijual di pasar Kodim. *Jurnal Analisis Kesehatan Klinikal Sains* 1(1): 1-10.
- Artiningsih T. 2006. Aktivitas ligninolitik jenis *Ganoderma* pada berbagai sumber karbon. *Jurnal Biodiversitas*. 7(4): 307-311.
- Barnett, H.L. 1962. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Second Edition)*. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. 225 p.
- Bhabhra, R. and Askew, D.S. 2005. Thermotolerance and virulence of *Aspergillus fumigatus*: role of the fungal nucleolus. *Medical Mycology* 43(1): 87-93.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., dan Mitchell, L.G. 2003. *Biologi. Jilid 2. Edisi Kelima. Alih Bahasa Wasmen*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Chailani, S.R 2010. *Penyakit-penyakit Pascapanen Tanaman Pangan*. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Davis, A.P., Govaerts, R., Bridson, D.M., and Stoffelen, P. 2006. An annotated taxonomy conspectus of the genus *Coffea* (*Rubiaceae*). *Bot.J.Linn Soc.* 152: 465-512.
- Fachrul, M.F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. 198 hlm.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Fuferti, Megah, A.Z., Syakbaniah., Ratnawulan. 2013. Perbandingan karakteristik fisis kopi luwak (*Civet coffee*) dan kopi biasa jenis ar abika. *Pillar of Physics*. 2: 68-75.

- Haridjaja, O., Baskoro, D.P., dan Setianingsih, M. 2013. Perbedaan nilai kadar air kapasitas lapang berdasarkan metode alhricks, drainase bebas, dan *pressure plate* pada berbagai tekstur tanah dan hubungannya dengan pertumbuhan bunga matahari (*Helianthus annuus* L.). *J. Tanah Lingk.* 15(2): 52-59.
- Hamstuti, H., Elysa, D.O., Juliastuti, S.R dan Nuniek, H . 2012. Peran mikroorganisme *azotobacter chroococchum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Aspergillus niger* pada pembuatan kompos limbah *Sluge* industri pengolahan susu. *Jurnal Teknik Pomits.* 1(1): 1-5.
- Heenan, C.N., Shaw, K.J., and Pitt, J.I. 1998. Ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* isolates and detection using coconut cream agar. *Journal of Food Mycology* 1(2): 67 –72.
- Indriyanto. 2015. *Ekologi Hutan*. PT Bumi Aksara. Jakarta. 210 hlm.
- Kementrian Pertanian. 2016. Outlook kopi omoditas pertanian subsector perkebunan. Pusat data dan sistem informasi pertanian. Sekertariat Jendra kementrian pertanian.
- Kusmiati, A. dan Winidiarti, R. 2011. Analisis wilayah komoditas kopi di Indonesia. *JSEP.* 5(2): 47-58.
- Mantle, P.G. and Anna, M.C., 2000. Ochratoxin formation in *Aspergillus ochraceus* with particular Reference to spoilage of coffee. *Int'. Journal of Food Microbiology* (56): 105 – 109.
- Ominski, K.H., Marquardt, R.R., Sinha, R.N., and Abramson, D. 1994. *Ecological aspects of growth and mycotoxin production by storage fungi.* In. Miller, J.D. and Trenholm, H.L., (eds). *Mycotoxins In Grain: Compounds Other than Aflatoxin.* Eagan, Minnesot.
- Pitt, J.I., and Hocking, A.D. 1997. *Fungi and Food Spoilage.* Blackie Academic and Professional. London.
- Pitt, J.I. 1987. *Penicillium veridicatum*, *Penicillium verrucosum* and production of ochratoxin A. *Applied Environmental Microbiology* . 53(2): 266-269.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Indrawanto, C., dan Munarso, S.J. 2010. Budidaya dan pascapanen kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 70 hlm.
- Rahardjo, P. 2013. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta.* Penebar Swadaya. Jakarta.
- Raharjo, B. T. 2013. Analisis Penentu Ekspor Kopi Indonesia. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB* 1(1): 3-4.

- Rahayu, L.A. 2015. Identifikasi dan deskripsi fungi penyebab penyakit pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Skripsi*. Jurusan Biologi. Universitas Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Rahayu, M. 2016. Patologi dan Teknis Pengujian Kesehatan Benih Tanaman Aneka Kacang. *Buletin Palawija*. 14(2): 78 – 88.
- Rahayu, S.E., Sardjono., dan Robert, A.S. 2014. *Jamur Benang (Mold) pada bahan pangan*. Kanisius. Yogyakarta. Hlm. 1-16.
- Rahayu, W.P. 2006. Mikotoksin dan Mikotoksis. Mikrobiologi keamanan pangan. Departemen ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Randriani, E., Dani, I., Sulistyorini., dan Syafarudin. 2016. Ekspresi fenotipik klon kopi robusta Sidodadi pada tiga ketinggian tempat. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 3(3): 151-158.
- Rukmana, H.R. 2014. *Untung Selangit dari Agribisnis Kopi* I ed. Yogyakarta. Lily Publisher.
- Rukmini, I. 2009. Keanekaragaman *Aspergillus* pada berbagai Simplisia Jamu tradisional. *Jurnal Sains dan Matematika*. 17(2): 82-89.
- Samson, R.A. 2019. *Training Cours 2019 for the identification of Aspergillus and Fusarium*. Fungal Biodiversity Institute. Netherlands.
- Sauer, D.B., Meronuck, R.A., and Christensen, C.M. 1992. *Microflora*. In. Sauer DB. (eds). *Storage of Cereal Grains and Their Products*, 4th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc, Minnesota.
- Siahaan JA. 2008. Analisis Daya Saing Komoditas Kopi Arabika Indonesia di Pasar Internasional. *Skripsi*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Siswoputranto, P.S. 1978. *Perkembangan Teh, Kopi, dan Coklat Internasional*. Gramedia. Jakarta.
- Subedi, R.N. 2010. *Comparative Analysis of Dry and Wet Processing of Coffee With Respect To Quality and Cost in Kavre District, Nepal*. Wageningen The Netherlands. Larenstein University of Professional Education.
- Subramanyam, B. and Hangstrum, D.W. 1995. *Integrated Management of Insect in Stored Products*. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Sugiarti, L. 2017. Analisis tingkat keparahan penyakit karat daun pada tanaman kopi arabika di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti Tanjungsari. *JAGROS*. 1(2): 80-89.

- Sukmawati, D., Wahyudi, P. Rahayu S., Moersilah, Handayani T., Rustam Y., dan Puspitasari S. 2018. Skrining *Aspergillus* sp. Penghasil Aflatoksin pada Jagung Pipilan di daerah Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Biologi Al-Kauniyah* 11(2): 151-162.
- Sulistyaningtyas, A.R. 2017. *Pentingnya pengolahan basah (wet processing) buah kopi robusta (Coffea robusta Lindl.ex.de.Will) untuk menurunkan risiko kecacatan biji hijau saat coffe grading*. Makalah. Dalam Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Taniwaki, M.H., Imanaka, B.T., and Vicentini, M.C. 2002. Fungos producing of ocratoxina and ocratoxina in coffees. Expanded summaries of the "Isymposium of Research of the Coffees of Brazil".
- Tsubouchi. H., Terada, H., Yamamoto, K., Hisada, K., and Sakabe, Y. 1985. Caffeine degradation and increased ochratoxin A production by toxigenic strains of *Aspergillus ochraceus* isolated from green coffee beans. *Mycopathologia* (90): 182-186.
- Urulilal, C., Kalay, A.M., Kaya, E., dan Siregar, A. 2012. Pemanfaatan kompos Ela Sagu, sekam dan dedak sebagai media perbanyakan agens hayati *Trichoderma harzianum* Rifai. *Jurnal Agrologia* 1(1): 21-30.
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. UMM Press. Malang.
- Yani, A. 2008. Infeksi cendawan pada biji kopi selama proses pengolahan primer (studi kasus di Propinsi Bengkulu). *Jurnal Akta Agrosia* 11: 87-95.