



**ASPEK MIKROBIOLOGIS BIJI KOPI PERKEBUNAN RAKYAT
DI KAWASAN PEGUNUNGAN ARGOPURO – JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Milanda Aisyah Rosavani
141710101070**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019



**ASPEK MIKROBIOLOGIS BIJI KOPI PERKEBUNAN RAKYAT
DI KAWASAN PEGUNUNGAN ARGOPURO – JEMBER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Milanda Aisyah Rosavani

NIM 141710101070

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan kemudahan dalam proses pelaksanaan penelitian hingga selesai.
2. Ibunda Rusmita dan Ayahanda Alm. Muhaimin yang selalu mendoakan yang terbaik, menghormati keputusan saya sampai saat ini, mendukung segala hal – hal yang terbaik untuk saya, memberi dorongan semangat, serta menemani setiap langkah saya hingga saat ini.
3. Saudara saya Milania Annisa Rosvin yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi atas penyelesaian pendidikan saya.
4. Guru – guru saya Playgroup dan TK Raden Fatah Sidoarjo, SDN Percobaan Surabaya, SMPN 1 Buduran, SMA Antartika Sidoarjo dan seluruh dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada saya.
5. Teman satu perjuangan THP, TIP dan TEP 2014, terimakasih atas suasana kebersamaan dan kekeluargaan yang terjalin hingga saat ini.
6. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Indeed, with hardship [will be] ease. Indeed, with hardship [will be ease]. So when you have finished [your duties] then stand up [for worship]. And to your Lord direct [your] longing.” (Al-Inshirah 94: 6-8)

“It may be your dream a star, and Allah wrote for you a moon.
Everything come at the right moment.”

“there is nothing left to worry about, the sun and her flowers are here”
(Rupi Kaur)

“We cannot simply sit and stare at our wounds forever. We must stand up and move on to the next action.” (Haruki Murakami)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Milanda Aisyah Rosavani

NIM : 141710101070

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Aspek Mikrobiologis Biji Kopi Perkebunan Rakyat di Kawasan Pegunungan Argopuro – Jember” adalah karya asli, terkecuali pada pengutipan substansi disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi laporan ini sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 April 2019

Milanda Aisyah Rosavani
NIM 141710101070

SKRIPSI

**ASPEK MIKROBIOLOGIS BIJI KOPI PERKEBUNAN RAKYAT
DI KAWASAN PEGUNUNGAN ARGOPURO – JEMBER**

Oleh

Milanda Aisyah Rosavani

NIM 141710101070

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App. Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Giyarto M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Aspek Mikrobiologis Biji Kopi Perkebunan Rakyat di Kawasan Pegunungan Argopuro–Jember” karya Milanda Aisyah Rosavani telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

hari/tanggal : Jum’at, 5 April 2019

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App. Sc.

NIP. 196411091989021002

Ir. Giyarto, M.Sc.

NIP. 196607181993031013

Tim Penguji:

Ketua

Anggota

Dr. Ir. Jayus

NIP. 196805161992031004

Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.

NIP. 196808141998032001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng

NIP. 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

Aspek Mikrobiologis Biji Kopi Perkebunan Rakyat di Kawasan Pegunungan Argopuro – Jember; Milanda Aisyah Rosavani, 141710101070; 2019, 137 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Kopi termasuk komoditas andalan di Indonesia dengan jumlah produksi tahun 2017 mencapai 34.000 ton di Jawa Timur. Kabupaten Jember – Jawa Timur memiliki potensi dalam memproduksi kopi, dengan luas perkebunan kopi rakyat mencapai 6.601,31 ha. Salah satu wilayah yang berpotensi yaitu kawasan pegunungan Argopuro. Kawasan ini terdiri dari Kecamatan Bangsalsari, Kecamatan Tanggul, Kecamatan Arjasa, Kecamatan Panti, dan Kecamatan Sukorambi. Biji kopi yang diproduksi petani di kawasan tersebut belum memenuhi standar yang diterapkan oleh SNI 01-2907-2008 terutama aspek mikrobiologinya. Kapang dapat ditemukan pada biji kopi akibat pengolahan seperti pengeringan dan penyimpanan yang kurang tepat. Kapang yang tumbuh dapat memproduksi mikotoksin, seperti okratoksin A, yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan jika dikonsumsi dalam jangka panjang. Upaya peningkatan mutu biji kopi hasil perkebunan rakyat dapat dilakukan dengan mengetahui jenis – jenis kapang yang biasa tumbuh pada biji kopi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kapang yang mencemari biji kopi di kawasan Pegunungan Argopuro, Jember yang berpotensi menghasilkan mikotoksin, secara mikroskopis dan makroskopis serta mengetahui kemampuannya dalam memproduksi okratoksin A.

Penelitian diawali dengan pengolahan biji kopi menurut metode yang diterapkan petani di setiap wilayah kawasan Pegunungan Argopuro, Jember. Penelitian dilakukan dalam empat tahap meliputi tahap isolasi kapang dari biji kopi, tahap identifikasi isolat secara makroskopis dan mikroskopis, tahap pengamatan kadar air, higroskopisitas, dan total bakteri, serta tahap pengukuran okratoksin A. Variabel pengamatan yang dilakukan meliputi isolasi kapang biji

kopi, identifikasi jenis kapang secara makroskopis dan mikroskopis, perhitungan kadar air, total mikroba, serta pengujian okratoksin A. Penelitian menggunakan 10 sampel biji kopi dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua kali pengulangan. Data hasil pengamatan diolah dan hasil keseluruhan disajikan dalam bentuk gambar dan diagram yang dianalisa secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel biji kopi perkebunan rakyat di kawasan Pegunungan Argopuro, Jember yang meliputi Kecamatan Bangsalsari, Arjasa, Panti, Sukorambi, dan Tanggul sebagian besar terkontaminasi oleh kapang jenis *Aspergillus niger* yang ditunjukkan oleh warna koloni kuning hingga hitam pekat dan *Penicillium sp* yang ditunjukkan oleh warna koloni hijau kecoklatan. *Aspergillus flavus* hanya ditemukan pada satu sampel biji kopi dari Kecamatan Tanggul dengan warna koloni menyerupai hijau lumut. Kadar air pada keseluruhan sampel berkisar antara 9,65% hingga 12,35%. Mikroba lain seperti khamir dan bakteri ditemukan dalam biji kopi hasil perkebunan rakyat di kawasan Pegunungan Argopuro, Jember. Jumlah okratoksin A yang lebih tinggi ditemukan pada sampel biji kopi dengan pertumbuhan *Aspergillus niger*.

SUMMARY

Microbiological Aspects of Green Coffee Beans Processed by Smallholder Farmers in Argopuro Mountain – Jember; Milanda Aisyah Rosavani; 141710101070; 137 pages; Department of Agricultural Processing Product; Faculty of Agricultural Technology; University of Jember

Coffee become the mainstay commodity in Indonesia with the amount of production are 34.000 tons in East Java (2017). Jember – East Java is one of the provinces that have the potency to produce green coffee beans with 6.601,31 ha smallholder area. One of the potency areas is Argopuro mountain. This area divided by Bangsalsari, Tanggul, Arjasa, Panti, and Sukorambi sub-district. Green coffee beans produced by smallholder farmer in Argopuro mountain are not fulfill the Indonesian regulation, SNI 01-2907-2008 specifically the microbiology aspect. Moulds finds in green coffee beans caused by wrong processing like drying and storing during in warehouse. Moulds will grow and produced mycotoxins, like Ochratoxin A that become a reason for health risk if consumed in long periods. Improvement from green coffee beans produced by smallholder farmers could be done by knowing the species of moulds which generally growth. This research was aimed to identify some moulds growth in green coffee beans potentially with mycotoxin production, used microscopic and macroscopic. Also determined the amount of Ochratoxin A produced by potential moulds in green coffee beans.

This research was started by processed green coffee beans based on smallholder farmer methods each region from Argopuro mountain, Jember areas. The research was continued with four steps are moulds isolation from green coffee beans, identification by macroscopic and microscopic, presence of moisture content, amount of microbes, also presence of Ochratoxin A. Ten samples of green coffee beans was done with Randomized Block Design in duplicate repetition. The results was shown in picture and diagram chart and analyzed with descriptive method.

The result of this research were shown the most contaminated moulds in green coffee beans produced by smallholder famers from Agropuro mountain, Jember were *Aspergillus niger* with yellow to black colonies, and *Pencillium sp.* with dark green to brown colonies. Also *Aspergillus flavus* was found in one sample from Tanggul sub–district with olive green colonies. Moisture content from all of green coffee beans shown from 9,65% to 12,35%. There were yeast and bacteria found in green coffee beans produced by smallholder farmers in Argopuro mountain, Jember. The presence of ochratoxin A are shown all of the samples, higher amount came from green coffee beans contaminated with *Aspergillus niger*.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan YME atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan kesabaran sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Aspek Mikrobiologis Biji Kopi Perkebunan Rakyat di Kawasan Pegunungan Argopuro – Jember” dengan baik dan benar.

Berbekal kemampuan dan pengetahuan, penulis berusaha menyelesaikan skripsi ini yang disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M. Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember serta Penguji Utama yang telah meluangkan waktu untuk menuntun, membimbing, dan mengarahkan penulis dalam penulisan tugas akhir ini;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App. Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Giyarto, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selama ini telah banyak membantu dengan sabar, tulus, dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun, membimbing, dan mengarahkan penulis dalam penulisan tugas akhir ini;
4. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P. selaku Penguji Anggota yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun, membimbing, dan mengarahkan penulis dalam penulisan tugas akhir ini;

5. Prof. Dr. Yuli Witono, S.T.P, M.P. selaku Dosen Pembimbing *International Research Program*; Prof. Hiroyuki Harada, Prof. Tsutomu Morinaga, Dr. Eng. selaku Dosen Pembimbing selama menjalankan *Research Student* di Prefectural University of Hiroshima, Jepang yang sudah memberikan dukungan, motivasi, pembelajaran, serta doa dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
6. Ahmad Nafi', S. TP., M. P. dan Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P. selaku Komisi Bimbingan yang telah membantu semua kelancaran proses pelaksanaan skripsi;
7. Kedua orang tua, Ibunda Rusmita dan Ayahanda Alm. Muhaimin, adik tercinta Milania Annisa Rosvin, serta keluarga besar saya yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, dan motivasi selama proses belajar;
8. Seluruh karyawan dan teknisi laboratorium di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
9. Teman dekat penelitian saya Mari-san, Yusuke-san, Kanan-san, Takeuchi-san, Ogawa-san, serta seluruh teman – teman laboratorium saya selama melakukan *Research Exchange Program*;
10. Seluruh teman seperjuangan THP, TEP, dan TIP angkatan 2014;
11. Pihak yang banyak membantu selama melakukan *Research Exchange Program* di Prefectural University of Hiroshima, Jepang;
12. Teman hidup saya M Krisna Wiradhika, Siwi Eka Mukti, Ryan Dwi Prasetyo, Tio Wahyu Utomo, Ferdiansyah Artha Gunawan, Desak Made Diah Anggarini, dan Tri Agustin Ningrum yang tiada henti memberi semangat dan mendukung segala keputusan yang telah saya buat;
13. Teman dekat saya, Dewi Patracia, Jefrinka Nelza Emania, Dhina Puspitaningrum, Yoshinta Puspitasari, Amalia Dyah Arumsari, dan Aisyah Fridannisa yang setia mengingatkan saya untuk segera menyelesaikan segala urusan, serta selalu memberikan semangat serta dukungan;
14. Sahabat THP-A 2014 tercinta yang selalu menjadi inspirasi dan motivasi untuk menyelesaikan tugas dan kewajiban ini;

15. UKM Statsflix AIESEC in Universitas Jember, dan UK Paduan Suara Symphony Choir yang selalu menjadi rumah dan tempat belajar;
16. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis karena telah banyak memberikan bantuan selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga perlu adanya kritik dan saran yang bersifat membangun agar skripsi ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi berbagai pihak.

Jember, 5 April 2019

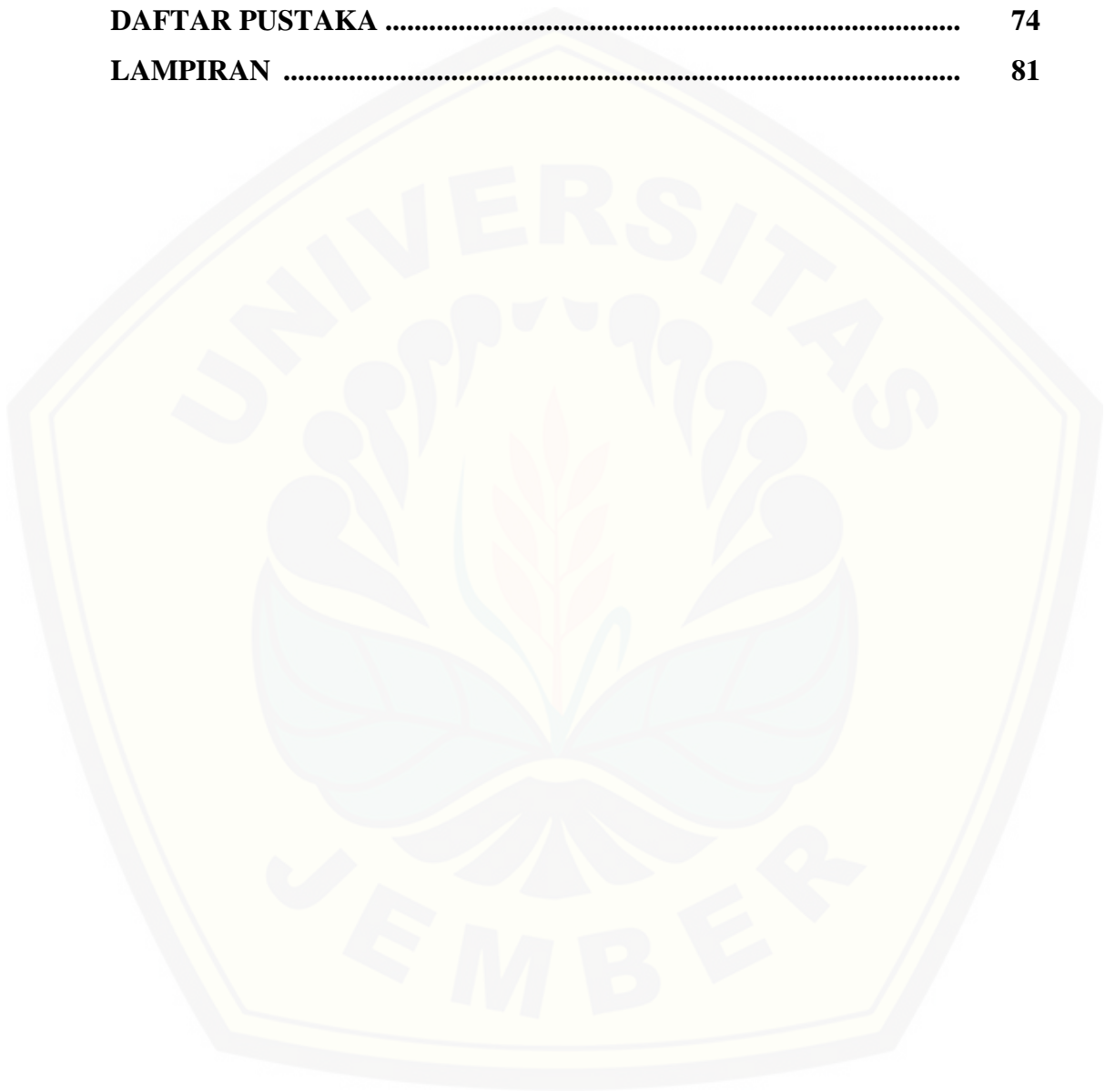
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kopi Rakyat di Kawasan Pegunungan Argopuro	4
2.2 Proses Pengolahan Kopi dan Standar Mutu Biji Kopi	6
2.2.1 Sortasi Kopi	8
2.2.2 Pengupasan Kulit Kopi	8
2.2.3 Fermentasi Biji Kopi	9
2.2.4 Pencucian	9
2.2.5 Pengeringan Kulit Kopi	10
2.2.6 Pengukuran Kadar Air Biji	10

2.2.7 Penggudangan	10
2.3 Pertumbuhan Kapang pada Biji Kopi	12
2.4 Mikotoksin akibat Pertumbuhan Kapang.....	14
2.5 Identifikasi Kapang Biji Kopi.....	15
2.6 Kapang Jenis <i>Aspergillus</i>	16
2.7 Kapang Jenis <i>Penicillium</i>	18
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Bahan Penelitian	19
3.2.2 Alat Penelitian	19
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.3.1 Rancangan Penelitian	20
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4 Parameter Pengamatan.....	24
3.5 Prosedur Pengamatan Data Penelitian.....	24
3.5.1 Isolasi Kapang pada Masing – Masing Biji Kopi.....	24
3.5.2 Identifikasi Kapang secara Makroskopis dan Mikroskopis	24
3.5.3 Total Mikroba	25
3.5.4 Kadar Air	25
3.5.5 Pengujian Okratoksin A	25
3.6 Analisa Data.....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Isolasi Kapang pada Biji Kopi.....	27
4.2 Identifikasi Kapang pada Biji Kopi	28
4.2.1 <i>Aspergillus niger</i>	29
4.2.2 <i>Penicillium sp.</i>	39
4.2.3 <i>Aspergillus flavus</i>	61
4.3 Jenis Kapang pada Biji Kopi Kawasan Pegunungan Argopuro	65
4.4 Pertumbuhan Mikroorganisme Lain pada Biji Kopi.....	68
4.5 Kadar Air Biji Kopi.....	69

4.6 Okratoksin A Biji Kopi	70
BAB 5. PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	81



DAFTAR TABEL

	Halaman
2. 1 Area perkebunan kopi rakyat di kawasan lereng Gunung Argopuro...	5
2. 2 Komposisi biji kopi robusta dan arabika sebelum dan sesudah penyangraian	6
2. 3 Syarat umum mutu kopi menurut BSN–2008.....	11
2. 4 Jenis mikotoksin penyebab kontaminasi bahan pangan.....	15
4. 1 Isolasi biji kopi dan jumlah isolat pada media DG18	27
4. 2 Kapang yang mengkontaminasi biji kopi.....	65
4. 3 Pertumbuhan mikroorganisme lain pada biji kopi	68
4. 4 Okratoksin A pada sampel biji dan pengujian HPLC	71

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3. 1 Diagram alir tahapan proses isolasi kapang pada biji kopi.....	21
3. 2 Diagram alir tahapan identifikasi kapang pada biji kopi	22
4. 1 (a) Kapang hitam pekat pada media identifikasi; (b) Kapang hitam pekat pada media identifikasi di balik cawan; (c) Kenampakan koloni kapang hitam pekat.....	30
4. 2 Kapang hitam pekat perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) vesikel; (4) konidiofor	
4. 3 (a) Kapang coklat besar pada media identifikasi; (b) Kapang coklat besar pada media identifikasi di balik cawan; (c) Kenampakan koloni kapang coklat.....	30
4. 4 Kapang coklat besar perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) vesikel; (4) konidiofor.....	31
4. 5 (a) Kapang coklat pada media identifikasi; (b) Kapang coklat pada media identifikasi di balik cawan; (c) Kenampakan koloni kapang coklat.....	32
4. 6 Kapang coklat perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) vesikel; (4) konidiofor.....	33
4. 7 (a) Kapang hijau hitam pada media identifikasi; (b) Kapang hijau hitam pada media identifikasi di balik cawan; (c) Kenampakan koloni kapang hijau hitam	33
4. 8 Kapang hijau hitam perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) vesikel; (4) konidiofor.....	35
4. 9 (a) Kapang kuning coklat pada media identifikasi; (b) Kapang kuning coklat pada media identifikasi di balik cawan; (c) Kenampakan koloni kapang kuning coklat	35
4. 10 Kapang kuning coklat perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) vesikel; (4) konidiofor.....	37
4. 11 (a) Kenampakan <i>Aspergillus niger</i> ; (b) kenampakan	

<i>Aspergillus niger</i> di bawah mikroskop perbesaran 400x.....	37
4. 12 (a) Kapang putih hitam pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih hitam pada media identifikasi di balik cawan; (c)	
Kenampakan koloni kapang putih hitam	39
4. 13 Kapang putih hitam perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	40
4. 14 Kapang hijau putih pada media identifikasi;	
(b) Kapang hijau putih pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang hijau putih	41
4. 15 Kapang hijau putih perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor.....	42
4. 16 (a) Kapang hitam hijau pada media identifikasi;	
(b) Kapang hitam hijau pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang hitam hijau	43
4. 17 Kapang hitam hijau perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor.....	44
4. 18 (a) Kapang putih coklat inti pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih coklat inti pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih coklat inti.....	44
4. 19 Kapang putih coklat inti perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor.....	45
4. 20 (a) Kapang putih hijau coklat pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih hijau pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih hijau coklat	46
4. 21 Kapang putih hijau coklat perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	47
4. 22 (a) Kapang putih hijau kecil pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih hijau pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih hijau kecil	47
4. 23 Kapang putih hijau kecil perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	48

4. 24 (a) Kapang putih hijau pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih hijau pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih hijau	49
4. 25 Kapang putih hijau perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	50
4. 26 (a) Kapang hijau hitam inti pada media identifikasi;	
(b) Kapang hijau hitam inti pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang hijau hitam inti.....	50
4. 27 Kapang hijau hitam inti perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	51
4. 28 (a) Kapang putih pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih	52
4. 29 Kapang putih perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	53
4. 30 (a) Kapang putih krem pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih krem pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih krem.....	53
4. 31 Kapang putih krem perbesaran 1000x dengan (1) konidia;	
(2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	54
4. 32 (a) Kapang putih hijau putih pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih hijau putih pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih hijau putih.....	55
4. 32 (a) Kapang putih hijau putih pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih hijau putih pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih hijau putih.....	56
4. 33 Kapang putih hijau putih perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2)	
sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa	56
4. 34 (a) Kapang putih abu pada media identifikasi;	
(b) Kapang putih abu pada media identifikasi di balik cawan;	
(c) Kenampakan koloni kapang putih abu	57

4. 35 Kapang putih abu perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) konidiofor.....	58
4. 36 (a) Kapang putih besar pada media identifikasi; (b) Kapang putih besar pada media identifikasi di balik cawan; (c) Kenampakan koloni kapang putih besar.....	59
4. 37 Kapang putih besar perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) konidiofor; (4) hifa.....	59
4. 38 (a) Kenampakan <i>Penicillium sp.</i> ; (b) kenampakan <i>Penicillium sp.</i> di bawah mikroskop perbesaran 400x.....	61
4. 39 (a) Kapang kuning pada media identifikasi; (b) Kapang kuning pada media identifikasi di balik cawan; (c) Kenampakan koloni kapang kuning	62
4. 40 Kapang kuning perbesaran 1000x dengan (1) konidia; (2) sterigmata; (3) vesikel; (4) konidiofor.....	63
4. 41 Kenampakan <i>Aspergillus flavus</i>	64
4. 42 Kenampakan <i>Aspergillus flavus</i> secara mikroskopis.....	64
4. 43 (a) Pengeringan biji kopi tanpa alas; (b) Gudang penyimpanan biji kopi yang lembab; (c) Penyimpanan biji kopi belum kering sempurna	67
4. 44 Kadar air biji kopi	69

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Diameter Kapang	81
4.2 Persentase Isolat Kapang.....	93
4.3 Penentuan Total Bakteri.....	95
4.4 Penentuan Total Kapang	96
4.5 Penentuan Total Khamir	97
4.6 Penentuan Kadar Air	98
4.7 Penentuan Okratoksin A pada HPLC.....	99
4.8 Pengujian Okratoksin A pada HPLC	100
4.9 Dokumentasi Kegiatan dan Hasil Penelitian.....	109



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi termasuk komoditas andalan perkebunan negara Indonesia karena memiliki kontribusi nyata dalam segi perekonomian (Prayuningsih *et al.*, 2012). Data ICO (*International Coffee Organization*) tahun 2016, Indonesia menjadi produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Colombia. Kopi yang dibudidayakan di Indonesia yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Pada tahun 2017, produksi kopi perkebunan rakyat di Jawa Timur mencapai 34.000 ton dengan produksi kopi robusta sebanyak 28.400 ton dan kopi arabika sebanyak 5.600 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2017).

Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur memiliki potensi memproduksi kopi yang besar. Luas lahan perkebunan kopi di Kabupaten Jember mencapai 16.882 ha, terdiri dari perkebunan rakyat sebesar 5.601,31 ha dan sisanya milik perkebunan negara. Perkebunan kopi rakyat tersebar di 27 wilayah kecamatan yang ada. Salah satu wilayah yang dominan menghasilkan biji kopi yaitu kawasan pegunungan Argopuro Jember, dengan ketinggian mencapai 700 m di atas permukaan laut. Wilayah yang termasuk dalam kawasan pegunungan Argopuro Jember yaitu Tanggul, Bangsalsari, Panti, Sukorambi, dan Arjasa. Produksi pada tahun 2017, wilayah Tanggul sebesar 1.376,34 kw, Bangsalsari sebesar 939,38 kw, Panti sebesar 1.993,05 kw, Sukorambi sebesar 873,67 kw, dan Arjasa sebesar 321,10 kw (Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2017).

Jumlah produksi kopi di berbagai daerah diperkirakan akan terus meningkat hingga periode 2020 sejalan dengan peningkatan konsumsi kopi. Besarnya produksi kopi di kawasan pegunungan Argopuro belum diimbangi dengan jaminan mutu biji kopi yang dihasilkan. Mutu biji kopi yang masih rendah disebabkan karena beragamnya teknologi pengolahan pasca panen yang belum sesuai dengan standar, belum menerapkan standar pengolahan yang baku, lemahnya pengawasan kualitas produksi sejak tanam, hingga proses pengolahan yang kurang tepat (Prayuginingsih *et al.*, 2012). Kurangnya kepedulian petani

terhadap mutu pengolahan kopi mengakibatkan kualitas biji kopi yang dihasilkan belum dengan standar yang ditetapkan.

Salah satu standar mutu biji kopi dalam SNI 01-2907-2008 yaitu tidak adanya biji kopi yang berbau busuk atau berbau kapang. Beragamnya tahap pengolahan biji kopi oleh petani yang belum sesuai standar menyebabkan beragamnya aspek mikrobiologis biji kopi yang dihasilkan. Pertumbuhan kapang biji kopi disebabkan oleh beberapa faktor seperti pengeringan yang kurang tepat, fermentasi yang kurang sempurna, teknik penyimpanan yang salah, maupun kontaminasi spora kapang saat pascapanen. Kapang yang tumbuh dominan pada biji kopi merupakan jenis *Aspergillus sp.* dan *Penicillium sp.* (Yani, 2007). Kapang yang tumbuh pada biji kopi berpotensi menghasilkan mikotoksin, seperti okratoksin A (Cole dan Cox, 1981). Konsumsi bahan pangan mengandung mikotoksin secara terus menerus dapat menimbulkan gangguan kesehatan tubuh (Hakim, 2003).

Penelitian mengenai aspek mikrobiologis biji kopi penting dilakukan untuk mengetahui cemaran kapang pada biji kopi rakyat di beberapa kawasan pegunungan Argopuro. Identifikasi jenis kapang yang tumbuh pada biji kopi hasil olahan petani di kawasan pegunungan Argopuro menjadi data awal upaya peningkatan mutu biji kopi yang dihasilkan. Data hasil penelitian diharapkan dapat diketahui jenis – jenis kapang potensial dan menjadi tolak ukur perbaikan proses pengolahan kopi rakyat di kawasan pegunungan Argopuro, Jember.

1.2 Perumusan Masalah

Kabupaten Jember memiliki potensi dalam memproduksi kopi jenis robusta dan arabika yang melimpah setiap tahunnya. Kawasan pegunungan Argopuro – Jember sebagai produsen kopi dengan produktivitas yang tinggi. Wilayah pertumbuhan kopi, metode pengolahan, dan cara penyimpanan yang berbeda akan menghasilkan karakteristik kopi yang berbeda. Aspek mikrobiologis biji kopi menjadi penting untuk dikaji sebagai tolok ukur perbaikan pengolahan biji kopi di tingkat petani. Keberadaan kapang pada biji kopi dapat menghasilkan mikotoksin seperti okratoksin A, yang berpotensi menimbulkan gangguan

kesehatan jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian untuk mengidentifikasi jenis kapang dan keberadaan okratoksin A pada biji kopi olah basah dan kering hasil perkebunan rakyat di kawasan pegunungan Argopuro, Jember perlu dilakukan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. mengidentifikasi jenis kapang pada biji kopi olah basah dan kering hasil perkebunan rakyat di kawasan pegunungan Argopuro, Jember
- b. mengetahui kadar air dan pertumbuhan mikroba lain pada biji kopi olah basah dan kering hasil perkebunan rakyat di beberapa kawasan pegunungan Argopuro, Jember sebagai indikator pertumbuhan kapang
- c. mengetahui potensi cemaran okratoksin A pada biji kopi olah basah dan kering hasil perkebunan rakyat di beberapa kawasan pegunungan Argopuro, Jember

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

- a. mencegah kontaminasi kapang penghasil toksin pada biji kopi olah basah dan kering hasil perkebunan rakyat di kawasan pegunungan Argopuro, Jember
- b. perbaikan proses pengolahan biji kopi perkebunan rakyat di kawasan pegunungan Argopuro, Jember untuk menghindari adanya bahaya toksin terutama okratoksin A.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Rakyat di Kawasan Pegunungan Argopuro

Secara umum, kopi yang diproduksi di Indonesia berasal dari tiga jenis perkebunan, meliputi perkebunan rakyat, Perkebunan Besar Negara (PBN), dan Perkebunan Besar Swasta (PBS). Sebanyak 96,19% hasil kopi di Indonesia merupakan perkebunan yang diusahakan oleh rakyat dan jumlahnya terus meningkat. Luas lahan perkebunan kopi pada tahun 1980 sebesar 707.464 ha dan pada tahun 2016 mencapai 1.233.294 ha atau meningkat sebesar 74,33% (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016). Mayoritas perkebunan kopi di Indonesia adalah kopi robusta. Namun pada tahun 2016 kopi arabika juga mengalami penambahan luas lahan tidak kalah dengan kopi robusta (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016).

Produksi kopi robusta di Indonesia lebih tinggi setiap tahunnya dibandingkan dengan kopi arabika. Rata – rata produksi kopi pada tahun 2011 sampai dengan 2016 untuk kopi robusta mencapai 82,49% per tahun (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016). Berdasarkan data rata – rata selama 5 tahun (2012 hingga 2016), Jawa Timur menghasilkan kopi robusta sebesar 11,26% atau rata – rata produksi sebesar 54.684 ton setiap tahun (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016). Produksi kopi robusta Kabupaten Jember pada tahun 2014 sebesar 17.755,46 ton (Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Jember, 2014). Perkebunan kopi di Kabupaten Jember salah satunya terdapat di daerah lereng Gunung Argopuro. Hal ini disebabkan karena syarat tumbuh tanaman kopi adalah pada ketinggian di atas 700 m di bawah permukaan laut (Prastowo *et al.*, 2010). Area kopi perkebunan rakyat di kawasan lereng Gunung Argopuro dan produksinya terdapat pada Tabel 2.1.

Kopi yang diproduksi di daerah Gunung Argopuro merupakan jenis robusta dan arabika. Kopi robusta bercirikan daun berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing, daun yang tumbuh berhadapan dengan batang, cabang, dan ranting – rantingnya (Najiyanti dan Danarti, 2012).

Tabel 2. 1 Area perkebunan kopi rakyat di kawasan pegunungan Argopuro Jember

Kecamatan	Luas Area (Ha)	Produktivitas (kw/ Ha)	Produksi (kw)
Sumberbaru	294,82	7,85	1.715,99
Tanggul	255,20	7,65	1376,34
Bangsalsari	125,18	9,00	939,38
Panti	388,26	5,80	1.993,05
Sukorambi	107,73	8,90	873,67
Arjasa	52,27	7,70	321,10

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember (2017)

Kopi robusta memiliki mutu cita rasa lebih rendah dibandingkan dengan kopi arabika. Kelebihan kopi robusta tidak mudah terserang penyakit karat daun, biji yang dihasilkan lebih banyak dan mudah dalam perawatannya. Selain itu, kopi robusta memiliki kekentalan dan warna yang lebih kuat dibandingkan dengan kopi arabika (Siswoputranto, 1993). Ciri – ciri kopi robusta adalah rasa yang lebih pahit, aroma yang dihasilkan khas manis, warna biji bervariasi, tekstur yang lebih kasar jika dibandingkan dengan kopi arabika (Anggara dan Marini, 2011). Kopi robusta memiliki rasa pahit karena kandungan kafein yang tinggi dan aromanya tidak sekuat kopi arabika (Novita *et al.*, 2010). Kandungan kafein pada kopi robusta adalah 1,6% - 2,4% (Yaqin dan Nurmilawati, 2015).

Kopi arabika merupakan jenis kopi tertua yang dikenal dan dibudidayakan oleh masyarakat dunia. Areal pertanaman kopi arabika terbatas pada lahan dataran tinggi di atas 1.000 m dari permukaan laut agar tidak terserang karat daun kopi (Rahardjo, 2012). Kopi jenis arabika sangat baik ditanam di daerah dengan ketinggian 1.000 – 2.100 m di atas permukaan laut. Semakin tinggi lokasi perkebunan kopi maka cita rasa yang dihasilkan oleh biji kopi akan semakin baik (Kusmiati dan Nursamsiyah, 2015). Kelebihan dari kopi arabika adalah biji yang dihasilkan memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan kopi robusta. Biji kopi arabika memiliki ukuran cukup besar dengan bobot 18 – 22 gram setiap 100 biji. Warna biji kopi arabika agak coklat dan memiliki cita rasa yang khas. Biji kopi arabika yang bermutu baik akan memiliki cita rasa kopi arabika yang kuat dengan rasa sedikit asam dan kandungan kafein yang lebih rendah dibandingkan robusta. Kandungan kafein kopi arabika adalah 1 – 1,3% (Siswoputranto, 1993). Secara

umum, ciri – ciri kopi arabika adalah beraroma wangi yang sedap menyerupai aroma perpaduan bunga dan buah, terdapat cita rasa asam yang tidak terdapat pada kopi robusta, cita rasa yang lebih halus (*mild*) dibandingkan dengan kopi robusta, dan terkenal lebih pahit (Siswoputranto, 1993). Komposisi biji kopi robusta dan arabika sebelum dan sesudah penyangraian pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Komposisi biji kopi robusta dan arabika sebelum dan sesudah penyangraian

Komponen (%)	Kopi Robusta	Robusta Roasted	Kopi Arabika	Arabika Roasted
Mineral	4,0 – 4,5	4,6 – 5,0	3,0 – 4,2	3,5 – 4,5
Kafein	1,6 – 2,4	2,0	0,9 – 1,2	1,0
Polisakarida	37 – 47	-	50 – 55	24 – 39
Lemak	9,0 – 13	11 – 16	12 – 18	14,5 – 20
Asam klorogenik	7 – 10	3,9 – 4,6	5,5 – 8	1,2 – 2,3
Asam amino	2,0	0,0	2,0	0,0
Protein	11 – 13	13 – 15	11 – 13	13 – 15
Humic Acid	16 – 17	15,02	-	16 – 17

Sumber : Clarke dan Marcae (1987) dalam Ridwansyah (2003)

2.2 Proses Pengolahan Kopi dan Standar Mutu Biji Kopi

Pengolahan kopi yang dilakukan oleh petani sebagian besar terbagi menjadi dua jenis, yaitu pengolahan basah dan pengolahan kering. Namun, ada juga metode yang sering dilakukan oleh petani dalam mengolah biji kopi selain kedua cara tersebut, yaitu pengolahan semi basah.

Pengolahan kering merupakan teknik pengolahan yang biasa dilakukan oleh petani kopi. Selain mudah, proses ini tidak membutuhkan waktu yang lama dan air dalam jumlah besar. Peralatan yang digunakan pada metode pengolahan ini cukup sederhana. Pada pengolahan kering, buah kopi yang telah dipanen dikeringkan di bawah sinar matahari, kemudian kulit kopi dibuang menggunakan mesin pengupas kopi gelondong (Novita *et al.*, 2010). Dalam pengolahan kopi metode kering, petani biasanya melakukan proses penjemuran dalam bentuk kopi gelondong atau kopi pecah kulit (Aklimawati dan Marwadi, 2014). Tahapan proses ini meliputi: 1) Sortasi buah, 2) Penjemuran buah kopi, 3) Sortasi buah kopi, 4) Pengupasan biji kopi, serta 5) Penggudangan. Pengeringan biasanya

dilakukan dengan segera setelah buah kopi dipanen agar tidak mengalami proses kimia yang dapat menurunkan mutu. Pengeringan dilakukan hingga kadar air mencapai maksimal 12,5%. Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari biasanya memerlukan waktu selama 2 sampai 3 minggu. Pengupasan kulit (*hulling*) bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk, dan kulit ari. *Hulling* dilakukan dengan menggunakan mesin pengupas (Afrizon *et al.*, 2015).

Pengolahan kopi semi basah mulanya banyak dilakukan oleh petani kopi yang memproduksi kopi arabika di daerah Nanggroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara, dan Sulawesi Selatan. Pengolahan jenis ini menghasilkan kopi dengan cita rasa khas dan berbeda dengan cita rasa kopi dengan pengolahan metode olah basah. Ciri – ciri kopi yang dihasilkan berwarna gelap dengan fisik kopi agak melengkung. Secara garis besar, pengolahan semi basah meliputi: 1) Pengupasan kulit buah, 2) Pemeraman dan pencucian, 3) Pengeringan awal, 4) Pengupasan kulit tanduk, 5) Pengeringan dan sortasi, serta 6) Penggudangan (Afrizon *et al.*, 2015). Pengolahan kopi metode semi basah merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan mutu kopi rakyat. Fermentasi yang dilakukan lebih singkat (kurang dari 36 jam) dapat meningkatkan mutu kopi tanpa merusak lapisan biji kopi (Cortez dan Menezes, 2000). Pada metode ini, buah kopi melewati tahapan fermentasi yang berfungsi meningkatkan cita rasa. Fermentasi pada biji kopi umumnya digunakan untuk mereduksi lapisan lendir buah kopi. Pada metode semi basah, fermentasi dilakukan lebih singkat yaitu tidak lebih dari 36 jam. Kombinasi metode pengupasan secara mekanis, fermentasi dengan waktu singkat, dan dilengkapi dengan sortasi buah kopi melahirkan metode pengolahan semi basah (Novita *et al.*, 2010).

Pengolahan basah (*fully washed*) terdiri dari: 1) Pengupasan kulit kopi, 2) Fermentasi, 3) Pencucian lendir, 4) Pengeringan biji kopi, 5) Pengupasan biji kopi, dan 6) Penggudangan (Afrizon *et al.*, 2015). Pengolahan biji kopi menggunakan metode basah akan menghasilkan biji kopi dengan mutu yang lebih baik namun membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode pengolahan kering. Hal ini disebabkan adanya tiga tahapan yang membedakan

dengan olah kering, yaitu *pulping*, fermentasi, dan pencucian setelah fermentasi. Pengolahan basah dapat dilakukan pada skala kecil maupun menengah. Buah kopi yang dilakukan proses pengolahan basah harus dalam keadaan masak atau petik merah (95% buah merah) (Sulistyaningtyas, 2017).

Secara umum, tahapan proses pengolahan biji kopi meliputi:

2.1.1 Sortasi Kopi

Sortasi merupakan tahapan awal dalam pengolahan kopi setelah pemanenan. Sortasi bertujuan untuk memisahkan biji yang memiliki mutu baik dengan yang kurang baik seperti cacat, terserang penyakit, kurang seragam, atau rusak. Sortasi juga bertujuan untuk memisahkan kopi dari benda asing seperti ranting pohon, daun, kerikil, serangga, dan sebagainya. Benda – benda asing tersebut harus dipisahkan karena dapat menghambat proses selanjutnya dan cenderung merusak mesin pengupas. Buah merah (superior) yang telah dipilih kemudian diolah dengan metode basah atau semi basah agar diperoleh biji kopi HS (*Haulk Snauk*) kering dengan tampilan yang baik, sedangkan biji yang bermutu kurang baik (inferior) yang terdiri dari campuran hijau – kuning – merah biasanya diolah dengan cara pengolahan kering (Prastowo *et al.*, 2010).

2.1.3 Pengupasan Kulit Kopi

Pulping bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit terluar dan mesocarp (bagian daging kopi). Prinsip kerja pulping adalah melepaskan *exocarp* dan *mesocarp* buah kopi (Sulistyaningtyas, 2017). Sebelum dilakukan pengupasan, kopi dikelompokkan berdasarkan ukuran biji agar proses pengupasan dapat berjalan dengan baik oleh mesin pengupas. Proses pengolahan kopi baik basah atau semi basah diawali dengan tahapan pengupasan kulit dengan mesin pengupas atau pulper tipe silinder untuk menghasilkan kopi HS atau biji kopi yang masih terbungkus kulit tanduk. Pengupasan buah berlangsung di antara permukaan silinder yang berputar (rotor) dan permukaan pisau yang diam (stator). Pengupasan kopi umumnya dilakukan dengan penyemprotan air ke dalam silinder bersama dengan buah yang akan dikupas. Penggunaan air biasanya sesuai dengan proses pengolahan. Jika pengolahan basah, air yang dibutuhkan mencapai 7 – 9 m³ per ton buah kopi yang diolah. Untuk proses semi basah, konsumsi air yang

dibutuhkan tidak lebih dari 3m³ per ton buah. Lapisan air bertujuan untuk mengurangi tekanan geseran silinder terhadap buah kopi sehingga kulit tanduk pada biji tidak pecah.

Pada saat pengupasan biji kopi, biasanya dilakukan sortasi buah kopi yang terapung di atas air. Buah kopi yang terapung merupakan buah yang tidak terdapat biji kopi di dalamnya. Pengapungan buah kopi merupakan pemilahan buah kosong sehingga dapat digunakan sebagai penentuan persentase buah kosong terhadap buah yang terdapat biji kopi (Rahardjo, 2012).

2.1.3 Fermentasi Biji Kopi

Fermentasi merupakan tahapan yang diperlukan untuk menghilangkan lapisan lendir pada kulit tanduk kopi. Tujuan utama dilakukannya fermentasi adalah agar terjadi proses kimiawi yang berguna dalam pembentukan karakter citarasa, yaitu pembentukan senyawa prekursor citarasa seperti asam organik, asam amino, dan gula reduksi. Fermentasi dilakukan dengan cara perendaman biji kopi ke dalam air atau secara kering dilakukan dengan memasukkan biji kopi ke dalam wadah fermentasi seperti kantong plastik dan disimpan secara tertutup selama 12 hingga 36 jam. Biji kopi yang sudah difermentasi dilakukan pencucian dengan air untuk menghilangkan sisa lendir setelah fermentasi (Lin, 2010).

Fermentasi umumnya dilakukan pada pengolahan kopi arabika, dan sebagian kecil untuk kopi robusta. Tujuan fermentasi pada kopi robusta adalah untuk menghilangkan lapisan lendir yang tersisa di lapisan kulit tanduk pada biji kopi setelah pengupasan. Pada kopi arabika, tujuan fermentasi adalah mengurangi rasa pahit dan mendorong terbentuknya kesan *mild* pada saat penyeduhan. Fermentasi terjadi secara alami dengan bantuan mikroba. Fermentasi dapat dilakukan dengan cara basah, yaitu merendam biji dalam genangan air, dan dengan cara kering, yaitu tanpa rendaman air.

2.1.4 Pencucian

Pencucian merupakan tahapan proses yang bertujuan untuk menghilangkan sisa lendir hasil fermentasi yang masih menempel pada kulit tanduk. Pencucian biji kopi dengan air bersih dilakukan berulang – ulang agar biji

berwarna lebih cerah. Mesin pencucian biasanya memiliki beberapa tipe seperti *batch* dan kontinyu.

2.1.5 Pengeringan Biji Kopi

Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam biji kopi HS yang semula adalah 60 – 65% hingga mencapai 12%. Pada kadar air 12%, biji kopi HS dalam keadaan aman untuk dilakukan pengemasan dalam karung dan dilakukan penyimpanan di dalam gudang. Pengeringan biji kopi biasanya dilakukan pada suhu 45 – 50°C hingga kadar air biji mencapai maksimal 12,5%. Suhu pengeringan yang terlalu tinggi dapat berpotensi merusak cita rasa kopi, terutama kopi arabika. Pengeringan kopi robusta diawali dengan suhu yang agak tinggi yaitu sekitar 90°C dalam waktu singkat yaitu 20 – 24 jam. Pengeringan juga bisa dilakukan dalam dua tahap, tahap awal melalui penjemuran hingga kadar air mencapai 20% dan selanjutnya dilakukan pengeringan mekanis hingga kadar air mencapai 12,5%.

2.1.6 Pengukuran Kadar Air Biji

Penentuan kadar air biji kopi merupakan tahapan tolak ukur pengeringan agar diperoleh mutu biji kopi yang baik. Jika kadar air kopi belum mencapai titik keseimbangan (kadar air 12%) biji kopi akan menjadi rentan terhadap serangan jamur pada saat disimpan atau diangkut ke tempat penjualan.

2.1.7 Penggudangan

Penggudangan bertujuan untuk menyimpan hasil panen yang telah dilakukan sortasi dalam kondisi aman sebelum dilakukan pemasaran. Faktor penting yang harus diperhatikan pada kondisi ini adalah kadar air, kelembaban relatif, dan kebersihan gudang. Serangan jamur dan hama selama penggudangan merupakan penyebab dihasilkannya kopi yang memiliki cacat mutu. Kopi dengan kondisi seperti ini tidak akan dapat diterima oleh konsumen karena beberapa jenis jamur dapat menghasilkan okratoksin. Udara yang lembab serta sanitasi gudang yang tidak dijaga dengan baik dapat memicu pertumbuhan jamur dan hama. Kelembaban udara juga harus selalu dikontrol pada saat penyimpanan biji kopi kering, yaitu 70%.

Pada tahap penyimpanan, petani biasanya menyimpan kopi dalam bentuk gelondong kering dan biji kopi. Penyimpanan dalam bentuk gelondong kering dilakukan jika masa simpan di dalam gudang lebih dari dua bulan, sedangkan penyimpanan dalam bentuk biji kopi dalam jangka waktu yang pendek (Aklimawati dan Mawardi, 2014).

Biji kopi hasil olahan yang akan dilakukan pemasaran biasanya harus sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan. Pemenuhan standar mutu kopi akan memudahkan petani untuk menghasilkan kopi dengan mutu yang dapat diterima oleh konsumen. Standar mutu kopi yang dijadikan acuan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang kopi yaitu SNI 01 – 2907 – 2008 yang secara garis besar terdapat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Syarat umum mutu kopi menurut SNI 01 – 2907 – 2008

No	Kriteria	Persyaratan
1.	Serangga hidup	tidak ada
2.	Biji berbau busuk atau berbau kapang	tidak ada
3.	Kadar air	maksimal 12,5% fraksi massa
4.	Kadar kotoran	maksimal 0,5% fraksi massa

Sumber : BSN, 2008

Berdasarkan standar ISO 10470:2004, klasifikasi cacat kopi meliputi: a) adanya benda asing yang bukan berasal dari kopi, b) adanya benda asing bukan biji kopi, c) bentuk biji tidak normal dari segi kesatuannya, d) biji tidak normal dari visualisasinya seperti biji hitam dan, e) biji tidak normal yang menyebabkan cacat rasa setelah disangrai dan diseduh (Novita *et al.*, 2010). Aspek – aspek yang harus diperhatikan dalam penetapan standar terutama adalah: a) Ukuran biji kopi dan keseragaman ukuran, aspek yang sangat diperhatikan pabrik – pabrik dalam kaitan dengan hasil penyangraian yang seragam masak tanpa ada yang gosong ataupun kurang masak, b) Cacat yang terlihat dari warna yaitu biji hitam, biji berbintik – bintik, biji berwarna coklat, c) Cacat biji karena biji pipih, biji pecah, biji berlubang akibat serangan hama, d) Cacat karena biji berkapang akibat pengeringan biji kopi yang tidak dilakukan dengan baik (Siswoputranto, 1993).

Selain dilakukan pengujian mutu biji kopi dengan *defect system*, pengujian mutu juga harus dilakukan dengan uji cita rasa (*cup taste test*). Cacat cita rasa

dapat meliputi: 1) *Earthy*, yaitu berbau tanah, paling banyak dijumpai pada kopi asalan dari petani, 2) *Mouldy*, yaitu berbau jamur akibat penanganan yang kurang baik, kandungan kadar air masih tinggi menyebabkan jamur masuk, 3) *Fermented*, yaitu berbau busuk, sebagai akibat jelek dari pengolahan secara basah yang tidak sempurna, 4) *Musty*, yaitu berbau lumut (Novita *et al.*, 2010).

2.3 Pertumbuhan Kapang pada Biji Kopi

Biji kopi yang masih mengandung kadar air tinggi dapat memicu pertumbuhan kapang bahkan juga bakteri. Rendahnya mutu kopi di tingkat petani, yaitu kopi berjamur disebabkan karena kadar air biji kopi yang tinggi akan mempengaruhi cita rasa dan menurunkan harga jualnya (Mayrowani, 2013). Kapang yang tumbuh pada biji kopi memiliki jenis yang beragam yang dipengaruhi oleh varietas kopi, letak geografis tanaman kopi, cuaca, serta jenis pengolahannya (Rezende *et al.*, 2012).

Adanya kapang pada biji kopi dapat disebabkan karena kurang optimalnya pegeringan atau pada saat fermentasi pada olah basah. Selain itu, kapang juga dapat berasal dari terutama masih adanya sisa pulp akibat pencucian yang tidak sempurna, selain itu disebabkan juga kontaminasi selama tahapan pencucian (mikroorganisme yang terdapat di dalam air), pengeringan, penyimpanan, serta transportasi. Kontaminasi kapang juga bisa berasal dari spora yang berasal dari peralatan selama proses (Djossou *et al.*, 2015). Penelitian mengenai kopi hijau Brazil sebelum dan setelah dilakukan sterilisasi masih ditemukan kapang jenis *Aspergillus* dan *Penicillium* sebanyak 96% dan 42%. Kopi robusta mudah terserang pertumbuhan kapang dibandingkan dengan kopi arabika. *Aspergillus niger* menginfeksi 89% biji kopi robusta (Kuntawee dan Akarapisan, 2015). Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kapang meliputi:

a. Kelembaban, aktifitas air (Aw), dan suhu

Pada umumnya pertumbuhan kapang membutuhkan adanya aktifitas air (Aw) minimal lebih rendah dibandingkan dengan pertumbuhan khamir dan bakteri. Berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk tumbuh, kapang dapat dikelompokkan menjadi psikrofil, mesofil, dan termofil. Psikrofil adalah

kapang yang dapat tumbuh pada kisaran suhu 0 - 30°C. Mesofil merupakan jenis kapang yang dapat tumbuh pada kisaran suhu 25 - 37°C, dan termofil merupakan jenis kapang yang dapat tumbuh pada suhu 40 - 74°C (Rahayu, 2015).

b. Kebutuhan oksigen dan pH

Semua jenis kapang bersifat aerobik, yaitu memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya. Sebagian besar kapang dapat tumbuh baik pada pH yang luas yaitu 2,0 – 8,5, namun dapat tumbuh optimal pada kondisi asam atau pH rendah (Waluyo, 2004).

c. Nutrisi

Kapang dalam pertumbuhannya membutuhkan komponen makanan sebagai sumber nutrisi. Sumber nutrisi ini dapat meliputi bahan sederhana hingga kompleks. Kapang juga dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti enzim amilase, pektinase, proteinase, dan lipase. Kapang dapat tumbuh optimal pada bahan yang mengandung pati, pektin, protein, dan lipid (Waluyo, 2004).

d. Komponen penghambat

Dalam pertumbuhannya, beberapa jenis mikroba dapat mengeluarkan komponen yang dapat menghambat organisme lain yang disebut antibiotik. Komponen lain bersifat mikostatik, yaitu penghambat pertumbuhan kapang seperti asam sorbat, propionat yang bersifat fungisidal (membunuh kapang). Pertumbuhan kapang biasanya berjalan lambat dibandingkan dengan bakteri dan khamir. Kapang biasanya dapat mulai tumbuh yang ditandai dengan pertumbuhan miselium yang berlangsung dengan cepat (Fardiaz, 1992).

2.4 Mikotoksin akibat Pertumbuhan Kapang

Akibat adanya pertumbuhan kapang pada biji kopi dapat menghasilkan biji kopi dengan mutu yang rendah dan tidak dapat dikonsumsi. Biji kopi yang terdapat kapang di dalamnya mengalami penurunan kualitas yang disebabkan adanya interaksi faktor biotik dan abiotik pada saat penyimpanan. Faktor biotik yang dimaksud adalah jenis serangga dan cendawan (Subramanyam dan Hangstrum, 1995). Kapang jenis *Aspergillus* yang tumbuh pada biji – bijian selama penyimpanan menyebabkan terjadinya kerusakan yang ditandai dengan

adanya perubahan warna bahan, kenaikan suhu dan kelembaban di dalam bahan, perubahan susunan kimia di dalam bahan, dan akumulasi mikotoksin di dalam bahan (Sujiati dan Saenong, 2002). Mikotoksin yang dihasilkan kapang sangat berbahaya dalam jumlah kecil dalam konsentrasi *part per billion*. Mikotoksin ini sangat stabil keberadaannya. Jenis mikotoksin yang diproduksi oleh kapang adalah *aflatoksin*, *okratoksin A*, *zearalenon*, *trikotesena* (*deoksini valenol*, toksin T2), dan *fuminosin* (Cole dan Cox, 1981).

Mikotoksin biasanya diproduksi oleh dua spesies utama mikroorganisme, yaitu *Penicillium* dan *Aspergillus* (Nuhu, 2015). Mikotoksin yang sering dijumpai adalah okratoksin A yang biasanya dihasilkan oleh *Aspergillus ochraceus* dan *Penicillium verrucosum*. Okratoksin A bersifat karsinogen penyebab keracunan ginjal pada manusia maupun hewan. Okratoksin A dapat ditemukan secara luas pada komoditas pertanian seperti gandum, kopi, dan biji – bijian baik sebelum panen, pada saat panen, pengangkutan, dan pada gudang penyimpanan. Secara kimia okratoksin A merupakan suatu campuran dari kristal jernih tidak berwarna. Bahaya okratoksin A salah satunya dapat menyebabkan neprotoksik dan neprokarsinogenik. Okratoksin A dihasilkan oleh sejumlah spesies cendawan *Aspergillus* dan *Penicillium* (Yani, 2007).

Mikotoksin yang dibentuk oleh kapang merupakan senyawa beracun yang tahan terhadap panas. Mikotoksin ini bersifat akumulatif, sehingga gejala biasanya timbul karena adanya konsumsi mikotoksin yang berulang kali. Contoh mikotoksin yang sering ditemui sebagai penyebab kontaminasi bahan pangan disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Jenis mikotoksin penyebab kontaminasi bahan pangan

Mikotoksin	Diproduksi	Bahan pangan yang terkontaminasi		
Aflatoksin	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Kacang tanah, jagung, serealia		
Islanditoksin	<i>Penicillium islandicum</i>	Beras		
Okratoksin A	<i>Aspergillus ochraceus</i>	Jagung, kacang – kacang, barlei		
Patulin	<i>Aspergillus melleus</i> <i>Aspergillus sulphureus</i> <i>Penicillium viridicatum</i> <i>Aspergillus clavatus</i>	Apel dan produk dari apel (cider dan saus apel)		
	<i>Penicillium patulum</i> <i>Penicillium expansum</i>			
	Sterigmatosistin		<i>Aspergillus versicolor</i> <i>Aspergillus flavus</i>	Kopi, gandum, susu

Sumber : Fardiaz (1992)

Aflatoksin merupakan jenis toksin yang dihasilkan oleh kapang *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*. Aflatoksin juga merupakan mikotoksin yang paling toksik dan banyak dijumpai pada produk pertanian. Keberadaan toksin lain seperti jenis fumonisin, okratoksin, zearalenon, dan trikotesen (deoksinivalenol, nivalenol, dan T2 toksin) bersama aflatoksin akan meningkatkan toksisitas pada suatu komoditi akibat adanya interaksi sinergis dari mikotoksin tersebut (Maryam, 2006).

2.5 Identifikasi Kapang Biji Kopi

Identifikasi jenis kapang dilakukan untuk mengetahui jenis kapang yang terdapat pada biji kopi. Identifikasi isolat kapang dilakukan dengan cara pengamatan baik makroskopik maupun mikroskopik. Pengamatan makroskopik pada isolat kapang meliputi pengamatan morfologi kapang yang terdiri dari warna dan permukaan koloni, garis – garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni, dan lingkaran – lingkaran konsentris. Pengamatan mikroskopik preparat isolat kapang meliputi bentuk hifa, bentuk sel reproduksi, ada atau tidaknya rhizoid. Seluruh hasil pengamatan berupa deskripsi kapang, selanjutnya dibandingkan

dengan literatur untuk mengetahui identitas kapang tersebut (Hafsari dan Asterina, 2013).

Sifat kapang yang biasanya digunakan untuk identifikasi kapang meliputi: a) Hifa berseptat atau non septat, b) Miselium terang atau miselium keruh, c) Miselium berwarna atau tidak berwarna, d) Memproduksi atau tidak memproduksi spora seksual. Jenis spora seksual meliputi oospora, zigospora, atau askospora. Jenis spora aseksual pada kapang juga masuk dalam tahap identifikasi yaitu e) Termasuk sporangiospora, konidia, atau arhospora (oida), f) Ciri kepala pembawa spora seperti kenampakan sporangium dan bentuk kepala spora pembawa konidia, g) Kenampakan mikroskopik spora aseksual, h) Adanya spora atau struktur spesifik seperti stolon, rhizoid, *foot cell*, apofisis, sklerotium dan sebagainya (Waluyo, 2004).

Tahap identifikasi makroskopik meliputi observasi koloni kapang dengan mata secara langsung yang meliputi warna miselium, teksur miselium, jenis spora: bubuk atau glanular, warna, ukuran, dan sebagainya. Tahap mikroskopik difokuskan kepada karakteristik dari miselium kapang (septat atau non septat), bentuk kepala konidia (pada *Aspergillus*), struktur konidiospora (pada *Penicillium*), ukuran konidia, serta bentuk dari konidia (Botton *et al.*, 1990; Samson *et al.*, 2007).

2.6 Kapang Jenis *Aspergillus*

Aspergillus merupakan kapang yang tersebar di seluruh alam, terdistribusi luas secara geografis, dan ditemukan pada berbagai habitat karena sifatnya yang dapat membentuk koloni pada berbagai macam substrat. Spesies *Aspergillus* ini sebagian besar sering menyebabkan kerusakan makanan, tetapi ada beberapa spesies yang digunakan dalam fermentasi pangan dan dimanfaatkan sebagai penghasil enzim protease (Indratiningsih *et al.*, 2013). Anggota genus *Aspergillus* dikenal sebagai *biodeteriogens* (organisme yang menyebabkan kerusakan bahan). Morfologi *Aspergillus* adalah warna koloni hijau, kuning, atau coklat kehitaman. *Aspergillus* memiliki hifa berseptat, miselium yang bercabang tidak berwarna,

pada ujung hifa terdapat gelembung atau vesikel yang terdapat sterigmata di bagian ujung (Handayani, 2015).

Aspergillus merupakan jenis kapang yang tumbuh pada suhu dan kelembaban yang bervariasi, misalnya *Aspergillus flavus* yang hidup pada suhu 37°C, *Aspergillus nidulan* yang hidup pada suhu 40°C. Kelembaban berkisar antara 85% hingga 90% (Handayani dan Sulistyono, 2000). Ciri – ciri *Aspergillus* lainnya adalah memiliki hifa septat dan miselium bercabang dan biasanya tidak berwarna, miselium yang terdapat di bawah permukaan merupakan hifa vegetatif, sedangkan yang muncul di permukaan umumnya merupakan hifa fertil. Koloni kompak dan konidiofora septat atau nonseptat muncul dari *foot cell*. Konidiofora membengkak membentuk menjadi vesikel pada ujungnya, kemudian membawa sterigmata dimana tumbuh konidia (Fardiaz, 1992). Spesies *Aspergillus* yang menghasilkan okratoksin di antaranya *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius* (Magnani *et al.*, 2005), dan *Aspergillus niger* (Yani, 2007).

Jenis *Aspergillus* yang sering ditemui pada bahan pangan adalah jenis *Aspergillus flavus*. *Aspergillus flavus* banyak dijumpai di lingkungan, bersifat saprofit yang dapat ditemukan di tanah, udara, dan bahan pangan. Kapang ini menghasilkan koloni berwarna kuning hijau atau kuning abu – abu hingga kehitaman. Konidiofornya tidak berwarna, kasar, bagian atas agak bulat, serta konidia kasar dengan bermacam – macam warna (Amalia, 2013).

Aspergillus niger merupakan jenis kapang yang memiliki ciri yaitu berfilamen, memiliki hifa berseptat, dan dapat ditemukan melimpah di alam. Kapang ini biasanya diisolasi dari tanah, sisa tumbuhan, dan udara di dalam ruangan. Ciri – ciri lain yaitu koloni yang berwarna putih, jika ditumbuhkan pada PDA dengan suhu 25°C berubah menjadi hitam ketika konidia dibentuk. Kepala konidia dari *Aspergillus niger* berwarna hitam, bulat, cenderung memisah menjadi bagian – bagian yang lebih longgar seiring dengan bertambahnya umur. Kapang ini dapat tumbuh optimum pada suhu 35 - 37°C, dengan suhu minimum 6 - 8°C dan suhu maksimum 45 - 47°C. Proses pertumbuhannya membutuhkan oksigen yang cukup atau pada kondisi aerobik. Kapang ini memiliki warna dasar berwarna

putih atau kuning dengan lapisan konidiospora tebal berwarna coklat gelap sampai hitam (Hamastuti *et al.*, 2012).

2.7 Kapang Jenis *Penicillium*

Penicillium sp. merupakan kapang yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada biji kopi, selain itu pada sayur – sayuran, buah – buahan, serta jenis sereal. *Penicillium* memiliki ciri – ciri yaitu hifa berseptat, miselium bercabang, dan biasanya tidak berwarna, jenis konidiofora berseptat dan muncul di atas permukaan, berasal dari hifa di bawah permukaan, bercabang atau tidak bercabang. Kepala *Penicillium* membentuk seperti sapu dan membawa spora dengan sterigmata atau fialida yang muncul dalam kelompok. Konidia membentuk rantai karena muncul satu persatu dari sterigmata. Konidia pada saat muda berwarna hijau, kemudian akan berubah menjadi kebiruan atau kecoklatan (Fardiaz, 1992). Jenis *Penicillium* yang menghasilkan okratoksin adalah spesies *Penicillium verrucosum*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium viridicatum*, *Penicillium carbonarius* (Palacios dan Taniwaki, 2004, Schmidt *et al.*, 2004).

Bentuk konidiofa kapang *Penicillium sp.* biasanya berseptat, badan buah berbentuk seperti sapu yang diikuti stigma dan konidia yang tersusun seperti rantai. Konidiofora keluar bebas dari miselia dengan warna miselia yang cerah atau tidak berwarna. Warna konidia pada hampir seluruh spesies yang masih muda akan membentuk koloni berwarna hijau kemudian berubah menjadi kecoklatan (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian, dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, serta *Life and Environmental Science Laboratory*, Prefectural University of Hiroshima, Jepang. Dengan waktu penelitian pada Bulan Mei 2018 – Februari 2019.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah biji kopi robusta dan arabika hasil perkebunan rakyat di kawasan pegunungan Argopuro meliputi Kecamatan Bangsalsari, Arjasa, Panti, Sukorambi, dan Tanggul, Kabupaten Jember. Bahan – bahan lainnya meliputi *aquadest* steril, alkohol 70%, MEA (*Malt Extract Agar*), DG18 (*Dichloran 18% Glycerol Agar*), CYA (*Czapek Yeast Extract Agar*), G25N (*25% Glycerol Nitrate Agar*), NA (*Nutrient Agar*), PDA (*Potato Dextose Agar*) *Ochratoxin A standard solution*, *aluminium foil*, *methanol*, *ethanol*, *phosphoric acid*, *acetonitrile*, *glacial acetic acid*, *chloroform*, *hexane*, *formic acid*, *nitrogen stream*, kertas saring whatman dan kapas.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang akan digunakan dalam penelitian adalah pipet mikro, *blue tip*, tabung reaksi, erlenmeyer 100 ml, erlenmeyer 1000 ml, beaker glass 10 ml, beaker glass 1000 ml, stirer 5 cm, gelas ukur 10 ml, gelas ukur 100 ml, pipet tetes, spatula, cawan petri, botol timbang, mortar dan penumbuk, ose, neraca analitik, pemanas bunsen, oven, pemanas listrik, *laminar air flow*, autoklaf, mikroskop, deg glass, kaca preparat, *colony counter*, HPLC GL Sciences dengan FLD GL-7453A, pump A dan B GL-7453A, kolom HPLC C18 yang diproduksi oleh GL Sciences Japan (Inert sustain C18 5 µm; 4.6 x 250 mm), *rotary evaporator*, grinder, C18 SPE (*Solid Phase Extraction*) *cartridges*, corong pemisah, *waterbath*, *magnetic stirrer*, *micro inject*, dan inkubator.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Metode sampling yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *One-Stage Cluster Sampling* yang membagi sampel menjadi kelompok atau kluster. Penarikan sampel didasarkan pada kelompok geografis yang dipilih secara acak sebagai wakil dari populasi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang didasari pada jenis pengolahan kopi yang terdiri dari:

- K1 : Kopi pengolahan robusta kering, Bangsalsari
- B1 : Kopi robusta pengolahan semi basah, Bangsalsari
- K2 : Kopi robusta pengolahan kering, Arjasa
- K3 : Kopi arabika pengolahan kering, Arjasa
- K4 : Kopi robusta pengolahan kering, Panti
- B2 : Kopi arabika pengolahan semi basah, Panti
- K5 : Kopi robusta pengolahan kering, Sukorambi
- B3 : Kopi robusta pengolahan basah, Sukorambi
- K6 : Kopi robusta pengolahan kering, Tanggul
- K7 : Kopi robusta pengolahan kering, Tanggul

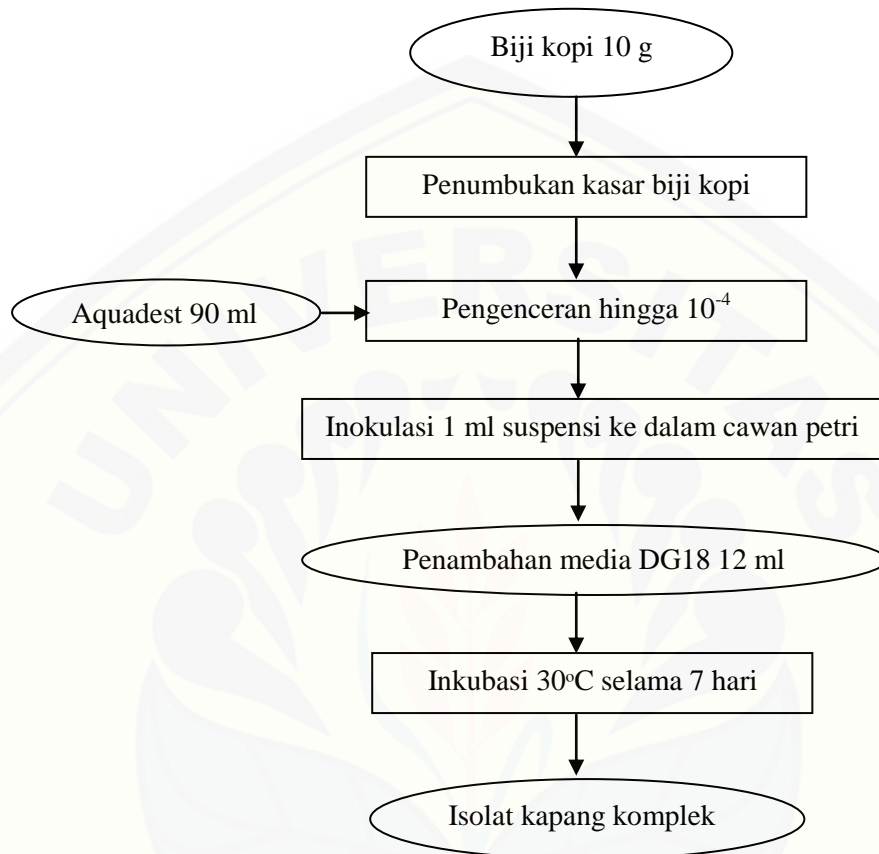
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam empat tahap yaitu tahap isolasi kapang dari biji kopi perkebunan rakyat di kawasan pegunungan Argopuro, tahap identifikasi isolat yang didapatkan dari tahap isolasi secara makroskopis dan mikroskopis, tahap mengamati kadar air, total pertumbuhan mikroba, serta tahap pengujian okratoksin A.

a. Isolasi Kapang pada Biji Kopi

Penelitian ini diawali dengan mengisolasi kapang pada biji kopi *green bean*. Isolasi biji kopi dilakukan untuk mendapatkan isolat kapang pada masing – masing sampel biji kopi dengan menumbuhkan pada media DG18 (Gambar 3.1). Media DG18 merupakan media yang mengandung *dichloran* dan *chloramphenicol*, yang berfungsi memperlambat pertumbuhan kapang dan

bakteri. Kapang yang dapat tumbuh pada media DG18 dipilih untuk setiap jenis yang berbeda, kemudian diberi nama sesuai dengan warna konidium dan miselium kapang guna kepentingan tahapan identifikasi.

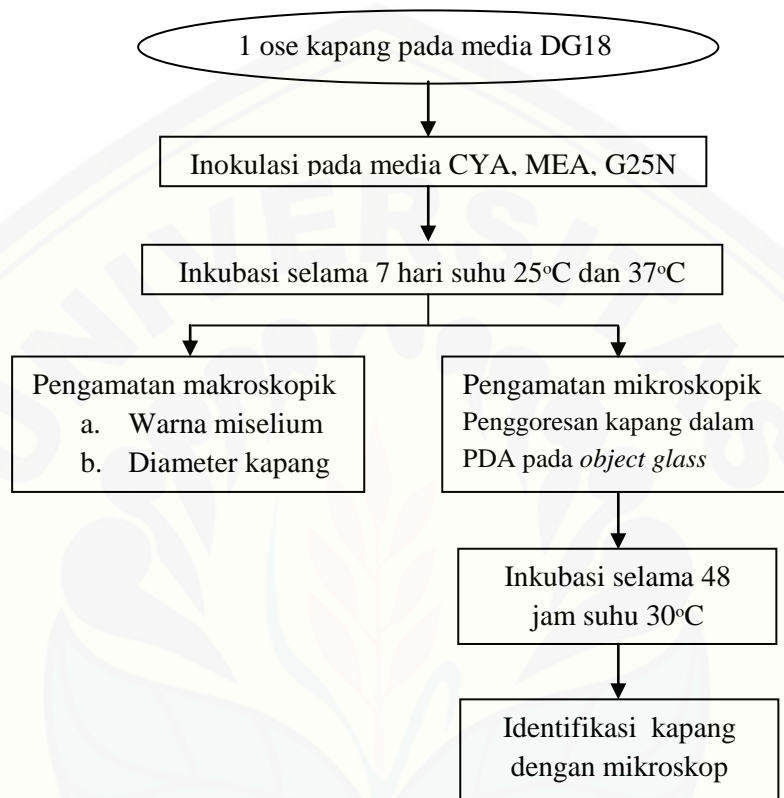


Gambar 3. 1 Diagram alir tahapan isolasi kapang pada biji kopi

b. Identifikasi Kapang Biji Kopi

Tahap kedua meliputi tahap identifikasi kapang dengan menumbuhkan kapang pada 3 jenis media identifikasi yaitu media CYA, G25N, dan MEA (Pitt dan Hocking, 2009). Isolat ditumbuhkan pada setiap media dengan cara mengambil isolat kapang dan menumbuhkan isolat pada media membentuk 3 titik. Hal ini dilakukan agar pertumbuhan kapang yang dihasilkan dapat dihitung diameter pertumbuhannya. Beberapa jenis isolat kapang dapat menghasilkan diameter dan warna yang berbeda di setiap media. Pengamatan diameter kapang dan karakteristik kapang hasil isolasi akan menjadi data pengamatan makroskopis. Untuk data pengamatan mikroskopis diperoleh dari menumbuhkan kapang pada media PDA yang ditempatkan pada objek glass.

Kapang yang tumbuh diamati menggunakan mikroskop setiap karakteristik konidiumnya. Data yang didapatkan dibandingkan dengan mengacu pada studi pustaka yang berhubungan dengan identifikasi kapang. Tahapan penelitian yang akan dilakukan disajikan pada diagram alir Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram alir tahapan identifikasi kapang pada biji kopi

c. Perhitungan Kadar Air dan Total Mikroba

Perhitungan kadar air dan higroskopisitas pada masing – masing sampel biji kopi bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keragaman dan tingkat kontaminasi kapang yang tumbuh pada masing – masing sampel. Perhitungan total mikroba menggunakan media MEA dan NA bertujuan untuk mendapatkan jumlah total bakteri dan total kapang pada sampel. Perhitungan total mikroba dilakukan untuk mengetahui hubungan faktor komponen penghambat terhadap total jumlah kapang yang tumbuh. Total bakteri yang tumbuh disebut sebagai komponen penghambat pertumbuhan kapang.

d. Pengujian Okratoksin A

Pengujian okratoksin A bertujuan untuk mengetahui potensi kapang pada setiap sampel dalam menghasilkan toksin jenis okratoksin A. Secara umum tahapan yang dilakukan terdiri dari preparasi sampel, ekstraksi, clean-up, separasi dan determinasi (FAO, 2004). Determinasi okratoksin A dilakukan dengan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) yang dilengkapi dengan FLD (*Fluorescence detector*).

Sampel sebanyak 10 gram kopi bubuk dilakukan penambahan *chloroform* sebanyak 100 ml dan *phosphoric acid* 0,1 M sebanyak 12,5 ml untuk selanjutnya dilakukan ekstraksi. Tujuan ekstraksi yaitu memisahkan komponen biji kopi yang tidak dibutuhkan menggunakan pelarut yang sesuai dengan matriks komponen yang dibutuhkan. Hasil ekstraksi dievaporasi dengan *rotary evaporator* untuk meningkatkan konsentrasi, filtrat hasil evaporasi selanjutnya dielusi ke dalam C18 SPE (*Solid Phase Extraction*) *cartridges*. C18 SPE *cartridges* sebelumnya dilakukan pengkondisian dengan melarutkan 5 ml *methanol* dan 5 ml *methanol/ aquadest* steril (1:1) ke dalam *cartridges* dan dicuci dengan 5 ml *methanol* dan 5 ml *methanol/ aquadest* steril (3:1). Teknik penggunaan C18 SPE *cartridges* merupakan tahap *clean-up* sampel sebelum dilakukan determinasi dengan menggunakan HPLC. Tujuan *clean-up* sampel dengan C18 SPE *cartridges* yaitu untuk memisahkan, mempurifikasi komponen – komponen penghambat yang lebih kecil yang masih larut dengan sampel. Selain itu, teknik SPE ini dilakukan untuk memperbesar konsentrasi okratoksin A pada biji kopi (FAO, 2004).

Sampel yang mengandung okratoksin A dielusi dengan laju aliran sebesar 2 ml/ menit ke dalam C18 SPE *cartridges*. Filtrat yang dihasilkan dari C18 SPE *cartridges* ditambahkan dengan larutan yang terdiri dari *methanol/ formic acid* (98:2) sebanyak 10 ml. Sampel dievaporasi di bawah aliran nitrogen, kemudian filtrat diinjeksi ke dalam HPLC yang dilengkapi dengan FLD sebanyak 20 µl menggunakan HPLC *micro syringe*. Injeksi dilakukan dengan kondisi HPLC yaitu, *flowrate* sebesar 0,700; *pressure* sebesar 10; *mobile phase condition* (*acetonitrile: glacial acetic acid: distilled water*); kolom yang

digunakan yaitu C18; suhu injeksi sebesar 45 °C. FLD dengan kondisi yaitu Em 333; dan Ex 450.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi isolat kapang pada masing – masing sampel biji kopi, identifikasi isolat kapang secara makroskopis dan mikroskopis pada masing – masing sampel biji kopi, perhitungan total mikroba menggunakan metode *plate count*, perhitungan kadar air masing – masing sampel biji kopi (SNI 2907–2008), dan pengujian okratoksin A.

3.5 Prosedur Pengamatan Data Penelitian

3.5.1 Isolasi Kapang pada Sampel Biji Kopi (Leong *et al.*, 2007)

Tahap pertama yaitu sebanyak 10 gram biji kopi dimasukkan ke dalam 90 ml *aquadest* steril dengan pengenceran 10^{-1} dan diencerkan menjadi 10^{-4} . Suspensi diambil sebanyak 1 ml dan dituang ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan media DG18 sebanyak 12 ml. Tahap selanjutnya adalah inkubasi selama 7 hari pada suhu 30°C. Kapang yang telah diisolasi dan ditumbuhkan pada media DG18 diberi kode nama sesuai dengan warna konidium dan miselium yang tumbuh. Diambil dan ditetapkan sebagai isolat kapang yang akan digunakan pada tahap identifikasi isolat kapang pada setiap biji kopi.

3.5.2 Identifikasi Kapang secara Makroskopis dan Mikroskopis (Pitt dan Hocking, 1985)

Kapang yang tumbuh pada media DG18 masing – masing diambil 1 ose, lalu dipindahkan ke dalam media identifikasi yaitu MEA, CYA, dan G25N. Kemudian dilakukan inkubasi selama 7 hari pada suhu 25°C dan 37°C. Setelah inkubasi selesai, diamati kenampakan makroskopik dan mikroskopik masing – masing sampel. Kenampakan makroskopik kapang dilakukan pengamatan secara langsung yang meliputi warna miselium, warna spora, serta lebar diameter pertumbuhannya. Kenampakan mikroskopik kapang dilakukan dengan menggosokkan kapang pada media PDA yang diletakkan dalam *object glass* dan ditutup dengan *deg glass*, lalu diamati dengan mikroskop.

3.5.3 Perhitungan Total Mikroba (Yunita *et al.*, 2015)

Perhitungan total mikroba menggunakan metode hitungan cawan. Prinsip perhitungan ini yaitu biji kopi diambil masing – masing sampel sebanyak 1 gram dan ditumbuk halus. Tumbukan sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi *aquadest* steril sebanyak 9 ml. dilakukan pengenceran dari 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan 10^{-4} . Hasil pengenceran pada 10^{-3} dan 10^{-4} diambil masing – masing 1 ml dan dimasukkan ke dalam cawan steril. Setiap cawan yang terisi sampel ditambahkan media NA dan MEA. Penggunaan dua media ini dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri, kapang dan khamir. Media NA digunakan untuk mengetahui pertumbuhan bakteri, sedangkan media MEA digunakan untuk mengetahui pertumbuhan kapang dan khamir. Hasil dari perhitungan total bakteri kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan total kapang pada masing – masing sampel untuk diketahui pengaruh hambatan bakteri terhadap pertumbuhan kapang.

3.5.4 Kadar Air Metode Oven (SNI 2907 – 2008)

Pengukuran kadar air pada masing – masing sampel dilakukan dengan tahapan botol timbang kosong ditimbang beratnya sebagai a gram. Sampel biji kopi yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam botol sebagai b gram. Sampel dalam botol dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 100 - 105°C dan didinginkan dalam eksikator selama 15 menit, lalu ditimbang hingga beratnya konstan sebagai c gram (Sudarmadji *et al.*, 1997).

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

3.5.5 Pengujian Okratoksin A (Munyendo *et al.*, 2017)

Pengujian okratoksin A pada bubuk kopi dilakukan melalui beberapa tahap yaitu preparasi sampel, ekstraksi, *clean-up*, separasi dan determinasi dengan menggunakan HPLC. Sampel yang telah diekstraksi kemudian difiltrasi dengan C18 SPE *cartridges* sebagai langkah *clean-up* sampel. Kemudian filtrat hasil *clean-up* diinjeksi ke dalam HPLC menggunakan HPLC *micro syringe*. Hasil pengujian akan muncul pada software HPLC membentuk pick yang akan muncul

pada retensi waktu dan konsentrasi tertentu. Hasil pengujian setiap sampel akan dibandingkan dengan standar okratoksin A.

Standar yang digunakan yaitu standar eksternal (Sigma 1 mg Ochratoxin A powder) yang dipreparasi dengan cara 1 mg bubuk dilarutkan ke dalam *ethanol* sebanyak 2 ml. Sampel kemudian diencerkan pada konsentrasi 0,3125 ml; 0,625 ml; 1 ml; 1,25 ml; 2,5 ml; 5 ml; 10 ml; dan 12,5 ml. Setiap konsentrasi akan diinjeksi ke dalam HPLC dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Injeksi sampel dilakukan menggunakan HPLC *micro syringe* sebanyak 20 μ l setiap sampel. Kurva standar yang terbentuk dari retensi waktu dan konsentrasi setiap larutan standar digunakan sebagai acuan pengujian okratoksin A pada sampel.

3.6 Analisa Data

Data yang diperoleh hasil isolasi, identifikasi, dan pengamatan lainnya dianalisa secara deskriptif dengan literatur yang bersumber dari buku, jurnal, dan studi literatur terkait sebagai pembanding.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Kapang yang tumbuh pada biji kopi *green bean* olah basah yang berasal dari kecamatan Bangsalsari, Panti, dan Sukorambi yaitu jenis *Penicillium sp.* dan *Aspergillus niger*. Sedangkan kapang yang tumbuh pada biji kopi *green bean* olah kering yang berasal dari kecamatan Bangsalsari, Arjasa, Panti, Sukorambi dan Tanggul yaitu jenis *Penicillium sp.*, *Aspergillus niger*, dan *Aspergillus flavus*.
2. Kadar air biji kopi tertinggi terdapat pada sampel biji kopi Bangsalsari olah kering sebesar 12,19% dan kadar air terendah terdapat pada sampel biji kopi Sukorambi olah kering sebesar 9,65%. Kadar air yang tinggi pada biji kopi Bangsalsari pengolahan kering disebabkan karena pengeringan yang dilakukan masih sederhana, yaitu menggunakan sinar matahari dan berdampak pada kontaminasi kapang jenis *Aspergillus sp.* penghasil toksin.
3. Cemaran okratoksin A pada biji kopi disebabkan oleh kapang yang tumbuh dan memproduksi toksin sebagai metabolit sekunder. Okratoksin A tertinggi terdapat pada biji kopi Sukorambi olah basah sebesar 0,35 ppm pada HPLC dengan kadar air sebelum penyimpanan 12,35%, terendah pada sampel biji kopi Bangsalsari olah kering, Panti olah kering, dan Tanggul olah kering sebesar 0,01 ppm pada HPLC dengan kadar air sebelum penyimpanan antara 10,14% hingga 11,14%. Okratoksin A ditemukan pada biji kopi yang terkontaminasi *Aspergillus niger* sebagai kapang penghasil okratoksin A dengan kadar air yang tinggi selama penyimpanan. Okratoksin A dapat direduksi dengan tahapan *roasting*.

5.2 Saran

Perlu adanya perbaikan proses pengolahan biji kopi oleh petani untuk mengurangi bahaya kontaminasi yang dapat menimbulkan cemaran okratoksin A.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizon., Romanah, S. dan Kusmea, D. 2015. *Teknik Panen dan Pengolahan Kopi*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bengkulu. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015.
- Aklimawati, L., Yusianto., dan Mawardi, S. 2014. Karakteristik Mutu dan Agribisnis Kopi Robusta di Lereng gunung Tambora, Sumbawa. *Jurnal Pelita Perkebunan*. 30 (2): 159 – 180.
- Al-Abdalall, A.H.A. dan Al-Talib, E.A. 2014. Aflatoxin and Ochratoxin Production in Ground Coffee during Storage. *Canadian Journal of Pure and Applied Sciences*. 8(2): 2825 – 2836.
- Amalia, N. 2013. Identifikasi jamur *Aspergillus flavus* pada Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*) yang dijual di Pasar Kodim. *Jurnal Analis Kesehatan Klinikal Sains*. 1(1): 1 – 10.
- Anggara, A. dan Marini, S. 2011. *Kopi Si Hitam Menguntungkan Budi Daya dan Pemasaran*. Yogyakarta: Cahaya Atma Pustaka.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2009. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor HK.00.06.1.52.4011 tentang Penetapan Batas Maksimum Cemarkan Mikroba dan Kimia dalam Makanan*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. 2017. *Kabupaten Jember dalam Angka*. Jember: Badan Pusat Statistik Jember.
- Beuchat, L.R. and Hocking, A.D. 1990. Some Considerations When Analyzing Foods for the Presence of Xerophilic Fungi. *Journal of Food Protection*. 53(11): 984 – 989.
- Choiron, M. 2016. Penerapan GMP pada Penanganan Pascapanen Kopi Rakyat untuk Menurunkan Ochratoxin Produk Kopi (Studi Kasus di Sidomulyo, Jember). *Jurnal Agointek*. 4(2): 114 – 120.
- Cole, R. J., dan Cox, R. H. 1981. *Handbook of Toxic Fungal Metabolism*. New York: Academic Press.
- Coradi, P.L., Borem, Flavio L., Reinato, C.H. 2014. Coffee Cherries Drying Process and the Influence of Environment Relative Humidity in the Mathematical Modeling, Moisture Content, and Enthalpy of Vaporization. *Energia Agricultura Journal*. 29(2): 148 – 157.

- Cortez, J. G. dan H. C. Menezes. 2000. Recent Developments in Brazilian Coffee Quality: New Processing Systems, Beverage Characteristics and Consumer Preferences. Dalam T.Sera, C. R. Soccol, A.Pandey, and S.Roussos. (ED). *Coffee Biotechnology and Quality Proceedings of the 3rd International Seminar on Biotechnology*. 339 – 346.
- Corry, Janet E.L., Curtiz, G.D.W., M. Baird, Rosamund. 2003. *Progress in Industrial Microbiology*. Handbook of Culture Media for Food Microbiology. 37: 453 – 455.
- Czaban, J., Wroblewska, B., Stochmal, Anna, J., Bogdan. 2006. Growth of *Penicillium verrucosum* and Production of Ochratoxin A on Nonsterilized Wheat Grain Incubated at Different Temperatures and Water Content. *Polish Journal of Microbiology*. 55(4): 321 – 331.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2015 – 2017*. Kementerian Pertanian.
- Dijksterhuis, J. dan Wosten, H. 2013. *Development of Aspergillus niger*. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre. Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. The Netherlands.
- Djossou, O., Roussos, S., Isabelle, P.G., Macarie, H., Germain, K., dan Yoan, L. 2015. Fungal Population, including Ochratoxin A Producing *Aspergillus Section Nigri* strains from Ivory Coast Coffee Bean. *African Journal of Agricultural Research*. 10(26): 2576 – 2589.
- El-Said, A.H.M., dan El-Hadi, G. 2014. Effect of Moisture Contents on the Biodiversity of Fungi Contaminating Cuminum cyminum and Pimpinella anisum Seeds Under Storage Periods and Amylolytic Activity of Fungal Isolates. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(3): 969 – 991.
- FAO – Food and Agriculture Organization. 2004. *Good Hygiene Practices along the Coffee Chain: Overview of Analytical Methods for Ochratoxin A*. FAO Food and Nutrition Paper. Page 1 – 8.
- FAO – Food and Agriculture Organization. 2008. *Join FAO/WHO Food standards Programme: Codex Committee on Contaminants in Food*. Discussion Paper on Ochratoxin in Coffee. Codex Alimentarius Commission. 31 March – 4 April 2008. Netherlands.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Fuller-C. V., Alder, D., Magan, N. 2005. Water, Temperature and Gas Composition Interactions Affect Growth and Ochratoxin A Production by

- Isolates of *Penicillium verrucosum* on Wheat Grain. *Journal of Applied Microbiology*. 99: 1215 – 1221.
- Hafsari, A. R. dan Asterina, I. 2013. Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit dari Tanaman Obat Surian (*Toona sinensis*). *Jurnal ISTEK*. 7(2): 175 – 191.
- Hakim, N. 2003. Strategi Pemasaran Kopi dalam Menghadapi Over Supply, Isu Ecolabelling, dan Isu Ochratoxin. *Warta Puslit Koka Indonesia*. 19(1): 175 – 191.
- Hamastuti, Elysa, Juliastuti, dan Hendrianie. 2012. Peran Mikroorganisme *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Aspergillus niger* pada Pembuatan Kompos Limbah Sluge Industri Pengolahan Susu. *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1): 1 – 5.
- Handayani, N. A. 2015. Identifikasi Fungi pada Unit Lumpur Aktif Pengolahan Limbah Cair di Industri Tekstil. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 5(2): 993 – 997.
- Handayani, S. dan Sulisty, J. 2000. Analisis Keragaman Kapang Pencemar Pakan Unggas Komersil. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 5(2): 36 – 38.
- Hariyadi. 1990. *Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati terhadap Pengembangan, Higroskopisitas, dan Sifat Indrawi Kerupuk*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Hassane, A.M.A., El-Shanawany, A.A., Abo-Dahab, N.F., Abdel-Hadi, A.M., Abdul-Raouf, U.M., Mwanza, M. 2017. Influence of Different Moisture Contents and Temperature on Growth and Production of Aflatoxin B1 by a Toxigenic *Aspergillus flavus* Isolates in Wheat Flour. *Journal of Ecology of Health and Environment*. 5(3): 77 – 83.
- Indratiningsih, Wahyuni, E., Pertiwinigrum, A., dan Shanti A. S. 2013. Identification of *Aspergillus* Species Using Morphological Characteristic and the Effect of Temperature on the Protease Activity. *International Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2(3): 298 – 301.
- International Coffee Organization. 2016. *Trade Statistic Tables Total Production by Exporting Countries*. <http://www.ico.org> [13 April 2018]
- Joni S. 2010. *Budidaya Pasca Panen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan 2010.
- Kusmiati, A., dan Nursamsiyah, D. Y. 2015. Kelayakan Finansial usaha Tani Kopi Arabika dan Prospek Pengembangannya di Ketinggian Sedang. *Jurnal Agriekonomika*. 4(2): 223 – 235. ISSN 2301-9948.

- Kuntawee, S. dan Akarapisan, A. 2015. Isolation and Identification of *Aspergillus* Species Producing Ochratoxin A in Arabica Coffee Beans. *International Journal of Agricultural Technology*. 11(5): 1235 – 1242.
- Leong, S. L., Hien, L. T., An, T. V., Trang, N. T., Hocking, A. D. Dan Scott, E. S. 2007. Ochratoxin A-producing *Aspergilli* in Vietnamese Green Coffee Beans. *Letters in Applied Microbiology*. 65: 105 – 109.
- Lin, C. C. 2010. Approach of Improving Coffee Industry in Taiwan Promote Quality of Coffee Bean by Fermentation. *The Journal of International Management Studies*. 5: 154 – 159.
- Magnani, M., Fernandes, T., Prete, Cassio E. C., Homechim, M., Ono, E.Y.S., Vilas-Boas, Laurival A., Sartoni, D., Cristina, M.F., Fungaro, M.H.P. 2005. Molecular Identification of *Aspergillus* spp. Isolated from Coffee Beans. *Journal of Science Agriculture*. 62(1): 45 – 49.
- Martins, M.L., Martins, H.M., Gimeno, A. 2003. Incidence of Microflora and of Ochratoxin A in Green Coffee Beans (*Coffea arabica*). *Journal of Food Additional Contamination*. 20: 1127 – 1131.
- Maryam, R. 2006. Pengendalian Terpadu Kontaminasi Mikotoksin. *Wartazoa*. 16(1): 21 – 30.
- Mateescu, C., Buruntea, N., Stancu, N. 2011. Investigation of *Aspergillus niger* Growth and Activity in a Static Magnetic. *Romania Biotechnological Letters*. 16(4): 6364 – 6368.
- Mayrowani, H. 2013. Kebijakan Penyediaan Teknologi Pascapanen Kopi dan Masalah Pengembangannya. *Jurnal In Forum Penelitian Agroekonomi*. 31(1): 31 – 49.
- Munyendo, L. M., Koskei, R., Mburu, M. 2017. Ochratoxin A Associated with Green Coffee (*Coffea arabica*) Beans Processed by Dry and Wet Methods in Nyeri Country. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 11(6): 66 – 72.
- Najiyati, S., dan Danarti. 2012. *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nasanit, R., Satyawut, K. 2015. Microbial Study during Coffee Fermentation of *Coffea arabica* var. Chiangmai 80 in Thailand. *Kasetrsart Journal of Natural Science*. 39: 32 – 41.

- Nganou, N.D., Durand, N., Tatsadjieu, N.L., Metayer, I., Montet, D., Mbofung, C.M.F. 2014. Fungal Flora and Ochratoxin A Associated with Coffee in Cameroon. *British Microbiology Journal*. 4 (1): 1 – 17.
- Novita, E., Syarief, R., Noor, E., dan Mulato, S. 2010. Peningkatan Mutu Biji Kopi Rakyat dengan Pengolahan Semi Basah Berbasis Produksi Bersih. *Jurnal Agrotek*. 4(1): 76 – 90.
- Nuhu, A. A. 2015. Occurrence, Harmful Effect and Analytical Determination of Ochratoxin A in Coffee. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 5(1): 120 -127.
- Oliveira, G., da Silva, D.M., Pereira, R.G.F.A., Paiva, L.C., Prado, G., Batista, L.R. 2013. Effect of Different Roasting Levels and Particle Sizes on Ochratoxin A Concentration in Coffee Beans. *Elsevier Journal: Food Control*. 34: 651 – 656.
- Palacios, Cabrera H. A. and Taniwaki, M. H. 2004. Effect of Equilibrium Relative Humidity on Ochratoxin A Production by *Aspergillus carbonarius* in Raw Coffee Bean. *Brazilian Journal of Food Technology*. 7(2): 111 – 114.
- Pitt, J. I., dan Hocking A. D. 2009. *Fungi and Food Spoilage*. Third Edition. London: Blackie Academic and Professional.
- Poltronieri, P. dan Rossi, F. 2016. Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance. a review. *mdpi Journal Challenges 2016*. 7(19): 1 – 22.
- Prastowo, B., Karnawati, N., Rubijo, S., Indrawanto, C., Munarso, S. J. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Ebook. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Prayuningsih, H., Santosa, Teguh H., Hazmi, M., dan Rizal, N.S. 2012. Peningkatan Daya Saing Kopi Rakyat di Kabupaten Jember. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*. 6(3).
- Purwantisari, S. dan Hastuti, R. B. 2009. Isolasi dan identifikasi Jamur *Indigenous Rhizosfer* Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. *Jurnal Bioma*. 11(2): 45 – 53.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. *Outlook Kopi: Komoditas Pertanian Sub Sektor Perkebunan*. Sekretariat Jendral. Kementerian Pertanian. ISSN: 1907 – 1507
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2006. *Pedoman Teknis Tanaman Kopi*. Jember

- Quiroz, S.M., Rios, O.G., Barel, M., Guyot, B., Galiando, S.S., Guiraud, J.P. 2004. Study of Ochratoxin A-Producing Strains in Coffee Processing. *International Journal of Food Science and Technology*. 39: 501 – 507.
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahayu, L. A. 2015. Identifikasi dan Deskripsi Fungi Penyebab Penyakit pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis L.*). *Skripsi*. Jakarta: Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Rezende, E.F., Couto, F.A., Borges, J.G., Silvia, D.M., dan Batista, L. R. 2012. Enzymatic and Toxicogenic Potential of Fungi Isolated from Coffee Bean. *Journal of Coffee Science*. 8(1): 63 – 79.
- Rodrigues, P., Soares, C., Kozakiewicz, Z., Paterson, R.R.M., Lima, N., Venancio, A. 2007. Identification and Characterization of *Aspergillus flavus* and Aflatoxins. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*. Page: 527 – 534.
- Schmidt, H., Tanawaki M.H., Vogel, R. F., dan Niessen, L. 2004. Utilization of AFLP Markers for PCR-based Identification of *Aspergillus carbonarius* and Indication of its Presence in Green Coffee Samples. *Journal of Applied Microbiology*. 97: 899 – 909.
- Silva, D.M, Batista, L.R., Rezende, E.F., Fungaro, M.H.P., Sartori, Daniele, dan Alves, Eduardo. 2011. Identification of Fungi of the Genus *Aspergillus Section Nigri* Using Polyphasic. *Brazillian Journal of Microbiology*. ISSN 1517-8382.
- Siswoputranto, P. S. 1993. *Kopi Internasional dan Indonesia*. Jakarta: Kanisius.
- SNI 01-2907-2008. *Standar Nasional Indonesia: Biji Kopi*. Badan Standar Nasional.
- Subramanyam, B. dan Hangstrum, D.W. 1995. *Integrated Management of Insect in Stored Products*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Sulistyaningtyas, A. R. 2017. Pentingnya Pengolahan Basah (Wet Processing) Buah Kopi Robusta (*Coffea robusta* LindLex.de.Will) untuk Menurunkan Resiko Kecacatan Biji Hijau Saat Coffee Grading. Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil – Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
- Sutjiati, M dan Saenong, M. S. 2002. *Infeksi Cendawan Aspergillus sp. pada Beberapa Varietas/ Galur Jagung Hibrida Umur*. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI, PFI, dan HPTI XV Sulawesi Selatan.

- Thathana, M.G., Murage, H., Abia, A.L.K., Pillay, M. 2017. Morphological Characterization and Determination of Aflatoxin-Production Potentials of *Aspergillus flavus* Isolated from Maize and Soil in Kenya. *Journal of Agriculture*. 7(80): 1 – 14.
- Vega, F.E., Posada, Francisco., Peterson, Stephen W., Gianfagna, Thomas J., Chaves, Fabio. 2006. *Penicillium* Species Endophytic in Coffee Plants and Ochratoxin A Production. *Mycologia Journal*. 98(1): 31 – 42.
- Visagie, C.M., Houbraken, J., Frisvad, J.C., Hong, S.B., Klaassen, C.H.W., Perrone, G., Seifert, K.A., Varga, J., Yaguchi, T., Samson, R.A. 2018. Identification and Nomenclature of the Genus *Penicillium*. *Journal of Studies in Mycology*. 78: 343 – 371.
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Yani, Alvi. 2007. Cendawan Penghasil Okratoksin pada Kopi dan Cara Pencegahannya. *Buletin Balai Teknologi Pascapanen Pertanian*. 3: 10 – 15.
- Yaqin, M.A., dan Numilawati, M. 2015. Pengaruh Ekstrak Kopi Robusta (*Cofea robusta*) sebagai Penghambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Seminar Nasional XII*. Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015. SP-018-6: 867 –872.
- Yunita, M., Hendrawan, Y., Yulianingsih R. 2015. Analisis Kuantitatif Mikorbiologi pada Makanan Penerbangan (Aerofood ACS) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (Total Plate Count) dengan Metode Pour Plate. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3 (3): 237 – 248.

	identifikasi 1	1,95	1,95	3,9	1,95	1,85	2,05	3,9	1,95	2,35	2,05	4,4	2,2	2,033333333
	identifikasi 2	2,15	2,95	5,1	2,55	2,85	2,85	5,7	2,85	2,15	1,55	3,7	1,85	2,416666667
8.	K.Putih Hitam													
	identifikasi 1	2,45	1,75	4,2	2,1	1,95	2,35	4,3	2,15	1,85	1,55	3,4	1,7	1,983333333
	identifikasi 2	3,25	2,25	5,5	2,75	3,55	2,25	5,8	2,9	2,45	1,95	4,4	2,2	2,616666667
9.	K.Putih Besar													
	identifikasi 1	2,05	2,55	4,6	2,3	2,15	1,55	3,7	1,85	2,05	2,05	4,1	2,05	2,066666667
	identifikasi 2	2,25	1,95	4,2	2,1	2,25	1,65	3,9	1,95	1,65	0,95	2,6	1,3	1,783333333
10.	K.Putih Krem													
	identifikasi 1	1,35	1,35	2,7	1,35	1,85	1,75	3,6	1,8	1,35	1,75	3,1	1,55	1,566666667
	identifikasi 2	1,75	1,35	3,1	1,55	1,75	1,65	3,4	1,7	1,75	1,45	3,2	1,6	1,616666667
11.	K.Putih Coklat													
	identifikasi 1	1,25	1,25	2,5	1,25	2,45	2,95	5,4	2,7	2,45	2,45	4,9	2,45	2,133333333
	identifikasi 2	1,35	1,25	2,6	1,3	2,45	2,45	4,9	2,45	2,75	2,45	5,2	2,6	2,116666667
12.	K.Hijau Hitam													
	identifikasi 1	4,55	3,95	8,5	4,25	4,05	4,65	8,7	4,35	4,65	4,15	8,8	4,4	4,333333333
	identifikasi 2	3,35	3,05	6,4	3,2	3,45	3,15	6,6	3,3	3,65	3,65	7,3	3,65	3,383333333
13.	K.Putih Abu													
	identifikasi 1	2,25	2,25	4,5	2,25	2,45	2,45	4,9	2,45	2,45	2,05	4,5	2,25	2,316666667
	identifikasi 2	1,55	1,55	3,1	1,55	1,05	1,45	2,5	1,25	1,55	1,45	3	1,5	1,433333333
14.	K.Putih													
	identifikasi 1	2,15	2,15	4,3	2,15	2,15	2,55	4,7	2,35	2,85	2,85	5,7	2,85	2,45
	identifikasi 2	2,55	2,15	4,7	2,35	2,15	2,45	4,6	2,3	2,45	1,75	4,2	2,1	2,25
15.	K.Hijau Hitam Inti								0					
	identifikasi 1	2,45	2,35	4,8	2,4	2,35	2,25	4,6	2,3	2,15	1,75	3,9	1,95	2,216666667
	identifikasi 2	1,75	1,75	3,5	1,75	2,25	2,25	4,5	2,25	2,25	2,25	4,5	2,25	2,083333333

16.	K.Kuning Coklat													
	identifikasi 1	5,05	4,05	9,1	4,55	5,05	3,95	9	4,5	5,15	4,55	9,7	4,85	4,633333333
	identifikasi 2	3,15	4,25	7,4	3,7	4,05	3,75	7,8	3,9	3,05	3,05	6,1	3,05	3,55
17.	K.Putih Hijau Putih													
	identifikasi 1	1,95	1,95	3,9	1,95	1,95	1,75	3,7	1,85	2,85	2,15	5	2,5	2,1
	identifikasi 2	2,15	2,15	4,3	2,15	2,15	2,45	4,6	2,3	2,45	2,25	4,7	2,35	2,266666667
18.	K.Hitam Pekat													
	identifikasi 1	3,55	2,75	6,3	3,15	3,55	3,05	6,6	3,3	3,35	3,05	6,4	3,2	3,216666667
	identifikasi 2	2,85	1,55	4,4	2,2	2,65	2,35	5	2,5	2,85	1,65	4,5	2,25	2,316666667
19.	K.Coklat Besar													
	identifikasi 1	4,75	3,95	8,7	4,35	5,95	4,25	10,2	5,1	4,85	4,25	9,1	4,55	4,666666667
	identifikasi 2	3,75	5,15	8,9	4,45	4,55	4,85	9,4	4,7	4,15	4,75	8,9	4,45	4,533333333
20.	K.Kuning													
	identifikasi 1	3,85	3,25	7,1	3,55	5,65	3,35	9	4,5	4,55	5,25	9,8	4,9	4,316666667
	identifikasi 2	4,55	2,95	7,5	3,75	3,95	2,95	6,9	3,45	3,65	3,25	6,9	3,45	3,55

	identifikasi 1	2,65	1,85	4,5	2,25	2,05	2,15	4,2	2,1	2,15	2,15	4,3	2,15	2,166666667
	identifikasi 2	2,15	1,85	4	2	1,75	1,65	3,4	1,7	1,65	2,25	3,9	1,95	1,883333333
9.	K.Putih Besar													
	identifikasi 1	1,75	1,75	3,5	1,75	1,95	1,65	3,6	1,8	1,85	2,05	3,9	1,95	1,833333333
	identifikasi 2	1,85	1,85	3,7	1,85	1,85	1,85	3,7	1,85	1,85	1,85	3,7	1,85	1,85
10.	K.Putih Krem													
	identifikasi 1	2,65	1,75	4,4	2,2	2,55	2,05	4,6	2,3	2,45	1,65	4,1	2,05	2,183333333
	identifikasi 2	2,15	2,15	4,3	2,15	2,35	2,05	4,4	2,2	1,75	1,75	3,5	1,75	2,033333333
11.	K.Putih Coklat													
	identifikasi 1	1,75	1,45	3,2	1,6	1,85	1,85	3,7	1,85	1,85	1,5	3,35	1,675	1,708333333
	identifikasi 2	1,65	1,65	3,3	1,65	2,05	1,75	3,8	1,9	1,55	1,75	3,3	1,65	1,733333333
12.	K.Hijau Hitam													
	identifikasi 1	2,45	2,65	5,1	2,55	2,85	2,45	5,3	1,225	2,45	2,45	4,9	2,45	2,075
	identifikasi 2	2,95	2,55	5,5	2,75	2,65	2,65	5,3	1,325	2,65	2,75	5,4	2,7	2,258333333
13.	K.Putih Abu													
	identifikasi 1	2,25	1,95	4,2	2,1	2,25	2,25	4,5	2,25	2,25	2,05	4,3	2,15	2,166666667
	identifikasi 2	1,85	2,25	4,1	2,05	2,25	1,85	4,1	2,05	2,15	1,75	3,9	1,95	2,016666667
14.	K.Putih													
	identifikasi 1	1,95	1,95	3,9	1,95	1,85	1,95	3,8	1,9	1,75	1,45	3,2	1,6	1,816666667
	identifikasi 2	1,95	1,95	3,9	1,95	2,45	1,85	4,3	2,15	2,15	1,45	3,6	1,8	1,966666667
15.	K.Hijau Hitam Inti													
	identifikasi 1	1,55	2,15	3,7	1,85	1,25	2,15	3,4	1,7	2,65	1,45	4,1	2,05	1,866666667
	identifikasi 2	1,65	1,45	3,1	1,55	1,25	1,95	3,2	1,6	2,15	1,75	3,9	1,95	1,7
16.	K.Kuning Coklat													
	identifikasi 1	3,95	3,45	7,4	3,7	3,85	3,85	7,7	3,85	3,85	3,65	7,5	3,75	3,766666667
	identifikasi 2	3,65	3,45	7,1	3,55	4,25	3,85	8,1	4,05	3,85	3,85	7,7	3,85	3,816666667

17.	K.Putih Hijau Putih													
	identifikasi 1	1,95	1,35	3,3	1,65	1,45	1,95	3,4	1,7	1,65	1,65	3,3	1,65	1,666666667
	identifikasi 2	1,65	1,65	3,3	1,65	1,65	1,75	3,4	1,7	1,25	1,35	2,6	1,3	1,55
18.	K.Hitam Pekat													
	identifikasi 1	3,95	3,45	7,4	3,7	3,85	2,65	6,5	3,25	2,65	3,95	6,6	3,3	3,416666667
	identifikasi 2	1,65	1,75	3,4	1,7	2,05	1,95	4	2	2,05	2,05	4,1	2,05	1,916666667
19.	K.Coklat Besar													
	identifikasi 1	4,35	3,05	7,4	3,7	3,45	2,75	6,2	3,1	4,15	2,55	6,7	3,35	3,383333333
	identifikasi 2	4,15	3,15	7,3	3,65	3,95	3,55	7,5	3,75	4,15	2,55	6,7	3,35	3,583333333
20.	K.Kuning													
	identifikasi 1	3,12	2,75	5,87	2,935	2,75	2,35	5,1	2,55	2,85	3,35	6,2	3,1	2,861666667
	identifikasi 2	5,15	2,65	7,8	3,9	4,75	3,15	7,9	3,95	3,25	2,25	5,5	2,75	3,533333333

	identifikasi 1	2,95	3,05	6	3	3,65	3,15	6,8	3,4	3,55	3,05	6,6	3,3	3,233333333
	identifikasi 2	2,35	2,65	5	2,5	3,25	2,95	6,2	3,1	3,35	2,95	6,3	3,15	2,916666667
9.	K.Putih Besar													
	identifikasi 1	2,75	2,35	5,1	2,55	1,55	1,55	3,1	1,55	2,55	2,25	4,8	2,4	2,166666667
	identifikasi 2	2,25	1,95	4,2	2,1	2,25	1,65	3,9	1,95	1,65	1,65	3,3	1,65	1,9
10.	K.Putih Krem													
	identifikasi 1	0,45	0,45	0,9	0,45	0,75	0,75	1,5	0,75	0,75	0,75	1,5	0,75	0,65
	identifikasi 2	2,15	1,75	3,9	1,95	2,45	1,75	4,2	2,1	2,75	1,75	4,5	2,25	2,1
11.	K.Putih Coklat													
	identifikasi 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	identifikasi 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	K.Hijau Hitam													
	identifikasi 1	1,65	2,85	4,5	2,25	2,85	2,45	5,3	2,65	2,45	2,45	4,9	2,45	2,45
	identifikasi 2	3,35	4,75	8,1	4,05	2,85	3,95	6,8	3,4	2,75	2,75	5,5	2,75	3,4
13.	K.Putih Abu													
	identifikasi 1	2,35	2,35	4,7	2,35	3,45	2,55	6	3	2,55	2,65	5,2	2,6	2,65
	identifikasi 2	4,35	2,15	6,5	3,25	3,25	2,35	5,6	2,8	2,35	2,35	4,7	2,35	2,8
14.	K.Putih													
	identifikasi 1	2,35	1,85	4,2	2,1	2,55	1,95	4,5	2,25	1,85	1,95	3,8	1,9	2,083333333
	identifikasi 2	2,25	2,45	4,7	2,35	2,35	1,95	4,3	2,15	1,95	1,85	3,8	1,9	2,133333333
15.	K.Hijau Hitam Inti													
	identifikasi 1	1,55	1,35	2,9	1,45	0,65	0,65	1,3	0,65	0,55	0,65	1,2	0,6	0,9
	identifikasi 2	2,15	1,75	3,9	1,95	2,25	2,35	4,6	2,3	2,35	1,85	4,2	2,1	2,116666667
16.	K.Kuning Coklat													
	identifikasi 1	2,45	2,45	4,9	2,45	2,65	2,65	5,3	2,65	3,15	3,15	6,3	3,15	2,75
	identifikasi 2	3,95	2,55	6,5	3,25	2,85	2,85	5,7	2,85	5,15	4,55	9,7	4,85	3,65

17.	K.Putih Hijau Putih													
	identifikasi 1	2,85	2,65	5,5	2,75	3,45	3,75	7,2	3,6	3,65	2,75	6,4	3,2	3,183333333
	identifikasi 2	2,55	2,65	5,2	2,6	2,65	2,95	5,6	2,8	3,05	2,55	5,6	2,8	2,733333333
18.	K.Hitam Pekat													
	identifikasi 1	2,45	1,95	4,4	2,2	2,25	1,95	4,2	2,1	2,85	2,55	5,4	2,7	2,333333333
	identifikasi 2	1,35	1,65	3	1,5	1,65	1,65	3,3	1,65	1,95	1,65	3,6	1,8	1,65
19.	K.Coklat Besar													
	identifikasi 1	3,55	2,85	6,4	3,2	3,35	2,15	5,5	2,75	2,75	2,95	5,7	2,85	2,933333333
	identifikasi 2	1,95	1,75	3,7	1,85	2,33	1,85	4,18	2,09	1,55	2,75	4,3	2,15	2,03
20.	K.Kuning													
	identifikasi 1	3,55	3,85	7,4	3,7	3,05	2,65	5,7	2,85	3,55	2,25	5,8	2,9	3,15
	identifikasi 2	5,65	3,35	9	4,5	5,85	3,25	9,1	4,55	3,95	2,75	6,7	3,35	4,133333333

	identifikasi 1	1,65	1,65	3,3	1,65	1,25	0,95	2,2	1,1	1,65	1,35	3	1,5	1,416666667
	identifikasi 2	1,35	0,75	2,1	1,05	1,05	1,45	2,5	1,25	1,05	0,75	1,8	0,9	1,066666667
9.	K.Putih Hijau Kecil													
	identifikasi 1	1,55	1,25	2,8	1,4	1,35	0,95	2,3	1,15	1,35	0,95	2,3	1,15	1,233333333
	identifikasi 2	2,15	1,85	4	2	1,85	1,45	3,3	1,65	1,75	1,75	3,5	1,75	1,8
10.	K.Putih Hijau Coklat													
	identifikasi 1	2,45	1,95	4,4	2,2	1,75	1,55	3,3	1,65	2,15	1,55	3,7	1,85	1,9
	identifikasi 2	2,15	2,55	4,7	2,35	2,65	2,25	4,9	2,45	2,15	3,05	5,2	2,6	2,466666667
11.	K.Hitam Hijau													
	identifikasi 1	2,25	2,25	4,5	2,25	2,05	2,05	4,1	2,05	2,05	2,25	4,3	2,15	2,15
	identifikasi 2	1,45	1,15	2,6	1,3	1,35	1,75	3,1	1,55	2,25	1,75	4	2	1,616666667
12.	K.Hijau Hitam													
	identifikasi 1	2,75	3,05	5,8	2,9	2,65	2,75	5,4	2,7	2,65	2,75	5,4	2,7	2,766666667
	identifikasi 2	3,25	3,25	6,5	3,25	3,05	2,95	6	3	3,05	2,75	5,8	2,9	3,05
13.	K.Putih Hitam													
	identifikasi 1	2,15	1,55	3,7	1,85	2,15	1,85	4	2	1,95	1,95	3,9	1,95	1,933333333
	identifikasi 2	0,65	0,55	1,2	0,6	0,35	0,35	0,7	0,35	0,55	0,35	0,9	0,45	0,466666667
14.	K.Putih Coklat													
	identifikasi 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	identifikasi 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15.	K.Hijau Hitam Inti													
	identifikasi 1	2,35	2,35	4,7	2,35	2,35	2,05	4,4	2,2	2,25	2,05	4,3	2,15	2,233333333
	identifikasi 2	2,05	1,95	4	2	2,35	2,25	4,6	2,3	1,95	1,95	3,9	1,95	2,083333333
16.	K.Putih Krem													
	identifikasi 1	2,15	2,15	4,3	2,15	1,95	1,65	3,6	1,8	1,65	1,75	3,4	1,7	1,883333333
	identifikasi 2	1,95	2,25	4,2	2,1	1,15	1,35	2,5	1,25	1,25	1,25	2,5	1,25	1,533333333

17.	K.Putih													
	identifikasi 1	3,25	3,05	6,3	3,15	2,95	2,75	5,7	2,85	3,05	2,85	5,9	2,95	2,983333333
	identifikasi 2	1,85	2,05	3,9	1,95	1,85	1,85	3,7	1,85	2,05	1,65	2,1	1,05	1,616666667
18.	K.Putih Abu													
	identifikasi 1	0,35	0,2	0,55	0,27	0,15	0,15	0,3	0,15	0,25	0,55	0,8	0,4	0,275
	identifikasi 2	0,35	0,25	0,6	0,3	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,266666667
19.	K.Coklat Besar													
	identifikasi 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	identifikasi 2	4,85	3,35	8,2	4,1	4,25	2,45	6,7	3,35	6,05	2,05	8,1	4,05	3,833333333
20.	K.Kuning													
	identifikasi 1	5,25	3,55	8,8	4,4	4,65	3,35	8	4	3,05	2,65	5,7	2,85	3,75
	identifikasi 2	6,25	4,45	10,7	5,35	5,05	3,15	8,2	4,1	5,35	3,55	8,9	4,45	4,633333333

LAMPIRAN 4.2 PERSENTASE ISOLAT KAPANG

Sampel	Isolat yang Didapatkan	Jumlah/ cawan	Total Kapang/ cawan	Hasil Identifikasi Kapang	Persentase Isolat	Persentase
K1	K.Putih	11	11	<i>Penicillium sp</i>	11/11 x 100%	100%
B1	K.Putih Coklat	3	3	<i>Penicillium sp</i>	3/3 x 100%	100%
K2	K Hitam Pekat	1	14	<i>Aspergillus niger</i>	1/14 x 100%	7%
	K.Putih	1	14	<i>Penicillium sp</i>	1/14 x 100%	7%
	K.Putih Hijau Putih	4	14	<i>Penicillium sp</i>	4/14 x 100%	29%
	K.Coklat Besar	8	14	<i>Aspergillus niger</i>	8/14 x 100%	57%
K3	K. Putih Hitam	1	14	<i>Penicillium sp</i>	1/14 x 100%	7%
	K.Hijau Putih	2	14	<i>Penicillium sp</i>	2/14 x 100%	14%
	K.Coklat Besar	8	14	<i>Aspergillus niger</i>	8/14 x 100%	57%
	K.Putih	3	14	<i>Penicillium sp</i>	3/14 x 100%	21%
K4	K.Hitam Hijau	1	23	<i>Penicillium sp</i>	1/23 x 100%	4%
	K.Putih Coklat Inti	2	23	<i>Penicillium sp</i>	2/23 x 100%	9%
	K.Putih Hijau Coklat	2	23	<i>Penicillium sp</i>	2/23 x 100%	9%
	K.Putih Hijau Kecil	12	23	<i>Penicillium sp</i>	12/23 x 100%	52%
	K.Putih Hijau	6	23	<i>Penicillium sp</i>	6/23 x 100%	26%
B2	K.Coklat Besar	8	12	<i>Aspergillus niger</i>	8/12 x 100%	67%
	K.Coklat	2	12	<i>Aspergillus niger</i>	2/12 x 100%	17%
	K.Hijau Hitam	1	12	<i>Aspergillus niger</i>	1/12 x 100%	8%
	K.Kuning Coklat	1	12	<i>Aspergillus niger</i>	1/12 x 100%	8%
K5	K.Putih	5	13	<i>Penicillium sp</i>	5/13 x 100%	38%
	K.Coklat Besar	8	13	<i>Aspergillus niger</i>	8/13 x 100%	62%
B3	K.Hitam Pekat	6	14	<i>Aspergillus niger</i>	6/14 x 100%	43%
	K.Coklat Besar	8	14	<i>Aspergillus niger</i>	8/14 x 100%	57%

K6	K.Hijau Hitam Inti	1	13	<i>Penicillium sp</i>	1/13 x 100%	8%
	K.Putih	4	13	<i>Penicillium sp</i>	4/13 x 100%	31%
	K.Putih Krem	1	13	<i>Penicillium sp</i>	1/13 x 100%	8%
	K.Putih Hijau Putih	2	13	<i>Penicillium sp</i>	2/13 x 100%	15%
	K.Putih Abu	1	13	<i>Penicillium sp</i>	1/13 x 100%	8%
	K.Putih Besar	4	13	<i>Penicillium sp</i>	4/13 x 100%	31%
K7	K.Kuning	2	20	<i>Aspergillus flavus</i>	2/20 x 100%	10%
	K.Putih	10	20	<i>Penicillium sp</i>	10/20 x 100%	50%
	K.Hijau Hitam	1	20	<i>Penicillium sp</i>	1/20 x 100%	5%
	K.Hijau Putih	1	20	<i>Penicillium sp</i>	1/20 x 100%	5%
	K.Coklat Besar	6	20	<i>Aspergillus niger</i>	6/20 x 100%	30%

LAMPIRAN 4.3 PENENTUAN TOTAL BAKTERI

Total bakteri pada sampel biji kopi kawasan pegunungan Argopuro, Jember dengan variasi metode pengolahan, jenis biji kopi, dan wilayah tanam

Sampel	Pengenceran 10 ³		Pengenceran 10 ⁴	
K1	296	62	272	256
B1	156	45	252	284
K2	18	6	192	204
K3	188	280	308	288
K4	51	72	73	103
B2	108	112	268	368
K5	180	136	332	296
B3	38	156	67	92
K6	108	148	332	296
K7	248	160	324	388

Rumus perhitungan:

Total bakteri =

$$\frac{\text{Jumlah bakteri total pengenceran terendah} + \text{jumlah bakteri total pengenceran tertinggi}}{((1 \times \text{banyak capet setiap pengenceran}) + (0,1 \times \text{banyak capet setiap pengenceran}) \times \text{pengenceran terendah})}$$

Sampel	Total Bakteri	Total Bakteri (log ¹⁰ cfu/ml)
K1	4,03 x 10 ⁵	5,60
B1	3,35 x 10 ⁵	5,52
K2	1,91 x 10 ⁵	5,28
K3	4,84 x 10 ⁵	5,68
K4	1,36 x 10 ⁵	5,13
B2	3,89 x 10 ⁵	5,59
K5	4,29 x 10 ⁵	5,63
B3	1,60 x 10 ⁵	5,20
K6	4,02 x 10 ⁵	5,60
K7	5,09 x 10 ⁵	5,70

Contoh perhitungan total bakteri:

Total bakteri pada sampel biji kopi A1 dengan jenis kopi Robusta pengolahan semi basah yang ditanam di Kecamatan Bangsalsari, Jember yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Total bakteri} &= \frac{(156 + 45 + 252 + 284)}{(1 \times 2) + (0,1 \times 2) \times 10^3} \\ &= 3,35 \times 10^5 \\ \text{Log } 10 &= 5,52 \log_{10} \text{ cfu/ml} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 4.4 PENENTUAN TOTAL KAPANG

Total kapang pada sampel biji kopi kawasan pegunungan Argopuro, Jember dengan variasi metode pengolahan, jenis biji kopi, dan wilayah tanam

Sampel	Pengenceran 10 ³		Pengenceran 10 ⁴	
K1	0	0	0	0
B1	0	0	0	0
K2	0	2	0	0
K3	0	0	0	0
K4	2	0	9	0
B2	2	4	0	0
K5	0	0	0	0
B3	2	3	0	2
K6	0	4	0	0
K7	0	7	0	0

Rumus perhitungan:

Total kapang =

$$\frac{\text{Jumlah kapang total pengenceran terendah} + \text{jumlah kapang total pengenceran tertinggi}}{((1 \times \text{banyak capet setiap pengenceran}) + (0,1 \times \text{banyak capet setiap pengenceran}) \times \text{pengenceran terendah})}$$

Sampel	Total Kapang	Total Kapang (log ¹⁰ cfu/ml)
K1	0	0
B1	0	0
K2	9,09 x 10 ²	2,95
K3	0	0
K4	5 x 10 ³	3,69
B2	2,73 x 10 ³	3,43
K5	0	0
B3	3,18 x 10 ³	3,50
K6	1,82 x 10 ³	3,25
K7	3,18 x 10 ³	3,50

Contoh perhitungan total kapang:

Total kapang pada sampel biji kopi A3 dengan jenis kopi Robusta pengolahan kering yang ditanam di Kecamatan Arjasa, Jember yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Total bakteri} &= \frac{(0 + 2 + 0 + 0)}{(1 \times 2) + (0,1 \times 2) \times 10^3} \\ &= 9,09 \times 10^5 \\ \text{Log } 10 &= 2,95 \log_{10} \text{ cfu/ml} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 4.5 PENENTUAN TOTAL KHAMIR

Total khamir pada sampel biji kopi kawasan pegunungan Argopuro, Jember dengan variasi metode pengolahan, jenis biji kopi, dan wilayah tanam

Sampel	Pengenceran 10 ³		Pengenceran 10 ⁴	
K1	344	432	272	256
B1	336	400	252	284
K2	18	19	192	204
K3	248	160	308	288
K4	280	176	73	103
B2	304	356	268	368
K5	360	364	332	296
B3	264	208	67	84
K6	364	304	324	388
K7	348	43	352	168

Rumus perhitungan:

Total khamir =

$$\frac{\text{Jumlah khamir total pengenceran terendah} + \text{jumlah khamir total pengenceran tertinggi}}{((1 \times \text{banyak capet setiap pengenceran}) + (0,1 \times \text{banyak capet setiap pengenceran}) \times \text{pengenceran terendah})}$$

Sampel	Total Khamir	Total Khamir (log ¹⁰ cfu/ml)
K1	5,93 x 10 ⁵	5,77
B1	5,78 x 10 ⁵	5,76
K2	1,97 x 10 ⁵	5,29
K3	4,56 x 10 ⁵	5,65
K4	2,87 x 10 ⁵	5,45
B2	5,89 x 10 ⁵	5,77
K5	6,14 x 10 ⁵	5,78
B3	2,83 x 10 ⁵	5,45
K6	6,27 x 10 ⁵	5,79
K7	4,14 x 10 ⁵	5,61

Contoh perhitungan total khamir:

Total khamir pada sampel biji kopi A1 dengan jenis kopi Robusta pengolahan semi basah yang ditanam di Kecamatan Bangsalsari, Jember yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Total bakteri} &= \frac{(336 + 400 + 252 + 284)}{(1 \times 2) + (0,1 \times 2) \times 10^3} \\ &= 5,78 \times 10^5 \end{aligned}$$

$$\text{Log } 10 = 5,76 \log_{10} \text{ cfu/ml}$$

LAMPIRAN 4.6 PENENTUAN KADAR AIR

No.	Sampel	Pengulangan			Rata - Rata	STDEV
		U1	U2	U3		
1.	K1	10,300	9,744	10,388	10,144	0,349
2.	B1	11,121	12,028	10,730	11,293	0,665
3.	K2	11,306	11,244	11,243	11,264	0,036
4.	K3	11,917	11,400	12,782	12,033	0,698
5.	K4	9,576	9,393	14,463	11,144	2,875
6.	B2	12,086	12,274	12,194	12,185	0,093
7.	K5	10,579	10,121	8,249	9,650	1,233
8.	B3	12,703	12,007	12,345	12,352	0,348
9.	K6	10,235	10,684	10,604	10,508	0,239
10.	K7	10,426	8,074	10,973	9,825	1,540

LAMPIRAN 4.7 PENENTUAN OKRATOKSIN A PADA HPLC

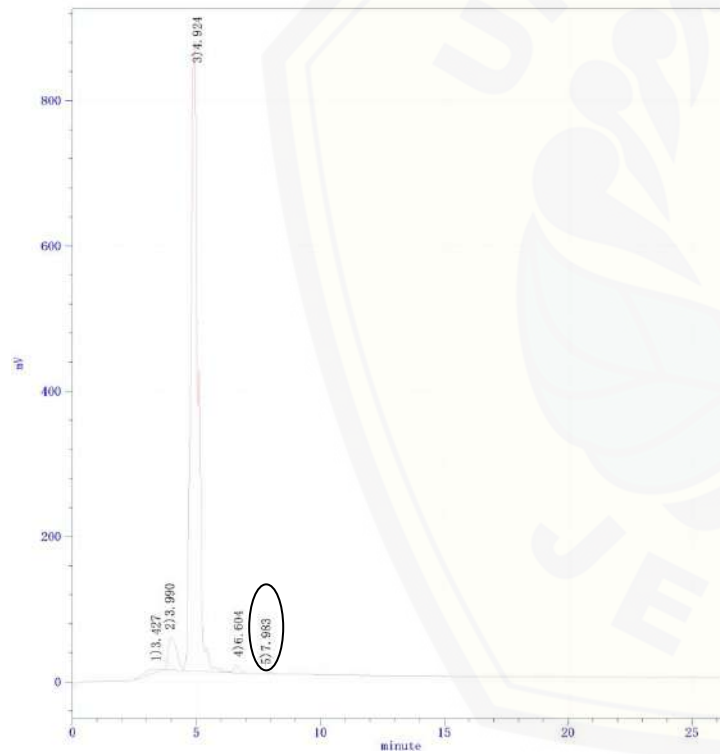
No.	Sampel	Konsentrasi Okratoksin A (ppm)		Rata – Rata	STDEV
		U1	U2		
1.	K1	0,0067	0,0156	0,01	0,006
2.	B1	0,0330	0,0114	0,02	0,015
3.	K2	0,0252	0,0171	0,21	0,006
4.	K3	0,0960	0,089	0,09	0,005
5.	K4	0,0092	0,0152	0,01	0,004
6.	B2	0,1071	0,1588	0,01	0,036
7.	K5	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	0	0
8.	B3	0,1846	0,5216	0,35	0,237
9.	K6	0,0191	0,0143	0,02	0,003
10.	K7	0,1111	0,0567	0,09	0,038

LAMPIRAN 4.8 PENGUJIAN OKRATOKSIN A PADA HPLC

Sampel K1 ulangan 1 dan 2

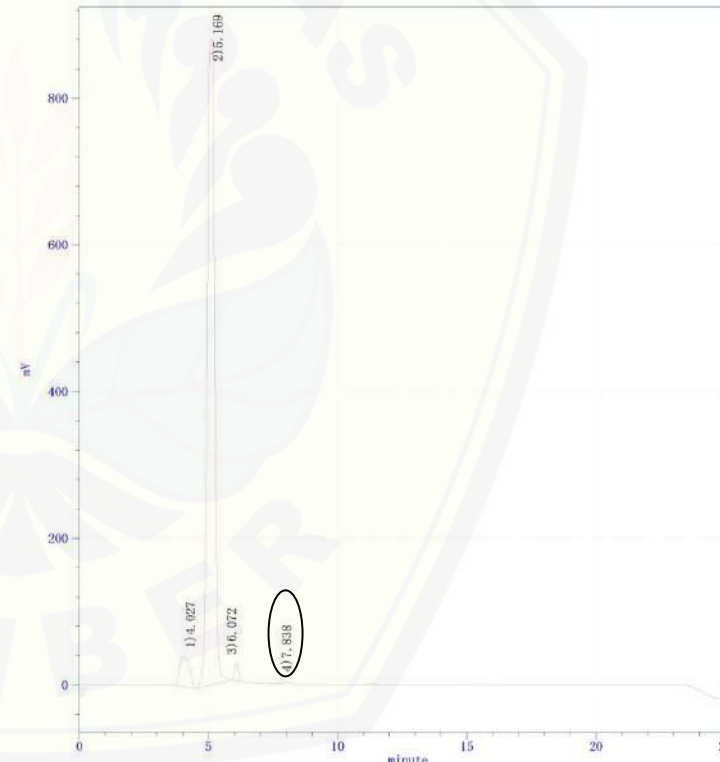
計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	3.427	267761	1.3982	3962	0.4260	0.0000	0.0000		PP	112	
2	3.990	1022320	5.3384	45079	4.8176	0.0000	0.0000		PV	0	
3	4.924	17688620	92.3561	886953	93.2284	0.0000	0.0000		VV	0	
4	6.604	146293	0.7639	11398	1.2257	0.0000	0.0000		VP	0	
5	7.983	27462	0.1434	2533	0.2724	0.0067	100.0000	PPM	PP	11289	
合計		19150456		929924		0.0067	100.0000				



計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	4.027	1127769	5.8921	42389	4.4532	0.0000	0.0000		PP	442	
2	5.169	17699440	92.4711	878671	92.5078	0.0000	0.0000		PP	1518	
3	6.072	250651	1.3095	25230	2.6505	0.0000	0.0000		PP	8565	
4	7.838	62652	0.3273	5601	0.5885	0.0156	100.0000	PPM	PP	10520	
合計		19140512		961891		0.0156	100.0000				

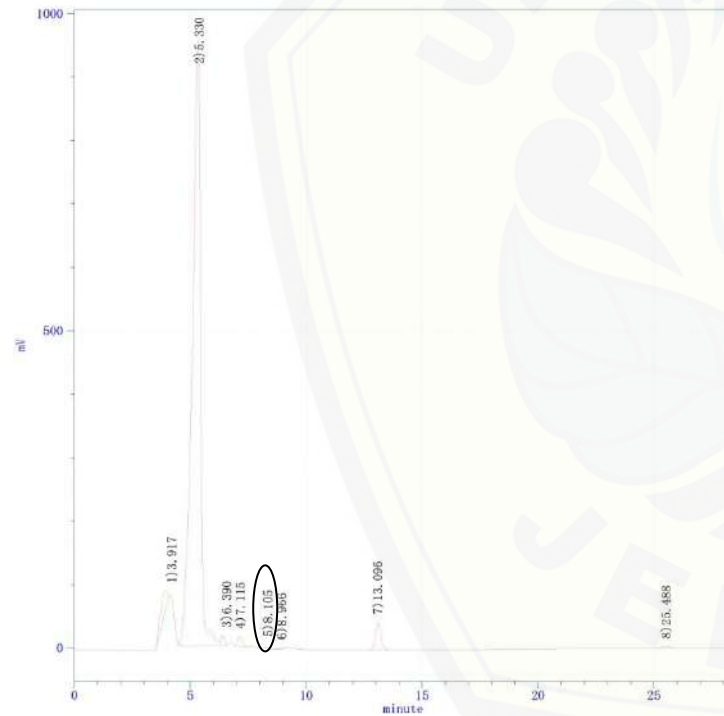


Sampel B1 ulangan 1 dan 2

データ処理パラメータ

アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

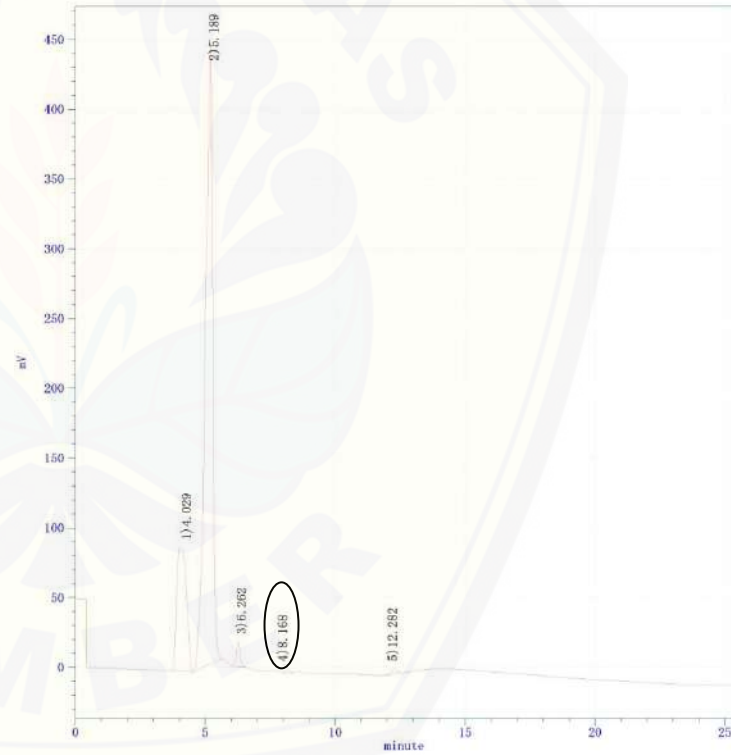
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	3.917	770691	2.9545	32301	3.0078	0.0000	0.0000		PP	686	
2	5.330	24023970	92.0908	954939	88.9214	0.0000	0.0000		PP	0	
3	6.390	170397	0.6532	15492	1.4426	0.0000	0.0000		VP	0	
4	7.115	217597	0.8342	15635	1.4559	0.0000	0.0000		PP	5204	
5	8.105	94240	0.3613	6545	0.6095	0.0330	100.0000	PPM	PP	6773	
6	8.966	38008	0.1457	2751	0.2562	0.0000	0.0000		PP	9106	
7	13.096	707160	2.7109	43791	4.0777	0.0000	0.0000		PP	15331	
8	25.488	63517	0.2435	2457	0.2288	0.0000	0.0000		PP	19173	
合計		26085580		1073913		0.0330	100.0000				



データ処理パラメータ

アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

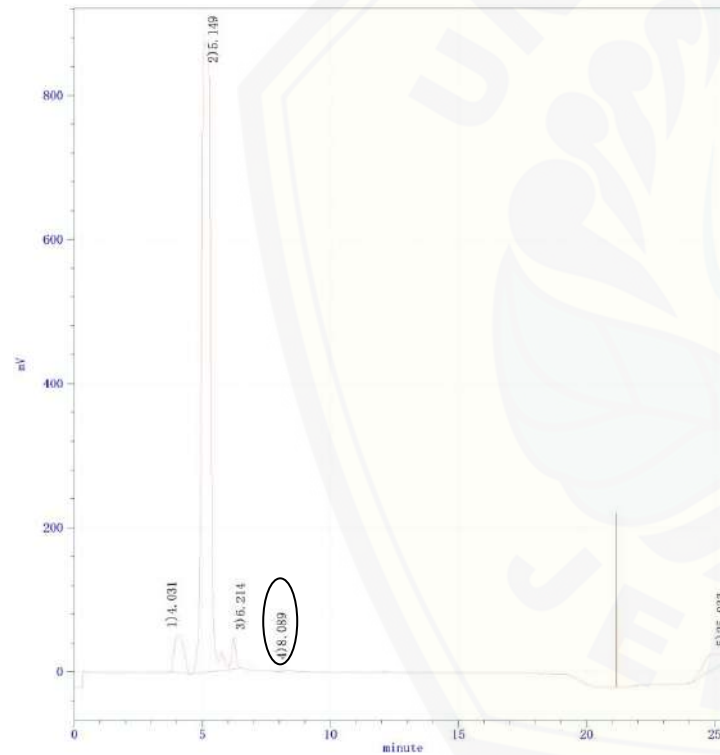
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	4.029	2320917	20.8876	88474	15.7741	0.0000	0.0000		PP	455	
2	5.189	8513882	76.6227	448152	79.9019	0.0000	0.0000		PP	1610	
3	6.262	190631	1.7156	17928	3.1964	0.0000	0.0000		PP	8201	
4	8.168	32800	0.2952	2801	0.4994	0.0114	100.0000	PPM	PP	10497	
5	12.282	53209	0.4789	3523	0.6281	0.0000	0.0000		PP	14058	
合計		11111439		560878		0.0114	100.0000				



Sampel K2 ulangan 1 dan 2

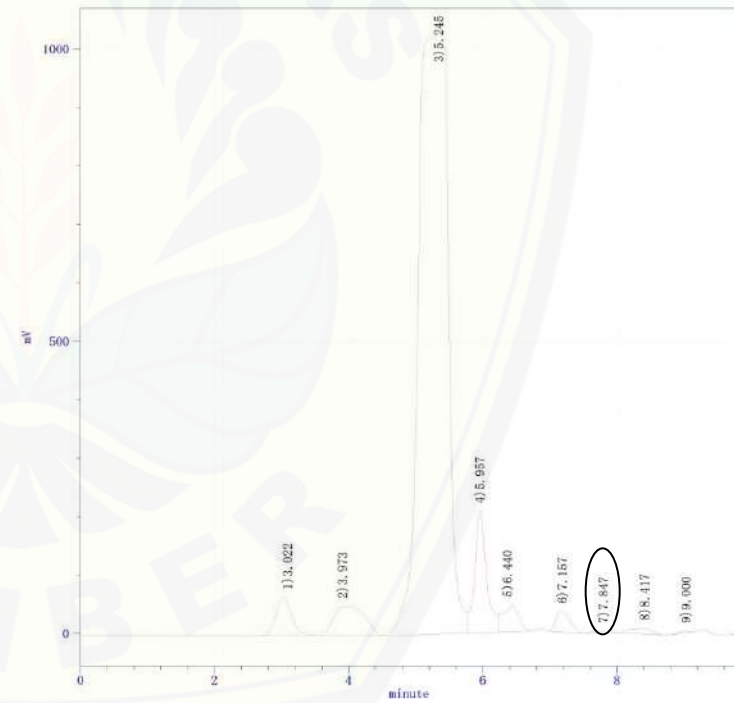
データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	4.031	1330709	5.4960	52014	5.2106	0.0000	0.0000		PP	481	
2	5.149	21195450	87.5405	876789	87.8341	0.0000	0.0000		PV	0	
3	6.214	492333	2.0334	44097	4.4175	0.0000	0.0000		VP	0	
4	8.089	72207	0.2982	6204	0.6215	0.0252	100.0000	PPM	PP	10181	
5	25.033	1121471	4.6318	19129	1.9163	0.0000	0.0000		PP	4401	
合計		24212170		998233		0.0252	100.0000				



データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

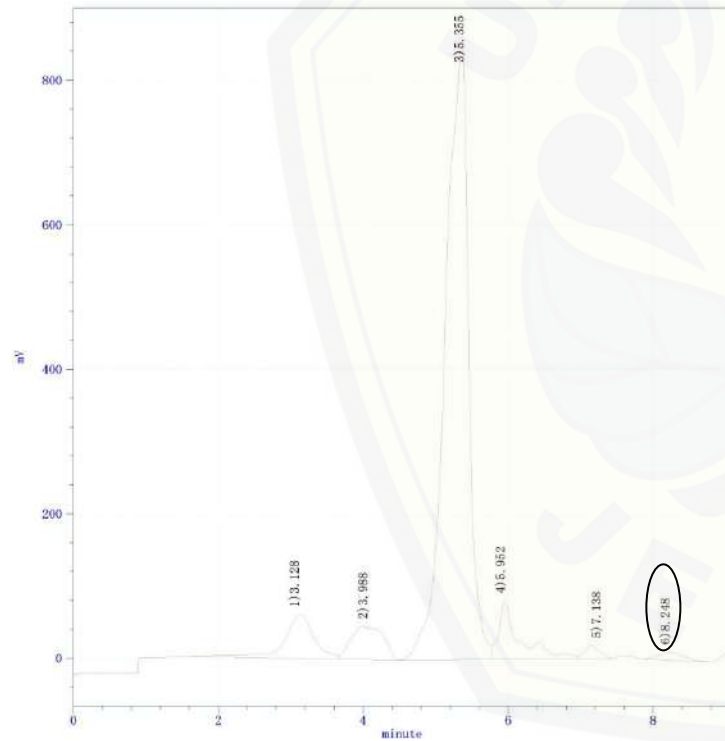
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	3.022	1075492	2.8129	65267	4.5245	0.0000	0.0000		PP	789	
2	3.973	1698095	4.2059	50124	3.4748	0.0000	0.0000		PP	293	
3	5.245	31462270	82.2877	1020193	70.7239	0.0000	0.0000		PV	0	
4	5.957	2528168	6.6123	208521	14.4555	0.0000	0.0000		VV	0	
5	6.440	737248	1.9282	46173	3.2009	0.0000	0.0000		VP	0	
6	7.157	497802	1.3020	35194	2.4398	0.0000	0.0000		PP	4954	
7	7.847	68441	0.1790	3467	0.2303	0.0171	100.0000		PPM	2792	
8	8.417	224366	0.5868	10940	0.6960	0.0000	0.0000		PP	2337	
9	9.000	32584	0.0852	3524	0.2443	0.0000	0.0000		PP	19425	
合計		38234466		1442502		0.0171	100.0000				



Sampel K3 ulangan 1 dan 2

データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	3.128	1747653	7.1474	60616	5.6364	0.0000	0.0000		PV	0	
2	3.988	1436183	5.8736	45905	4.2985	0.0000	0.0000		VP	0	
3	5.355	19149680	78.3172	858340	79.8127	0.0000	0.0000		PV	0	
4	5.952	1594264	6.5201	81170	7.5476	0.0000	0.0000		VV	0	
5	7.138	256893	1.0506	18048	1.6782	0.0000	0.0000		VP	0	
6	8.248	286760	1.0910	11363	1.0566	0.0960	100.0000	PTM	PP	2238	
合計		24451433		1075442		0.0960	100.0000				



データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

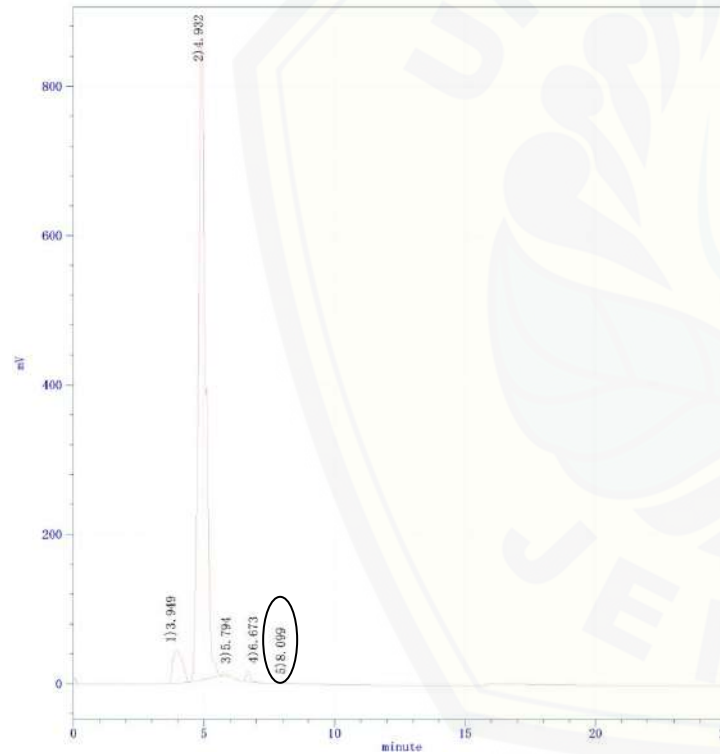
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	0.928	111184	0.4761	5129	0.5058	0.0000	0.0000		PP	41	
2	2.027	103189	0.4419	2459	0.2425	0.0000	0.0000		PP	94	
3	3.938	259048	1.1093	12224	1.2056	0.0000	0.0000		PP	1062	
4	5.583	20720780	88.7278	873904	86.1856	0.0000	0.0000		PV	0	
5	6.285	1001195	4.2872	77849	7.6776	0.0000	0.0000		VV	0	
6	6.872	436294	1.8682	15781	1.5563	0.0000	0.0000		VP	0	
7	7.775	319475	1.3680	13244	1.3062	0.0890	100.0000	PTM	PP	1787	
8	9.410	402036	1.7215	13389	1.3205	0.0000	0.0000		PP	2541	
合計		23353201		1013979		0.0890	100.0000				



Sampel K4 ulangan 1 dan 2

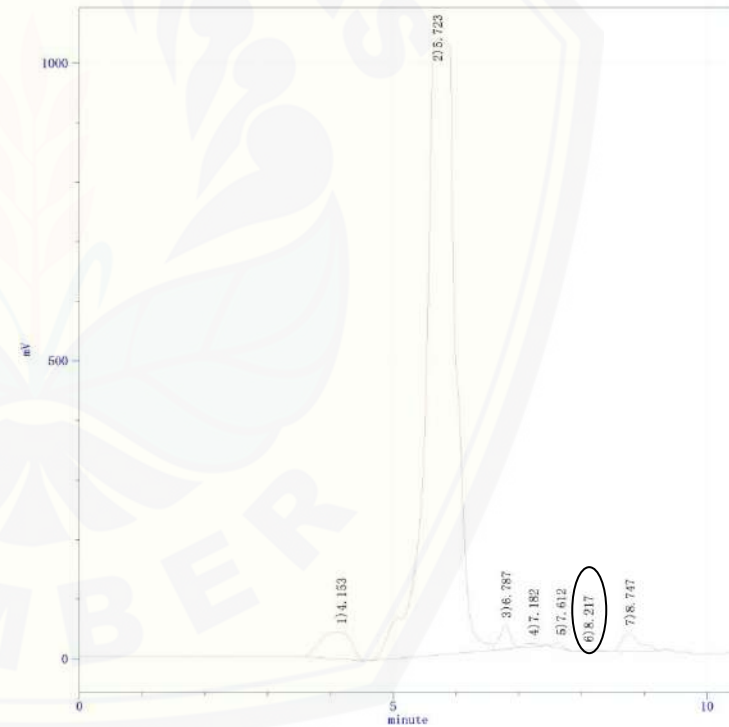
データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	3.949	1099465	6.0914	43577	4.7187	0.0000	0.0000		PP	454	
2	4.932	16692270	92.4807	857064	92.8066	0.0000	0.0000		PP	2107	
3	5.794	55072	0.3051	6658	0.7209	0.0000	0.0000		PP	10514	
4	6.673	176107	0.9757	14148	1.5320	0.0000	0.0000		PP	8002	
5	8.099	26553	0.1471	2048	0.2218	0.0092	100.0000	PPM	PP	7380	
合計		18049467		923495		0.0092	100.0000				



データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

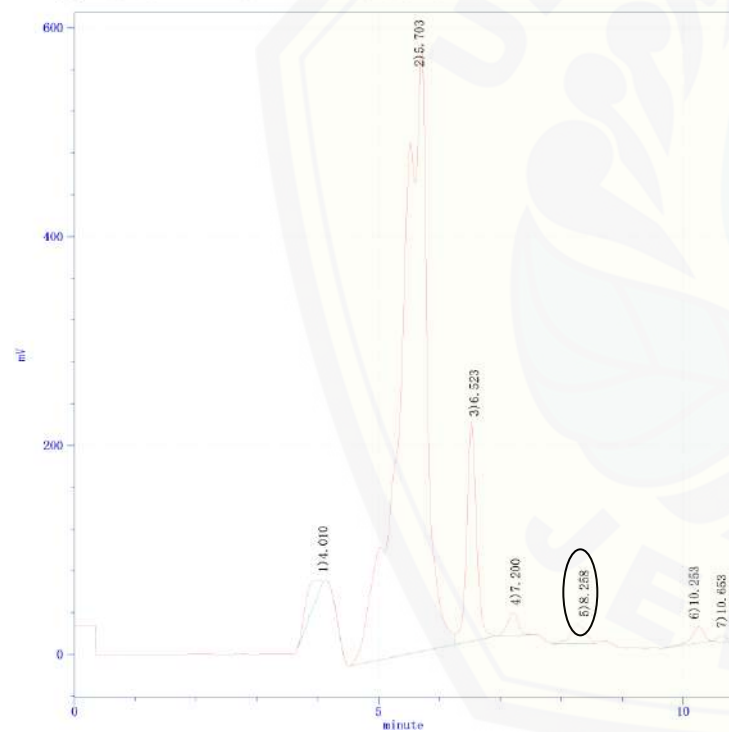
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	4.153	1538531	4.1315	45488	3.8998	0.0000	0.0000		PP	300	
2	5.723	34454880	92.5238	1034802	88.7154	0.0000	0.0000		PV	0	
3	6.787	468502	1.2581	39821	3.4140	0.0000	0.0000		VV	0	
4	7.182	86641	0.2327	6130	0.5255	0.0000	0.0000		VP	0	
5	7.612	88545	0.2378	8237	0.7062	0.0000	0.0000		PP	11175	
6	8.217	43638	0.1172	2463	0.2111	0.0152	100.0000	PPM	PP	3599	
7	8.747	558196	1.4990	29487	2.5280	0.0000	0.0000		PP	6208	
合計		37238933		1166429		0.0152	100.0000				



Sampel B2 ulangan 1 dan 2

データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	4.010	404233	1.9090	11852	1.3749	0.0000	0.0000		PP	1149	
2	5.703	17572900	82.9864	581749	67.4854	0.0000	0.0000		VP	0	
3	6.523	2355198	11.1222	207687	24.0926	0.0000	0.0000		VP	0	
4	7.200	263918	1.2463	21487	2.4925	0.0000	0.0000		PP	8107	
5	8.258	296221	1.3989	17772	2.0616	0.1071	100.0000	PPM	PP	5687	
6	10.253	213231	1.0070	15183	1.7613	0.0000	0.0000		PP	12631	
7	10.653	69935	0.3303	6308	0.7317	0.0000	0.0000		PP	18755	
合計		21175636		862037		0.1071	100.0000				



データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

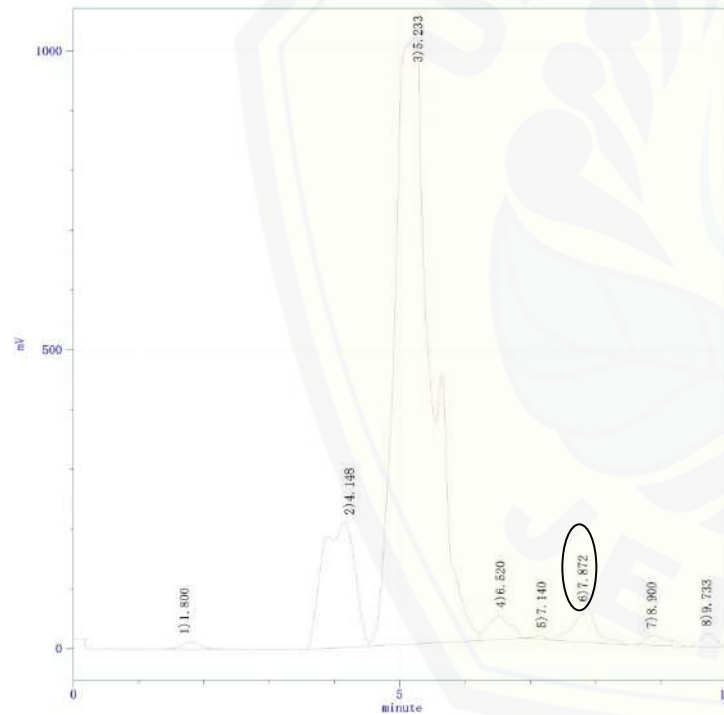
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	4.133	3629629	15.3979	75811	8.5682	0.0000	0.0000		PP	260	
2	5.693	16975950	72.0764	567085	64.0919	0.0000	0.0000		VP	0	
3	6.493	2264387	9.6141	204133	23.0711	0.0000	0.0000		VP	0	
4	7.155	255618	1.0853	18855	2.1310	0.0000	0.0000		PP	7228	
5	8.198	430147	1.8263	18916	2.1378	0.1588	100.0000	PPM	PP	4648	
合計		23552731		884801		0.1588	100.0000				



Sampel B3 ulangan 1 dan 2

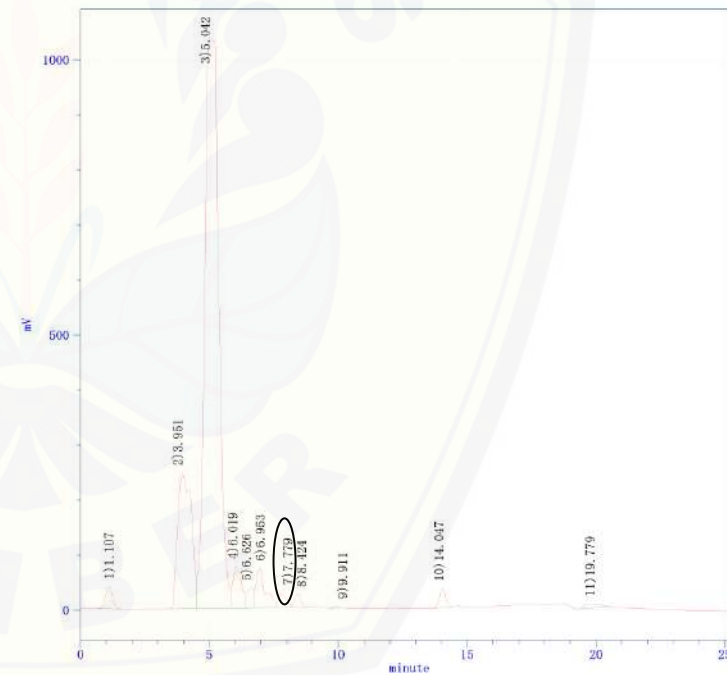
データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	1.800	220657	0.4404	11514	0.8404	0.0000	0.0000		PP	203	
2	4.148	7200468	14.3725	209298	15.2764	0.0000	0.0000		PV	0	
3	5.233	39571300	78.9863	1012508	73.9020	0.0000	0.0000		VV	0	
4	6.520	930861	1.8580	39866	2.9098	0.0000	0.0000		VP	0	
5	7.140	60831	0.1214	5302	0.3870	0.0000	0.0000		PP	10295	
6	7.872	1344669	2.6840	54605	3.9856	0.5216	100.0000	PPM	2904		
7	8.900	419026	0.8364	15544	1.1345	0.0000	0.0000		PP	1769	
8	9.733	351116	0.7008	21432	1.5643	0.0000	0.0000		PP	7708	
合計		50098928		1370069		0.5216	100.0000				



データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

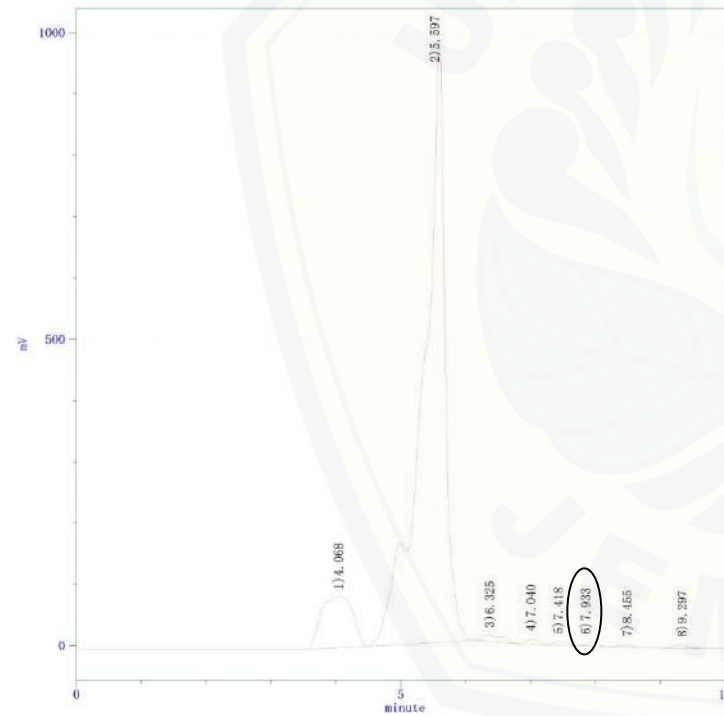
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	1.107	722288	1.3083	39586	2.4763	0.0000	0.0000		PP	84	
2	3.951	9111762	16.5049	246095	15.3943	0.0000	0.0000		PV	0	
3	5.042	39273750	71.1399	1036869	64.8604	0.0000	0.0000		VV	0	
4	6.019	1744328	3.1596	74966	4.6913	0.0000	0.0000		VV	0	
5	6.626	604135	1.0943	35789	2.2388	0.0000	0.0000		VV	0	
6	6.953	1899092	3.3313	71549	4.4757	0.0000	0.0000		VV	0	
7	7.779	597277	1.0819	27407	1.7144	0.1846	100.0000	PPM	VP	0	
8	8.424	400856	0.7261	23428	1.4655	0.0000	0.0000		VP	0	
9	9.911	31979	0.0579	2360	0.1476	0.0000	0.0000		PP	11032	
10	14.047	548587	0.9937	33139	2.0730	0.0000	0.0000		PP	16231	
11	19.779	332336	0.6020	7397	0.4627	0.0000	0.0000		PP	3719	
合計		55206385		1598615		0.1846	100.0000				



Sampel K6 ulangan 1 dan 2

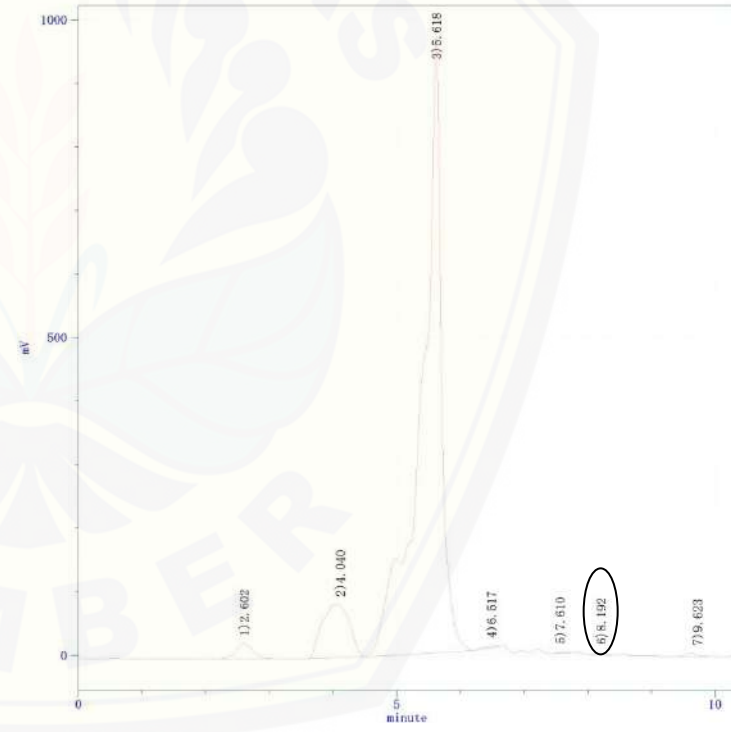
データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	4.068	2821173	10.7429	82298	7.4272	0.0000	0.0000	PP	271	
2	5.597	22780950	86.7487	984694	88.8669	0.0000	0.0000	PP	2268	
3	6.325	218085	0.8305	9244	0.8343	0.0000	0.0000	PP	1445	
4	7.040	126518	0.4818	9229	0.8329	0.0000	0.0000	PP	5313	
5	7.418	101323	0.3858	6016	0.5429	0.0000	0.0000	PP	3442	
6	7.933	78204	0.2902	6351	0.5732	0.0191	100.0000	PPM	9875	
7	8.455	60788	0.2315	4602	0.4154	0.0000	0.0000	PP	9547	
8	9.297	75804	0.2887	5619	0.5071	0.0000	0.0000	PP	11228	
合計		26260845		1108054		0.0191	100.0000			



データ処理パラメータ
 アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 段数	ピーク 名
1	2.602	432144	1.7800	23634	2.1622	0.0000	0.0000	PP	467	
2	4.040	2500203	10.2981	84133	7.6971	0.0000	0.0000	PP	330	
3	5.618	21168440	87.1908	969964	88.7391	0.0000	0.0000	PP	3394	
4	6.517	43995	0.1812	3074	0.2813	0.0000	0.0000	PP	3762	
5	7.610	25495	0.1050	2648	0.2422	0.0000	0.0000	PP	13011	
6	8.192	41236	0.1698	4271	0.3908	0.0143	100.0000	PPM	9547	
7	9.623	66804	0.2752	5327	0.4874	0.0000	0.0000	PP	13224	
合計		24278307		1093052		0.0143	100.0000			

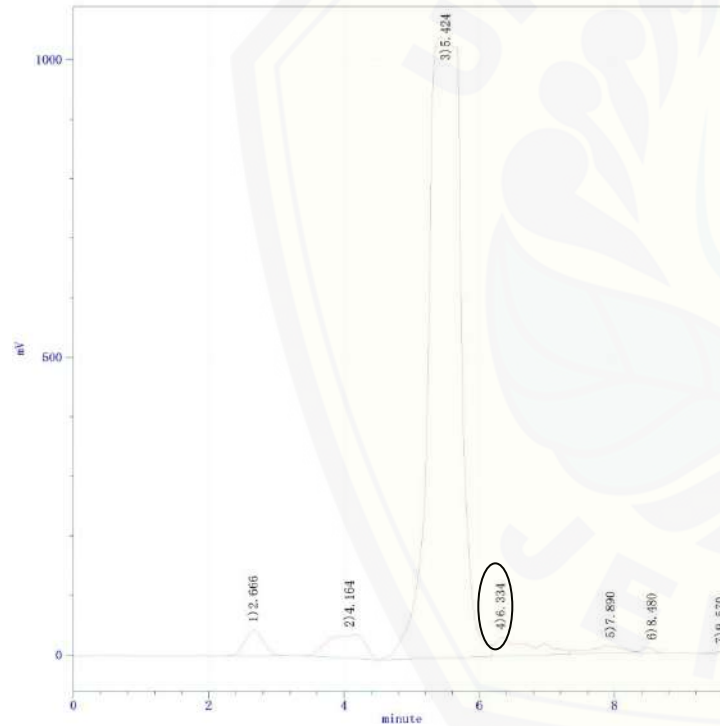


Sampel K7 ulangan 1 dan 2

データ処理パラメータ

アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

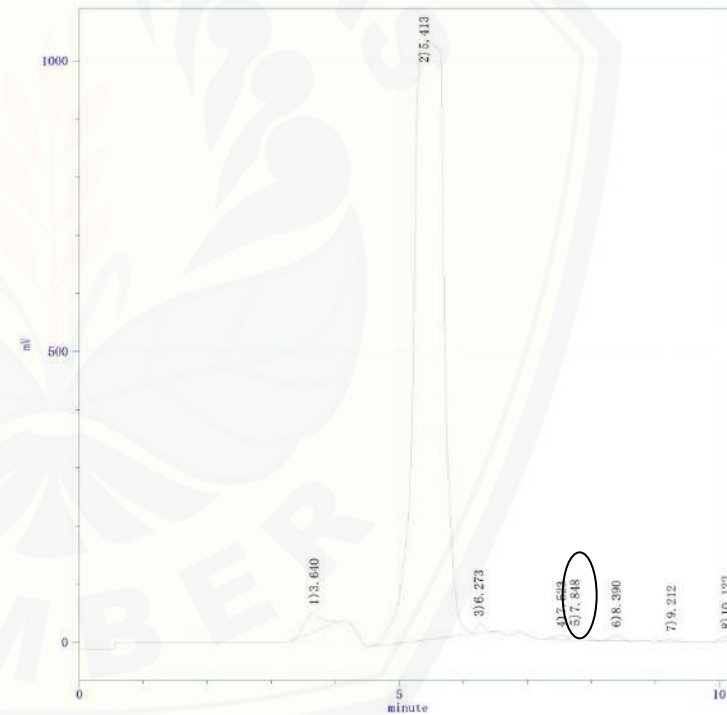
No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 検数	ピーク 名
1	2.666	822103	2.1063	43312	3.6722	0.0000	0.0000		PP	453	
2	4.164	1492532	3.8241	39764	3.3713	0.0000	0.0000		PP	227	
3	5.424	35050900	89.8047	1042314	88.3718	0.0000	0.0000		PV	0	
4	6.334	1149190	2.9444	31421	2.6640	0.0000	0.0000		VV	0	
5	7.890	388325	0.9949	11676	0.9899	0.1111	100.0000	PPM	VP	0	
6	8.480	89438	0.2292	8043	0.6819	0.0000	0.0000		PP	12221	
7	9.570	37633	0.0964	2940	0.2493	0.0000	0.0000		PP	10019	
合計		39030161		1179471		0.1111	100.0000				



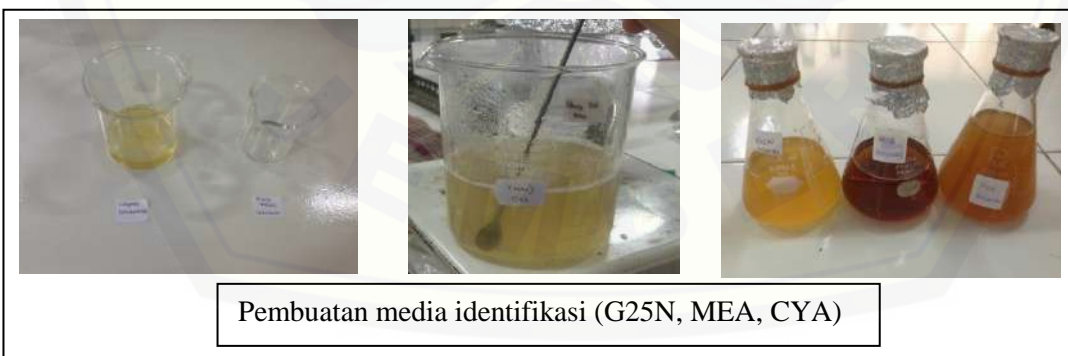
データ処理パラメータ

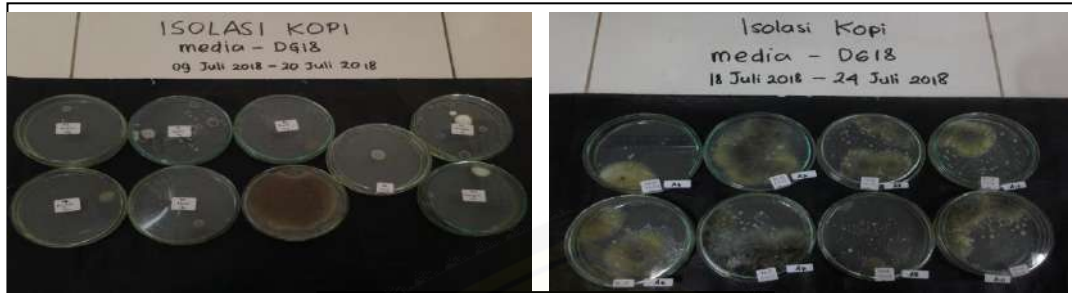
アップスロープ= 1000, ダウンスロープ= 1000, 最小ピーク幅= 26.00 sec, ベース感度= 6 points
 計算範囲= 0.000 to 120.000 min., 最小ピーク面積= 25000 uv*sec, ベースライン補正=0

No.	R.T. (分)	面積 (uv*sec)	面積%	高さ (uv)	高さ%	濃度	濃度%	濃度 単位	処理 マーク	理論 検数	ピーク 名
1	3.640	632682	1.7875	33385	2.9775	0.0000	0.0000		PP	1155	
2	5.413	34630540	96.1444	1033398	92.1642	0.0000	0.0000		PV	0	
3	6.273	157946	0.4462	15295	1.3841	0.0000	0.0000		VP	0	
4	7.523	104757	0.2960	7575	0.6756	0.0000	0.0000		PV	0	
5	7.848	212850	0.6014	11316	1.0092	0.0567	100.0000	PPM	VP	0	
6	8.390	127785	0.3610	10416	0.9289	0.0000	0.0000		PP	10153	
7	9.212	44580	0.1259	3154	0.2813	0.0000	0.0000		PP	9379	
8	10.122	84090	0.2376	6719	0.5993	0.0000	0.0000		PP	12954	
合計		35395240		1121258		0.0567	100.0000				

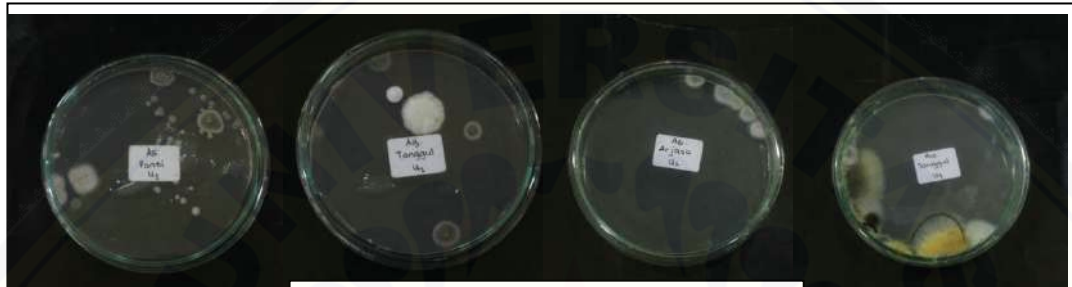


LAMPIRAN 4.9 Dokumentasi Kegiatan dan Hasil Penelitian





Isolat biji kopi setelah inkubasi



Isolat yang akan dilakukan identifikasi



Proses pemindahan setiap isolat kapang



Pembentukan 3 titik

Inkubasi isolat proses identifikasi

