

**FERMENTASI BIJI KOPI ARABIKA MENGGUNAKAN BAKTERI
PROBIOTIK *Lactobaccillus plantarum***

MUHAMMAD ICHSAN

H411 16 001



**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**FERMENTASI BIJI KOPI ARABIKA MENGGUNAKAN BAKTERI
PROBIOTIK *Lactobaccillus plantarum***

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*



**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**FERMENTASI BIJI KOPI ARABIKA MENGGUNAKAN BAKTERI
PROBIOTIK *Lactobaccillus plantarum***

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD ICHSAN

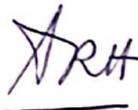
H411 16 001

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 September 2020 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

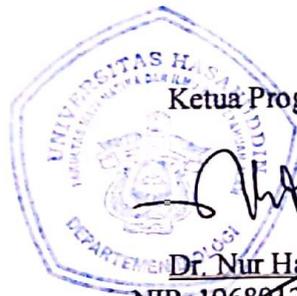


Prof. Dr. Dirayah R Husain, DEA.
NIP. 19600525198601200



Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si.
NIP. 196702071992031001

Ketua Program Studi,



Dr. Nur Haedar, M.Si
NIP. 196801291997022001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Muhammad Ichsan
NIM : H411 16 001
Program Studi : Biologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Fermentasi Biji Kopi Arabika Menggunakan Bakteri Probiotik
Lactobaccillus Plantarum

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bajwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 11 September 2020

Yang menyatakan




Muhammad Ichsan

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan hidayah dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Fermentasi Biji Kopi Arabika Menggunakan Bakteri Probiotik *Lactobacillus plantarum***” dapat selesai dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar. Tidak lupa pula penulis kirimkan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW., keluarga, dan para sahabatnya yang telah membimbing menuju jalan kebenaran sehingga dapat tetap berada di jalan-Nya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena menyadari segala keterbatasan yang ada. Oleh karena itu, demi sempurnanya skripsi ini, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pikiran yang berupa kritik dan saran yang bersifat membangun. Selama proses perwujudan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan doa yang tulus untuk penulis.

Secara khusus dan istimewa skripsi ini didedikasikan sebagai wujud rasa terima kasih penulis yang tak terhingga kepada kedua orang tua penulis yakni, Bapak Yunanto dan Ibu Aisah Rahman yang telah merawat, membesarkan, mendukung dan memotivasi diri penulis untuk menuntut ilmu dan doa dari mereka yang tak henti-hentinya diberikan untuk penulis.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak. Kepada Ibu Prof. Dr. Dirayah R. Husain, DEA selaku Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si. selaku Pembimbing Pertama, penulis menghaturkan banyak ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala bantuan yang beliau-beliau berikan baik berupa kritik, saran, maupun motivasi yang membantu penulis selama proses penulisan skripsi ini hingga selesai. Tanpa beliau penulis tidak akan dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng Amiruddin, M.Sc selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf yang telah membantu penulis dalam hal akademik dan administrasi. Kepada bapak Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si. selaku Wakil Dekan 3 yang banyak membantu mahasiswa dalam kegiatan organisasi kampus.
2. Ibu Dr. Nur Haedar M.Si. selaku ketua Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, terima kasih atas ilmu, masukan serta saran kepada penulis. Dr. Syahribulan, M.Si selaku Sektretaris Departemen Biologi, terima kasih telah banyak membantu mahasiswa dalam hal akademik dan administrasi.
3. Ibu Dr. Rosana Agus, M.Si. selaku penguji dan Ibu Dr. Markarmah, M.Si selaku penguji sidang sarjana. Kepada seluruh dosen Departemen Biologi yang telah membimbing dan memberikan ilmunya dengan tulus dan sabar kepada penulis selama proses perkuliahan. Kepada staf pegawai Departemen

Biologi yang telah banyak membantu penulis baik dalam menyelesaikan administrasi maupun memberikan dukungan kepada penulis selama ini.

4. Kepada kakak-kakak di Laboratorium, kak Fuad Gani, S.Si., Kak Nenis Sardianis, S.Si., Kak Heriadi, S.Si. dan Kak Nurul Qalbi, S.Si., yang telah banyak membantu, membimbing, dan mendampingi penulis selama mengerjakan penelitian hingga penyusunan skripsi ini. Terima kasih banyak atas segala kebaikan hati dan kesabarannya.
5. Kepada Ifka Widya Sari, Aida Ameylia Annisa Amran, Syafrian Nur Muhammad, Rihuh Wardhani dan Muhammad Anshari terima kasih telah menjadi sahabat sejak maba sampai sekarang. Terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini.
6. Kepada teman-teman seperjuangan penelitian Fermentasi Biji Kopi Alma amalia dan Aida Ameylia annisa. terimah kasih telah membantu dalam penelitian hingga selesai.
7. Kepada teman-teman seperjuangan Biologi angkatan 2016 terima kasih atas pengalaman organisasi yang tercipta, kebersamaan, canda tawa, dukungan, motivasi, serta bantuan yang tidak dapat penulis jabarkan satu per satu.

Pada akhirnya saya berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan skripsi ini. Terima kasih semoga Tuhan memberkati kita semua. Aamiin

Makassar, Januari 2020

Penulis

Abstrak

Kopi merupakan salah satu minuman yang paling banyak didistribusikan di dunia dan berada di antara lima komoditas pertanian yang paling diperdagangkan. Peningkatan permintaan dari para penikmat kopi terhadap citarasa kopi membuat para peneliti terus mengembangkan penelitian terhadap kopi. Kopi yang banyak diinginkan ialah kopi dengan kadar kafein yang rendah dengan citarasa yang kuat. Metode fermentasi kopi menggunakan probiotik banyak digunakan oleh para peneliti untuk meningkatkan citarasa ataupun aroma dari kopi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis asam organik menggunakan metode GCMS yang terbentuk setelah fermentasi menggunakan bakteri probiotik *Lactobacillus plantarum* dan mengetahui pengaruh fermentasi terhadap citarasa kopi Arabika menggunakan uji organoleptik. Parameter dari uji organoleptik ini ialah rasa, aroma dan warna. Hasil dari uji GCMS kontrol 24 jam menghasilkan 19 jenis senyawa, Lp 24 jam menghasilkan 18 jenis senyawa, kontrol 36 jam menghasilkan 13 jenis senyawa Lp 36 menghasilkan 19 jenis senyawa. Hasil dari uji cita rasa mendapatkan fermentasi menggunakan penambahan isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* memiliki warna hitam normal, aroma normal dan rasa agak asam dibanding dengan fermentasi tanpa penambahan isolat bakteri.

Kata kunci: kopi, fermentasi, probiotik,

Abstract

Coffee is one of the most widely distributed drinks in the world and is among the five most traded agricultural commodities. The increased demand from coffee connoisseurs to coffee flavours made researchers continue to develop research into coffee. Coffee is a much desired coffee with a low caffeine content with a strong flavor. The method of fermentation of coffee using probiotics is widely used by researchers to enhance the flavor or aroma of the coffee. This research aims to determine the type of organic acid using the method of GCMS formed after fermentation using the probiotic bacteria *Lactobacillus plantarum* and know the effect of fermentation on the flavor of Arabica coffee using organoleptic test. The parameters of this organoleptic test are flavor, aroma and color. Results of the GCMS control 24-hour test resulted in 19 types of compounds, the 24-hour LP produced 18 types of compounds, 36-hour control produces 13 types of compounds LP 36 produces 19 kinds of compounds. The result of taste test get fermentation using the addition of bacterial Isolates *Lactobacillus plantarum* has a normal black color, normal aroma and somewhat acidic taste compared with fermentation without the addition of bacterial isolates.

Keywords: Coffee, fermentation, probiotics,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	15
I.2 Rumusan Masalah	18
I.3 Tujuan Penelitian	18
I.4 Manfaat Penelitian	18
I.5 Waktu dan Tempat Penelitian	18
BAB II TINJAUN PUSTAKA	

II.1 Tinjauan umum kopi	19
II.1.1 Kopi.....	19
II.1.2 Kopi Arabika.....	20
II.1.3 Kualitas Kopi	21
II.2 Bakteri Probiotik.....	22
II.2.1 Batasan Bakteri Probiotik	22
II.2.2 Jenis-jenis Bakteri Probiotik.....	24
II.2.3 Karakterisasi Bakteri Probiotik.....	24
II.2.4 Mekanisme Kerja Probiotik	25
II.2.5 Manfaat Bakteri Probiotik.....	26
II.3 Fermentasi	26
II.3 Fermentasi Biji Kopi.....	26
II.4 Metabolisme Bakteri Asam Laktat	28
BAB III METODE PENELITIAN	30
III.1 Alat	30
III.2 Bahan	30
III.3 Cara Kerja.....	30
III.3.1 Sterilisasi Alat.....	30

III.4 Prosedur kerja	31
III.4.1 Pembuatan Media.....	31
III.4.2 Karakterisasi Mikroba	32
III.4.3 Pembuatan Starter	33
III.4.4 Preparasi Biji Kopi.....	34
III.4.5 Fermentasi Biji Kopi	34
III.4.6 Uji Total Asam Organik	34
III.4.7 Uji Cita Rasa	34
III.4.8 Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Karakterisasi Mikroba	36
IV.2 Fermentasi Kopi	39
IV.3 Total Asam Organik.....	42
IV.4 Cita Rasa Biji Kopi	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	51
V.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Isolat bakteri <i>Lactobaccillus plantarum</i>	36
2. Hasil Uji TSIA Isolat Bakteri	38
3. Hasil Uji Katalase Isolat Bakteri	40
4. Buah kopi sebelum difermentasi	41
5. Buah kopi setelah fermentasi.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Penelitian.....	57
2. Skema Pengecatan Gram.....	58
3. Skema Uji TSIA.....	59
4. Skema Uji Katalase.....	60
5. Skema Fermentasi Kopi.....	61
6. Skema Uji GCMS.....	62
7. Skema Uji Organoleptik.....	63
8. Penanganan Kopi Pasca Panen.....	64
9. Kultul Bakteri pada Media Kulit Kopi.....	65
10. Proses Fermentasi Kopi.....	66
11. Penanganan Setelah Fermentasi.....	67
12. Proses Maserasi.....	68
13. Hasil Uji GCMS.....	69
14. Uji Organoleptik.....	73
15. Hasil Uji Organoleptik.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Menurut data FAO (*Food and Agriculture Organization*) (2017), Kopi merupakan salah satu minuman yang paling banyak didistribusikan di dunia dan berada di antara lima komoditas pertanian yang paling diperdagangkan. Indonesia sendiri merupakan produsen kopi terbesar ketiga di kawasan ASEAN, berdasarkan data badan pusat statistik Indonesia (2015). Kopi di Indonesia merupakan salah satu hasil perkebunan yang unggul. Jenis kopi yang paling mendominasi diproduksi di Indonesia sendiri merupakan jenis kopi robusta (Usman *et al.*, 2015; Sativa *et al.*, 2014)

Di Indonesia terdapat tiga daerah dengan penghasil kopi tertinggi yaitu, Jawa, Sumatra dan Sulawesi. Perkembangan cara penyajian ataupun citarasa kopi di Indonesia sangat dipengaruhi oleh budaya Eropa, Cina, Melayu maupun budaya lokal (Gumulya and Ivana, 2017). Menurut Usman *et al.*, (2015); Ribeiro *et al.*, (2017), peningkatan permintaan dari para penikmat kopi terhadap citarasa kopi membuat para peneliti terus mengembangkan penelitian terhadap kopi. Kopi yang banyak diinginkan ialah kopi dengan kadar kafein yang rendah dengan citarasa yang kuat.

Beragam citarasa kopi terus diciptakan, untuk memenuhi selera penikmat kopi (Jennings and Veron, 2011). Ada dua aspek yang terus dikembangkan yaitu kandungan kafein yang rendah dan citarasa yang menyerupai citarasa kopi luwak.

Hal ini disebabkan kopi luwak memiliki citarasa yang khas dan permintaan di pasar dunia terus meningkat.

Metode fermentasi kopi menggunakan probiotik banyak digunakan oleh para peneliti untuk meningkatkan citarasa ataupun aroma dari kopi tersebut. Metode fermentasi juga merupakan satu langkah untuk menghasilkan kopi rendah kafein dan citarasa yang tinggi. Para peneliti kopi telah menggunakan berbagai mikroba untuk fermentasi kopi dengan strain yang berbeda seperti *Rhizopus*, *Phanerochaete*, and *Aspergillus* sp, dapat menurunkan kafein sampai 92% dan 65% tanin (Brand *et al.*, 2000), *Pseudomonas* dan *Aspergillus* (Gokulakrishnan, Chandraraj and Gummadi, 2005) dan menggunakan *Pleurotus ostreatus* dapat menurunkan kandungan tanin dan kafein (Fan *et al.*, 2000). Metode fermentasi juga dapat meningkatkan senyawa penting dalam pembentukan citarasa pada kopi (De Bruyn *et al.*, 2017). Perbedaan metode fermentasi menentukan kemampuan menurunkan kafein dan citarasa kopi (Wamuyu *et al.*, 2017). Namun fermentasi dengan jenis jamur yang dominan, sedangkan masih sedikit yang menggunakan fermentasi dari kelas bakteri.

Metode fermentasi kopi menggunakan bakteri probiotik banyak dikembangkan oleh para peneliti untuk meningkatkan citarasa maupun aroma dari kopi tersebut. Menurut Yulvizar (2013); Markowiak and Slizewska (2017), probiotik merupakan mikroba menguntungkan yang berasal dari makhluk hidup dan memiliki manfaat dalam menjaga keseimbangan mikroba saluran pencernaan serta memberikan pengaruh positif terhadap fisiologi dan kesehatan inangnya. Meryandini *et al.*, (2019), melaporkan hasil dari fermentasi biji kakao dengan

menggunakan isolat bakteri *Lactobaccillus* sp. dapat meningkatkan kualitas dari biji kakao. Selanjutnya diketahui bahwa terjadi peningkatan kualitas biji kakao melalui proses fermentasi. Fermentasi dipengaruhi oleh perubahan fisik, kimia dan mikrobiologi yang terjadi selama proses fermentasi seperti pH, total asam, kadar etanol dan gula reduksi.

Kopi hasil fermentasi menggunakan isolat probiotik asal usus hewan akan menghasilkan citarasa kopi yang berbeda dari kopi hasil proses fermentasi menggunakan jenis jamur. Kopi hasil fermentasi menggunakan isolat probiotik juga akan menghasilkan citarasa yang semakin kuat dan kadar kafein yang menurun (Avangelista *et al.*, 2014; Tawali *et al.*, 2018). Kadar kafein pada kopi hasil fermentasi akan mengalami penurunan berdasarkan waktu dan lama proses fermentasi dilakukan (Tika, 2017).

Avangelista *et al.*, (2014) mengemukakan bahwa biji kopi Arabika hasil fermentasi menggunakan strain isolat yang dipilih secara khusus akan menghasilkan peningkatan citarasa. Citarasa yang dihasilkan akan menyerupai buah-buahan dan aroma seperti caramel. Towaha dan Rubiyo (2016), Duangjai *et al.*, (2017) juga melaporkan, kopi Arabika hasil fermentasi menggunakan isolat bakteri dari usus pencernaan luwak menghasilkan kopi dengan asam organik yang lebih beragam jika dibandingkan dengan kopi luwak yang tidak difermentasi. Citarasa dari kopi Arabika tersebut juga mengalami peningkatan dan dapat dikategorikan dengan citarasa yang spesial dan digemari oleh para penikmat kopi.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini kemudian dilakukan untuk mengetahui potensi dan pengaruh bakteri probiotik *Lactobaccillus plantarum* dalam memfermentasi kopi Arabika.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana jenis asam organik yang terbentuk setelah fermentasi menggunakan isolat bakteri *Lactobaccilus plantarum*.
2. Bagaimana pengaruh fermentasi terhadap citarasa kopi Arabika

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui jenis asam organik yang terbentuk setelah fermentasi menggunakan bakteri probiotik *Lactobaccilus plantarum*.
2. Mengetahui pengaruh proses fermentasi terhadap citarasa kopi Arabika

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menjadi informasi ilmiah bagi masyarakat mengenai perngaruh fermentasi terhadap biji kopi Arabika menggunakan isolat bakteri probiotik *Lactobaccillus plantarum* terhadap kualitas dan citarasa dari kopi Arabika.

I.5 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2019 – Juni 2020 di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tinjauan Umum kopi

II.1.1 kopi

Kopi merupakan salah satu basil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia (Rahardjo, 2012).

Indonesia merupakan produsen kopi terbesar keempat dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia pada tahun 2015-2016. Volume produksi kopi Indonesia mencapai 739 ribu ton. Produksi kopi Brazil merupakan yang tertinggi mencapai lebih dari 3 juta ton dan Vietnam sebesar I, 7 juta ton. Kolombia berada pada posisi ketiga dengan produksi 840 ribu ton (ICO, 2017).

Produksi kopi yang berkembang di Indonesia terdiri atas kopi Arabika dan robusta. Kopi Arabika sendiri tennasuk tanaman yang bemilai ekonomi tinggi dan dikembangkan di lebih dari 60 negara beriklim tropis maupun subtropis, dan jumlah produksinya bisa mencapai 70% dari total produksi kopi dunia (Teresa *et al.*, 2010).

Biji kopi pada umumnya mengandung berbagai senyawa kimia seperti karbohidrat, protein, mineral, kafein, trigonelin, asam alifatik (asam karboksilat), asam klorogenat, lemak dan turunannnya, glikosida, dan komponen volatil. Asam

klorogenat merupakan salah satu senyawa kimia yang mempunyai aktivitas antioksidan dan terdapat dalam biji kopi dalam jumlah yang cukup banyak (Naidu et al., 2008).

II.1.2 Kopi Arabika

Tanaman kopi arabika menurut Largo (2014); Clifford and Willson, (1985), memiliki ciri biji picak dengan daun hijau tua dan berombak-ombak. penampakan mirip seperti pohon kecil atau semak yang tebal dengan tinggi hingga 3,048 meter. Pohon ini akan mulai berbuah setelah berumur 3-5 tahun dan berbuah secara berkala setiap tahun maksimal dua kali. Tanaman kopi arabika telah tersebar ke berbagai negara di dunia, namun produktivitas yang paling baik berasal dari negara-negara di garis ekuator. Jenis-jenis kopi yang termasuk dalam golongan Arabika adalah Abesinia, Pasumah, Morago dan Congensis (Najiyati and Danarti, 2007).

Kopi jenis Arabika merupakan kopi yang paling pertama masuk ke Indonesia. Kopi biasanya ini dapat tumbuh pada ketinggian optimum sekitar 1.000 sampai 1.200 m dpl. perbedaan ketinggian tumbuh dari tanaman kopi Arabika ini akan berbeda. Semakin tinggi ketinggian tumbuh kopi Arabika ini, citarasa yang dihasilkan oleh bijinya semakin baik. Selain itu, tanaman kopi Arabika ini sangat rentan pada penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Hemileia vastatrix*, terutama pada ketinggian kurang dari 600 sampai 700 m dpl. Karat daun ini dapat menyebabkan produksi dan kualitas biji kopi menjadi turun (Indrawanto et al., 2010; Anggara and Marini, 2011). Kopi arabika yang ditanam di atas 1200 m dipercaya memiliki kualitas yang baik (Putri, 2013). Maka dari itu, kopi jenis

Arabika ini hanya akan tumbuh pada daerah tertentu dengan ketinggian yg dari 600m lebih dpl untuk pertumbuhan yang lebih maksimal.

II.1.3 Kualitas Kopi

Menurut Starfarm (2010), kualitas kopi akan sangat dipengaruhi pada saat kopi dipanen. Masaknya buah kopi dapat dilihat dari warna buah kopi yang berubah dari hijau menjadi merah. Buah matang ditandai oleh perubahan warna kulit buah. Kulit buah berwarna hijau tua adalah buah muda, berwarna kuning adalah setengah masak dan jika berwarna merah maka buah kopi sudah masak penuh dan menjadi kehitam-hitaman setelah masak penuh terlampaui (over ripe). Waktu panen sangat mempengaruhi proses dan hasilnya. Jika dipanen dalam keadaan tidak masak penuh (buah berwarna merah) maka, rasa dan aroma kopi akan berkurang dan akan mengakibatkan penurunan kualitas produk akhir kopi.

kopi Arabika merupakan kopi yang lebih baik jika dibandingkan jenis kopi Robusta, karena rasanya sedikit pahit, lebih asam, citarasa yang lebih lembut, terdapat citarasa yang tidak dimiliki pada kopi jenis robusta, dan mengandung kafein dalam kadar yang jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan kopi jenis Arabika. Namun, cakupan daerah tumbuh kopi Arabika lebih sempit daripada jenis kopi Robusta karena kopi ini akan tumbuh pada daerah ketinggian tertentu (Buldani, 2011; Anggara and Marini, 2011).

Kandungan asam organik pada biji kopi sangat penting karena perannya sebagai senyawa prekursor yang berkontribusi dalam membentuk kualitas citarasa terutama untuk komponen *acidity* (rasa asam) pada seduhan kopi. Di samping itu, asam organik berperan juga dalam pembentukan senyawa ester, yaitu senyawa

volatile yang membentuk aroma kopi. Asam yang dominan pada biji kopi adalah asam klorogenat yaitu sekitar 8 % pada biji kopi atau 4,5 % pada kopi sangrai. Selama proses penyangraian sebagian besar asam klorogenat menjadi asam kafeat dan asam kuinat (Yusianto, 2014; Azis er al., 2009). Asam klorogenat termasuk keluarga dari ester yang terbentuk dari gabungan asam kuinat dan beberapa asam trans-sinamat, umumnya caffeic, peoumaric dan asam ferulat (Monteiro et al., 2007). Jiang et al., (2001); Adriana and Carmen (2006), menyatakan bahwa asam klorogenat mempunyai aktivitas antibakteri, antiviral, dan antikanker.

Menurut Winarno (1981), jika dilihat dari jenisnya, kandungan kafein yang terkandung di dalam kopi jenis arabika tergolong lebih sedikit yaitu 0,8-1,5% jika dibandingkan dengan kopi jenis robusta yaitu 1,6-2,5%. Dari semua jenis minuman, kopi merupakan minuman dengan kandungan kafein yang paling akan tinggi, tetapi kafein juga terdapat di dalam teh dan cokelat.

II.2 Bakteri Probiotik

II.2.1 Batasan Rakteri Probiotik

Probiotik merupakan makanan tambahan berupa sel-sel mikroba hidup, yang memiliki pengaruh menguntungkan bagi hewan inang yang mengkonsumsinya melalui penyeimbangan flora mikroba intestinalnya. Probiotik adalah mikroba hidup yang sangat menguntungkan bagi sel inang karena dapat meningkatkan keseimbangan mikroflora usus (Fiaromonti *et al.*, 2003). Seleksi mikroba khususnya bakteri asam laktat (BAL) sangat diperlukan untuk mendapatkan strain-strain probiotik yang unggul. Hal tersebut dikarenakan tidak semua BAL berpotensi scbagai probiotik (Fuller, 1989). Definisi lain probiotik

menurut Winarno (1987) adalah suatu preparat yang terdiri dari mikroba hidup yang dimasukkan ke dalam tubuh manusia atau ternak secara oral. Probiotik diharapkan mampu memberikan pengaruh positif terhadap kesehatan manusia atau ternak, dengan cara memperbaiki sifat-sifat yang dimiliki oleh mikroba alami yang tinggal di dalam saluran pencernaan makhluk hidup.

Dalam perspektif kesehatan probiotik merupakan suplemen makanan yang banyak mengandung bakteri berguna bagi tubuh yaitu bakteri asam laktat (lactic acid bacteria - LAB) sebagai mikroba yang paling umum dipakai. Lactic Acid Bacteria telah dipakai dalam industri makanan bertahun-tahun karena mereka mampu untuk mengubah gula (termasuk laktosa) dan karbohidrat lain menjadi asam laktat. Kondisi ini tidak hanya menyediakan rasa asam yang unik dari dairy food fermentasi seperti susu fermentasi, tapi juga berperan sebagai media bakteri, dengan cara mengurangi pH dan membuat kesempatan organisme merugikan untuk tumbuh lebih sedikit (Yusniatuti, 2014).

Salminen *et al.*, (2004) menyatakan bahwa terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi oleh suatu probiotik, diantaranya adalah: (1) bersifat nonpatogenik dan mewakili mikrobiota normal pada usus inangnya, serta masih aktif pada kondisi asam lambung dan konsentrasi garam empedu yang tinggi dalam usus halus, (2) dapat tumbuh dan bermetabolisme dengan cepat serta terdapat dalam jumlah yang tinggi dalam usus halus, (3) mampu mengkolonisasi beberapa bagian dari saluran usus inangnya, (4) dapat memproduksi asam-asam organik secara efisien dan memiliki sifat antimikroba terhadap bakteri patogen, (5) mudah

diproduksi, mampu tumbuh dalam sistem produksi skala besar, dan hidup selama kondisi penyimpanan.

II.2.2 Jenis-jenis Bakteri Probiotik

Beberapa probiotik umum meliputi berbagai spesies dari genera *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* seperti: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhomnosus*, *Lactobacillus GG*. Ada pula satu spesies ragi yang digunakan sebagai probiotik: *Saccharomyces boulardii*. Beberapa bakteri yang umum dipakai dalam produk tapi tanpa efek probiotik (bakteri yoghurt): *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, Beberapa bakteri lain disebutkan dalam produk probiotik: *Bacillus eoagulans*, *Lactobacillus bifidus*, *Lactobacillus caucasicus*. Beberapa produk fennentasi mengandung asam laktat bakteri yang mirip walaupun sering belum dibuktikan memiliki efek probiotik atau kesehatan termasuk: Kelir, Yogurt, Sauerkraut, Kimchi, Kombucha

II.2.3 Karakteristik Bakteri Probiotik

Public Heath England (2015); Supriatna *et al.*, (2016), melaporkan bahwa bakteri probiotik gram positif yang diisolasi dari pelepah pisang merupakan bakteri jenis *Bacillus* sp. Spesies *Bacillus* berbentuk batang, termasuk Gram positif yang sering disusun berpasangan atau rantai dengan ujung bulat atau persegi dan biasanya memiliki endospora tunggal. Endospora umumnya berbentuk oval atau kadang bulat atau silindris dan sangat tahan terhadap kondisi

buruk. Dinyatakan lebih lanjut bahwa dalam beberapa tahun terakhir, telah perkembangan taksonomi di dua kelompok terpilih dari genus *Bacillus*. Mereka disebut kelompok *B. subtilis* dan kelompok *B. cereus*. Ditambahkan bahwa genus *Bacillus* mempunyai sifat fisiologis yang menarik karena tiap-tiap jenis mempunyai kemampuan yang berbeda-beda, diantaranya : (1) mampu mengdegradasi senyawa organik seperti protein, pati, selulosa, hidrokarbon dan agar, (2) mampu menghasilkan antibiotik; (3) berperan dalam nitrifikasi dan denitrifikasi; (4) pengikat nitrogen; (5) bersifat kemolitotrof, aerob atau fakultatif anaerob, asidofilik, psikrofilik, atau termotilik.

II.2.4 Mekanisme Kerja Probiotik

Probiotik dapat memproduksi bakteriosin untuk melawan patogen yang bersifat selektif hanya terhadap beberapa strain patogen. Probiotik juga memproduksi asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida, laktoperoksidase, lipopolisakarida, dan beberapa antimikrobia lainnya. Probiotik juga menghasilkan sejumlah nutrisi penting dalam sistem imun dan metabolisme *host*, seperti vitamin B (Asam Pantotenat), pyridoksin, niasin, asam folat, kobalamin, dan biotin serta antioksidan penting seperti vitamin K (Adams, 2009).

Efek yang dapat diberikan probiotik yaitu, memodulasi sistem kekebalan tubuh inang melalui kolonisasi dan adhesi pada mukosa usus (Xie *et al.*, 2015; Ripert *et al.*, 2016; Saikia *et al.*, 2017), meningkatkan efisiensi proses pencernaan dan penyerapan nutrisi makanan dengan cara memengaruhi ketinggian villus ileum (Alkhalaf *et al.*, 2010). Efektivitas probiotik telah dilaporkan oleh Biervliet *et al.* (2017), sebagai agen yang mampu menurunkan risiko eksaserbasi paru-

paru. Sementara Chiang dan Pan (2012), mengemukakan bahwa probiotik memiliki potensi sebagai antimutagenik, anti kanker, hipokolesterolemik, anti hipertensi, anti osteoporosis dan memiliki efek immunomodulator.

II.2.5 Manfaat Bakteri Probiotik

Probiotik merupakan organisme hidup yang mampu memberikan efek yang menguntungkan kesehatan hostnya apabila dikonsumsi dalam jumlah yang cukup (FAO/WHO, 2002; ISAPP, 2009) dengan memperbaiki keseimbangan mikroflora intestinal pada saat masuk dalam saluran pencernaan (Shitandi *et al.*, 2007; Dommels *et al.*, 2009; Weichselbawn, 2009).

Banyak sekali manfaat kesehatan dari produk probiotik, antara lain meningkatkan ketahanan terhadap penyakit infeksi saluran pencernaan dan menurunkan risiko 12 terjadinya tumor dan kanker kolon, menurunkan konsentrasi kolestrol serum darah, mengurangi reaksi lactose intolerance, menurunkan tekanan darah atau antihipertensi, mempengaruhi respon imun, bersifat antimutagenik, serta bersifat antikarsinogenik (Erickson dan Hubbard, 2000).

II.3 Fermentasi

II.3.1 Fermentasi Biji Kopi

Fermentasi kopi dengan bantuan sistem pencernaan langsung oleh hewan masih diragukan oleh para penikmat kopi walaupun citarasa yang dihasilkan lebih unggul. Maka dari itu isolasi bakteri probiotik pada organ pencernaan hewan dikembangkan untuk mendapatkan isolat yang dapat membantu langsung dalam proses fermentasi biji kopi di luar dari sistem pencernaan langsung hewan

tersebut. Guntoro (2010); Towaha and Rubigyo (2016), mengemukakan fermentasi biji kopi olah basah menggunakan mikroba probiotik yang diisolasi dari organ pencernaan luwak menghasilkan produk kopi yang memiliki citarasa dan aroma mendekati kopi luwak asli. Salah satu tahapan pada proses fermentasi pengolahan biji kopi secara basah yang terus dikembangkan. Pada proses fermentasi akan terjadi proses kimiawi yang akan sangat berguna dalam pembentukan karakter citarasa, yaitu pembentukan senyawa prekursor citarasa, seperti asam organik, asam amino, dan gula reduksi. Proses fermentasi tersebut tidak hanya sekedar degradasi lapisan lendir yang tersisa di permukaan kulit tanduk (Avallone *et al.*, 2002; Jackels and Jackels, 2005; Redgwell and Fischer, 2006; Lin, 2010).

Farida *et al.*, (2013) Menyatakan bahwa semakin lama proses fermentasi maka kadar kafein dalam biji kopi akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena adanya aktivitas bakteri proteolitik yang menghasilkan enzim protease cukup tinggi. Macrone (2004) menjelaskan bahwa penguraian protein menyebabkan berkurangnya kadar kafein pada kopi serta akan meningkatkan asam amino bebas. Selain itu, kemampuan inokulum bakteri selulolitik dan bakteri xilanolitik dalam mendegradasi selulosa dan hemiselulosa yang terkandung di dalam kopi, mengakibatkan pemecahan kandungan gula yang nantinya dapat mempengaruhi kandungan asam organik dalam biji kopi. Menurut Hadipernata dan Nugraha (2012) hasil dari proses pemecahan gula adalah asam laktat dan asam-asam lain yaitu etanol, asam butirat, dan propionat. Muchtadi (2010) menyatakan bahwa bagian luar biji kopi yang sifatnya seperti gel atau lender terdiri dari 80%, pektin

dan 20% gula. Lapisan lendir biji kopi yang mengandung gula, digunakan inokulum sebagai substrat. Lapisan lendir yang berkurang menyebabkan air lebih mudah masuk ke dalam biji kopi melalui pori-pori pada kulit tanduk. Masuknya air ke dalam biji kopi menyebabkan kafein terlarut. Hal ini disebabkan oleh sifat kafein yang mudah larut dalam air.

II.4 Metabolisme Bakteri Asam Laktat

Bakteri Asam Laktat (BAL) mempunyai karakteristik morfologi, fisiologi dan metabolit tertentu. BAL memiliki karakteristik gram positif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, non motil, menghasilkan asam laktat sebagai metabolit utama dari fermentasi karbohidrat, reaksi negatif pada uji katalase dan toleran terhadap asam (Francoise, 2010; Laily *et al.*, 2013; Ladha and Jeevaratnam, 2016). BAL terdapat pada saluran pencernaan manusia dan vertebrata lain sebagai mikroflora normal usus (Astashkina *et al.*, 2014).

BAL diketahui mampu tumbuh pada suasana anaerobik dengan tingkat pertumbuhan yang tinggi pada pH rendah disebabkan oleh adanya asam organik (Boguta *et al.*, 2014). BAL juga mampu memfermentasi karbohidrat secara keseluruhan menjadi asam laktat atau campuran asam laktat, asam asetat, karbondioksida, dan etanol serta metabolit lain seperti, diasetil, asetaldehid dan H₂O₂ (Nuraida, 2015).

Berdasarkan tipe fermentasinya, BAL dikelompokkan menjadi dua yaitu, homofermentatif dan heterofermentatif. BAL yang bersifat homofermentatif tidak membentuk gas (Yanti & Dali, 2013) dan hanya menghasilkan satu jenis komponen produk utama seperti, asam laktat murni (90% atau lebih) dari

fermentasi glukosa (Sulistyo *et al.*, 2014). Sedangkan, BAL yang termasuk heterofermentatif apabila dalam proses fermentasinya menghasilkan berbagai senyawa atau komponen lain seperti, asam laktat (50%) sebagai hasil pemecahan glukosa dan senyawa lain seperti CO₂, etanol, asetaldehid, diasetil, serta senyawa menguap lainnya (Hasanah, 2014). Dengan demikian, metabolisme utama BAL adalah degradasi karbohidrat yang berbeda dan produksi utama berupa asam laktat serta energi (Paneri *et al.*, 2013).