

**IDENTIFIKASI MIKROBIA PADA FERMENTASI
BIJI KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* Linn)
Identification of Microbes during Arabica Coffee
(*Coffea arabica* Linn) Fermentation**

Erryana Martati¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan THP Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya

ABSTRACT

Mucilage in coffee bean should be removed because it inhibits coffee bean drying. One way of removing mucilage is by fermentation. Microbes presented naturally during coffee fermentation can utilize organic substances in coffee bean and produces mucilage. During fermentation, pectin, the main component in mucilage, can be hydrolyzed by pectinolytic microorganism. The aim of this research is to identify the microbes involved during coffee fermentation. The fermentation was done in laboratory with 2 replications, and samples were analyzed for identifying the type of microorganisms. The analysis showed that the microbes found during Arabica coffee fermentation were bacteria, lactic acid bacteria, yeast, and fungus. Kinds of bacteria group were Bacillus, Acinetobacter, Enterobacteriaceae and Moraxella. Type of the Lactic acid bacteria were Lactobacillus and Leuconostoc mesenteroides. Group of yeast were Zygoascus Hellenicus, Candida halonitratophila, and Torulaspora delbrueckii. Fungi group were Penicillium citrinum, Penicillium janthinellum, Aspegillus niger, Verticillium glaucum, Verticillium terrestre and Acremonium vitis. Bacillus sp and Enterobacteriaceae have an important role in pectin degradation. Possibly the fungus do not have roles in coffee fermentation since they grow at surface part during fermentation.

Key words : coffee fermentation, microorganism, Arabica coffee

PENDAHULUAN

Kopi merupakan istilah umum yang menyatakan buah, biji dan produk dari tanaman jenis *Coffea*. Ada dua jenis tanaman kopi yang sangat dikenal yaitu Arabica (*Coffea arabica* Linn) dan kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre). Kopi Arabika banyak di tanam di dataran tinggi sedang kopi robusta ditanam di dataran rendah. Buah kopi terdiri dari 4 bagian yaitu : biji kopi (endosperm), kulit (endocarp), lapisan lendir (mucilage atau mesocarp), dan daging buah (eksocarp). Daging buah menyusun 28% (26-30%) dari buah kopi (berat kering) sedangkan kandungan lendir 5-14% dari buah kopi (berat kering) dan kadar kulit kopi 12% (10-12%) dari buah kopi (berat kering) (Bressani, 2005).

Untuk mendapatkan hasil pengolahan biji kopi yang baik erat sekali hubungannya dengan jenis kopi, tinggi

tempat penanaman dan cara pengolahan yang dilakukan. Di perkebunan kopi di Indonesia dikenal dua macam cara pengolahan secara basah dan pengolahan kering. Pengolahan cara basah masih dibedakan menjadi dua cara yaitu dengan fermentasi dan tanpa fermentasi. Pengolahan cara kering meliputi tahap-tahap : buah kopi dikeringkan dengan sinar matahari kemudian dikupas dengan mesin pengupas. Pengolahan cara basah meliputi : pengupasan daging buah kopi, fermentasi, pencucian, pengeringan dan pengupasan lapisan endokarp (Bagdonaitė dan Murkovic, 2005)

Perubahan yang terjadi selama fermentasi meliputi 3 peristiwa penting terjadi pada fermentasi kopi, yaitu 1) pemecahan lendir agar kulit kopi dapat dilepaskan dari biji dengan mudah, 2) pemecahan komponen gula menjadi senyawa asam, dan 3) terjadinya

perubahan warna lapisan kulit ari menjadi lebih baik.

Pemecahan lendir (musilase) dengan proses fermentasi buah kopi merupakan proses enzimatik yang memecah musilase yang membungkus biji kopi. Musilase akan diubah dari yang bersifat berlendir menjadi tidak lengket (*non sticky*) sehingga mudah hilang selama pencucian biji kopi. Penghilangan musilase ini sangat penting karena adanya lendir dapat menghambat proses pengeringan biji kopi, debu mudah menempel sehingga akan menyulitkan penanganan. Selain itu, jika lendir tidak dihilangkan maka bakteri pembusuk berpotensi tumbuh pada biji kopi selama penanganan dan penyimpanan. Hal tersebut terjadi karena musilase mengandung 30% pektin, 30% gula reduksi, 20% gula non reduksi, 17% abu dan serat (Bressani, 2005) yang merupakan substrat baik untuk pertumbuhan mikrobia.

Pada awal fermentasi, enzim alami yang terdapat pada buah kopi akan memecah musilase, dan selanjutnya yeast dan bakteri akan lebih dominan (Anonim, 2005). Lama fermentasi akan berbeda di setiap daerah tergantung kepada iklim dan cuaca, dan kondisi buah kopi. Pada dataran rendah fermentasi akan berlangsung cepat, sedangkan pada dataran tinggi fermentasi berlangsung lebih lama dengan rerata 48 jam. Menurut Rose (1982) mikrobia yang berperan selama fermentasi biji kopi antara lain : bakteri asam laktat (*Leuconostoc* dan *Lactobacillus*), *Aerobacter*, *Eschericia coli*, *Bacillus* (bersifat pektinolitik). Selain itu, golongan *Enterobacteriaceae* ditemukan pada fermentasi biji kopi di Kongo Afrika yang diidentifikasi lebih lanjut adalah *Erwinia dissolvens* dan *Erwinia atroseptica*. Yeast juga ditemukan selama fermentasi, tetapi kurang begitu berperan dalam fermentasi, sedangkan jamur yang ditemukan selama fermentasi adalah *Aspergillus*, *Fusarium*

dan *Penicillium*. Sementara, enzim yang dihasilkan jamur tersebut diketahui mempercepat pemecahan lendir. Fermentasi biji kopi melibatkan mikrobia yang berasal dari lingkungan sekitar yang mungkin tidak mempunyai peran khusus. Adanya senyawa pektin dalam lendir menjadi dasar hipotesa bahwa hanya mikrobia yang bersifat pektinolitik yang berperan utama dalam menghilangkan senyawa lendir.

Bakteri yang bersifat pektinolitik adalah *Bacillus*, *Erwinia*, *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Fusarium* (Rose,1982). Anggota genus *Erwinia* dicurigai merupakan bakteri yang mampu menghasilkan enzim pektinolitik ekstraseluler. Genus *Erwinia* merupakan anggota keluarga *Enterobacteriaceae* yang terdiri atas 15 spesies dan merupakan bakteri patogen bagi tanaman karena dapat menyebabkan pelunakan jaringan buah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis mikrobia yang berperan selama fermentasi biji kopi arabika.

METODA PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan yaitu : 1) kopi gelondong Arabika segar diambil dari kebun kopi PTP XXVI Jember, 2) media untuk analisis mikrobiologi yaitu PCA, MRS, MEA, PDA (media untuk menyimpan isolat jamur), 3) media untuk identifikasi jamur yaitu CYA, G25N, CY20S, 4) media untuk identifikasi yeast yaitu Gorodkova Agar, PDA, GPY agar, GPY broth, 5) bahan kimia untuk uji fisiologi dan biokimia mikrobia antara lain: H₂O₂, pepton, yeast ekstrak, arabinosa, Tween 80, KH₂PO₄, Tri Amonium sitrat, MgSO₄ 7H₂O, 6) gula : glukosa, galaktosa, sukrosa, laktosa, melibiosa, raffinosa, maltosa, dan cellobiosa, 7) ATB 32 KIT yang terdiri atas 32 senyawa kimia,

8) bahan untuk pengecatan gram : yaitu cat gram A, B, C, dan D, pengecatan kapsula dan pengecatan spora, dan 9) bahan penunjang : akuades steril, juice tomat (bahan tambahan untuk media MRS agar), asam laktat 20%, dan oksitetrasiklin (bahan untuk media MEA).

Alat utama yang digunakan yaitu inkubator, autoclave, oven, refrigerator, water bath, quebec colony counter, mikroskop, pH meter, neraca analitik, erlenmeyer, dan peralatan gelas.

Tahap Penelitian

Fermentasi biji kopi

Buah kopi yang akan digunakan terlebih dahulu diseleksi. Buah yang akan difermentasi hanya buah yang cukup masak dengan warna merah merata, besarnya seragam. Buah tersebut lalu dikupas dengan alat pengupas buah kopi selanjutnya dimasukkan dalam ember dan ditambah air kurang lebih 2/3 volume kopi. Mulai jam ke 0 hingga 24 (setiap 4 jam sekali) dilakukan pengambilan sampel berupa cairan fermentasi kemudian dianalisis mikrobiologi.

Pengamatan Mikrobiologi

Sampel berupa biji dan cairan fermentasinya digojog selama beberapa menit kemudian dari sampel tersebut diambil 1 ml cairan fermentasi diencerkan dengan metode pengenceran kelipatan sepuluh. Kemudian diinokulasikan pada media PCA, MRS dan MEA dengan metode *spread plate* (tabur). Selanjutnya diinkubasi pada suhu 30⁰ C dengan waktu yang berbeda. Inkubasi pada media PCA memerlukan waktu 24-48 jam, untuk media MRS dan MEA memerlukan waktu 3-5 hari. Sel yang tumbuh pada media PCA adalah bakteri umum dan sel yang tumbuh pada media MRS adalah bakteri asam laktat, sedangkan sel yang tumbuh pada media MEA adalah yeast dan jamur. Setiap tipe koloni (pengamatan bentuk dan warna koloni) diambil dan dimurnikan dengan metode *streak plate*.

Biakan murni di tanam pada agar miring dengan media yang sama setelah tumbuh disimpan pada suhu 4⁰ C. Untuk bakteri setiap 14 hari sekali dimudahkan untuk selanjutnya dilakukan identifikasi.

Metoda Analisis

Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan menurut Harrison (1981), pengamatan visual meliputi warna dan bentuk koloni (**Gambar 1**). Selanjutnya koloni yang berbeda warna dan bentuk koloni diisolasi untuk pengujian lebih lanjut. Masing-masing koloni tersebut diambil 3 ulangan. Pengujian untuk identifikasi bakteri meliputi: pengecatan gram, OF test, uji katalase, pengecatan spora, dan uji oksidase (**Gambar 2**). Pengujian fisiologi dan biokimia bakteri asam laktat meliputi : uji homo-heterofermentasi, uji untuk genus *Leuconostoc* meliputi : uji pembentukan dekstran dari sukrosa, uji pertumbuhan pada pH 4,8, uji pertumbuhan pada 3% NaCl, uji pembentukan asam dari arabinosa

Identifikasi Khamir

Identifikasi khamir meliputi: pengamatan bentuk spora khamir, pembentukan pseudomiselia metode *slide culture*, uji fermentasi, uji pertumbuhan yeast pada berbagai macam senyawa (ATB 32C Kit yaitu suatu perangkat uji yeast yang terdiri dari 31 macam senyawa). Pengujian tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi khamir sampai tingkat spesies. Dari isolat yang di dapat hanya diambil 3 isolat saja yang pertumbuhannya dominan.

Identifikasi Jamur

Identifikasi jamur dilakukan menurut Klich dan Pitt (1988) untuk genus *Aspergillus*, Pitt (1988) untuk genus *Penicillium* sedangkan untuk genus lain menurut Pitt dan Hocking (1985) serta Samson (1984).

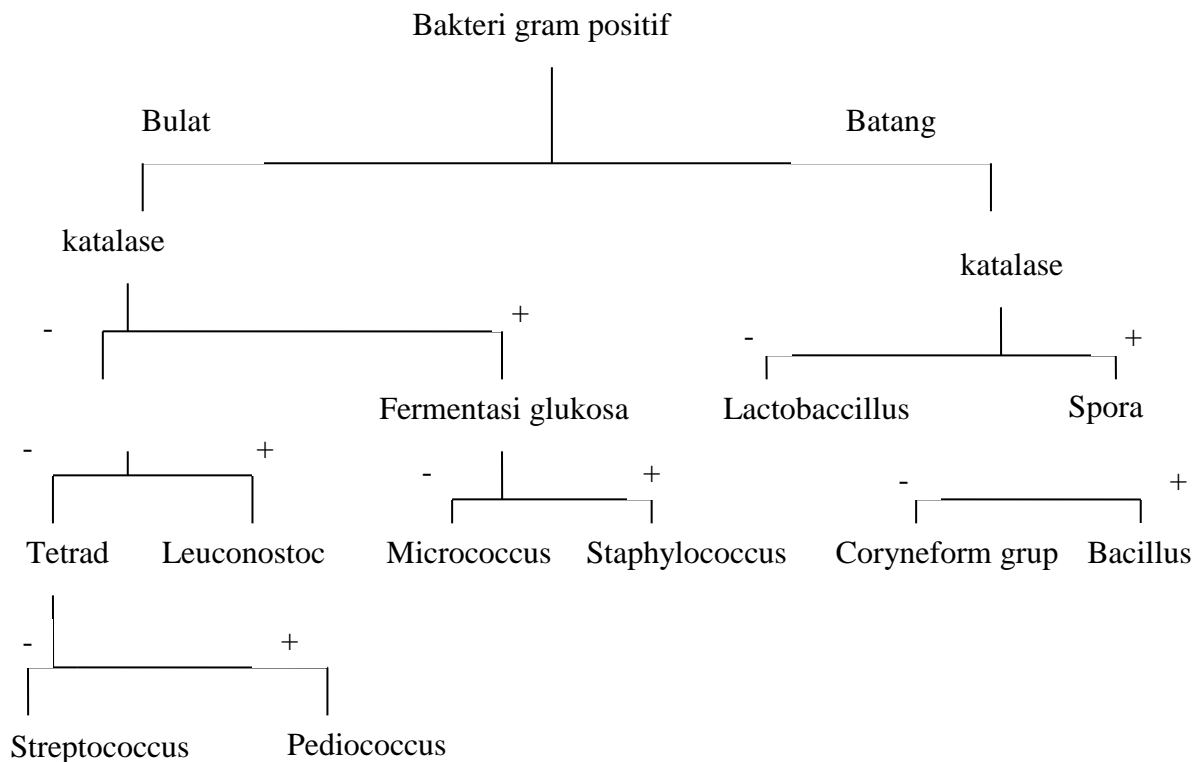
Secara umum prosedur pengujian masing-masing genus adalah sebagai berikut :

Aspergillus sp. Media yang dipergunakan adalah CYA, MEA dan CY20S , semi solid steril (0,2% agar + 0,05% Tween 80). Spora dari isolat murni dilarutkan dalam larutan semi solid diaduk dengan menggunakan tusuk sate steril kemudian diinokulasikan ke dalam 3 macam media. Tiap-tiap petridish diberi 3 tusukan untuk media CYA dan MEA sedangkan untuk media CYA dan CY20 S diberi 2 tusukan untuk masing-masing isolat 1 dan isolat 2. Kemudian diinkubasi pada suhu 25⁰ C (MEA, CYA dan CY20S) dan

suhu 37⁰ C selama 7 hari. Pengamatan mikroskopis meliputi diameter koloni, warna konidia, warna miselia, eksudate, soluble pigment, reverse. Sedangkan pengamatan mikroskopis meliputi bentuk, panjang, lebar dan tekstur serta warna dari stipe, vesikle, metula, phialida, konidia, askospora dan asci.

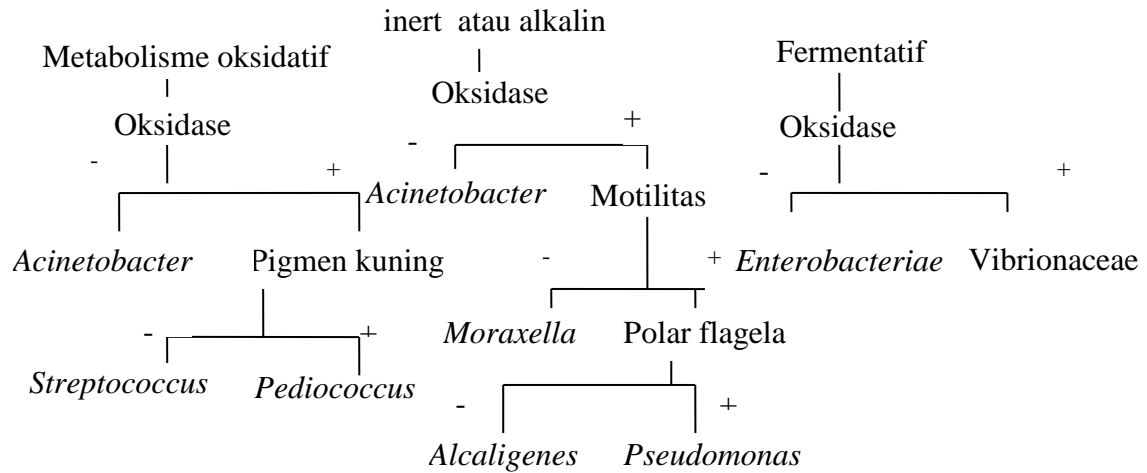
Penicillium sp. Identifikasi untuk *Penicillium* sp dilakukan dengan cara yang sama seperti pada *Aspergillus* sp hanya media CY20S diganti dengan G25N dan ditambah satu media CYA suhu 5⁰ C.

Genera lain. Identifikasi untuk genera lain dilakukan sama seperti pada *Aspergillus sp.*



Gambar 1. Bagan identifikasi bakteri gram positif melalui uji oksidasi (Harrison, 1981)

Bakteri gram positif



Gambar 2. Bagan identifikasi bakteri gram positif (Harrison, 1981)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri Teridentifikasi

Hasil identifikasi bakteri selama fermentasi buah kopi menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan yaitu *Bacillus*, *Moraxella*, *Acinetobacter* dan 2 genus dari golongan *Enterobacteriaceae* (Tabel 1 dan Tabel 2). Bakteri ini dapat berasal dari air dan buah kopi. *Bacillus sp* bersifat gram positif dan tergolong dalam bakteri pektinolitik, yaitu bakteri yang dapat memecah senyawa pektin. Melalui fermentasi biji kopi, lapisan lendir yang mengandung pektin pada biji kopi dapat dihilangkan sehingga keberadaan bakteri pemecah pektin sangat penting.

Hasil identifikasi berdasarkan perbedaan warna dan bentuk koloni ditemukan dua jenis bakteri golongan *Enterobacteriaceae*. Grup bakteri yang pertama berwarna merah dan berbentuk *rhizoid*, sedangkan yang kedua berwarna putih dan berbentuk *curled*. Dalam

Enterobacteriaceae terdapat 12 genus, yaitu *Escherichia*, *Edwarshiella*, *Citrobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Erwinia*, *Serratia*, *Proteus* dan *Yersinia*. Selain itu ditemukan pula *Moraxella*, yaitu bakteri berbentuk batang mendekati kokus, berpasangan, atau berantai pendek, tidak membentuk spora, oksidasi positif, katalase positif, tidak menggunakan karbohidrat, sumber C dan energi didapatkan dari metabolisme asam organik, alkohol dan asam amino. Bakteri ini mampu menggunakan asam organik dan alkohol hasil metabolisme bakteri asam laktat.

Bakteri lainnya yang ditemukan selama fermentasi biji kopi adalah *Acinetobacter*. Bakteri ini berbentuk batang, bersifat gram negatif, berpasangan atau membentuk rantai pendek, tidak berspora, katalase positif, oksidase negatif, metabolisme oksidatif, menggunakan senyawa sumber C dan energi, bersifat aerob.

Tabel 1. Hasil identifikasi bakteri pada fermentasi biji kopi arabika (ulangan I)

Isolat	Warna koloni	Bentuk koloni	Gram	Bentuk Sel	Katalase	Spora	o/F	Oksidase	Motilitas	Hasil Identifikasi
AC1.1	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
AC1.2	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
AC1.3	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
AC1.4	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
AC2.1	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
AC2.2	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
AC2.3	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
AC2.4	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
AC3.1	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
AC3.2	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
AC3.3	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
AC3.4	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
AC4.1	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
AC4.2	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
AC4.3	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
AC4.4	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
AC5.1	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
AC5.2	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
AC5.3	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
AC5.4	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae

Tabel 2. Hasil identifikasi bakteri pada fermentasi biji kopi arabika (ulangan II)

Isolat	Warna koloni	Bentuk koloni	Gram	Bentuk Sel	Katalase	Spora	o/F	Oksidase	Motilitas	Hasil Identifikasi
BC1.1	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
BC1.2	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
BC1.3	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
BC1.4	Putih	Irreg.	+	Batang	+	+				Bacillus sp
BC2.1	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
BC2.2	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
BC2.3	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
BC2.4	Putih	Sirk.	-	Batang	+		-	+	-	Moraxella
BC3.1	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
BC3.2	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
BC3.3	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
BC3.4	Putih	Sirk.	-	Batang	+		0	-		Acinetobacter
BC4.1	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
BC4.2	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
BC4.3	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
BC4.4	Merah	Rhizoid	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
BC5.1	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
BC5.2	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
BC5.3	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae
BC5.4	Putih	Cur.	-	Batang	+		F	-		Enterobacteriaceae

Keterangan : *Circ.* = *Circular*; *Cur.* = *Curled*; *Rhiz.* = *Rhizoid*; *Irreg.* = *Irregular*

Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat merupakan kelompok species bakteri yang mempunyai kemampuan untuk membentuk asam laktat dari metabolisme karbohidrat dan tumbuh pada lingkungan pH yang rendah. Hasil identifikasi bakteri asam laktat menunjukkan bahwa jenis yang tumbuh selama fermentasi biji kopi adalah *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus* (Tabel 3 dan 4). *Lactobacillus* merupakan bakteri

berbentuk batang, gram positif, katalase negatif, tidak motil dan tidak membentuk spora, serta menghambat mikrobia lain yang berada di lingkungan tersebut. Selama fermentasi biji kopi ditemukan *Lactobacillus* yang bersifat homofermentatif dan heterofermentatif. Menurut Sneath *et al* (1986) berdasar hasil metabolismenya, *Lactobacillus* terdiri atas bakteri yang bersifat homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri ini termasuk

grup asidurik dan asidofilik dan pertumbuhannya menghasilkan asam sehingga dapat menurunkan pH lingkungan fermentasi.

Leuconostoc mesenteroides mengawali pertumbuhan bakteri asam laktat. *Leuconostoc mesenteroides* dalam Bergeys Manual Systematic Bacteriology (Sneath *et al.*, 1986) adalah bakteri berbentuk bulat, terdapat secara berpasangan atau membentuk seperti rantai. Bakteri tersebut bersifat gram positif, katalase negatif, tidak motil, tidak membentuk spora, bersifat fakultatif anaerob. Bakteri ini

membutuhkan media dengan faktor tumbuh yang kompleks. Pertumbuhan bakteri ini dipengaruhi oleh ketersediaan karbohidrat yang dapat difermentasi sebagai sumber energi dalam metabolismenya. Bakteri ini tergolong sebagai bakteri heterofermentatif. Species ini menggunakan jalur fosfoketolase untuk metabolisme karbohidrat sehingga hasil akhirnya berupa CO₂, laktat, asetat, atau etanol. Terbentuknya gas CO₂ akan membuat kondisi menjadi anaerob sehingga bakteri lain yang bersifat aerob akan terhambat pertumbuhannya.

Tabel 3. Hasil identifikasi bakteri asam laktat dari ulangan I dan II

Isolat	Warna Koloni	Gram	Bentuk Sel	Katalase	Homo/Hetero fermentasi	Hasil Identifikasi
AR1.1	Putih	+	Bulat	-	Heterofermentasi	Leuconostoc
AR1.2	Putih	+	Bulat	-	Heterofermentasi	Leuconostoc
AR1.3	Putih	+	Bulat	-	Heterofermentasi	Leuconostoc
AR2.1	Krem	+	Batang	-	Heterofermentasi	Lactobacillus
AR2.2	Krem	+	Batang	-	Heterofermentasi	Lactobacillus
AR2.3	Krem	+	Batang	-	Heterofermentasi	Lactobacillus
AR3.1	Putih Keruh	+	Batang	-	Homofermentasi	Lactobacillus
AR3.2	Putih Keruh	+	Batang	-	Homofermentasi	Lactobacillus
AR3.3	Putih Keruh	+	Batang	-	Homofermentasi	Lactobacillus
BR1.1	Krem	+	Batang	-	Heterofermentasi	Lactobacillus
BR1.2	Krem	+	Batang	-	Heterofermentasi	Lactobacillus
BR1.3	Krem	+	Batang	-	Heterofermentasi	Lactobacillus
BR2.1	Putih Keruh	+	Batang	-	Homofermentasi	Lactobacillus
BR2.2	Putih Keruh	+	Batang	-	Homofermentasi	Lactobacillus
BR2.3	Putih Keruh	+	Batang	-	Homofermentasi	Lactobacillus
BR3.1	Putih	+	Bulat	-	Heterofermentasi	Leuconostoc
BR3.2	Putih	+	Bulat	-	Heterofermentasi	Leuconostoc
BR3.3	Putih	+	Bulat	-	Heterofermentasi	Leuconostoc

A = ulangan I (pertama)

B = ulangan II (kedua)

Tabel 4. Hasil identifikasi lanjut genus leuconostoc

Isolat	Gas	Asam	Dekstran dr sukrosa	pH 4,2	37° C	32% NaCl	Arabinosa	Species
AR1.1	+	+	+	-	+	+	+	L. mesenteroides
AR1.2	+	+	+	-	+	+	+	L. mesenteroides
AR1.3	+	+	+	-	+	+	+	L. mesenteroides
BR3.1	+	+	+	-	+	+	+	L. mesenteroides
BR3.2	+	+	+	-	+	+	+	L. mesenteroides
BR3.3	+	+	+	-	+	+	+	L. mesenteroides

Khamir

Hasil identifikasi khamir menunjukkan bahwa jenis khamir yang ditemukan selama fermentasi biji kopi adalah *Zygoascus helenicus*, *Candida halonitratophila* dan *Torulasporea delbreuckii* (Tabel 5). Ketiga khamir tersebut mampu memfermentasi glukosa dan menghasilkan etanol. Proses metabolisme pada khamir merupakan serangkaian reaksi

yang bersifat merombak bahan tertentu dan menghasilkan energi serta serangkaian reaksi lain yang bersifat mensintesis senyawa tertentu. Adanya pertumbuhan bakteri asam laktat menyebabkan kondisi lingkungan menjadi anaerob atau mikroaerofil. Kondisi ini dapat menghambat pertumbuhan khamir, namun proses fermentasi menjadi lebih aktif (Sudarmadji,1989).

Tabel 5. Hasil identifikasi khamir isolat

Karakteristik	Isolat 1	Isolat 2	Isolat 3
Bentuk Sel	Lonjong	Lonjong	Bulat
Spora	-	-	+
Pseudohyphae	+	-	-
Fermentasi			
D-glukosa	+	+	+
D-galaktosa	-	-	+
Maltosa	-	-	-
Sukrosa	-	-	+
Melibiosa	-	-	-
Laktosa	-	-	-
Cellobiosa	-	-	-
Raffinosa	-	-	-
Pertumbuhan pada :			
D-galaktosa	+	-	+
L-sorbosa	+	-	-
D-glukosamin	+	-	+
D-ribosa	-	-	-
D-xylosa	+	-	-
L-arabinosa	+	-	-
L-rhamnosa	+	-	-
Sukrosa	+	-	+
Maltosa	+	-	+
□-□-threhalosa	+	-	+
Me-□-D-glukosida	-	-	+
Cellobiosa	+	+	-
Melibiosa	-	-	-
Laktosa	-	-	-
Raffinosa	+	-	+
Melezitosa	-	-	+
Gliserol	+	-	+
Erythritol	-	-	-
D-mannitol	+	-	+
Myo-inositol	+	-	-
2-keto-d-glukonat	-	+	+
D-glukonat	+	+	+
D-glukoronat	-	-	-
DL-laktat	-	-	-
0,01% cycloheximide	+	+	-
Pertumbuhan pada			
Suhu 25 ⁰ C	+	+	+
Suhu 30 ⁰ C	+	+	+
Suhu 37 ⁰ C	+	-	-
Hasil Identifikasi	<i>Zygoascus helenicus</i>	<i>Candida alonitratophila</i>	<i>Torulasporea delbreuckii</i>

Keterangan : + = khamir tumbuh ; - = khamir tidak tumbuh

Jamur

Jamur yang ditemukan selama fermentasi biji kopi adalah *Penicillium janthinellum*, *P. citrinum*, *Aspergillus niger var niger*, *Verticillium terrestre*, *Verticillium glaucum* dan *Acremonium vitis* (Tabel 6, 7, dan 8). Diantara jamur tersebut, terdapat jamur yang mempunyai

kemampuan memecah senyawa pektin, yaitu *Penicillium* sp dan *Aspergillus* sp. Sayangnya, kondisi fermentasi yang anaerob tidak mendukung aktivitas jamur yang bersifat aerob. Oleh karena itu, kemungkinan besar jamur tersebut hanya sebagai kontaminan saja dan tidak punya peranan dalam fermentasi biji kopi.

Tabel 6. Hasil identifikasi jamur *Penicillium* sp

Karakteristik	Isolat 1	Isolat 2
I. Makroskopis		
A. Pertumbuhan pada CYA		
1. Diameter koloni (mm)	35-40	28-30
2. Warna konidia	HjAb	Ab
3. Warna miselia	Pt	Pt
4. Eksudate	+	Kn
5. Soluble pigment	-	-
6. Reverse	KnMd	KnMd
B. Pertumbuhan pada MEA		
1. Diameter koloni (mm)	32-36	25-30
2. Warna konidia	HjAb	Ab
3. Warna miselia	Pt	Pt
4. Eksudate	-	-
5. Soluble pigment	-	-
6. Reverse	KnMd	Kn
C. Pertumbuhan pada G25N		
1. Diameter koloni (mm)	15-18	15-17
2. Warna konidia	HjAb	Ab
3. Warna miselia	Pt	Pt
4. Eksudate	-	-
5. Soluble pigment	-	-
6. Reverse	KnMd	Kn
D. Pertumbuhan pada 37° C (CYA) mm	10-20	6-8
E. Perkecambahn pada 5° C	-	-
II. Pengamatan mikroskopis		
1. Tipe cabang konidiofor	Bivert	Bivert
2. Panjang stipa (µm)	>60	150
3. Ukuran metula (µm)	13x3	12-13
4. Bentuk konidia	B	B
5. Ukuran konidia (µm)	2	2
	<i>P.janthinellum</i>	<i>P.citrinum</i>

Tabel 7. Hasil identifikasi genus *Aspergillus* sp

Karakteristik	Isolat 3
I. Makroskopis	
A. Pertumbuhan pada CYA	
1. Diameter koloni (mm)	60-80
2. Warna konidia	Ht
3. Warna miselia	Pt
4. Eksudate	-
5. Soluble pigment	-
6. Reverse	Kn
B. Pertumbuhan pada MEA	
1. Diameter koloni (mm)	60-70
2. Warna konidia	Ht
3. Warna miselia	Pt
4. Eksudate	-
5. Soluble pigment	-
6. Reverse	-
C. Pertumbuhan pada CY20S	
1. Diameter koloni (mm)	60-70
2. Warna konidia	Ht
3. Warna miselia	Pt
4. Eksudate	-
5. Soluble pigment	-
6. Reverse	Kn
D. Pertumbuhan pada 37° C (CYA) mm	
	-
II. Pengamatan mikroskopis	
1. Bentuk kepala konidia	Rad
2. Panjang stipa (µm)	150x24
3. Bentuk vesikel	B
4. Ukuran vesikel (µm)	35
5. Fialida bi/uni	Bi
6. Ukuran metula (µm)	10x3
7. Ukuran fialida	6x3
8. Bentuk konidia	SP
9. Ukuran konidia (µm)	4-5
<i>Aspergillus niger var niger</i>	

Tabel 8. Hasil identifikasi jamur genera *Verticillium sp* dan *Acremonium vitis*

Karakteristik	Isolat 1	Isolat 2	Isolat 3
I. Makroskopis			
1. Diameter koloni	30-50	35-50	50-55
2. Warna miselia	Pt	Hj	Pt
3. Warna konidia	Cl	Cl	Cr
II. Mikroskopis			
1. Bentuk konidia	B	B	E
2. Ukuran konidia	4x4	3	3x5
3. Konidiofor bercabang	+	-	+
4. Konidiofor berseptata	+	+	-
Hasil Identifikasi	<i>V. terrestre</i>	<i>V. glaucum</i>	<i>Acremonium vitis</i>

Keterangan : Kn = kuning; Ab = abu-abu; Mr = merah; Em = emas; TB = tidak berwarna; Mn = menyala; Pt = putih ; Md = muda; Ol = olive; Pi = pink; Or = oranye; Hj = hijau; Pd = pudar; Gl = gelap ; Br = biru; Ht = hitam ; Ug = ungu; Cr = cerah; Bivert = biverticilate ; B =bulat ; E = ellipsis; - = tidak ada; Sb = sub bulat.

KESIMPULAN

Mikrobia yang ditemukan pada fermentasi kopi arabika adalah kelompok bakteri *Bacillus sp*, *Moraxella*, *Acinetobacter* dan 2 genus dari kelompok *Enterobacteriaceae*, bakteri asam laktat, khamir, dan jamur. Bakteri asam laktat yang teridentifikasi yaitu *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus*. Jenis khamir yang ditemukan adalah *Zygoascus hellenicus*, *Candida halonitratophila* dan *Torulaspora delbrueckii*. Sementara, jamur yang ditemukan selama fermentasi kopi yaitu *Penicillium citrinum*, *P. janthinellum*, *Aspergillus niger*, *Acreomium vitis*, *Verticillium glaucum*, dan *V. terrestre*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2005). *Coffee*. http://www.batianpeakcoffee.com/coffee_101.html . 7 Oktober 2005
- Bressani R (2005). *Coffea arabica*. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afri/Data/540.htm>. tanggal akses 7 Oktober 2005
- Harrison MA, Melton CC and Draughon FA (1981). Bacterial Flora of Ground Beef and Soy Extended Ground Beef During Storage. *J. Food Sci.* . 46: 1088-1092.
- Klich MA dan Pitt JI (1988). *A Laboratory Guide to Common Aspergillus species and their Telemorph CSIS AIRO Division of Food Processing*. North Ryde. New South Wales
- Pitt JI (1988). *A Laboratory Guide to Common Pennicillium species*. CSIRO Division of Food Process. North Ryde, New South Wales
- Pitt JI dan Hocking AD (1985). *Fungi and Food Spoilage*. Academic Press. Sydney.
- Rose AH (1982). *Fermented Food (Economic Microbiology)*. Vol.7 Academic Press Inc. London.
- Sneath PHA (1986). *Bergeys Annual of Systematic Bacteriology*. Vol.2. William and Wilkin. Baltimore.
- Sudarmadji S (1989). *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.