

## Mutu dan Citarasa Kopi Arabika Hasil Beberapa Perlakuan Fermentasi: Suhu, Jenis Wadah, dan Penambahan Agens Fermentasi

### *Quality and Flavor Profiles of Arabica Coffee Processed by Some Fermentation Treatments: Temperature, Containers, and Fermentation Agents Addition*

Yusianto<sup>1\*)</sup> dan Sukrisno Widyotomo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia

<sup>\*)</sup>Alamat penulis (*corresponding author*): otnaisuy@yahoo.com

Naskah diterima (*received*) 28 Januari 2013, disetujui (*accepted*) 28 Februari 2013

#### Abstrak

Fermentasi merupakan tahap pengolahan kopi secara basah. Mikroorganisme secara alamiah sudah ada di permukaan buah kopi. Penambahan kultur mikroorganisme pada fermentasi kopi akan mengubah keseimbangan populasi mikroorganisme. Di antara jenis mikroorganisme yang aman bagi kesehatan manusia adalah yang terdapat dalam ragi tape, tempe, dan susu fermentasi. Rekayasa dan pengujian mesin fermentor berpendinginan suhu telah dilakukan sebelumnya. Faktor yang diterapkan untuk pengujian adalah jenis wadah fermentasi, jenis inokulan mikroorganisme, suhu fermentasi, dan waktu fermentasi. Jenis wadah fermentasi adalah mesin fermentor dan karung plastik. Jenis agens biologi sebagai inokulan adalah kopi luwak segar, ragi tape, ragi tempe, dan susu fermentasi. Perlakuan suhu fermentasi adalah suhu lingkungan, 30°C, 35°C, 40°C. Perlakuan waktu fermentasi adalah 6 jam, 12 jam, dan 18 jam. Jumlah ulangan setiap kombinasi perlakuan adalah tiga. Hasil fermentasi dicuci sampai bersih, dijemur hingga kering, kemudian di-*huller* untuk memperoleh kopi beras. Sebagai kontrol adalah kopi olah basah, kopi luwak liar dan kopi luwak kandang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi suhu 40°C dalam mesin fermentor menyebabkan kadar cacat "biji coklat" paling tinggi. Jenis inokulan fermentasi berpengaruh nyata terhadap sebaran ukuran kopi beras, dan suhu fermentasi. Perlakuan suhu fermentasi berpengaruh terhadap densitas kamba dan sebaran ukuran biji kopi. Fermentasi kopi Arabika dalam karung plastik dengan suhu lingkungan menghasilkan mutu citarasa paling baik. Bakteri susu fermentasi (*Lactobacillus* sp.) dan "kopi luwak segar" sebagai inokulan fermentasi kopi Arabika menghasilkan citarasa baik sekali. Fermentasi kopi Arabika selama 12 jam menghasilkan citarasa lebih baik daripada selama 6 jam dan 18 jam.

**Kata kunci:** Kopi Arabika, fermentasi, citarasa, agens fermentasi

#### Abstract

*Coffee fermentation is a step of wet processing. In fact, some microorganisms naturally exist on the surface of coffee cherry. Using a starter culture of microorganisms may change equilibrium of microorganism population. Among some safe fermentation agents are present in "ragi tape" (yeast), "ragi tempe", and fermented milk. A fermentor machine equipped with heating-control and stirrer had*

*been designed, and tested before. Some treatments investigated were fermentation containers (fermentor machine and plastic sacks); fermentation agents (fresh cage-luwak-coffee, "ragi tape", "ragi tempe", and fermented milk); temperature of fermentation (room, 30°C, 35°C, and 40°C); and duration of fermentation (6, 12, and 18 hours). The experiment were replicated three times. Wet-coffee parchments were washed and sundried until moisture content reached 12%. The dried parchment was hulled and examined for the bean quality and flavors. The experiment indicated that 40°C fermentation in fermentor machine resulted in higher content of "full sour defect". Fermentation agents significantly influenced bean size. Temperature treatment significantly influenced bulk density and bean size. The best flavor profile was obtained from fermentation in plastic sack at ambient temperature. Bacteria of fermented milk and "fresh luwak coffee" as fermentation agents resulted up to excellent flavor. Twelve hours fermentation produced best flavor of Arabica coffee compared to 6 and 18 hours.*

**Key words:** *Arabica coffee, fermentation, flavour, fermentation agents*

## PENDAHULUAN

Pengolahan kopi secara basah sering mengikutkan proses fermentasi sebagai salah satu tahap. Tujuan utama dari fermentasi kopi adalah untuk menguraikan lendir (*mucilage*) yang menempel pada kulit tanduk kopi sehingga mudah bersih saat dicuci. Fermentasi kopi, meskipun berdampak pada peningkatan citarasa, sebenarnya tidak mutlak diperlukan untuk menimbulkan citarasa. Tetapi tidak dapat dikatakan bahwa fermentasi sama sekali tidak berpengaruh terhadap citarasa. Fermentasi berpengaruh baik pada citarasa (*flavour*), walaupun citarasa kopi tanpa fermentasi yang dicuci bersih hampir sebanding dengan citarasa kopi yang difermentasi sebelum dicuci bersih. Di lain pihak, fermentasi yang tidak baik juga dapat merusak citarasa kopi. Mikroorganisme sebenarnya secara alamiah sudah ada di permukaan buah kopi, dan jumlahnya meningkat cepat pada saat buah kopi masak. Mikroorganisme residen ini menjadi aktif setelah pemanenan, sehingga proses fermentasi dapat segera terjadi (FAO, 2004).

Kondisi terpenting dari fermentasi adalah suhu dan lamanya fermentasi. Suhu fermentasi kopi tidak berasal dari dalam, tetapi sangat tergantung pada kondisi lingkungannya. Lama waktu fermentasi sangat ditentukan oleh tahap pengolahan berikutnya, seperti perendaman dan pengeringan. Kopi Robusta umumnya membutuhkan waktu fermentasi minimum satu hari lebih lama daripada kopi Arabika. Waktu untuk menguraikan lendir bervariasi antara 48 - 72 jam tergantung pada suhu dan ketebalan lendir kulit tanduk kopi (FAO, 2004). Fermentasi kopi yang dilakukan petani biasanya menggunakan wadah karung plastik, bak plastik, atau bak semen. Di beberapa tempat di Afrika menggunakan wadah ban bekas, kaleng susu, kotak kayu, karung plastik, dan drum plastik (Gitonga, 2004).

Sebagian besar mikroorganisme fermentasi kopi berasal dari kulit buah, lendir, dan kulit tanduk kopi. Lendir segar memiliki pH sekitar 6,5 selama fermentasi dan akan turun drastis sampai 4,1 - 4,3. Umumnya, yang berperan dalam fermentasi ini adalah campuran khamir (*yeast*) dan bakteri.

Penggunaan kultur mikroorganisme disarankan untuk memperbaiki mutu fisik dan citarasa kopi Arabika (Suarez-Quiroz *et al.*, 2008). Penambahan kultur mikroorganisme pada fermentasi kopi akan mengubah keseimbangan populasi mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi, sehingga proses dan hasil fermentasi akan juga berubah. Di antara jenis inokulan yang aman bagi kesehatan manusia dan umum digunakan adalah ragi tape, ragi tempe, dan susu fermentasi (yoghurt).

Penggunaan kopi luwak segar sebagai sumber kultur mikroorganisme diperkirakan akan sangat baik karena masih mengandung mikroorganisme dan enzim dari perut luwak. Kopi berkulit tanduk ditelan hewan luwak (*Paradoxorus hermaphroditus*), kemudian mengalami proses "fermentasi" dalam perut luwak sampai akhirnya dikeluarkan dalam bentuk "kotoran" luwak dengan kondisi biji kopi berkulit tanduk masih utuh. Selama melewati lorong pencernaan, terjadi proses "fermentasi" dengan bantuan mikroba, enzim, kelembaban, dan suhu dalam perut luwak.

Ragi adalah suatu inokulum atau *starter* untuk melakukan fermentasi dalam pembuatan produk tertentu. Ragi tape umumnya dibuat dari tepung beras, yang dijadikan adonan ditambah ramuan-ramuan tertentu dan digunakan untuk membuat arak, tape ketan, tape ketela (peuyeum), dan brem (Beuchat, 1987; Tjitrosomo, 1987; Winarno, 1984). Mikroba yang terdapat di dalam ragi tape adalah dari jenis bakteri, kapang dan khamir.

Inokulum pembuatan tempe (ragi tempe) biasanya mengandung kapang *Rhizopus oligosporus* atau *Rhizopus oryzae* (Sukardi *et al.*, 2008). Ragi tempe dapat menghasilkan citarasa alkoholis maupun asam pada tempe yang dihasilkan, karena kemampuan kapang dalam menghasilkan alkohol dan asam laktat (Sukardi *et al.*,

2008; Pratama *et al.*, 2013).

Fermentasi dengan bakteri asam laktat telah umum diterapkan, terutama untuk pengawetan makanan, karena paling sederhana dan aman. Penggunaan bakteri asam laktat sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan jamur golongan *Aspergillus* dan *Penicillium* spp. yang terisolasi dari biji kopi (Waters *et al.*, 2012).

Peranan mikroorganisme pada cacat citarasa kopi hasil olah basah masih diperdebatkan. Pada proses konvensional, fermentasi dilakukan dalam air untuk mencegah tumbuhnya jamur. Seringkali penguraian lendir belum sempurna walaupun fermentasi lebih lama dari 72 jam. Tapi jika biji kopi difermentasi lebih lama dari 72 jam, maka biji *stinker* (fermentasi berlebih) akan muncul (Murthy & Naidu, 2011). Cacat citarasa yang sering dihubungkan dengan masalah fermentasi adalah '*fermented taste*', '*sour*', dan *stinkers*. Fermentasi dapat terjadi pada buah segar, seperti juga pada hasil pengolahan kering. Umumnya cacat rasa pada kopi hasil olah basah bukan dari tahap proses fermentasi, tetapi lebih sering dari tahap proses lainnya (FAO, 2004).

Cacat *fermented* adalah seperti *fruity aldehyde*. Cacat *sour* adalah seperti bawang merah (*onion*), sedangkan cacat *stinker* (busuk) adalah cacat yang sangat kuat, satu biji *stinker* dapat berpengaruh pada beberapa kilogram biji kopi bagus. Biji *stinker* ditengarai hasil sintesis bakteri *Bacillus brevis*. Komponen kimia dari cacat *stinker* merupakan turunan ester-ester dari asam *methylbutanoat*, asam *cyclohexanoat* dan senyawa organik yang mengandung belerang (Sulfur, S). Cacat *earthy* dan *mouldy* ditengarai adalah senyawa *2-methyl-isoborneol* dan geosmin, yang diproduksi oleh species *Eurotium*, dan beberapa dari jamur *Actinomyces* (FAO, 2004).

Pada beberapa penghasil kopi, setelah fermentasi dan pencucian, perendaman masih dilakukan. Tahap ini sering disebut dengan fermentasi sekunder yakni, setelah pencucian, kopi berkulit tanduk direndam 1 - 2 malam (48 jam). Pengaruh utamanya adalah biji kopi lebih seragam hijau-kebiruan gelap. Perubahan warna ini terjadi karena reaksi asam klorogenat, bukan pembentukan klorofil (FAO, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan wadah, lama dan suhu fermentasi serta jenis kultur mikroorganisme terhadap mutu fisik dan citarasa kopi Arabika yang dihasilkan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan pemanfaatan mikroba sebagai inokulan fermentasi kopi dalam mesin fermentor dan karung plastik. Sebagai inokulan digunakan bahan starter mikroba yang sudah terbukti aman dikonsumsi manusia, yaitu kopi luwak segar, ragi tape, ragi tempe, dan biakan susu fermentasi. Sebagai kontrol atau pembandingan adalah cara pengolahan basah tanpa penambahan inokulum, kopi luwak liar dan kopi luwak kandang. Faktor yang diteliti adalah wadah fermentasi, suhu fermentasi, jenis starter mikrobia dan lama fermentasi. Pengamatan dilakukan terhadap sifat fisik dan organoleptik biji kopi.

Bahan penelitian ini adalah buah kopi Arabika klon Andungsari 2K segar dari Kebun Percobaan Andungsari, Bondowoso, Jawa Timur yang terletak pada ketinggian 1.300 m dpl., hasil tahun panen 2011. Kopi dipanen merah, kemudian disortasi manual untuk memisahkan buah hijau, hitam, dan cacat fisik lain. Perlakuan yang diterapkan adalah wadah

fermentasi, agens fermentasi, suhu fermentasi, dan waktu fermentasi. Wadah fermentasi yang diuji adalah mesin fermentor dan karung plastik ukuran 45 cm x 55 cm. Agens fermentasi yang diuji adalah tanpa penambahan agens, kopi luwak segar 200 g, ragi tape 200 g, ragi tempe 200 g, dan biakan susu fermentasi 1.300 mL. Suhu fermentasi (khusus dalam biofermentor) yang diuji adalah tanpa pengaturan suhu, 30°C, 35°C, dan 40°C. Waktu fermentasi yang diuji adalah 6 jam, 12 jam, dan 18 jam. Sebagai pembandingan adalah kopi olah basah biasa dan kopi luwak. Setiap unit perlakuan diulang tiga kali. Setiap satuan percobaan menggunakan 20 kg kopi hasil proses pulper basah.

Kopi berkulit tanduk hasil fermentasi dicuci sampai bersih, kemudian dijemur di atas meja pengering sampai kering (kadar air < 12 %). Kopi berkulit tanduk kering (kopi HS kering), di-*huller* untuk memperoleh kopi beras. Pengamatan kopi biji mentah dilakukan terhadap kadar air, warna, biji cacat, sebaran ukuran biji, dan densitas kamba. Pengamatan karakteristik sangrai dilakukan terhadap densitas kamba, rendemen, peningkatan volume. Penyangraian dilakukan dengan wadah sangrai tipe drum berputar. Setiap sangrai menggunakan 130 g contoh. Kopi beras yang sudah disortasi menjadi mutu I menurut SNI 01-2907-2008 (BSN, 2008) disangrai dan diuji citarasanya menurut metode *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2009a). Contoh uji disajikan bertahap berdasarkan ulangan. Panelis terdiri dari minimum tiga orang ahli citarasa kopi. Data dianalisis menggunakan program *Statistica Release 7* dengan model rancangan acak kelompok. Hasil uji citarasa beberapa perlakuan dibandingkan dengan metode *multivariate analysis*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Wadah Fermentasi Terhadap Mutu Fisik Biji

Wadah fermentasi berpengaruh nyata terhadap kandungan cacat biji warna coklat. Mesin fermentor menghasilkan biji kopi dengan kadar cacat biji warna coklat lebih tinggi karena adanya perlakuan suhu sampai 40°C. Pada penggunaan karung plastik, pengaturan suhu tidak dilakukan, sehingga

suhu fermentasi mengikuti perubahan suhu lingkungan yang berkisar antara 18° - 25°C. Biji kopi hasil fermentasi dalam karung plastik mempunyai kadar biji warna coklat lebih rendah daripada kopi yang dari mesin fermentor. Walaupun pada pengukuran warna dengan skala L, a\*, dan b\* tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antarwadah fermentasi (berdasarkan uji Duncan aras 5,0%).

Tabel 1. Pengaruh wadah fermentasi terhadap densitas kamba, kadar air, jumlah biji/10 g, dan sebaran ukuran biji kopi

Table 1. Influence of fermentation container on bulk density, moisture content, bean number/10 g, and size distribution of green coffee

Wadah fermentasi <i>Fermentation container</i>	Density kamba, g/mL <i>Bulk density, g/mL</i>	Kadar air, % <i>Moisture content, %</i>	Jumlah biji/10 g <i>Bean number/10 g</i>	Sebaran ukuran biji, % <i>Bean size distribution, %</i>			
				> 6.5 mm	6-6.5 mm	5-6 mm	< 5 mm
Mesin fermentor ( <i>Fermentor machine</i> )	0.67 a	9.57 a	62 a	63.52 a	24.85 a	11.60 a	0.02 a
Karung plastik ( <i>Plastic sacks</i> )	0.68 a	9.82 a	62 a	61.43 a	26.43 a	12.07 a	0.02 a

Keterangan (*Notes*): Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0 % (*Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5.0% level*).

Tabel 2. Pengaruh wadah fermentasi terhadap warna dan cacat biji kopi

Table 2. Influence of fermentation container on color and defect of green coffee

Wadah fermentasi <i>Fermentation container</i>	Warna ( <i>Color</i> ) <sup>1)</sup>			Kadar biji cacat, jumlah biji/100 g <i>Defect, bean number/100 g</i>			
	L	a+	b+	Biji pecah <i>Broken beans</i>	Biji bertutul <i>Spotted beans</i>	Biji coklat <i>Brown beans</i>	Biji hitam sebagian <i>Partly black beans</i>
Mesin Fermentor ( <i>Fermentor machine</i> )	29.29 a	0.46 a	19.35 a	8.02 a	90.08 a	17.69 a	1.78 a
Karung plastik ( <i>Plastic sacks</i> )	29.31 a	0.49 a	19.52 a	7.91 a	113.20 a	3.38 b	2.20 a

Keterangan (*Notes*): Minolta Chroma Meter CR 300 dengan satuan warna L\*, a\*, dan b\* (Metode CIELAB): L\* = kecerahan/kepuccatan; a\* dan b\* = koordinat Chromacity; +a\* = arah merah; -a\* = arah hijau; +b = arah kuning; -b\* = arah biru (*Minolta Chroma Meter CR 300 with color value of L\* a\* b\* or (CIELAB method): L\* = Lightness; a\* and b\* = chromacity coordinate; +a\* = red direction; -a\* = green direction; +b = Yellow direction; -b\* = Blue direction*).

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0% (*Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5.0% level*).

Ukuran dan karakteristik fisik dan citarasa biji kopi sangat tergantung pada faktor genetik, lingkungan, dan teknologi pengolahan, dan sangat penting dalam menentukan harga kopi di pasaran. Biasanya biji kopi ukuran besar memperoleh harga lebih baik daripada biji ukuran kecil. Telah dilaporkan bahwa karakteristik citarasa tergantung pada kombinasi beberapa faktor, di antaranya komposisi kimia dan karakteristik biji kopi beras. Warna adalah kriteria fisik yang sangat penting untuk menentukan mutu biji kopi. Parameter pengukuran warna berdasarkan skala  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  dapat digunakan sebagai indikator untuk memperkirakan komposisi kimia biji kopi dan citarasanya (Cavaco-Bicho *et al.*, 2008; Saath *et al.*, 2012).

Wadah fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap densitas kamba, kadar air, ukuran biji, dan biji cacat pada kopi beras, tetapi berpengaruh nyata pada kadar biji cacat berwarna coklat. Standar perdagangan atau permintaan konsumen mensyaratkan ukuran biji berdasarkan lolos tidaknya dari ukuran ayakan tertentu. Untuk kopi Arabika perinciannya ukuran besar adalah tidak lolos ayakan berdiameter 6,5 mm (*Sieve* No. 16); ukuran sedang adalah lolos ayakan diameter 6,5 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 6 mm (*Sieve* No. 15); ukuran kecil adalah lolos ayakan diameter 6 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 5 mm (*Sieve* No. 13) (BSN, 2008). Sebaran ukuran biji lebih banyak dipengaruhi oleh jenis varietas kopi yang digunakan daripada cara pengolahannya. Penelitian ini menggunakan

kopi Arabika klon AS 2K, yang menurut hasil penelitian sebelumnya lebih dari 20% ukuran biji > 6,5 mm dan seragam. Selain klon AS 2K, varietas-varietas dengan ukuran biji > 6,5 mm lebih dari 80% dan seragam adalah BP 430 A, BP 432 A, BP 509 A, P88, dan S795. BP 430 A, BP 432 A dan BP 509 A (Yusianto *et al.*, 2005). Sebaran ukuran penting, karena berhubungan dengan permintaan konsumen dan karakteristik pada industri hilir. Ukuran biji berpengaruh nyata terhadap susut sangrai (rendemen sangrai), densitas kamba kopi sangrai, pH seduhan, keasaman total dan karakteristik *body* seduhan, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar sari, densitas optik, aroma, *flavor*, dan tingkat kesukaan (Sulistiyowati *et al.*, 1996). Penggunaan karung plastik untuk fermentasi kopi Arabika ternyata menghasilkan mutu fisik biji kopi beras lebih baik daripada penggunaan mesin fermentor. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan karung plastik (fermentasi kering) juga menghasilkan citarasa lebih baik daripada penggunaan bak plastik (fermentasi basah) untuk fermentasi kopi Arabika (Yusianto *et al.*, 2012). Dengan demikian dapat disarankan bahwa fermentasi kopi untuk Arabika lebih baik menggunakan wadah karung plastik karena lebih mudah dan lebih murah.

### **Pengaruh Inokulan Terhadap Mutu Fisik Biji**

Jenis inokulan berpengaruh nyata terhadap sebaran ukuran biji tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap densitas kamba, kadar air dan jumlah biji per 10 g.

Tabel 3. Pengaruh agens fermentasi terhadap densitas kamba, kadar air, jumlah biji/10 g, dan sebaran ukuran biji

Table 3. Influence of fermentation agents on bulk density, moisture content, bean number/10 g, and size distribution of green coffee

Agens fermentasi Fermentation agent	Densitas kamba, g/mL Bulk density, g/mL	Kadar air, % Moisture content, %	Jumlah biji/10 g Bean number/10 g	Sebaran ukuran biji, % Bean size distribution, %			
				> 6.5 mm	6-6.5 mm	5-6 mm	< 5 mm
Kopi luwak segar Fresh luwak coffee	0.68 a	9.33 a	63 a	58.92 a	29.08 b	11.88 ab	0.05
Ragi tape Yeast, fermentation agent of "tapai"	0.67 a	10.25 a	61 a	71.25 b	20.38 a	8.38 a	0.00
Tanpa penambahan inokulan Without addition	0.68 a	9.28 a	64 a	56.58 a	29.58 b	13.81 b	0.00
Tempe Tempe	0.67 a	9.52 a	62 a	62.21 ab	24.25 ab	13.48 b	0.04
Susu fermentasi Fermented milk	0.67 a	10.08 a	62 a	63.42 ab	24.92 ab	11.63 ab	0.00

Keterangan (Notes): Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0 % (Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5,0% level).

Tabel 4. Pengaruh inokulan terhadap warna dan cacat biji kopi

Table 4. Influence of inoculation agent on color and defect of green coffee

Agens fermentasi Fermentation agent	Warna Color			Kadar biji cacat, jumlah biji/100 g Defect, bean number/100 g			
	L	a+	b+	Biji pecah Broken beans	Biji bertutul Spotted beans	Biji coklat Brown beans	Biji hitam sebagian Partly black beans
Kopi luwak segar Fresh luwak coffee	29.25 a	0.43 a	19.29 a	5.25 a	43.00 a	11.89 a	0.00 a
Ragi tape Yeast, fermentation agent of "tapai"	29.33 a	0.41 a	19.49 a	6.53 a	174.88 a	13.00 a	2.00 a
Tanpa penambahan inokulan Without addition	29.35 a	0.56 a	19.44 a	12.86 a	64.88 a	7.67 a	1.33 a
Tempe Tempeh	29.19 a	0.51 a	19.46 a	8.15 a	95.25 a	12.31 a	1.40 a
Susu fermentasi Fermented milk	29.38 a	0.48 a	19.52 a	6.76 a	136.67 a	12.86 a	2.60 a

Keterangan (Notes): Minolta Chroma Meter CR 300 dengan satuan warna L\*, a\*, dan b\* (Metode CIELAB); L\* = kecerahan/kepuatan; a\* dan b\* = koordinat chromacity; +a\* = arah merah; -a\* = arah hijau; +b = arah kuning; -b\* = arah biru (Minolta Chroma Meter CR 300 with color value of L\*a\*b\* (CIELAB method); L\* = lightness; a\* and b\* = chromacity coordinate; +a\* = red direction; -a\* = green direction; +b = yellow direction; -b\* = blue direction).

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0 % (Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5,0% level).

## Pengaruh Suhu Terhadap Mutu Fisik Biji

Pengaturan suhu hanya dapat dilakukan pada fermentasi dalam fermentor, sedangkan fermentasi dalam karung menggunakan suhu lingkungan, sehingga pengaruh suhu ini harus dikombinasikan dengan wadah fermentasi.

Pengaturan suhu berpengaruh nyata terhadap densitas kamba, kadar air, jumlah biji/10 g, dan sebaran ukuran biji, dan kadar biji cacat berwarna coklat. Penggunaan suhu 40°C untuk fermentasi kopi adalah terlalu tinggi, sehingga menyebabkan kadar biji cacat berwarna coklat 10 kali lebih banyak daripada fermentasi suhu ruang.

Biji berwarna coklat disebut sebagai "Full sour beans", merupakan cacat fisik kategori 1 yang berpengaruh langsung terhadap citarasa seduhan kopi. Cacat fisik yang masuk kategori 1 adalah biji hitam, biji coklat, biji berjamur, biji terserang serangga berat, kopi gelondong kering, dan

benda asing. Contoh kopi yang mengandung biji cacat kategori 1 tidak dapat memenuhi syarat mutu kopi spesialti. Warna biji kopi yang memenuhi syarat mutu spesialti adalah biru-hijau (*blue-green*), hijau-kebiruan (*bluish-green*) dan hijau (*green*) (SCAA, 2009b).

Tabel 5. Pengaruh perlakuan suhu terhadap densitas kamba, kadar air, jumlah biji/10 g, dan sebaran biji  
 Table 5. Influence of temperature treatment on bulk density, moisture content, bean number/10 g, and size distribution of green coffee

Wadah fermentasi <i>Fermentation container</i>	Perlakuan suhu <i>Treatment of temperature</i> °C	Suhu fermentasi <i>Temperature of fermentation</i> °C	Densitas kamba <i>Bulk density</i> g/mL	Kadar air <i>Moisture content</i> %	Jumlah biji/10 g <i>Bean number/10 g</i>	Sebaran ukuran biji, % <i>Bean size distribution, %</i>			
						> 6.5 mm	6-6.5 mm	5-6 mm	< 5 mm
Mesin fermentor <i>Fermentor machine</i>	30	28.4	0.69 b	10.29 ab	59.16 ab	73.7 c	18.67 a	7.67 a	-
	35	31.7	0.65 a	9.37 a	63.64 c	60.3 ab	27.53 bc	12.17 bc	-
	40	34.1	0.68 ab	9.16 a	63.71 c	59.3 a	26.80 bc	13.83 c	0.07
	Suhu ruang <i>Room temperature</i>	25.7	0.67 ab	9.45 ab	63.64 c	60.9 ab	26.40 bc	12.73 bc	-
Karung plastik <i>Plastic sacks</i>	30	27.3	0.69 b	10.69 b	58.53 a	69.9 bc	21.33 ab	8.73 ab	-
	35	22.3	0.67 ab	9.39 a	64.69 c	55.9 a	30.00 c	14.13 c	-
	40	26.0	0.68 b	9.68 ab	62.56 bc	58.3 a	28.60 c	13.07 bc	-
	Suhu ruang <i>Room temperature</i>	25.7	0.67 ab	9.51 ab	63.20 c	61.7 ab	25.80 bc	12.33 bc	0.09

Keterangan (Note): Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0 % (Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5.0% level).

Tabel 6. Pengaruh perlakuan suhu terhadap suhu fermentasi, warna, dan cacat biji kopi  
 Table 6. Influence of temperature treatment on temperature of fermentation, color, and defect of green coffee

Wadah fermentasi <i>Fermentation container</i>	Perlakuan suhu <i>Treatment of temperature</i> °C	Suhu fermentasi <i>Temperature of fermentation</i> °C	Warna <i>Color</i>			Kadar biji cacat, jumlah biji/100 g <i>Defect, bean number/100 g</i>			
			L	a+	b+	Biji Pecah <i>Broken beans</i>	Biji Bertutul <i>Spotted beans</i>	Biji Coklat <i>Brown beans</i>	Biji Hitam Sebagian <i>Partly black beans</i>
Mesin fermentor <i>Fermentor machine</i>	30	28.4	29.2 a	0.42 a	19.3 a	7.1 a	124 a	3.71 a	1.00 a
	35	31.7	29.0 a	0.44 a	19.1 a	4.2 a	99 a	4.75 a	3.00 a
	40	34.1	29.2 a	0.46 a	19.4 a	12.6 a	13 a	40.21 b	1.00 a
	Suhu ruang <i>Room temperature</i>	25.7	29.7 a	0.53 a	19.5 a	8.5 a	122 a	10.78 a	1.25 a
Karung plastik <i>Plastic sacks</i>	30	27.3	29.0 a	0.41 a	19.4 a	6.1 a	22.3 a	2.00 a	3.00 a
	35	22.3	29.2 a	0.52 a	19.3 a	8.9 a	216.0 a	4.00 a	1.75 a
	40	26.0	29.2 a	0.56 a	19.6 a	4.9 a	38.0 a	4.20 a	2.33 a
	Suhu ruang <i>Room temperature</i>	25.7	29.8 a	0.48 a	19.8 a	11.6 a	107.4 a	3.00 a	2.00 a

Keterangan (Notes): Minolta Chroma Meter CR 300 dengan satuan warna L\*, a\*, dan b\* (Metode CIELAB); L\* = kecerahan/kepuatan; a\* dan b\* = koordinat Chromacity; +a\* = arah merah; -a\* = arah hijau; +b = arah kuning; -b\* = arah biru (Minolta Chroma Meter CR 300 with color value of L\*, a\*, and b\* (CIELAB method); L\* = lightness; a\* and b\* = chromacity coordinate; +a\* = red direction; -a\* = green direction; +b = yellow direction; -b\* = blue direction).

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0 % (Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5.0% level).



## Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Mutu Fisik Biji

Waktu fermentasi antara 6 - 18 jam berpengaruh tidak nyata terhadap densitas kamba, kadar air, jumlah biji/10 g, sebaran biji, warna dan cacat kopi Arabika. Umumnya waktu fermentasi antara 12 - 36 jam, tergantung pada suhu, ketebalan lendir (*mucilage*), dan konsentrasi enzim pengurai. Lapisan lendir diurai dengan kombinasi antara aktivitas mikroba dan enzim endogen dalam lendir (*mucilage*) (Calvert, 2007). Sisa lendir pada permukaan kopi berkulit tanduk akan menghambat pengeringan, karena lendir masih mengandung gula,

sedangkan gula bersifat higroskopis. Kopi berkulit tanduk keringnya berwarna coklat karena adanya proses pencoklatan (*browning*). Kopi yang masih mengandung gula pada permukaan kulit tanduknya lebih berisiko pada saat penyimpanan berlebih daripada kopi yang dicuci bersih. Namun hasil seduhan kopi yang masih ada sisa gula pada permukaan kulit tanduknya mempunyai preferensi konsumen sangat baik (Marsh *et al.*, 2012).

## Pengaruh Wadah Fermentasi Terhadap Citarasa

Pengelompokan wadah fermentasi dan kontrol berdasarkan profil citarasanya, terlihat

Tabel 7. Pengaruh lama fermentasi terhadap densitas kamba, kadar air, jumlah biji/10 g, dan sebaran biji kopi Arabika  
Table 7. Influence of fermentation period on bulk density, moisture content, bean number/10 g, and size distribution of Arabica green coffee

Lama fermentasi, jam Fermentation period, hours	Densitas kamba, g/mL Bulk density, g/mL	Kadar air, % Moisture content, %	Jumlah biji/10 g Bean number/10 g	Sebaran ukuran biji, % Bean size distribution, %			
				> 6.5 mm	6-6.5 mm	5-6 mm	< 5 mm
6	0.67 a	9.6 a	61.83 a	62.80 a	25.28 a	11.86 a	0.05 a
12	0.68 a	9.6 a	63.48 a	61.40 a	26.18 a	12.35 a	0.00 a
18	0.67 a	9.8 a	61.86 a	63.23 a	25.48 a	11.29 a	0.00 a

Keterangan (Note): Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0 % (Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5.0% level).

Tabel 8. Pengaruh waktu fermentasi terhadap warna dan cacat biji kop  
Table 8. Influence of fermentation period on color and defect of green coffee

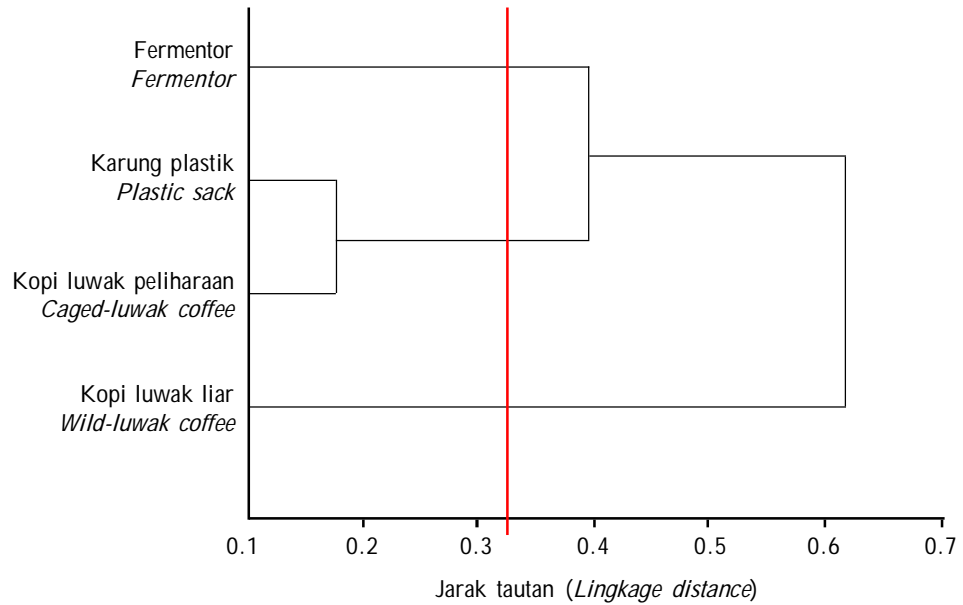
Lama Fermentasi, jam Fermentation period, hours	Warna Color			Kadar biji cacat, jumlah biji/100 g Defect, bean number/100 g			
	L	a+	b+	Biji Pecah Broken beans	Biji Bertutul Spotted beans	Biji Coklat Brown beans	Biji Hitam Sebagian Partly black beans
6	29.4 a	0.48 a	19.49 a	7.3 a	135.1 a	6.6 a	1.5 a
12	29.1 a	0.44 a	19.39 a	8.6 a	91.7 a	9.3 a	2.5 a
18	29.3 a	0.52 a	19.44 a	8.0 a	75.3 a	18.3 a	1.9 a

Keterangan (Notes): Minolta Chroma Meter CR 300 dengan satuan warna L\*, a\*, dan b\* (Metode CIELAB); L\* = kecerahan/kepuccatan; a\* dan b\* = koordinat Chromacity; +a\* = arah merah; -a\* = arah hijau; +b = arah kuning; -b\* = arah biru. (Minolta Chroma Meter CR 300 with color value of L\*, a\*, and b\* (CIELAB method); L\* = Lightness; a\* and b\* = chromacity coordinate; +a\* = red direction; -a\* = green direction; +b = Yellow direction; -b\* = Blue direction).

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan aras 5,0 % (Number followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at 5.0% level).

bahwa kopi Arabika hasil fermentasi dalam karung plastik sangat dekat dan satu kelompok dengan kopi Arabika luwak peliharaan. Namun kopi Arabika hasil

fermentasi dalam mesin fermentor dan kopi Arabika luwak liar terpisah dari kelompok lainnya. Total nilai citarasa kopi hasil fermentasi maupun dalam karung plastik lebih



Gambar 1. Pengelompokan wadah fermentasi dan kontrol (kopi luwak peliharaan dan kopi luwak liar) berdasarkan profil citarasa kopi Arabika yang dihasilkan

Figure 1. Clustering of fermentation container and control (wild luwak and caged luwak coffee) based on the flavour profiles of produced Arabica coffee

Tabel 9. Profil citarasa kopi Arabika yang difermentasi dalam mesin fermentor dan karung plastik (kontrol kopi Arabika luwak kandang dan kopi Arabika luwak liar)

Table 9. Flavor profiles of Arabica coffee processed by fermentation in fermentor machine and plastic sacks (caged luwak coffee and wild luwak coffee as control)

Atribut citarasa kopi Coffee flavor attributes	Mesin fermentor Fermentor machine	Karung plastik Plastic sacks	Kopi luwak kandang Caged luwak coffee	Kopi luwak liar Wild luwak coffee
<i>Aroma</i>	7.26	7.28	7.36	7.45
<i>Flavor</i>	7.26	7.35	7.38	7.47
<i>Aftertaste</i>	7.40	7.32	7.26	7.55
<i>Acidity</i>	7.19	7.26	7.36	7.31
<i>Body</i>	7.18	7.27	7.32	7.44
<i>Uniformity</i>	9.85	9.97	10.00	9.67
<i>Balance</i>	7.33	7.37	7.32	7.51
<i>Clean Cup</i>	9.95	9.99	10.00	9.83
<i>Sweetness</i>	9.91	9.96	10.00	10.00
<i>Overall</i>	7.23	7.37	7.39	7.56
Total nilai ( <i>Total score</i> )	80.55	81.14	80.92	81.79

Keterangan (notes): Skala kualitas atribut citarasa: 6.00 - < 7.00 = bagus; 7.00 - < 8.00 = sangat bagus; 8.00 - < 9.00 = unggul; 9.00 - < 10 = luar biasa; 10 = sempurna. (*Quality scale of coffee flavor attributes: 6.00 - < 7.00 = good; 7.00 - < 8.00 = very good; 8.00 - < 9.00 = excellent; 9.00 - < 10 = outstanding; 10 = perfect*).

Total nilai: < 80.00 = bukan mutu spesialti; 80.00 - 84.99 = spesialti sangat baik; 85.00 - 89.99 = spesialti unggul; 90.00 - 100 = spesialti luar biasa (*Total score: < 80.00 = not specialty; 80.00 - 84.99 = very good specialty; 85.00 - 89.99 = excellent specialty; 90.00 - 100 = outstanding specialty*).

besar dari 80, dan tidak ada cacat citarasa, sehingga dapat masuk persyaratan mutu kopi spesialti (SCAA, 2009a). Namun profil citarasa fermentasi dengan menggunakan wadah karung plastik lebih baik daripada menggunakan mesin fermentor.

### Pengaruh Agens Fermentasi Terhadap Citarasa

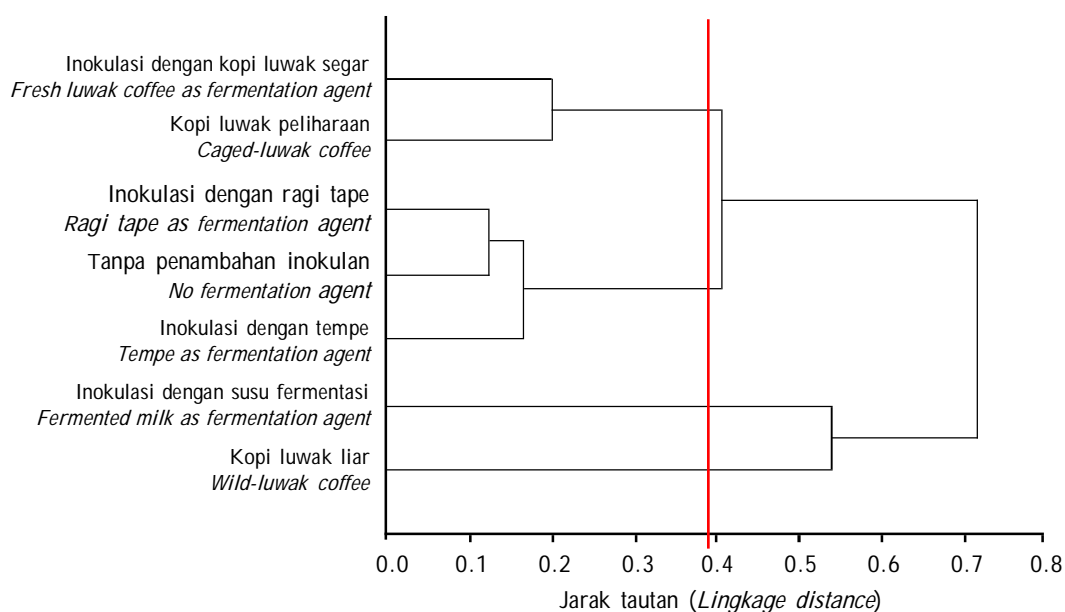
Pengelompokan jenis inokulan berdasarkan profil citarasa kopi Arabika yang dihasilkan terlihat bahwa ada empat kelompok. Kopi yang difermentasi dengan diinokulasi kopi luwak (peliharaan) memiliki profil citarasa dekat dengan kopi luwak peliharaan. Kopi yang difermentasi dengan diinokulasi ragi tape dan diinokulasi dengan ragi tempe (*Rhizopus* sp.) sangat dekat citarasanya dengan kopi yang difermentasi tanpa inokulan. Kopi yang difermentasi dan diinokulasi susu fermentasi memiliki citarasa terbaik dan terpisah dengan kopi yang difermentasi inokulan lainnya dan yang tanpa inokulan. Kopi luwak liar memiliki profil citarasa yang terpisah dari semua kopi hasil fermentasi lainnya. Citarasa kopi hasil fermentasi dengan tambahan inokulan maupun tanpa penambahan inokulan punya total nilai citarasa lebih besar dari 80, dan tidak ada cacat citarasa, sehingga dapat masuk persyaratan mutu kopi spesialti (SCAA, 2009a). Profil citarasa yang mendekati kopi luwak liar adalah hasil fermentasi dengan menggunakan inokulan susu fermentasi dan inokulan kopi luwak segar. Hal ini terjadi karena adanya sifat-sifat yang baik dari mikroorganisme yang dikandung susu fermentasi dan kopi luwak segar.

Susu fermentasi yang digunakan mengandung bakteri *Lactobacillus casei*. Bakteri asam laktat lain yang sering dapat diisolasi dari biji kopi selama fermentasi dan pengeringan adalah *Leuconostoc mesen-*

*teroides*, *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus brevis*. Bakteri asam laktat yang ada pada kopi selama fermentasi dan pengeringan mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus ochraceus*, sehingga dapat mencegah terjadinya kontaminasi ochratoxin A (OTA). Penggunaan inokulum bakteri asam laktat lebih disukai untuk mendekati kondisi fermentasi alamiah, dengan proses acidifikasi sangatlah penting (Suarez-Quiroz *et al.*, 2008). Bakteri asam laktat *Lactobacillus amylovorus* atau ekstraknya (asam laktat) sangat baik sebagai bahan antagonis terhadap pertumbuhan jamur dari biji kopi, sehingga sangat potensial untuk menggantikan fungisida kimiawi (Waters *et al.*, 2012). Sementara itu jenis khamir yang berhasil diisolasi dari fermentasi kopi dalam karung adalah genus *Kloeckera*, *Candida* dan *Cryptococcus*. Mikroorganisme tersebut bertanggungjawab atas terbentuknya citarasa alkoholis pada seduhan kopi yang terfermentasi berlebih (Avallone *et al.*, 2001).

Bakteri asam laktat (*Lactobacillus*) telah umum digunakan untuk fermentasi produk-produk susu, yang menarik perhatian sebagai bakteri probiotik, karena mempunyai pengaruh menguntungkan bagi kesehatan manusia (Havenaar & Huis, 1992; Akira-Khusiro *et al.*, 2001). Juga telah dilaporkan bahwa *Lactobacillus casei* strain *Shirota* mempunyai aktivitas antitumor (Matsuzaki *et al.*, 1985) dan berpengaruh melindungi terhadap infeksi bakteri lain (Nomoto *et al.*, 1985).

Sifat-sifat menguntungkan bakteri asam terkait dengan kemampuannya untuk memproduksi hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) pada suhu lingkungan, tanpa harus ditumbuhkan pada suhu lemari es. Beberapa bakteri asam laktat dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang cukup untuk menghambat pertumbuhan beberapa mikroorganisme yang tidak dikehendaki. Filtrat bebas sel dari *L. casei lactis* subsp.



Gambar 2. Pengelompokan agens fermentasi dan kontrol (kopi luwak peliharaan dan kopi luwak liar) berdasarkan profil citarasa kopi Arabika yang dihasilkan

Figure 2. Clustering of fermentation agents and standard (wild-luwak and caged-luwak coffee) based on the flavour profiles of produced Arabica coffee

*lactis* AI 62 mengandung hidrogen peroksida 300-380 ppm dan berpengaruh sebagai bakterisida kuat terhadap beberapa spesies bakteri patogen seperti *Listeria*, *Yersinia*, *Aeromonas* spp, dan *E. coli* (Ito *et al.*, 2003). Hasil sintesis hidrogen peroksida dapat menghambat pertumbuhan mikroba *psychrotrophic* dan *pathogenic* pada suhu dingin, sehingga memungkinkan dapat digunakan untuk memperpanjang daya simpan beberapa jenis makanan tanpa mengubah keasaman makanan. Terlebih lagi, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* dapat memproduksi hidrogen peroksida lebih tinggi pada suhu rendah dan menghambat mikroba-mikroba patogen pada suhu dingin. Hal ini mengindikasikan adanya potensi *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* sebagai biopreservatif pada bahan pangan suhu dingin. Hasil sintesis dari *Lactobacillus* dapat menghambat pertumbuhan beberapa spesies mikroba golongan *Bacillus*, *Proteus* dan *Pseudomonas*. Efek bakterisida dari

hidrogen peroksida adalah pada kemampuan kuatnya mengoksidasi sel-sel bakteri dan menghancurkan struktur molekul dasar dari protein sel (Zalán *et al.*, 2005).

Kopi Arabika yang difermentasi dengan penambahan susu fermentasi mempunyai banyak citarasa khas (*complex flavor*) dan sangat berbeda dengan yang tanpa penambahan inokulan. Citarasa khas floral mendominasi hasil fermentasi dengan penambahan agens fermentasi. Agens fermentasi berupa susu fermentasi yang dingin utamanya mengandung *Lactobacillus* sp. menghasilkan citarasa khas *winy* (Tabel 11). Kecenderungan terdapatnya banyak citarasa khas juga terjadi pada kopi-kopi spesialti yang sudah terkenal. Seperti kopi Sumatera (*Mandheling coffee*) punya sifat: "a heavy body coffee, full spicy flavour, a wonderful bouquet, low in acid, rich, smooth, sweet, slightly earthy, herbal nuances, syrupy, low-toned tropical fruit,

Tabel 10. Profil citarasa kopi Arabika hasil fermentasi dengan penambahan agens fermentasi (kontrol, kopi Arabika luwak kandang dan kopi Arabika luwak liar)

Table 10. Flavor profiles of Arabica coffee processed by fermentation with fermentation agents (control, caged-luwak coffee and wild-luwak coffee as standard)

Atribut citarasa kopi <i>Coffee flavor attributes</i>	Tanpa penambahan inokulan <i>Without Inoculation agents addition</i>	Agens fermentasi ( <i>Fermentation agents</i> )				Kopi luwak kandang <i>Caged-luwak coffee</i>	Kopi luwak liar <i>Wild-luwak coffee</i>
		Kopi luwak segar <i>Fresh luwak coffee</i>	Ragi tape <i>Yeast, fermentation agents of "tapai"</i>	Tempe	Susu fermentasi <i>Fermentated milk</i>		
<i>Aroma</i>	7.23	7.36	7.26	7.23	7.26	7.36	7.45
<i>Flavor</i>	7.27	7.40	7.26	7.28	7.32	7.38	7.47
<i>Aftertaste</i>	7.22	7.36	7.23	7.21	7.75	7.26	7.55
<i>Acidity</i>	7.20	7.31	7.22	7.11	7.25	7.36	7.31
<i>Body</i>	7.18	7.34	7.15	7.21	7.25	7.32	7.44
<i>Uniformity</i>	9.84	9.95	9.95	9.96	9.86	10.00	9.67
<i>Balance</i>	7.30	7.46	7.31	7.35	7.34	7.32	7.51
<i>Clean Cup</i>	9.94	9.98	9.94	9.98	10.00	10.00	9.83
<i>Sweetness</i>	9.89	9.98	9.92	9.92	9.98	10.00	10.00
<i>Overall</i>	7.23	7.40	7.26	7.26	7.33	7.39	7.56
<i>Total Score</i>	80.07	80.94	80.29	80.05	80.81	80.92	81.79

Keterangan (Notes) Skala kualitas atribut citarasa: 6.00 - < 7.00 = bagus; 7.00 - < 8.00 = sangat bagus; 8.00 - < 9.00 = unggul; 9.00 - < 10 = luar biasa; 10 = sempurna (*Quality scale of coffee flavor attributes: 6.00 - < 7.00 = good; 7.00 - < 8.00 = very good; 8.00 - < 9.00 = excellent; 9.00 - < 10 = outstanding; 10 = perfect*).

Total nilai: < 80.00 = bukan mutu spesialti; 80.00 - 84.99 = spesialti sangat baik; 85 - 89.99 = spesialti unggul; 90.00 - 100 = spesialti luar biasa (*Total score: < 80.00 = not specialty; 80.00 - 84.99 = very good specialty; 85 - 89.99 = excellent specialty; 90.00 - 100 = outstanding specialty*).

Tabel 11. Citarasa khas kopi Arabika hasil fermentasi dengan penambahan fermentation agens

Table 11. Special flavors of Arabica coffee are resulted by fermentation with fermentation agents

Agens fermentasi ( <i>Fermentation agents</i> )									
Kopi luwak segar <i>Fresh luwak coffee</i>		Ragi tape <i>Yeast, fermentation agents of "tapai"</i>		Tanpa penambahan inokulan <i>Without inoculation agents addition</i>		Tempe		Susu fermentasi <i>Fermentated milk</i>	
Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.
<i>Floral</i>	3	<i>Floral</i>	3			<i>Floral, Herbal</i>	3	<i>Floral, Winy</i>	3
<i>Clean Rich Acidity Winy</i>	2	<i>Apple</i>	2					<i>Fresh Herbal Rich Acidity Spicy</i>	2
<i>Chocolaty, fruity, Green, lemony, Nice balance, Rich body, Spicy, Sweet</i>	1	<i>Fresh, Fruity, Nice balance, Rich acidity</i>	1	<i>Herbal, Harsh, Spicy, Chocolaty</i>	1	<i>Astringent, Chocolaty, Fruity, Lemony, Light harsh, Nice after taste, Nice balance, Nice body,</i>	1	<i>Apple (Fruity), Clean dried Fruit, Green, High body, Lemony, Nice Balance, Harsh, Sweet, Tea rose</i>	1

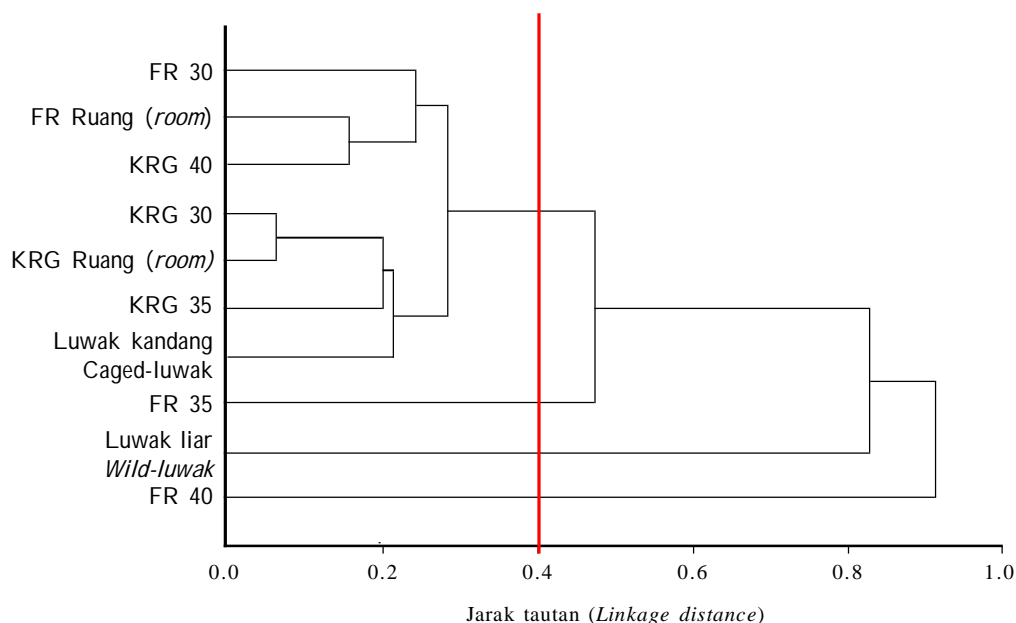
Keterangan (Note): Int. = Intensitas (*Intensity*): 3 = Kuat (*Strong*); 2 = sedang (*Medium*); 1 = Ringan (*Low*).

*bananas, grapefruit, tamarind, cherryish*" (Marsh, 2006).

Dari Gambar 3 terlihat bahwa terdapat empat kelompok. Kopi luwak kandang satu kelompok dengan semua hasil fermentasi dalam karung plastik, dan dalam fermentor suhu ruang dan suhu 30°C. Sementara itu hasil fermentasi dalam fermentor suhu 35°C, fermentor suhu 40°C dan kopi luwak liar terpisah-pisah membentuk kelompok sendiri. Hasil fermentasi yang mempunyai profil citarasa terbaik adalah dalam karung plastik, yang suhu nyata fermentasinya adalah 22°C. Citarasa kopi hasil fermentasi pada suhu maksimum 35°C mempunyai total nilai lebih besar dari 80, dan tidak ada cacat citarasa,

sehingga dapat masuk persyaratan mutu kopi spesialti. Namun hasil fermentasi suhu 40°C tidak dapat memenuhi persyaratan mutu kopi spesialti, karena mengandung biji warna coklat (*full sour*), walaupun total nilainya lebih besar dari 80 (SCAA, 2009a).

Kopi Arabika yang difermentasi dalam karung plastik mempunyai lebih banyak citarasa khas (*complex flavor*), daripada yang difermentasi dalam mesin fermentor. Citarasa khas floral mendominasi hasil fermentasi dalam karung plastik (Tabel 13). Pada penelitian lain penggunaan tangki plastik (*plastic tanks*) untuk fermentasi dapat menghasilkan kopi dengan citarasa lebih bersih (*clean*), dengan *center cut* bagus. (Calvert, 2007).



Gambar 3. Pengelompokan wadah dan suhu fermentasi kopi Arabika berdasarkan profil citarasanya  
 Figure 3. Clustering of fermentation container and temperature of Arabica coffee based on the flavour profiles

Keterangan (Notes): Perlakuan (Treatments): FR Ruang = Mesin fermentor, suhu ruang (Fermentor machine, room temperature), FR 30 = Mesin fermentor, 30°C (Fermentor machine, 30°C), FR 35 = Mesin fermentor, 35°C (Fermentor machine, 35°C), FR 40 = Mesin fermentor, 40°C (Fermentor machine, 40°C), KRG Ruang = Karung plastik, suhu ruang (Plastic sacks, room temperature), KRG 30 = Karung plastik, 30°C (Plastic sacks, 30°C), KRG 35 = Karung plastik, 35°C (Plastic sacks, 35°C), KRG 40 = Karung plastik, 40°C (Plastic sacks, 40°C), Luwak kandang (Caged-luwak coffee), Luwak liar (Wild-luwak coffee).

Tabel 12. Profil citarasa kopi Arabika hasil fermentasi dalam mesin fermentor dan karung plastik pada beberapa tingkat suhu  
 Table 12. Flavor profile of Arabica coffee resulted from fermentation in fermentor machine and plastic sacks at some temperature levels

Perlakuan suhu <i>Treatment of temperature</i> °C	Mesin fermentor <i>Fermentor machine</i>				Karung plastik <i>Plastic sacks</i>				Kopi luwak kandang <i>Caged-luwak coffee</i>	Kopi luwak liar <i>Wild-luwak coffee</i>
	30	35	40	Suhu ruang <i>Room temperature</i>	30	35	40	Suhu ruang <i>Room temperature</i>		
Suhu fermentasi <i>Temperature of fermentation</i> °C	28.44	31.72	34.08	25.65	27.29	22.29	25.95	25.65		
<i>Aroma</i>	7.22	7.23	7.25	7.33	7.21	7.35	7.31	7.25	7.36	7.45
<i>Flavor</i>	7.30	7.19	7.18	7.36	7.36	7.38	7.32	7.36	7.38	7.47
<i>Aftertaste</i>	7.25	7.12	7.89	7.33	7.31	7.34	7.31	7.29	7.26	7.55
<i>Acidity</i>	7.33	7.14	7.07	7.22	7.25	7.30	7.23	7.24	7.36	7.31
<i>Body</i>	7.19	7.20	7.07	7.26	7.26	7.23	7.32	7.26	7.32	7.44
<i>Uniformity</i>	9.87	9.94	9.71	9.87	10.00	10.00	9.88	10.00	10.00	9.67
<i>Balance</i>	7.44	7.37	7.15	7.38	7.36	7.44	7.35	7.34	7.32	7.51
<i>Clean Cup</i>	10.00	9.91	10.00	9.87	9.97	10.00	10.00	10.00	10.00	9.83
<i>Sweetness</i>	10.00	9.93	9.74	9.96	10.00	9.89	10.00	9.96	10.00	10.00
<i>Overall</i>	7.32	7.12	7.14	7.33	7.36	7.37	7.37	7.37	7.39	7.56
<i>Total Score</i>	80.52	79.68	79.65	80.44	80.59	81.30	80.67	80.62	80.92	81.79

Keterangan (Notes): Skala kualitas atribut citarasa: 6.00 - < 7.00 = bagus; 7.00 - < 8.00 = sangat bagus; 8.00 - < 9.00 = unggul; 9.00 - < 10 = luar biasa; 10 = sempurna (*Quality scale of coffee flavor attributes: 6.00 - < 7.00 = good; 7.00 - < 8.00 = very good; 8.00 - < 9.00 = excellent; 9.00 - < 10 = outstanding; 10 = perfect*).

Total nilai: < 80.00 = bukan mutu spesialti; 80.00 - 84.99 = spesialti sangat baik; 85 - 89.99 = spesialti unggul, 90.00 - 100 = spesialti luar biasa (*Total score: < 80.00 = not specialty; 80.00 - 84.99 = very good specialty; 85 - 89.99 = excellent specialty; 90.00 - 100 = outstanding specialty*).

Mutu dan citarasa kopi Arabika hasil beberapa perlakuan fermentasi

Tabel 13. Citarasa khusus kopi Arabika hasil fermentasi dalam mesin fermentor dan karung plastik  
 Table 13. *Special flavors of Arabica coffee are resulted by fermentation in fermentor machine and plastic sacks*

Mesin Fermentor ( <i>Fermentor machine</i> )							
30		35		40		Suhu ruang <i>Room temperature</i>	
Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.
<i>Floral herbal</i>	2	<i>Herbal, Nice body</i>	1	Tidak ada sifat khusus <i>No special characteristic</i>	0	Tidak ada sifat khusus <i>No special characteristic</i>	0
<i>Apple (fruity), Astringent, Chocolaty, Dried fruit, Fresh, Green, Nice balance, Rich acidity, Sweet, Tea rose, Winy</i>	1						
Kontrol karung plastik ( <i>Plastic sacks control</i> )							
Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.	Citarasa khusus <i>Special flavor</i>	Int.
<i>Floral</i>	3	<i>Floral</i>	2	<i>Floral</i>	3	<i>Floral</i>	3
<i>Clean, Rich acidity, Winy</i>	2	<i>Fruity, Lemony, Nice after taste, Nice balance, Spicy</i>	1	<i>Apple, Chocolaty, Fresh, Herbal, Nice balance, Rich acidity, Some what harsh, Spicy</i>	1	<i>Herbal, Light harsh, Rich acidity, Winy</i>	2
<i>Apple, Fresh, Fruity, Green, Herbal, Lemony, Spicy</i>	1					<i>Chocolaty, Clean, Corally, Fruity, High body, Lemony, Nice balance, Rich body, Spicy, Sweet</i>	1

Keterangan (*note*): Int. = intensitas (*intensity*) : 3 = kuat (*strong*); 2 = sedang (*medium*); 1 = ringan (*low*).



## Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Citarasa

Dari Gambar 4 terlihat bahwa ada tiga kelompok. Kopi luwak kandang satu kelompok dengan hasil fermentasi selama 12 jam. Hasil fermentasi selama 6 jam satu kelompok dengan hasil fermentasi selama 18 jam. Kopi luwak liar terpisah membentuk kelompok sendiri. Fermentasi kopi Arabika selama 12 jam menghasilkan citarasa paling baik. Citarasa kopi hasil fermentasi selama 6 - 18 jam mempunyai total nilai lebih besar dari 80, dan tidak ada cacat

citarasa, sehingga dapat masuk persyaratan mutu kopi spesialti (SCAA, 2009a.)

Pengendalian lama fermentasi harus teliti untuk mencegah terjadinya "over-fermented" dan cacat citarasa masam (*sour*) (Schutgens, 2010). Pada penelitian lain, dengan metode "resirkulasi" limbah cair kopi, yang mikroba dan enzim telah ada di dalamnya, fermentasi dapat dilakukan hanya 5 - 6 jam saja. Kopi berkulit tanduk hasil fermentasi kemudian dicuci, maka diperoleh biji kopi yang secara fisik bersih, dan citarasa juga bersih dari cacat (*clean cup*) serta *center cut* bagus (Calvert, 2007).

Tabel 14. Profil citarasa kopi Arabika hasil fermentasi dengan beberapa waktu berbeda

Table 14. Flavor profile of Arabica coffee resulted from fermentation with different periods

Atribut citarasa kopi Coffee flavor attributes	Lama fermentasi, jam Fermentation period, hours			Kopi luwak kandang Caged-luwak coffee	Kopi luwak liar Wild-luwak coffee
	6	12	18		
<i>Aroma</i>	7.30	7.26	7.25	7.36	7.45
<i>Flavor</i>	7.26	7.38	7.28	7.38	7.47
<i>Aftertaste</i>	7.51	7.35	7.21	7.26	7.55
<i>Acidity</i>	7.20	7.28	7.17	7.36	7.31
<i>Body</i>	7.18	7.30	7.20	7.32	7.44
<i>Uniformity</i>	9.86	9.98	9.89	10.00	9.67
<i>Balance</i>	7.37	7.38	7.30	7.32	7.51
<i>Clean cup</i>	10.00	9.97	9.94	10.00	9.83
<i>Sweetness</i>	9.91	9.98	9.93	10.00	10.00
<i>Overall</i>	7.25	7.40	7.25	7.39	7.56
<i>Total Score</i>	80.42	80.84	80.03	80.92	81.79

Keterangan (notes): Skala kualitas atribut citarasa: 6.00 - < 7.00 = bagus; 7.00 - < 8.00 = sangat bagus; 8.00 - < 9.00 = unggul; 9.00 - < 10 = luar biasa, 10 = sempurna (Quality scale of coffee flavor attributes: 6.00 - < 7.00 = good; 7.00 - < 8.00 = very good; 8.00 - < 9.00 = excellent; 9.00 - < 10 = outstanding; 10 = perfect).

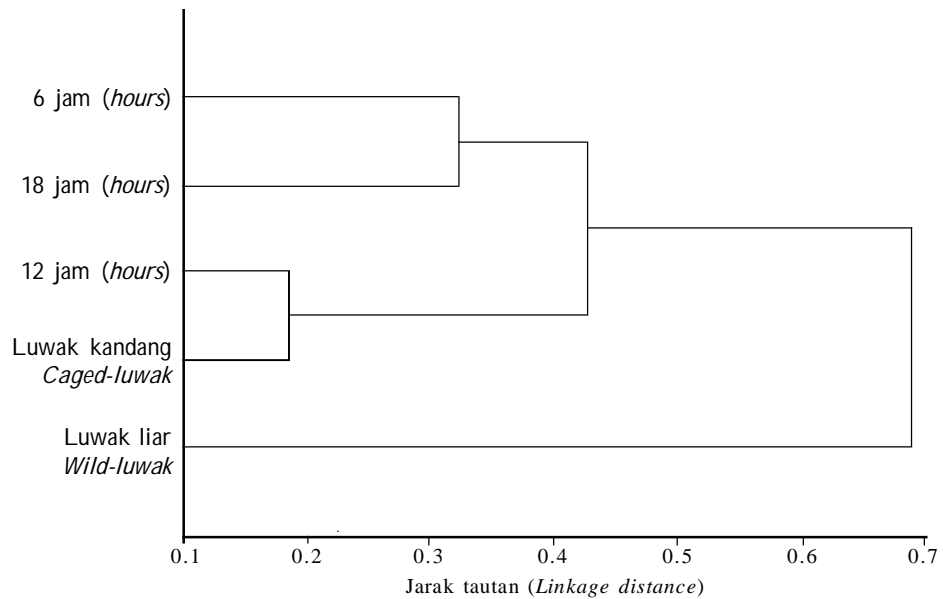
Total nilai: < 80.00 = bukan mutu spesialti; 80.00 - 84.99 = spesialti sangat baik, 85 - 89.99 = spesialti unggul, 90.00 - 100 = spesialti luar biasa (Total score : < 80.00 = not specialty; 80.00 - 84.99 = very good specialty; 85 - 89.99 = excellent specialty; 90.00 - 100 = outstanding specialty).

Tabel 15. Citarasa khusus kopi Arabika hasil fermentasi dengan beberapa waktu berbeda

Table 15. Special flavors of Arabica coffee resulted from fermentation with different periods

Lama fermentasi (Period of fermentation)					
6 jam (hours)		12 jam (hours)		18 jam (hours)	
Citarasa khusus (Special flavor)	Int.	Citarasa khusus (Special flavor)	Int.	Citarasa khusus (Special flavor)	Int.
<i>Floral, lemony</i>	3	<i>Floral, apple, fresh, Herbal, rich acidity</i>	3	<i>Floral, herbal, chocolaty</i>	3
<i>Rich acidity, Winy</i>	2	<i>Fruity, nice balance</i>	2	<i>Clean, some what harsh, spicy, sweet, winy</i>	2
<i>Clean, fruity, nice after taste, nice balance, spicy</i>	1	<i>Astringent, chocolaty, clean, dried fruit fragrance, green, light harsh, nice body, spicy, winy</i>	1	<i>Fresh, fruity, high body, nice balance, rich body, tea rose</i>	1

Keterangan (note): Int. = intensitas (intensity): 3 = kuat (strong); 2 = sedang (medium); 1 = ringan (low).



Gambar 4. Pengelompokan lama fermentasi kopi Arabika berdasarkan profil citarasanya (kontrol adalah kopi luwak peliharaan dan kopi luwak liar)

Figure 4. Clustering of fermentation periods of Arabica coffee based on the flavour profiles (standard are caged-luwak coffee and wild-luwak coffee)

Keterangan (Note): Lama fermentasi (Fermentation period): 6 jam (hours), 12 jam (hours), dan 18 jam (hours).

## KESIMPULAN

1. Citarasa kopi Arabika terbaik diperoleh dengan fermentasi selama 12 jam dalam karung plastik dengan penambahan agens fermentasi berupa susu fermentasi atau kopi luwak segar.
2. Fermentasi kopi Arabika selama 12 jam menghasilkan citarasa lebih baik daripada selama 6 jam dan 18 jam.
3. Jenis agens fermentasi berpengaruh nyata terhadap sebaran ukuran kopi beras, suhu fermentasi.
4. Perlakuan suhu fermentasi berpengaruh nyata terhadap densitas kamba, jumlah biji/10 g, dan sebaran ukuran biji kopi.
5. Fermentasi kopi Arabika dalam karung dengan suhu lingkungan menghasilkan mutu citarasa paling baik.
6. Fermentasi suhu 40°C dalam mesin fermentor menyebabkan kadar cacat 'biji

coklat masam" (*full sour bean*) lebih tinggi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih banyak disampaikan kepada Dr. Surip Mawardi dan Dwi Nugroho, SP., selaku panelis ahli yang telah bersedia menguji citarasa kopi hasil penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Akira Kushiro, A.; T. Takahashi; T. Asahara; H. Tsuji; K. Nomoto & M. Morotomi (2001). *Lactobacillus casei* acquires the binding activity to fibronectin by the expression of the fibronectin binding domain of *Streptococcus pyogenes* on the cell surface. (Yakult Central Institute for Microbiological Research, 1796 Yaho, Kunitachi, Tokyo 186-8650, Japan). *Journal Molecular. Microbiology Biotechnology*, 3, 563-571.

- Avallone, S.; J.M. Billouet; B. Guyot; E. Olguin & J.P. Guiraud (2001). Microbiological and biochemical study of coffee fermentation. *Current Microbiology*, 42, 232-2526.
- BSN (2008). SNI 01-2907-2008. Biji kopi. ICS 67.140.20. Badan Standar Nasional.
- Beuchat, L.R. (1987). *Food and Beverage Mycology*, 2<sup>nd</sup> ed., Van Nostrand Company Inc., New York.
- Calvert, K. (2007). Fermenting coffee in plastic tanks. Upflow washing of coffee. *Water Conservation. Technology Transfer from East Africa to Central America*.
- Cavaco-Bicho, N.C.; F.C. Lidon; J.C. Ramalho; J.F. Santos Oliveira; M.J. Silva & A.E. Leitão (2008). Colour and quality of green coffee. *Proceeding 22<sup>nd</sup> International Conference on Coffee Science Campinas*, p. 588-592.
- FAO (2004). *Fermentation of Coffee-Control of Operation. "Good Hygiene Practices Along the Coffee Chain"*.
- Gitonga, K.T.K. (2004). An assessment of the primary coffee processing practices in the North Rift Valley region of Kenya. Socio-Economics Component-OTA PROJECT, Kenya Report.
- Havenaar, R. & J.H.J. Huis in't Veld (1992). Probiotics, A General View. p.151-170. *In: B.J.B. Wood (Ed.). The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease*. Elsevier, London.
- Ito; A.Y. Sato; S. Kudo; H. Nakajima; & T. Toba (2003). The screening of hydrogen peroxide-producing lactic acid bacteria and their application to inactivating psychotropic food-borne pathogens. *Current Microbiology*, 47, 231-236.
- Marsh, A.; Yusianto & S. Mawardi (2012). Cup quality assessment of 5 primary processing methods on Indonesian Arabica coffee. *Proceeding 24<sup>th</sup> International Conference on Coffee Science*, 517-521. Costa Rica.
- Marsh, A. (2006). Storage of wet Arabica parchment prior to wet hulling including the storage of dry green bean coffee, "Origins of Mandheling Coffee Character". *Study completed under Project GCP/INT/743/CFC-CFC/ICO/06: 'Enhancement of Coffee Quality through the Prevention of Mould Formation'*.
- Matsuzaki, T.; T. Yokokura & I. Azuma (1985). Antitumour activity of *Lactobacillus casei* on Lewis lung carcinoma and line-10 hepatoma in syngeneic mice and guinea pigs. *Cancer Immunol Immunother*, 20, 18-22.
- Murthy, P.S. & M.M. Naidu (2011). Improvement of Robusta coffee fermentation with microbial enzymes. *European Journal of Applied Sciences*, 3, 130-139.
- Nomoto, K.; S. Miake; S. Hashimoto; T. Yokokura; M. Mutai; Y. Yoshikai; & K. Nomoto (1985). Augmentation of host resistance to *Listeria monocytogenes* infection by *Lactobacillus casei*. *Journal Clinical Laboratory Immunology*, 17, 91-97.
- Pratama, A.Y.; R.N. Febriani & S. Gunawan. (2013). Pengaruh ragi roti, ragi tempe, dan *Lactobacillus plantarum* terhadap total asam laktat dan pH pada fermentasi singkong. *Jurnal Teknik Pomis*, 2, 90-92.
- Saath, R.; G.S. Giomo; M.B. Silvarolla; M.T.V. Lobato & F.M. Borém (2012). Green bean physical characteristics and beverage quality of promising low caffeine Arabica coffee genotypes in Brazil. *Proceeding 24<sup>th</sup> International Conference on Coffee Science*, p. 355-259. Costa Rica.
- SCAA (2009a). *SCAA Protocols: Cupping Specialty Coffee*. Specialty Coffee Association of America.
- SCAA (2009b). *SCAA Protocols: Grading Green Coffee*. Specialty Coffee Association of America.

- Schutgens, G. (2010). *Anaerobic Treatment of Coffee Wastewater, A Study on Monitoring and Implementation of Biogas at Finca El Socorro, Matagalpa, Nicaragua*. Delft, The Netherlands: Delft University of Technology. Thesis.
- Suarez-Quiroz, M.L.; O. Gonzalez-Rios; E.I. Champion-Martinez & O. Angulo. (2008). Effects of lactic acid bacteria isolated from fermented coffee (*Coffea arabica*) on growth of *Aspergillus ochraceus* and Ochratoxin a production. *Proceeding 22<sup>nd</sup> International Conference on Coffee Science Campinas*, 542-546.
- Sukardi; Wignyanto & I. Purwaningsih (2008). Uji coba penggunaan inokulum tempe dari kapang *Rhizopus oryzae* dengan substrat tepung beras dan ubikayu pada unit produksi tempe sanan Kodya Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9, 207-215.
- Sulistyowati; B. Sumartono & C. Ismayadi (1996). Pengaruh ukuran biji dan lama penyangraian terhadap beberapa sifat fisiko-kimia dan organoleptik kopi Robusta. *Pelita Perkebunan*, 12, 48-60
- Tjitrosomo, S.; G.A.W. Gunawan & M.A. Zakaria (1987). *Kamus Istilah Mikologi*. Departemen Botani Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Waters, D.M.; C. Parlet; A. Moroni & E.K. Arendt (2012). Identification of the fungal microflora of coffee beans from different origins and evaluation of different decontamination concepts. *Proceeding 24<sup>th</sup> International Conference on Coffee Science*, p. 148-152. Costa Rica.
- Winarno, F.G. (1984). *Seri Teknologi Pangan III*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan, IPB, Bogor.
- Yusianto; D. Nugroho & S. Mawardi (2012). Enhancement Arabica coffee flavor by involving biological agents during fermentation process. *Proceeding 24<sup>th</sup> International Conference on Coffee Science*, p. 430-437. Costa Rica.
- Yusianto; R. Hulupi; Sulistyowati; S. Mawardi & C. Ismayadi (2005). Analisis sifat fisiko-kimia dan citarasa beberapa varietas/klon kopi Arabika. *Pelita Perkebunan*, 21, 200-222.
- Zalán, Z.; E. Németh; Á. Baráth & A. Halász (2005). Hydrogen peroxide and bacteriocin production of *Lactobacillus* spp. *Food Technology Biotechnology*, 43, 219-225.
- \*\*\*\*\*.