

## **Optimasi Proses Fermentasi Biji Kopi Arabika Dalam Fermentor Terkendali**

### ***Optimizing of Arabica Coffee Bean Fermentation Process Using a Controlled Fermentor***

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

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia.

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

Naskah diterima (*received*) 3 Januari 2013, disetujui (*accepted*) 8 Maret 2013.

#### **Abstrak**

Salah satu tahapan proses pengolahan primer yang sangat menentukan mutu seduhan akhir adalah fermentasi. Pengembangan metode fermentasi dalam fermentor terkendali merupakan salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan karena parameter yang berkaitan dalam menentukan kesempurnaan proses dapat terkendali dengan baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja fermentor terkendali untuk proses fermentasi biji kopi yang merupakan salah satu tahapan penting dalam tahapan pengolahan kopi cara basah atau semibasah. Bahan utama yang digunakan adalah buah kopi Arabika sehat dan matang dari kebun percobaan Andungsari yang berlokasi di Kabupaten Bondowoso. Perlakuan meliputi kombinasi suhu dengan empat tingkat perlakuan, yaitu suhu lingkungan, 30°C, 35°C dan 40°C, dan waktu fermentasi dengan tiga tingkat perlakuan, yaitu 6 jam, 12 jam dan 18 jam. Fermentor biji kopi terkendali tipe silinder horizontal telah berhasil diujicoba dengan beban proses 20 kg/batch atau 50% dari kapasitas tampung maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanas listrik yang digunakan sebagai sumber panas mampu membangkitkan suhu selama proses fermentasi. Fermentasi biji kopi dalam fermentor pada kisaran suhu 30-40°C tidak berdampak terhadap perubahan beberapa sifat fisik biji kopi seperti densitas, jumlah biji per 100 gram, dan distribusi sebaran biji. Kondisi optimum operasional fermentor untuk proses fermentasi kopi Arabika adalah pada suhu 25°C selama 12 jam. Pada kondisi tersebut diperoleh citarasa seduhan kopi terbaik jika dibandingkan dengan perlakuan suhu dan waktu fermentasi yang lain serta biji kopi yang dihasilkan dari proses fermentasi dalam karung.

**Kata kunci:** Fermentor, fermentasi, kopi, mutu, citarasa, silinder horizontal.

#### **Abstract**

*One of primary coffee processing steps which affect the end quality is fermentation. Fermentation using a controlled fermentor might be useful because all of parameters which influence coffee quality can be controlled. The aim of this research is to evaluate performance of controlled fermentor for fermentation process of Arabica coffee beans. Main material of this research was ripe Arabica coffee cherries from Andungsari Research Station in Bondowoso district. Research parameters were temperature with four levels i.e.: ambient temperature, 30°C, 35°C and 40°C, and fermentation time with three levels i.e.: 6 hours, 12 hours, and 18 hours. A horizontal type of modified fermentor has been tested with 20 kg/batch or 50% of maximum loading capacity. The result*

*showed that an electric heater as energy source can raise temperature during fermentation process. Fermentation process using fermentor at 30-40°C had not significant effect on physical properties change such as density, bean count per 100 g and distribution of beans. Optimum condition for Arabica fermentation process in a modified fermentor reactor was 25°C temperature, and 12 hours fermentation time. By this condition, green beans have good organoleptic score than other fermentation process treatments.*

**Key words:** *Fermentor, fermentation, coffee, quality, organoleptic, horizontal cylinder.*

## PENDAHULUAN

Kopi Arabika dikenal memiliki citarasa lebih baik jika dibandingkan dengan kopi Robusta (Yusianto *et al.*, 2005). Namun demikian, kopi Robusta memiliki *body* yang lebih kuat jika dibandingkan dengan kopi Arabika. Industri kopi pada umumnya menggunakan kedua jenis kopi tersebut dalam perbandingan tertentu. Kopi Arabika digunakan sebagai sumber citarasa, sedangkan kopi Robusta digunakan sebagai campuran untuk memperkuat *body* (Sulistiyowati & Wahyudi, 1998). Biji kopi yang dihasilkan oleh petani Indonesia dikenal dengan sebutan “kopi asalan” karena umumnya memiliki mutu yang rendah dengan nilai cacat lebih dari 225 (Misnawi & Sulistiyowati, 2006). Jenis biji cacat sangat tidak disukai karena akan menghasilkan karakteristik *stink*, *ferment*, *musty/mouldy/earthy* (Ismayadi, 1998). Cacat tersebut banyak dijumpai pada biji kopi rakyat akibat cara penanganan pengolahan yang kurang baik.

Salah satu tahapan pengolahan cara basah kopi Arabika yang sangat menentukan mutu seduhan akhir adalah fermentasi. Fermentasi bertujuan untuk menghilangkan lapisan lendir yang tersisa di permukaan kulit tanduk biji kopi setelah proses pengupasan. Selain itu, fermentasi kopi Arabika bertujuan untuk mengurangi rasa pahit dan mendorong terbentuknya kesan *mild* pada citarasa seduhannya. Penerapan proses fermentasi yang tidak tepat akan menghasilkan biji kopi

dengan citarasa yang rendah. Cacat citarasa *fermented* atau *stinker* merupakan jenis cacat yang berat. Secara fisik, biji kopi tampak normal, kecuali yang ekstrim memiliki warna permukaan agak coklat. Ciri khas dari cacat tersebut adalah adanya bau busuk. Cacat tersebut terjadi karena proses fermentasi berlangsung tak terkendali. Terjadinya proses fermentasi liar ditandai dengan timbulnya panas dan cairan hasil fermentasi yang berbau busuk. Cairan busuk tersebut sebagian akan terserap ke dalam biji dan menimbulkan cacat *fermented* atau *stinker* (Ismayadi, 1998). Cacat fermentasi dapat dihindari dengan cara melakukan proses fermentasi secara tepat dan benar.

Suatu penelitian jangka panjang untuk memperbaiki citra kopi rakyat terus dilakukan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (Zaenudin & Abdoellah, 2003; Sri-Mulato *et al.*, 2006; Sumarno *et al.*, 2009; Widyotomo *et al.*, 2011b; 2012a; 2012b). Salah satu kegiatan tersebut adalah pengembangan metode fermentasi untuk menghasilkan produk akhir berupa biji kopi dengan mutu yang prima. Fermentasi biji kopi dalam fermentor terkendali merupakan salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan agar biji kopi yang dihasilkan bermutu baik dan konsisten karena parameter yang berkaitan dalam menentukan kesempurnaan proses dapat terkendali dengan baik. Aplikasi fermentor ke dalam alur proses pengolahan kopi Arabika cara basah belum pernah dilakukan dan penerapannya dalam

koridor model kemitraan bermediasi untuk meningkatkan mutu merupakan metode yang tepat (Sumarno *et al.*, 2009)

Fermentor atau reaktor fermentasi dibuat dengan landasan disain dan konstruksi yang tepat guna sehingga dapat diterima oleh petani kopi, mudah dalam hal pengoperasian dan perawatan, serta suku cadang mudah diperoleh di pedesaan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja fermentor terkendali untuk proses fermentasi biji kopi yang merupakan salah satu tahapan penting dalam tahapan pengolahan kopi cara basah atau semi basah. Analisis teknis pengoperasian mesin akan dikaji dalam penelitian ini agar dapat dijadikan pedoman baku dalam penggunaan fermentor terkendali tersebut pada skala aplikasi di lapangan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil dan Rekayasa Alat dan Mesin Pengolahan Kopi dan Kakao di Jember dan Kebun Percobaan Andungsari, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kopi Arabika sehat dan matang. Kadar air buah kopi antara 60-65% b.b. (basis basah); densitas kamba antara 690-695 kg/m<sup>3</sup>, dan telah terpisah dari benda-benda asing lainnya.

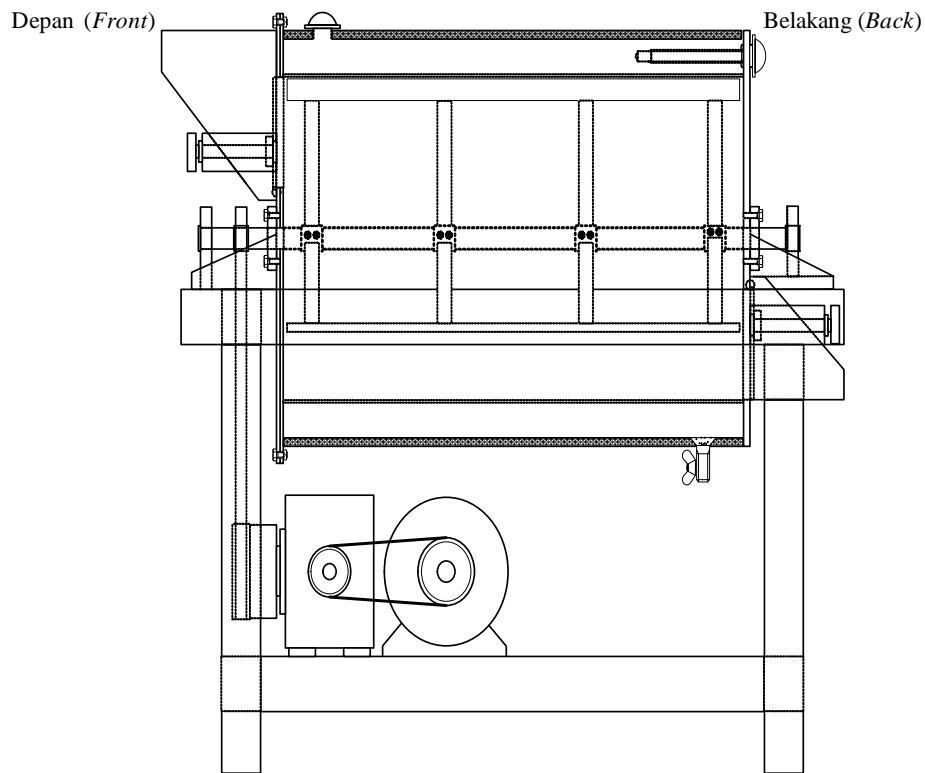
Peralatan dan mesin yang digunakan terdiri dari fermentor biji kopi HS tipe silinder horizontal, mesin pengupas kulit buah kopi tipe silinder tunggal horizontal (Widyotomo, 2010), data *acquisition* FLUKE dengan sensor *Ni-Cr Ni* tipe K yang berfungsi sebagai pencatu suhu dilengkapi seperangkat komputer dengan penyimpan data, *chroma-meter*, dan alat ukur kecepatan putar (*tachometer*) TECPEL 1501.

## Deskripsi Fermentor

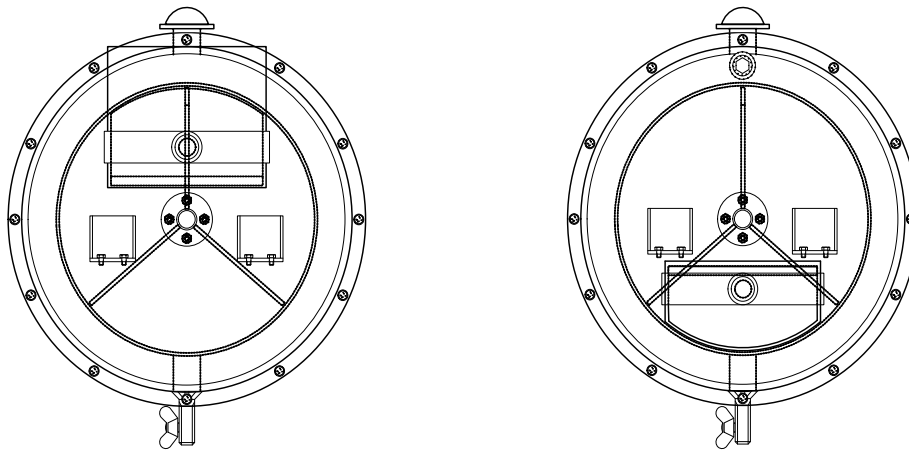
Fermentor biji kopi terkendali memiliki empat bagian penting, yaitu reaktor fermentasi berbentuk silinder horizontal, sumber panas, tenaga penggerak dan sistem transmisi, serta kotak kendali suhu dan putaran pengaduk. Adapun disain prototipe fermentor ditampilkan pada Gambar 1.

Reaktor fermentasi berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses fermentasi, dan dibuat dari bahan konstruksi baja tahan karat (*stainless steel*) tebal 3 mm. Reaktor fermentasi dibuat dari bahan baja tahan karat dengan tebal 3 mm. Ukuran diameter dalam 400 mm, diameter luar 550 mm dan panjang reaktor fermentasi 900 mm. Komponen yang terdapat di dalam reaktor fermentasi adalah mantel pemanas (*water jacket*), sirip pengaduk, sumber panas, dan pengukur suhu. Mantel pemanas berfungsi untuk memanaskan biji kopi selama proses fermentasi, dan dibuat dari bahan baja tahan karat yang dipasang melingkar menyelimuti silinder fermentasi. Volume air yang digunakan sebagai media pemanas sebanyak 40 l. Air dimasukkan ke dalam mantel melalui sebuah pipa berdiameter 4 inchi yang dipasang dibagian atas reaktor. Alat ukur suhu dipasang untuk memantau perubahan suhu selama proses secara manual. Reaktor fermentasi terpasang dengan bagian rangka menggunakan sistem bongkar pasang (*knock down*). Rangka dibuat dari baja profil U5 dan berfungsi untuk menopang reaktor fermentasi dan tenaga penggerak.

Sumber panas yang digunakan adalah pemanas listrik (*electric heater*) agar pengendalian panas selama proses fermentasi dapat dilakukan dengan baik. Prediksi daya yang diperlukan untuk meningkatkan suhu media pemanas adalah 2.000 W dengan asumsi nilai massa air ( $m_{air}$ ) = 40 kg,  $C_{p-air}$  = 4,19 kJ/kg.K,  $dT$  = 25°C (rata-rata suhu



(a) Fermentor kopi tampak samping (*Side view of coffee fermentor*)



(b) Bagian depan (kiri) dan belakang (kanan) fermentor tampak depan [*front (left) view and back (right) part of coffee fermentor*]

Gambar 1. Disain prototipe fermentor biji kopi terkendali.  
*Figure 1. Prototype design of controlled coffee fermentor.*

lingkungan 25°C dan suhu air maksimum 50°C), proses peningkatan suhu media pemanas tidak lebih dari 55 menit dan efisiensi panas sebesar 65%.

Jika proses pengadukan biji kopi dalam fermentor berlangsung dengan kecepatan 12 rpm dan diasumsikan efisiensi penerusan daya sebesar 20%, maka secara teoritis tenaga penggerak yang diperlukan adalah sebuah motor listrik berdaya 2 HP, 220 V dan putaran poros 1.400 rpm. Putaran rendah diperoleh dengan penggunaan gigi reduksi (*reduction gear box*) dan rasio puli dalam sistem transmisi. Sistem transmisi yang digunakan adalah kombinasi puli, sabuk karet, roda gigi dan rantai. Motor penggerak dan gigi reduksi diletakkan di bawah reaktor fermentasi dengan landasan yang dibuat dari baja profil U5.

Kotak kendali berfungsi satuan unit kendali proses pemanasan dan putaran sudu pengaduk. Suhu diukur dan dikendalikan dengan sistem *thermocontrol* dan jam kendali, sedangkan putaran sudu dikendalikan dengan pengaturan jam kendali yang diatur pada rasio puli dan gigi reduksi.

### Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian optimasi suhu dan lama fermentasi biji kopi dalam fermentor terkendali adalah sebagai berikut: 1) Buah kopi hasil panen disortasi untuk memisahkan buah matang sehat dari buah terserang hama penyakit dan kotoran, 2) Buah matang dan sehat kemudian dikupas kulit buahnya secara mekanis untuk mendapatkan kopi berkulit cangkang (HS) basah, 3) Kopi berkulit cangkang basah difermentasi di dalam fermentor dengan perlakuan suhu dan waktu proses, dan 4) Biji kopi yang telah difermentasi kemudian dianalisis untuk mengetahui beberapa karakter fisik dan citarasa seduhannya.

### Perlakuan

Perlakuan yang diterapkan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah suhu dan waktu fermentasi. Suhu fermentasi yang digunakan terdiri dari empat tingkatan, yaitu suhu lingkungan, 30°C, 35°C dan 40°C. Suhu fermentasi diatur secara manual dengan menggunakan alat pengatur suhu (*thermostat*). Waktu fermentasi yang digunakan terdiri dari tiga tingkatan, yaitu 6 jam, 12 jam, dan 18 jam. Sebagai kontrol dilakukan proses fermentasi biji kopi di dalam karung plastik. Berat biji kopi basah berkulit cangkang yang digunakan pada setiap kali perlakuan dengan masing-masing tiga kali ulangan sebanyak 20 kg.

### Tolok Ukur

Beberapa tolok ukur yang digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap beberapa parameter mutu yang dihasilkan dari penerapan proses fermentasi terkendali akan diamati:

- Distribusi suhu selama proses fermentasi dicatat dengan interval waktu 30 menit dan disimpan dalam perangkat komputer. Alat ukur dan pecatu data suhu yang digunakan adalah *data acquisition Fluke*, dan sensor suhu *Ni-CrNi*.
- Densitas kamba atau *bulk density* ( $\rho_b$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Mohsenin, 1978):

$$\rho_b = \frac{M_{bk}}{V}$$

Keterangan (*Note*):

$M_{bk}$  adalah bobot biji kopi (g), dan  $V$  adalah volume biji kopi dalam wadah (mL) ( $M_{bk}$  is weight of coffee beans mass (g), and  $V$  is volume of coffee beans (mL)).

- Kadar air biji kopi ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri, yaitu pengurangan bobot biji selama 16 jam

pengeringan oven yang terkontrol pada suhu  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , dan perhitungannya dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (BSN, 2008):

$$Ka = \frac{(W_i - W_t)}{W_i} \times 100\%$$

Keterangan (Note):

Ka adalah kadar air (%),  $W_i$  adalah berat awal biji (g),  $W_t$  adalah berat biji pada waktu ke-t (g) (*Ka is moisture content (%)*, *W<sub>i</sub> is a beginning weight of coffee beans (g)*, *W<sub>t</sub> is weight of coffee be-t (g)*).

- Jumlah biji per 10 g ditentukan dengan cara menimbang bobot contoh biji kopi seberat 10 g dan dihitung jumlah biji yang terdapat di dalam kumpulan contoh tersebut (butir).
- Sebaran biji kopi dihitung sesuai dengan prosedur yang terdapat di dalam SNI 2907:2008 (BSN, 2008).
- Perubahan warna biji kopi akibat proses fermentasi dapat ditentukan dengan menggunakan Chromameter digital Minolta CR 200 dengan notasi Hunter (L-a\*b\*) (Mohsenin, 1978). Pengukuran dilakukan dengan cara mengambil contoh biji kopi dari masing-masing perlakuan dan kemudian diukur dengan cara mengambil tiga titik per contoh.
- Biji cacat dihitung sesuai dengan prosedur yang terdapat di dalam SNI 2907:2008 (BSN, 2008).
- Kadar lendir ( $K_l$ ) ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_l = \frac{(m_i - m_t)}{m_i} \times 100\%$$

Keterangan (Note):

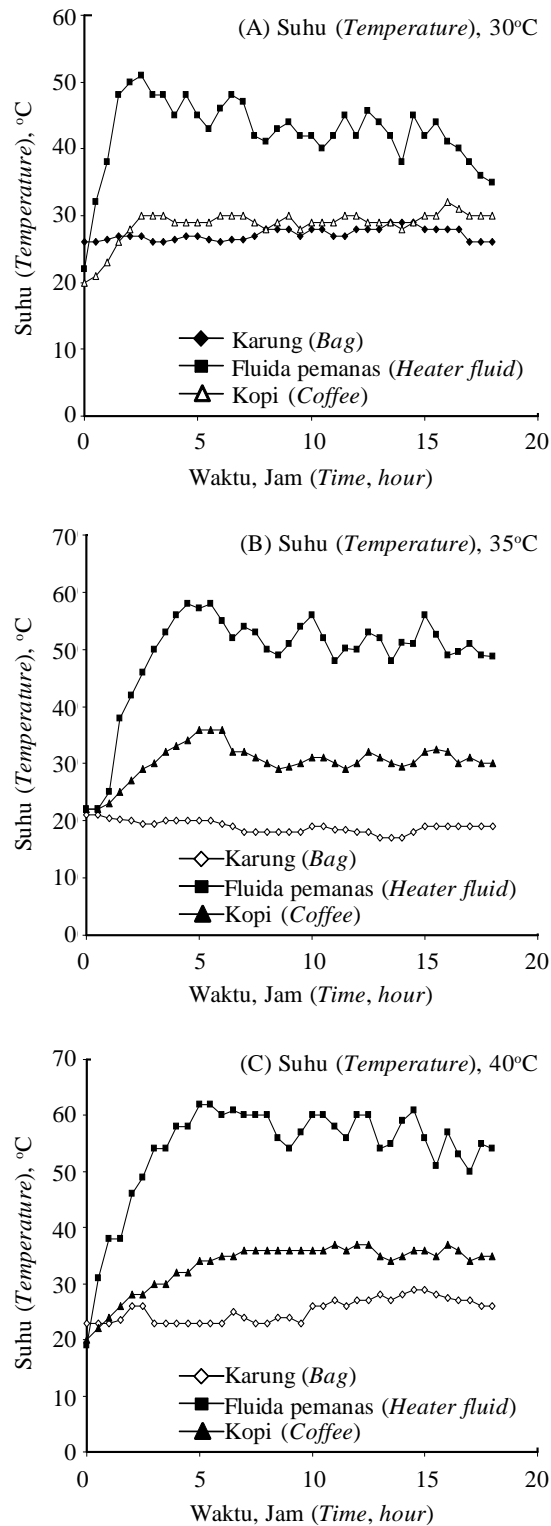
$K_l$  adalah kadar lendir (%),  $m_i$  adalah berat biji kopi berkulit cangkang sebelum fermentasi (g),  $m_t$  adalah berat biji kopi berkulit cangkang setelah fermentasi pada waktu ke-t (g) (*K<sub>l</sub> is mucilage content (%)*, *m<sub>i</sub> is weight of wet parchments coffee before fermentation process (g)*, *m<sub>t</sub> is wet parchments coffee after fermentation process at-t time (g)*).

- Uji citarasa bubuk kopi terfermentasi dilakukan dengan cara menyeduh 100 g sampel bubuk kopi dengan air mendidih ( $100^\circ\text{C}$ ). Setelah lima menit ketika bagian-bagian kopi mengambang sudah membasahi semuanya dan tenggelam, seduhan kopi diaduk perlahan. Standar penilaian yang digunakan adalah *Specialty Coffee Association of America* (SCAA) dengan urutan nilai: 1) nilai 6-6,75 dengan predikat *good*, 2) 7-7,75 dengan predikat *very good*, 3) 8-8,75 dengan predikat *excellent*, dan 4) 9-9,75 dengan predikat *outstanding* (Yusianto *et al.*, 2005).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Distribusi Suhu

Distribusi suhu selama proses fermentasi biji kopi berkulit cangkang di dalam fermentor dan karung ditampilkan pada Gambar 2. Sumber panas yang digunakan dapat membangkitkan panas selama berlangsungnya proses fermentasi. Panas biji kopi di dalam fermentor selama proses berlangsung tercatat relatif stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengaturan suhu  $40^\circ\text{C}$ , sumber panas yang digunakan dapat membangkitkan suhu fluida pemanas sampai  $60,4^\circ\text{C}$  dan suhu bahan mencapai  $37^\circ\text{C}$  dengan waktu proses selama 5,3 jam. Namun, pada pengaturan suhu  $35^\circ\text{C}$  hanya dapat diperoleh suhu fluida pemanas  $57,6^\circ\text{C}$  dan suhu bahan mencapai  $36^\circ\text{C}$  dalam waktu 4,5 jam. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi beban bahan separuh dari kapasitas tampung maksimum, maka lebih efisien menggunakan pengaturan suhu  $35^\circ\text{C}$  dibandingkan dengan  $40^\circ\text{C}$ . Sedangkan suhu bahan selama proses fermentasi yang dilakukan di dalam karung berkisar antara  $17-29^\circ\text{C}$  tergantung pada suhu lingkungan.



Gambar 2. Distribusi suhu pada karung, fluida pemanas, dan biji kopi selama proses fermentasi dengan suhu (A) 30°C, (B) 35°C dan (C) 40°C.

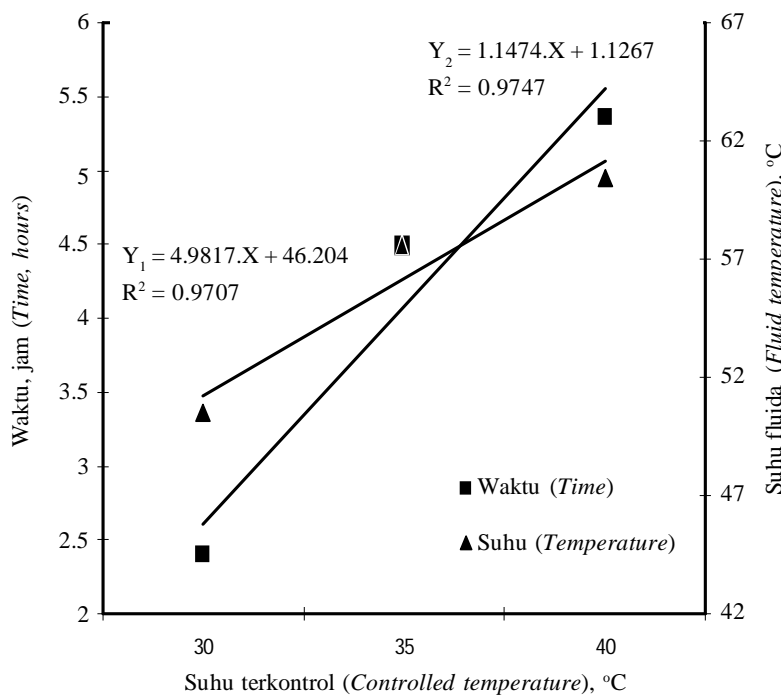
Figure 2. Temperature distribution on bag, fluid heater, and coffee beans during fermentation process at temperature of (A) 30°C, (B) 35°C and (C) 40°C.

Proses perpindahan panas dari fluida pemanas ke biji kopi yang difermentasi terjadi secara konduksi dan konveksi. Panas akan merambat dari fluida pemanas ke lembaran logam sebelum merambat ke biji kopi yang ada di dalam ruang fermentasi (McCabe *et al.*, 1999). Penggunaan fermentor dengan beban bahan separuh dari kapasitas muat maksimum akan mengakibatkan potensi panas yang dimiliki fluida pemanas tidak dapat dimanfaatkan secara maksimum. Ruang kosong di dalam fermentor menyebabkan lembaran logam yang telah memiliki potensi merambatkan panas akan melepaskan panas ke udara di dalam ruang fermentasi.

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen) atau respirasi dalam lingkungan anaerobik tanpa akseptor elektron eksternal. Reaksi dalam proses fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang

digunakan dan produk yang dihasilkan (Widyotomo, 2008; Widyotomo *et al.*, 2011b). Berat biji basah (*critical mass*) merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi agar diperoleh suhu yang ideal untuk berlangsungnya proses fermentasi yang baik (Sri-Mulato *et al.*, 2006). Fermentasi berlangsung secara alami oleh mikroba dengan bantuan oksigen dari udara. Proses fermentasi akan berjalan dengan baik jika tersedia cukup oksigen, dan akan muncul panas yang merupakan hasil oksidasi senyawa gula yang terdapat di dalam lendir (*mucilage*) yang melekat di permukaan kulit cangkang kopi. Mikroba memanfaatkan senyawa gula tersebut sebagai media tumbuh sehingga lapisan lendir terurai menjadi cairan lebih encer (Braham & Bressani, 1979).

Pada Gambar 3 ditampilkan kurva dan persamaan regresi yang dapat memprediksi hubungan pengendalian suhu manual dengan



Gambar 3. Hubungan antara suhu terkontrol dengan suhu fluida maksimum dalam mantel pemanas dan waktu proses fermentasi.

Figure 3. Relationship between controlled temperature with maximum temperature of fluid in water jacket and fermentation process.



menggunakan *thermostat* terhadap suhu fluida pemanas maksimum dan waktu proses fermentasi masing-masing. Persamaan tersebut dapat digunakan sebagai acuan proses fermentasi dengan jumlah bahan sebanyak 40% dari kapasitas muat maksimum dan pada kisaran pengaturan suhu 30-40°C.

### Karakteristik Fisik Biji Kopi

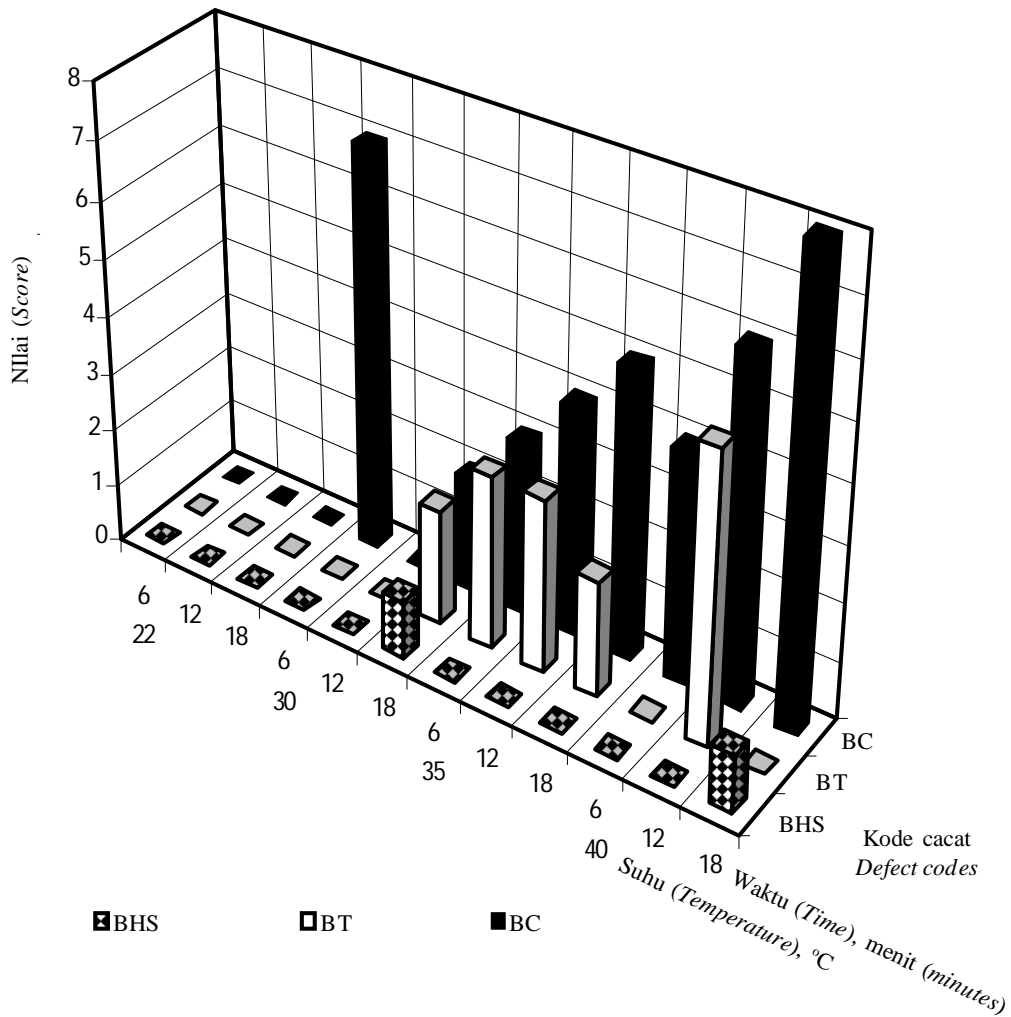
Studi sifat fisik produk pertanian berupa biji-bijian atau benih telah banyak dilakukan seperti hazelnut (Aydin, 2002), almond (Aydin, 2003), dan biji kakao kategori B (Bart-Plange & Baryeh, 2003). Beberapa penelitian yang mempelajari sifat fisik biji kopi telah banyak dilakukan terutama pada tahapan pengolahan sekunder (Rodrigues *et al.*, 2003; Sri-Mulato *et al.*, 2004; Purwadaria *et al.*, 2008; Mendonca *et al.*, 2009; Franca *et al.*, 2009; Widyotomo *et al.*, 2010). Namun demikian, studi yang mempelajari perubahan sifat fisik biji kopi selama proses fermentasi masih sangat terbatas (Jackels *et al.*, 2006; Endris & Senbet, 2006).

Hasil analisis sifat fisik biji kopi kering pascafermentasi berkadar air 9-10% memiliki nilai densitas antara 0,65-0,68 g/mL, jumlah biji 590-630 butir per 100 gram, nilai L antara 29,1-29,7; konstanta a antara b masing-masing antara 0,42-0,53 dan 19,5-19,75; dan distribusi sebaran biji berdiameter lebih besar dari 6,5 mm sebanyak 59-73%, biji berdiameter lebih besar dari 6 mm atau sama dengan 6,5 mm sebanyak 18-27%, biji berdiameter lebih besar dari 5 mm atau sama dengan 6 mm sebanyak 7-13% dan biji berdiameter lebih kecil atau sama dengan 5 mm sebanyak 0,07-0,09%. Data tersebut menunjukkan bahwa proses fermentasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan beberapa sifat fisik biji kopi sebagaimana tersebut di atas.

Pengaruh suhu dan waktu fermentasi terhadap beberapa cacat biji kopi pasca-

fermentasi ditampilkan pada Gambar 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu fermentasi dapat berdampak pada munculnya biji bertutul dan perubahan warna biji menjadi coklat. Biji coklat dan biji bertutul merupakan kriteria cacat yang dimiliki biji kopi kering dengan nilai masing-masing 1/4 dan 1/10 (BSN, 2008). Jumlah biji coklat yang dihasilkan dari proses fermentasi lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah biji bertutul. Jumlah biji bertutul yang dihasilkan dari proses fermentasi dalam fermentor antara 2-5 biji/100 g, sedangkan jumlah biji coklat antara 1-8 biji/100 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi suhu dan waktu fermentasi di dalam fermentor, maka jumlah biji berwarna coklat akan semakin tinggi. Pencoklatan yang terjadi di permukaan biji kopi disebabkan oleh terjadinya reaksi Maillard. Reaksi Maillard adalah reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amin bebas dari asam amino atau protein (Sri-Mulato *et al.*, 2004). Reaksi pencoklatan tersebut akan berpengaruh terhadap citarasa seduhan kopi yang dihasilkan sehingga dalam Standar Nasional Indonesia dikriteriakan sebagai biji cacat (BSN, 2008).

Lebih lanjut Braham & Bressani (1979) melaporkan bahwa pada permukaan kulit cangkang biji kopi melekat lapisan lendir (*mucilage*) sebanyak 13,7% berat kering (bk) dengan tebal 0,5 – 2 mm, 30% bk gula pereduksi, dan 8,9% bk berupa protein. Pada kondisi tersebut, maka suhu yang tinggi dan waktu proses yang relatif lama akan berdampak pada peningkatan laju dan intensitas proses pencoklatan. Selain ditandai dengan terjadinya proses pencoklatan di permukaan biji, fenomena tersebut juga ditunjukkan dengan penurunan kadar lendir yang melekat di permukaan kulit cangkang. Gambar 5 menunjukkan bahwa secara umum perlakuan panas selama proses



Gambar 4. Pengaruh suhu dan waktu proses fermentasi terhadap cacat biji kopi.

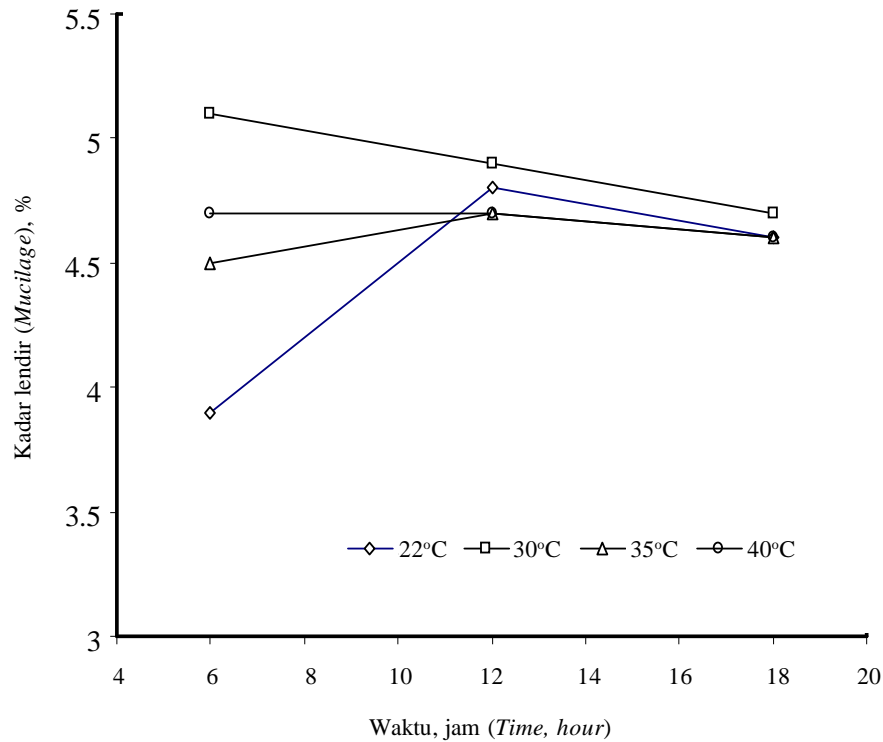
Figure 4. Influence of temperature and duration process of fermentation on defect coffee beans.

Keterangan (Note): BT = biji bertutul; BC = biji coklat; BHS = biji hitam sebagian  
(BT = mottled beans; BC = brown beans; BHS = partly black beans).

fermentasi akan berdampak pada semakin banyak lapisan lendir yang terurai. Kondisi ruang yang relatif hangat akan mempercepat peruraian gula selama proses fermentasi. Namun demikian, proses yang kurang terkendali akan berakibat pada terjadinya reaksi pencoklatan.

Biji hitam sebagian merupakan salah satu kriteria cacat biji kopi, dan memiliki nilai cacat 1/2 (BSN, 2008). Biji hitam sebagian merupakan cacat biji yang disebabkan oleh

buah belum masak atau muda, serangan hama yang diikuti oleh penyakit selama buah masih tumbuh dan melekat ditangkai tanaman, dan proses penyimpanan yang kurang tepat. Proses sortasi buah kopi yang dilakukan sebelum dilakukan pengupasan kulit buah (*pulping*) merupakan salah satu upaya untuk menekan rendahnya mutu biji kopi kering yang dihasilkan (Widyotomo *et al.*, 2009; Widyotomo, 2010; Widyotomo *et al.*, 2011a).



Gambar 5. Pengaruh suhu dan waktu proses terhadap kadar lendir.

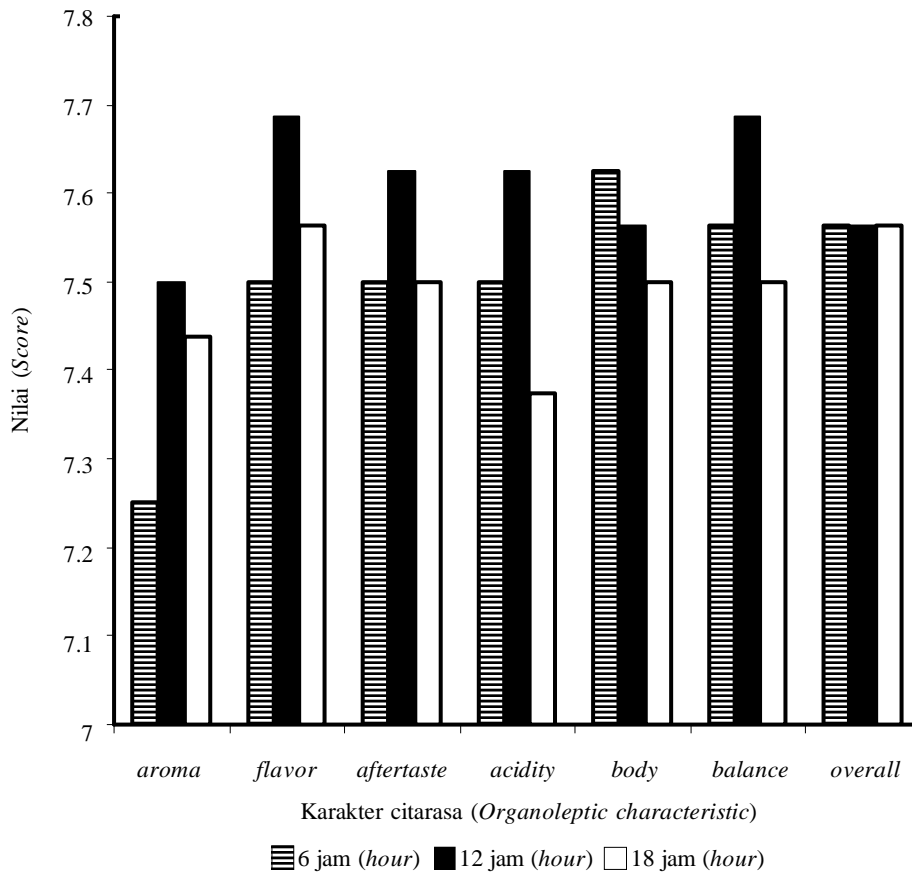
Figure 5. Influence of temperature and duration process of fermentation on mucilage content.

### Citarasa

Kualitas minuman kopi ditunjukkan dengan kesatuan nilai dari aroma, *flavor*, *acidity* dan *body*. Aroma seduhan kopi muncul sebagai akibat dari menguapnya senyawa volatil yang tertangkap oleh indra perasa atau penciuman manusia. Yusianto (1999) melaporkan bahwa keasaman yang tinggi akan memberikan kualitas aroma yang lebih baik. Trigonellin merupakan prekursor aroma pada kopi dan dengan adanya proses penyangraian akan menghasilkan senyawa-senyawa volatil. Senyawa volatil yang terbentuk merupakan komponen hasil degradasi trigonellin dan komponen utamanya (46%) adalah piridin. *Flavor* merupakan kombinasi antara aroma yang ditangkap oleh

indera penciuman manusia dan rasa seduhan yang ditangkap oleh indra perasa. Rasa seduhan berhubungan dengan senyawa non volatil yang terlarut, sedangkan aroma berhubungan dengan senyawa volatil. Untuk mendapatkan *flavor* yang optimum, maka trigonellin dalam biji kopi harus lebih besar dari 1%. *Aftertaste* atau kesan lanjutan citarasa merupakan kesan yang diperoleh dari uap seduhan kopi. *Acidity* merupakan kesan citarasa utama yang berhubungan dengan adanya senyawa-senyawa yang berasa manis. Sedangkan *body* merupakan kekentalan dari seduhan kopi sebagai karakter internal yang dapat dinilai karena ada kesan kental di langit-langit mulut (Ismayadi, 2010).

Citarasa seduhan kopi hasil fermentasi dalam karung ditampilkan pada Gambar 6.



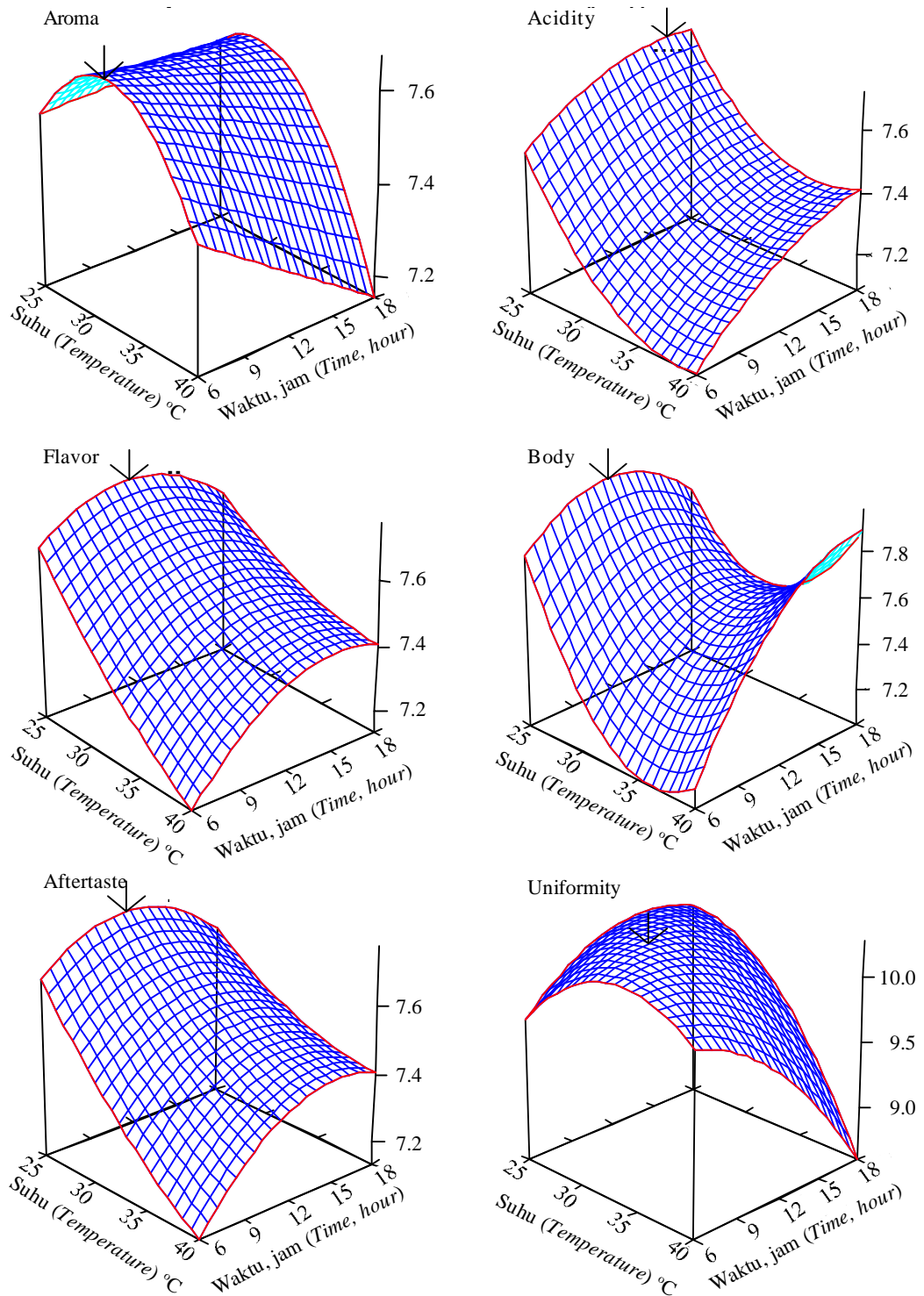
Gambar 6. Karakter citarasa biji kopi hasil fermentasi dalam karung selama 6, 12, dan 18 jam.

Figure 6. Organoleptic characteristics of coffee beans fermented in bags for 6,12, and 18 hours.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi kering dalam karung akan memberikan nilai tertinggi jika dilakukan selama 12 jam. Hal yang sama dilaporkan oleh Yusianto (2008) bahwa fermentasi kopi Arabika sebaiknya dilakukan selama 12 jam dengan tujuan untuk mengurangi dan memudahkan pencucian lender biji serta memperbaiki citarasa.

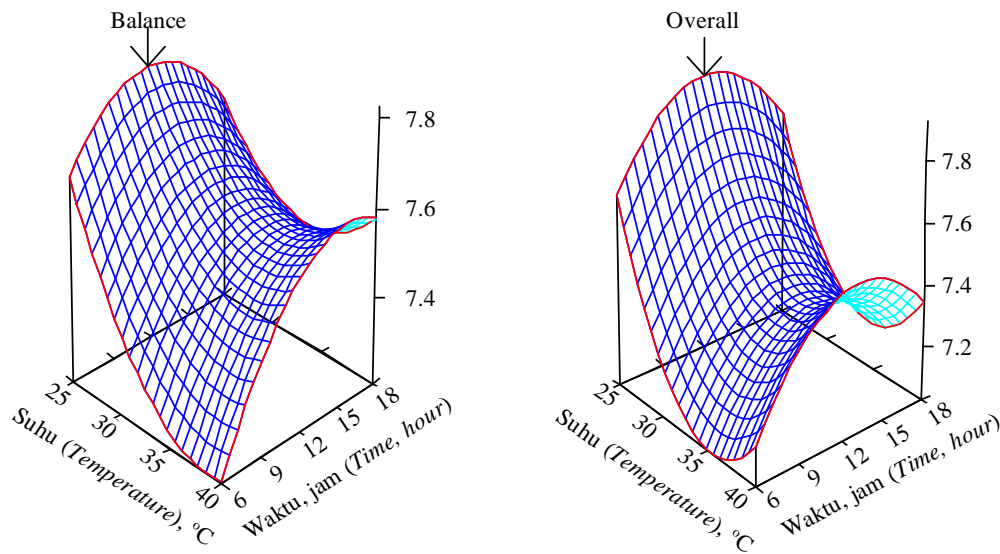
Hasil analisis *Response Surface Methodology* (RSM) dari beberapa parameter citarasa seduhan kopi yang difermentasi dalam fermentor terkendali ditampilkan pada Gambar 7 dan 8. Fermentor terkendali akan tetap memberikan nilai seduhan kopi

yang baik jika dioperasionalkan pada rentang suhu 25-31°C dan waktu proses selama 6-13 jam (Gambar 7). Kondisi proses yang akan menghasilkan nilai beberapa parameter citarasa tertinggi dicantumkan pada Tabel 1 dan diketahui juga bahwa nilai *balance*, *overall* dan rerata beberapa parameter citarasa seduhan kopi menunjukkan bahwa kondisi proses yang optimum untuk menghasilkan citarasa terbaik adalah pada suhu fermentasi 25°C dan waktu 12 jam. Umumnya, petani kopi menerapkan proses fermentasi cara kering, yaitu dengan menggunakan karung plastik tanpa air karena buah kopi yang dihasilkan dari setiap kali panen tidak



Gambar 7. Kurva RSM beberapa parameter organoleptik biji kopi hasil fermentasi dengan variasi suhu dan waktu.

Figure 7. RSM curve of several parameter organoleptic test of coffee beans fermented with varied temperature and time.



Gambar 8. Kurva RSM parameter *balance*, dan *overall* biji kopi hasil fermentasi dengan variasi suhu dan waktu.

Figure 8. RSM curve of *balance* and *overall* parameters of coffee beans fermented with varied temperature and time.

Tabel 1. Kondisi proses yang akan menghasilkan nilai beberapa parameter citarasa tertinggi

Table 1. Process conditions which produce high score for several parameter organoleptic test

Parameter citarasa Organoleptic parameters	Kondisi proses (Process condition)	
	Suhu (Temperature), °C	Waktu, jam (Time, hours)
<i>Aroma</i>	31	6
<i>Flavor</i>	25	12
<i>Acidity</i>	25	16
<i>Body</i>	25	12
<i>Uniformity</i>	31	10
<i>Balance</i>	25	12
<i>Aftertaste</i>	25	12
<i>Overall</i>	25	12

besar. Pada kondisi tersebut, penerapan proses fermentasi cara kering akan lebih sederhana dan murah serta berlangsung relatif cepat jika dibandingkan dengan fermentasi cara basah.

**KESIMPULAN**

Fermentor biji kopi terkendali tipe silinder horizontal telah berhasil diujicoba dengan beban proses 20 kg/*batch* atau 50% dari kapasitas tampung maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Sumber panas beberapa pemanas listrik mampu membangkitkan suhu selama proses fermentasi.
2. Fermentasi biji kopi dalam fermentor pada kisaran suhu 30-40°C tidak berdampak terhadap perubahan beberapa sifat fisik biji kopi seperti densitas, jumlah biji per 100 g, dan distribusi sebaran biji.
3. Kondisi optimum operasional fermentor untuk proses fermentasi kopi Arabika adalah pada suhu 25°C selama 12 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albanese, D.; M.D. Matteo; M. Poiana & S. Spagnamusso (2009). Espresso coffee (EC) by POD: Study of thermal profile during extraction process and influence of water temperature on chemical–physical and sensorial properties. *Food Research International*, 42, 727–732.
- Aydin, C. (2002). Physical properties of hazel nuts. *Biosystem Engineering*, 82, 297–303.
- Aydin, C. (2003). Physical properties of almond nut and kernel. *Jurnal Food Engineering*, 60, 315–320.
- Bart-Plange, A. & E.A. Baryeh (2003). The physical properties of category B cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, 60, 219–227.
- BSN (2008). *Standar Nasional Indonesia Biji Kopi 2907:2008*. Badan Standarisasi Nasional.
- Endris, S. & B.W. Senbet (2006). The Influence of Shade During Fermentation Stage of Wet Processing on the Cup Quality of Arabica Coffee. p. 549–553. *In: Proceeding of 21<sup>st</sup> International Conference on Coffee Science (ASIC)*, Montpellier, France.
- Franca, A.S.; L.S. Oliveira; J.C.F. Mendonsa & X.A. Silva (2009) Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. *Food Chemistry*, 90, 89–94.
- Ismayadi, C. (1998). Cita rasa kopi arabika spesialti Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 14, 165–172.
- Ismayadi, C. (2010). Karakteristik dan deskripsi citarasa kopi. p. 18–31. *In: Materi Pelatihan Uji Citarasa Kopi*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia
- Jackels, S.; C. Jackels; C. Vallejos; S. Kleven; R. Rivas & S. Fraser-Dauphinee (2006). Control of the coffee fermentation process and quality of the resulting roasted coffee: Studies in the field laboratory and on small farms in Nicaragua during the 2005–2006 harvest. p. 434–442. *In: Proceeding of 21<sup>st</sup> International Conference on Coffee Science (ASIC)*, Montpellier, France.
- McCabe W.L.; J.C. Smith & P. Harriott (1999). *Operasi Teknik Kimia*. Alih bahasa: E. Jasjfi. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mendonca, J.C.F.; A.S. Franca & L.S. Oliveira (2009). Physical characterization of non-defective and defective Arabica and Robusta coffees before and after roasting. *Journal of Food Engineering*, 92, 474–479.
- Misnawi & Sulistyowati (2006). Mutu kopi Indonesia dan Peluang peningkatan daya saingnya. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 22, 127–132.
- Mohsenin, N.N. (1978). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Published, New York.
- Purwadaria, H.K.; Sri-Mulato & A.M. Syarief (2008). Pengembangan proses dekafeinasi biji kopi dengan pelarut tersier dari pulpa kakao. *Laporan kegiatan penelitian KKP3T*. LPPM IPB. Bogor.
- Rodrigues, M.A.A.; M.L.A. Borges; A.A. Franca; L.S. Oliveira & P.C. Correa (2003). Evaluation of physical properties of coffee during roasting. *ASAE Annual International Meeting/CIGR XVth World Congress. Chicago, II. 2002. Manuscript FP 03 004. Vol. V. December 2003*.
- Sri-Mulato; S. Widyotomo & E. Suharyanto (2006). *Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kopi*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember, Jawa Timur.
- Sri-Mulato; S. Widyotomo & H. Lestari (2004). Pelarutan kafein biji kopi Robusta dengan kolom tetap menggunakan pelarut air. *Pelita Perkebunan*, 20, 97–109.

- Sumarno, D.; S. Mawardi; Maspur & H. Prayuginingsih (2009). Peningkatan nilai tambah pengolahan kopi Arabika metode basah menggunakan model kemitraan bermediasi (Motramed) pada unit pengolahan hasil di Kabupaten Ngada-NTT. *Pelita Perkebunan*, 25, 38–54.
- Widyotomo, S. (2008). Teknologi fermentasi dan diversifikasi pulpa kakao menjadi produk yang bermutu dan bernilai tambah. *Warta Review Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 24, 71–89.
- Widyotomo, S. (2010). Evaluasi kinerja mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder horisontal. *Jurnal Enjiniring Pertanian*, 8, 27–38.
- Widyotomo, S.; H. Ahmad; S. Soekarno & Sri-Mulato (2011a). Kinerja mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe tiga silinder horisontal. *Pelita Perkebunan*, 27, 36–54.
- Widyotomo, S.; H.K. Purwadaria & C. Ismayadi (2011b). Pengembangan sentra industri kopi terpadu berwawasan lingkungan untuk mendukung pengembangan agroindustri di pedesaan. *Laporan Akhir Insentif Ristek*. Kementerian Riset dan Teknologi.
- Widyotomo, S.; H.K. Purwadaria & C. Ismayadi (2012a). Pengembangan sentra industri kopi terpadu berwawasan lingkungan untuk mendukung pengembangan agroindustri di pedesaan. *Laporan Akhir Insentif Ristek*. Kementerian Riset dan Teknologi. Jakarta.
- Widyotomo, S.; H.K. Purwadaria & C. Ismayadi (2012b). Peningkatan mutu dan nilai tambah kopi melalui pengembangan proses fermentasi dan dekafeinasi. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Insentif Riset*. KP-2012-060. Kementerian Riset dan Teknologi. Jakarta.
- Widyotomo, S.; Sri-Mulato; H. Ahmad & S. Soekarno (2009). Kinerja pengupas kulit buah kopi segar tipe silinder ganda horisontal. *Pelita Perkebunan*, 25, 55–75.
- Widyotomo, S.; Sri-Mulato; H.K. Purwadaria & A.M. Syarief (2010). Karakterisasi fisik kopi pascapengukusan dalam reaktor kolom tunggal. *Pelita Perkebunan*, 26, 25–41.
- Yusianto (1999). Komposisi kimia biji kopi dan pengaruhnya terhadap citarasa seduhan. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 15, 190–202.
- Yusianto (2008). Panen dan penanganan pascapanen. p. 132–153. *In: S. Mawardi; R. Hulupi; A. Wibawa; S. Wiryadiputra & Yusianto (Eds.). Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika Gayo*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Yusianto; R. Hulupi; Sulistyowati; S. Mawardi & C. Ismayadi (2005). Sifat fisiko kimia dan citarasa beberapa varietas kopi Arabika. *Pelita Perkebunan*, 21, 200–222.
- Zaenudin & S. Abdoellah (2003). Program pengembangan teknologi dalam rangka mendukung perkopian nasional yang tangguh. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 19, 39–44.

\*\*\*\*\*.