







## Karakteristik Proses Dekafeinasi Kopi Robusta dalam Reaktor Kolom Tunggal dengan Pelarut Etil Asetat

### *Decaffeination Process Characteristic of Robusta Coffee in Single Column Reactor Using Ethyl Acetate Solvent*

Sukrisno Widyotomo<sup>1\*)</sup>, Sri-Mulato<sup>1)</sup>, Hadi K. Purwadaria<sup>2)</sup>, dan A. M. Syarief<sup>2)</sup>

#### Ringkasan

Kopi diminum oleh konsumen bukan sebagai sumber nutrisi melainkan sebagai minuman penyegar. Untuk penikmat kopi yang memiliki toleransi tinggi, kafein akan membuat tubuh menjadi lebih segar dan hangat. Tingginya kadar kafein di dalam biji kopi diduga dapat menyebabkan beberapa keluhan terutama bagi penikmat kopi yang memiliki toleransi rendah terhadap kafein. Salah satu upaya perluasan pasar adalah melalui diversifikasi produk biji kopi rendah kafein. Dekafeinasi merupakan suatu proses pengurangan kandungan kafein di dalam suatu bahan pertanian. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia bekerjasama dengan Institut Pertanian Bogor telah berhasil mengembangkan reaktor kolom tunggal untuk proses dekafeinasi biji kopi. Tulisan ini membahas karakteristik proses dekafeinasi biji kopi dalam reaktor kolom tunggal dengan menggunakan pelarut etil asetat ( $C_4H_8O_2$ ). Perlakuan yang diterapkan adalah suhu pelarut dan waktu pelarutan. Suhu pelarut yang digunakan sebanyak 5 tingkat, yaitu 50–60°C, 60–70°C, 70–80°C, 80–90°C dan 90–100°C, sedangkan waktu pelarutan sebanyak 6 tingkat, yaitu 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam, dan 12 jam. Biji kopi yang digunakan adalah jenis Robusta yang telah diklasifikasikan dalam 4 kelompok ukuran, yaitu lebih kecil dari 5,5 mm ( $A_4$ ), antara 5,5 mm dan 6,5 mm ( $A_3$ ), antara 6,5 mm dan 7,5 mm ( $A_2$ ), dan lebih besar dari 7,5 mm ( $A_1$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran biji kopi dan semakin tinggi suhu pelarut etil asetat, maka proses dekafeinasi akan berlangsung lebih cepat. Untuk biji kopi berukuran lebih kecil dari 5,5 mm, proses dekafeinasi dengan pelarut etil asetat 10% dapat dilakukan selama 8–10 jam pada suhu 90–100°C atau 12 jam pada suhu 60–70°C agar diperoleh kadar kafein 0,3%. Uji organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan pelarutan dengan etil asetat 90–100°C mengakibatkan citarasa seduhan kopi terdekafeinasi mengalami penurunan dengan nilai aroma, *flavor*, *bitterness* dan *body* masing-masing 1,9.

---

Diterima (Received) : 27 Juli (July) 2009.

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

2) Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.

\*) Alamat penulis (Corresponding Author) : swidyotomo@yahoo.com.

## Summary

Consumers drink coffee not as nutrition source, but as refreshment drink. For coffee consumers who have high tolerance for caffeine, coffee may warm up and refresh their bodies. High caffeine content in coffee beans may cause several complaints to consumers who are susceptible to caffeine. One of the efforts, for coffee market expansion is product diversification to decaffeinated coffee. Decaffeination process is one of process to reduce caffeine content from agricultural products. Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute in collaboration with Bogor Agricultural University has developed a single column reactor for coffee beans decaffeination. The aim of this research is to study process characteristic of coffee decaffeination in single column reactor using ethyl acetate ( $C_4H_8O_2$ ) solvent. Treatments applied in the research were time and temperature process. Temperature treatment were 50–60°C, 60–70°C, 70–80°C, 80–90°C and 90–100°C. Time treatment were 2 h, 4 h, 6 h, 8 h, 10 h, and 12 h. Size of Robusta coffee beans used were less than 5.5 mm ( $A_4$ ), between 5.5 mm and 6.5 mm ( $A_3$ ), between 6.5 mm and 7.5 mm ( $A_2$ ), and more than 7.5 mm ( $A_1$ ). The result showed that decaffeination process with ethyl acetate solvent will be faster when its temperature was higher and smaller bean size. For bean size less than 5.5 mm, decaffeination process by 10% ethyl acetate can be done 8–10 hours in 90–100°C solvent temperature or 12 hours in 60–70°C solvent temperature for 0.3% caffeine content. Organoleptic test showed that 90–100°C temperature solvent treatment decreased coffee flavor, which aroma, bitterness and body values were 1.9 each.

**Key words :** Coffee, caffeine, decaffeination, quality, single column.

## PENDAHULUAN

Kopi diminum oleh konsumen bukan sebagai sumber nutrisi melainkan sebagai minuman penyegar. Biji kopi secara alami mengandung berbagai jenis senyawa volatil seperti aldehida, furfural, keton, alkohol, ester, asam format, dan asam asetat. Kafein ( $C_8H_{10}N_4O_2$ ) atau 1,3,7 trimetil 2,6 dioksimurin merupakan salah satu senyawa alkaloid yang sangat penting yang terdapat di dalam biji kopi. Kadar kafein yang terdapat dalam secangkir teh sebesar 40–50 mg, sedangkan dalam secangkir kopi kadar kafein yang terkandung dapat mencapai 80–100 mg (Hicks *et al.*, 1996).

Kadar kafein yang terdapat di dalam biji kopi Robusta antara 1,50–2,72% basis berat

kering (bk), sedangkan di dalam biji kopi Arabika sebesar 0,94–1,59% bk (Clifford, 1985a). Spiller (1999) melaporkan bahwa kafein yang terkandung di dalam biji kopi kering Robusta dan Arabika masing-masing sebesar 1,16–3,27% bk, dan 0,58–1,7% bk, sedangkan kafein yang terkandung di dalam biji kopi sangrai sebesar 2% bk untuk kopi Robusta, dan 1% bk untuk kopi Arabika. Menurut Sivetz & Desrosier (1979), kafein adalah senyawa kimia hasil metilasi xanthin dengan bentuk dasar heterosiklis yang memiliki sifat farmakologi, sehingga kafein juga dikenal dengan nama 1,3,7 trimetil xanthin (Hadiyanto, 1994). Ensminger *et al.* (1995) melaporkan bahwa

tingginya kadar kafein di dalam biji kopi diduga akan menyebabkan beberapa keluhan kesehatan, terutama bagi penikmat kopi yang memiliki toleransi rendah terhadap kafein, sedangkan untuk penikmat kopi yang memiliki toleransi tinggi, kafein akan membuat tubuh menjadi lebih segar dan hangat. Salah satu upaya perluasan pasar produk melalui diversifikasi produk adalah produk biji kopi rendah kafein.

Dekafeinasi merupakan suatu proses pengurangan kandungan kafein di dalam suatu bahan pertanian. Dekafeinasi biji kopi biasanya dilakukan sebelum proses penyangraian, dan kopi bubuk dapat dikatakan terdekafeinasi jika memiliki kadar kafein antara 0,1–0,3% (Charley & Weaver, 1998). Katz (1997) melaporkan bahwa proses dekafeinasi pertama kali dilakukan di Jerman pada tahun 1990 dengan menggunakan pelarut kloroform, benzene, dan metil klorida. Namun, pelarut tersebut ternyata dapat bersifat racun (toksin). Proses dekafeinasi yang dilakukan di Swiss menggunakan pelarut air yang dibuat jenuh dengan gula dari peptida. Pada industri pangan, proses dekafeinasi dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut air, organik, dan anorganik (Toledo, 1999). Daya larut kafein dalam pelarut sintetik relatif tinggi, namun dengan alasan harga, potensi polusi lingkungan, dan pengaruh negatif terhadap kesehatan menyebabkan pelarut sintetik harus digunakan secara cermat (Clarke & Macrae, 1989; Katz, 1997).

Selama ini, teknologi proses dekafeinasi bersumber dari teknologi impor sehingga hal tersebut menyebabkan harga

kopi rendah kafein di dalam negeri sangat mahal dan kemungkinan berdampak pada menurunnya minat untuk minum kopi (Sri-Mulato *et al.*, 2004). Penelitian jangka panjang proses produksi kopi rendah kafein dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang telah dilakukan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah kopi, menurunkan volume impor, serta memberikan alternatif bagi peminum kopi. Sri-Mulato *et al.* (2004) dan Lestari (2004) melaporkan bahwa proses dekafeinasi biji kopi berukuran 5,5 mm dengan pelarut air dalam reaktor kolom tunggal selama 6 jam dapat menghasilkan biji kopi dengan kadar kafein 0,3%. Air merupakan salah satu pelarut yang murah, mudah diperoleh dan efek samping terhadap kesehatan dan lingkungan rendah. Kelemahannya adalah kemampuan air melarutkan kafein sangat terbatas pada suhu rendah. Pada proses pelarut dengan suhu air yang tinggi, pelarutan senyawa-senyawa pembentuk cita rasa dan aroma di dalam biji kopi tidak dapat dihindari yang mengakibatkan karakteristik mutu aroma dan cita rasanya lebih rendah dari sebelumnya.

Sivertz & Desroiser (1979) melaporkan bahwa proses dekafeinasi telah dilakukan dengan pelarut organik seperti metilen klorida, 1,2-diklor etana, asam karboksilat 5-hidroksi triptamida, monodiester gliseroltri asetat, ester polihidrik alkohol, asam karboksilat, di-triklor etana, asam asetat, ester etilen, triklor-trifluoroetan, etil asetat, n-heksan, dan flouronasi-HC. Proses dekafeinasi dengan pelarut anorganik dilakukan dengan

menggunakan CO<sub>2</sub> cair, gas NO<sub>2</sub>, gabungan air dan CO<sub>2</sub> cair. Di Indonesia, proses dekafeinasi dengan sistem perebusan menggunakan pelarut alkali telah banyak dilakukan (Cahyono, 1987; Ratna & Anisah, 2000; Rusmantri, 2002). Etil asetat sebagai salah satu pelarut organik dapat dihasilkan dari proses fermentasi lendir (*pulp*) kakao. Limbah pulpa kakao diperoleh dari proses pemerasan biji kakao basah yang memiliki kadar pulpa lebih tebal dari kondisi normal 0,52–0,60 ml/biji. Lapisan pulpa yang tebal akan menghambat proses aerobik sehingga pada proses fermentasi berlangsung lebih lama dan biji memiliki tingkat kemasaman yang tinggi (Atmawinata *et al.*, 1998). Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan pemanfaatan produk samping pulpa kakao antara lain meningkatkan nilai ekonomi pulpa kakao, meningkatkan pendapatan petani kopi dan kakao, produk yang dihasilkan tidak memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia, dan mutu biji kopi dan kakao akhir memiliki mutu yang baik.

Proses dekafeinasi umumnya dilakukan dengan cara perendaman atau kombinasi antara pengukusan dan pelarutan secara konsekutif dalam reaktor secara terpisah. Rekayasa reaktor kolom tunggal untuk proses dekafeinasi dengan cara pengukusan dan pelarutan yang dilakukan secara bersamaan dan sinambung akan memudahkan penanganan dan pengendalian prosesnya (Sri-Mulato *et al.*, 2004). Tulisan ini membahas karakteristik proses dekafeinasi biji kopi Robusta dalam reaktor kolom tunggal dengan menggunakan pelarut etil asetat (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>). Dekafeinasi

biji kopi dalam reaktor kolom tunggal dengan metode pengukusan dan pelarutan menggunakan etil asetat diharapkan akan lebih mudah dalam hal pengendalian prosesnya, laju pelarutan kafein lebih cepat dibandingkan dengan pelarut air, mutu produk akhir yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan kopi terdekafeinasi dan dapat diterima konsumen.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian karakterisasi proses dekafeinasi biji kopi Robusta dalam reaktor kolom tunggal dengan pelarut etil asetat dilaksanakan pada bulan Maret 2008 sampai dengan September 2008 bertempat di Bengkel dan Laboratorium Pascapanen, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, dan Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

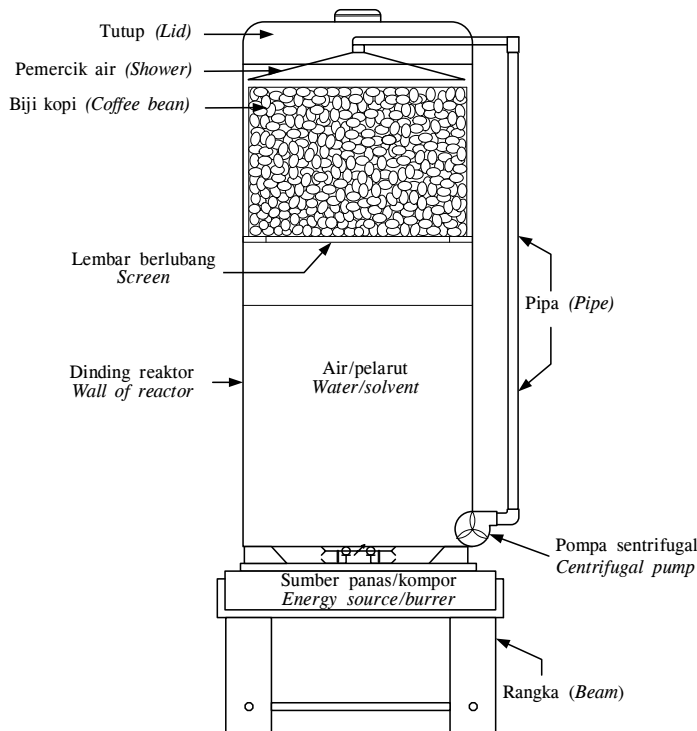
### Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan dalam kegiatan ini terdiri dari biji kopi pasar jenis Robusta dengan kisaran kadar air antara 13–14% dan tingkat mutu IV serta telah terklasifikasi berdasarkan ukuran, air, etil asetat teknis 10%, dan bahan-bahan kimia untuk analisis kadar kafein, trigonelin, asam klorogenat, dan lain-lain. Biji kopi Robusta diperoleh dari kebun percobaan Sumber Asin yang berlokasi di Desa Hardjokuncaran, Kecamatan Sumber

Manjing Wetan, Kabupaten Malang dengan ketinggian tempat antara 400–600 m dpl. dan beriklim C-D menurut klasifikasi Smith & Ferguson. Metode pengolahan yang diterapkan oleh kebun percobaan Sumber Asin adalah pengolahan kering.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan utama dan peralatan pendukung. Peralatan utama yang digunakan adalah sebuah reaktor dekafeinasi tipe kolom tunggal skala pilot plan dengan kapasitas muat 6 kg biji kopi pasar per satuan proses. Reaktor dibuat dari bahan baja tahan karat (*stainless steel*) tebal 2 mm dan memiliki ukuran dimensi dia-

meter dan panjang masing-masing 315 mm, dan 1.030 mm. Reaktor dapat menampung 30 l zat cair yang berfungsi untuk pengembangan volume menggunakan uap air, dan untuk melarutkan kafein dari dalam biji kopi dengan menggunakan etil asetat 10%. Sketsa reaktor dekafeinasi ditampilkan pada Gambar 1. Peralatan pendukung yang digunakan terdiri dari pemanas listrik yang berfungsi sebagai sumber panas dalam proses dekafeinasi, data *acquisition* FLUKE dengan sensor *Ni-Cr Ni* tipe K yang berfungsi sebagai pencatu suhu dan dilengkapi dengan seperangkat komputer yang berfungsi untuk menyimpan data, jangka sorong, jam kendali (*stopwatch*), gelas



Gambar 1. Sketsa reaktor kolom tunggal untuk proses pengukusan.

Figure 1. Design of single column reactor for steaming process.



$\delta > 7,5$

$\delta \leq 5,5 \text{ mm}$

$6,5 \text{ mm} \leq \delta \leq 7,5 \text{ mm}$

$5,5 \text{ mm} < \delta \leq 6,5 \text{ mm}$

$\delta > 7,5$

$\delta \leq 5,5 \text{ mm}$

$6,5 \text{ mm} \leq \delta \leq 7,5 \text{ mm}$

$5,5 \text{ mm} < \delta \leq 6,5 \text{ mm}$

$\delta > 7,5$

$\delta \leq 5,5 \text{ mm}$

$6,5 \text{ mm} \leq \delta \leq 7,5 \text{ mm}$

$5,5 \text{ mm} < \delta \leq 6,5 \text{ mm}$

ukur, pH meter, penetrometer, chroma-  
meter, oven, timbangan analitis dan lain-  
lain.

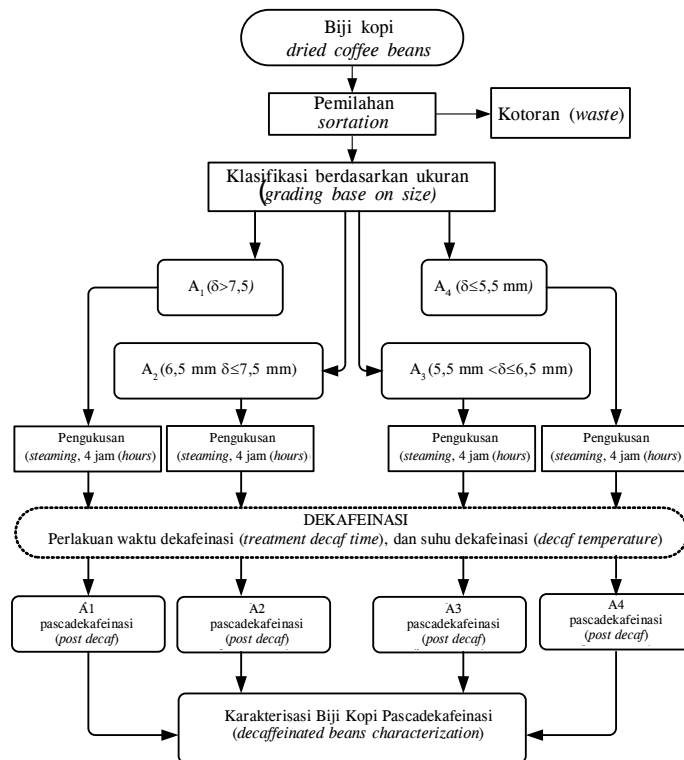
### Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian karakterisasi dekafeinasi biji kopi Robusta dalam reaktor kolom tunggal dengan pelarut etil asetat 10% ditampilkan pada Gambar 2. Sebelum proses dekafeinasi dilakukan, biji kopi pasar jenis Robusta dengan tingkat mutu VI disortasi secara mekanis dengan menggunakan mesin sortasi tipe meja getar (Widyotomo & Sri-Mulato, 2005). Sortasi

dilakukan selain untuk memisahkan biji kopi dari kotoran dan benda asing, juga untuk memilah atau mengklasifikasikan biji kopi berdasarkan ukuran yang telah ditetapkan sesuai standar yang berlaku (BSN, 2008).

Biji kopi diklasifikasikan dengan menggunakan pengayak dalam empat ukuran sebagai berikut:

1. Klasifikasi  $A_1$  adalah biji kopi dengan ukuran diameter biji ( $d$ ) lebih besar dari 7,5 mm
2. Klasifikasi  $A_2$  adalah biji kopi dengan ukuran diameter biji ( $d$ ) lebih besar dari



Gambar 2. Diagram alur pelaksanaan penelitian.

Figure 2. Research flow diagram.

6,5 mm atau lebih kecil/sama dengan 7,5 mm

3. Klasifikasi  $A_3$  adalah biji kopi dengan ukuran diameter biji (d) lebih besar dari 5,5 mm atau lebih kecil/sama dengan 6,5 mm
4. Klasifikasi  $A_4$  adalah biji kopi dengan ukuran diameter biji (d) lebih kecil atau sama dengan 5,5 mm

Proses dekafeinasi biji kopi yang telah terklasifikasi berdasarkan ukuran tertentu dilakukan di dalam reaktor kolom tunggal dengan menggunakan pelarut etil asetat 10% dilakukan dalam dua tahapan proses. Tahap pertama adalah proses pengembangan volume biji kopi dengan metode pengukusan menggunakan media air pada suhu 100 °C di dalam reaktor kolom tunggal. Proses pengukusan dilakukan selama 4 jam untuk memperoleh pengembangan biji kopi yang maksimum. Jumlah biji kopi yang digunakan pada setiap perlakuan proses dekafeinasi dari setiap ukuran biji sebanyak 12 kg dengan jumlah ulangan sebanyak 3 kali. Air yang terdapat di dalam reaktor diubah menjadi phase uap dengan menggunakan sumber panas elemen listrik (*electric heater*) berdaya 600 W. Tahap kedua adalah proses pelarutan kafein di dalam reaktor yang sama dengan menggunakan pelarut etil asetat 10%, dan perbandingan antara biji kopi dengan pelarut yang digunakan adalah 1:5. Suhu selama proses dekafeinasi berlangsung dicatat dengan menggunakan data *acquisition* FLUKE-*thermopel Ni-CrNi* tipe K. Data tersimpan dalam database komputer dan pencatatan dilakukan dengan interval waktu 3 menit.

Perlakuan yang diterapkan dalam proses dekafeinasi biji kopi adalah suhu dan waktu pelarutan. Perlakuan suhu pelarutan dilakukan dengan perlakuan 5 tingkatan suhu etil asetat sebagai pelarut, yaitu: (1) 50–60 °C, (2) 60–70 °C, (3) 70–80 °C, (4) 80–90 °C, dan (5) 90–100 °C dimulai setelah proses pengukusan berlangsung selama 4 jam. Waktu pelarutan biji kopi dilakukan dalam 6 tingkatan, yaitu (1) 2 jam, (2) 4 jam, (3) 6 jam, (4) 8 jam, (5) 10 jam dan (6) 12 jam. Selama proses dekafeinasi berlangsung, dilakukan analisis terhadap biji kopi untuk mengetahui perubahan kadar kafein, asam klorogenat, trigonelin, pH, warna, dan cita rasa akhir.

### **1. Analisis kadar kafein, asam klorogenat, dan trigonelin**

Pengukuran kadar kafein, asam klorogenat, dan trigonelin dilakukan dengan menggunakan HPLC, dan GC MS. Pompa HPLC Shimadzu model Lc-9A dengan detektor shimadzu model spd-GA (UV spectrophotometric detector). Sistem injeksi menggunakan Loop (water 717 plus auto-sampler). Contoh 20ml diatur pada tingkat sensitivitas 0,01 AUFS menggunakan panjang gelombang serapan maksimum. Serapan maksimum kafein 272,8 nm, trigonelin 263,3 nm, dan asam klorogenat 325 nm (Ky *et al.*, 2001; Ky *et al.*, 1997).

### **2. pH pelarut dan biji kopi**

Pengukuran pH pelarut dan biji kopi selama proses dekafeinasi dilakukan sesuai

prosedur AOAC (William, 1999). pH sample larutan (25 mL), biji kopi dekafeinasi maupun seduhan bubuk kopi dekafeinasi diukur dengan menggunakan pH meter. Adapun sebelum pengukurannya dilakukan kalibrasi pada pH 4 dan pH 7 dengan cara mencelupkan ujung dioda pada buffer tritisol sampai alat menunjukkan nilai pH. Ujung dioda selanjutnya disemprot dengan aquades, dan dikeringkan dengan tisu sebelum dicelupkan ke dalam contoh yang akan diukur nilai pH-nya.

### 3. Analisis warna biji kopi

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat Minolta Chromameter CR-300. Sampel diletakkan pada tempat yang tersedia dengan berat tiap sampel harus sama, setelah menekan tombol pengukuran maka akan diperoleh nilai L, a, dan b. Nilai L berkisar antara 0–100 yang menunjukkan warna gelap sampai terang. Nilai a menggambarkan interval warna antara hijau yang bernilai –100 dan merah yang bernilai +100. Sementara itu para-meter b menunjukkan warna biru yang bernilai –100 dan warna kuning yang bernilai +100 (Lestari, 2004).

### 4. Uji cita rasa

Uji cita rasa bubuk kopi terdekafeinasi dilakukan dengan cara menyeduh 100 g sample bubuk kopi dengan air mendidih (100°C). Setelah 5 menit ketika bagian-bagian kopi mengembang sudah membasahi semuanya dan tenggelam, seduhan kopi diaduk perlahan (Atmawinata, 2001).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Biji kopi termasuk bahan pertanian yang memiliki sifat konduktivitas panas yang rendah karena memiliki susunan sel yang sangat rapat. Proses pengukusan mengakibatkan permukaan biji kopi mengalami pengembangan dan menyerap uap air dalam jumlah yang cukup tinggi. Molekul-molekul air bergerak cepat meninggalkan permukaan air dalam bentuk uap air bebas, menembus tumpukan, dan memanaskan permukaan biji kopi. Panas merambat ke dalam jaringan biji dan menyebabkan sel-sel berekspansi karena tekanan uap air dan senyawa-senyawa gas yang ada di dalam sel. Panas dan uap air yang terserap di dalam ruang pori mengakibatkan permukaan biji dan pori-pori biji melunak. Namun demikian, tekanan uap air yang tinggi serta panas yang merambat di permukaan sampai dengan ke dalam biji tidak mengakibatkan biji pecah. Tingginya uap air yang terserap di dalam pori-pori biji menyebabkan tekstur biji menjadi lebih rendah jika dibandingkan dengan kondisi awal biji yang relatif kering dengan kadar air 13–14%. Sri-Mulato *et al.* (2004) melaporkan bahwa pengembangan biji mencapai nilai maksimum setelah pengukusan berlangsung 3 jam. Pemanasan lanjut tidak menambah volume biji, dan permukaan atau lapisan biji tidak sampai pecah. Fenomena fisis yang terjadi selama proses pengukusan akan mempermudah molekul pelarut kafein berdifusi ke dalam biji kopi, dan mempercepat proses pelarutan senyawa kafein.

### Laju Penurunan Kadar Kafein

Perubahan fisik biji kopi selama pengukusan merupakan langkah awal proses pelunakan jaringan di dalam biji kopi dan menjauhnya jarak antarsel. Fenomena fisis tersebut mempermudah molekul etil asetat yang berfungsi sebagai pelarut berdifusi ke dalam biji kopi, dan mempercepat pelarutan senyawa kafeinnya (Ensminger *et al.*, 1995). Jaganyi & Prince (1999) melaporkan bahwa jumlah senyawa kafein yang dapat diekstrak dari biji kopi tergantung pada lama ekstraksi, dan ukuran partikelnya. Makin kecil ukuran biji kopi, maka jarak antara permukaan dan inti biji semakin pendek sehingga molekul etil asetat lebih cepat berdifusi, dan makin cepat mencapai dinding sel dan sitoplasma.

Proses pelarutan senyawa kafein dari biji kopi diawali oleh pemecahan ikatan senyawa kompleks kafein, dan asam klorogenat akibat perlakuan panas. Senyawa kafein menjadi bebas dengan ukuran, dan berat molekulnya menjadi kecil. Kafein menjadi mudah bergerak, mudah berdifusi melalui dinding sel, dan selanjutnya ikut terlarut dalam pelarut. Kafein yang terdapat di dalam sitoplasma dalam keadaan bebas (Sivetz & Desroiser, 1979), sedang selebihnya terdapat dalam kondisi terikat sebagai senyawa alkaloid dalam bentuk senyawa garam kompleks kalium klorogenat dengan ikatan ionik (Clifford, 1985b). Ikatan kompleks ini menyebabkan kafein tidak dapat bergerak bebas di dalam jaringan biji kopi (Baumann *et al.*, 1993; Horman & Viani, 1971). Pengaruh energi panas dapat menyebabkan ikatan tersebut terputus sehingga mudah terlarut.

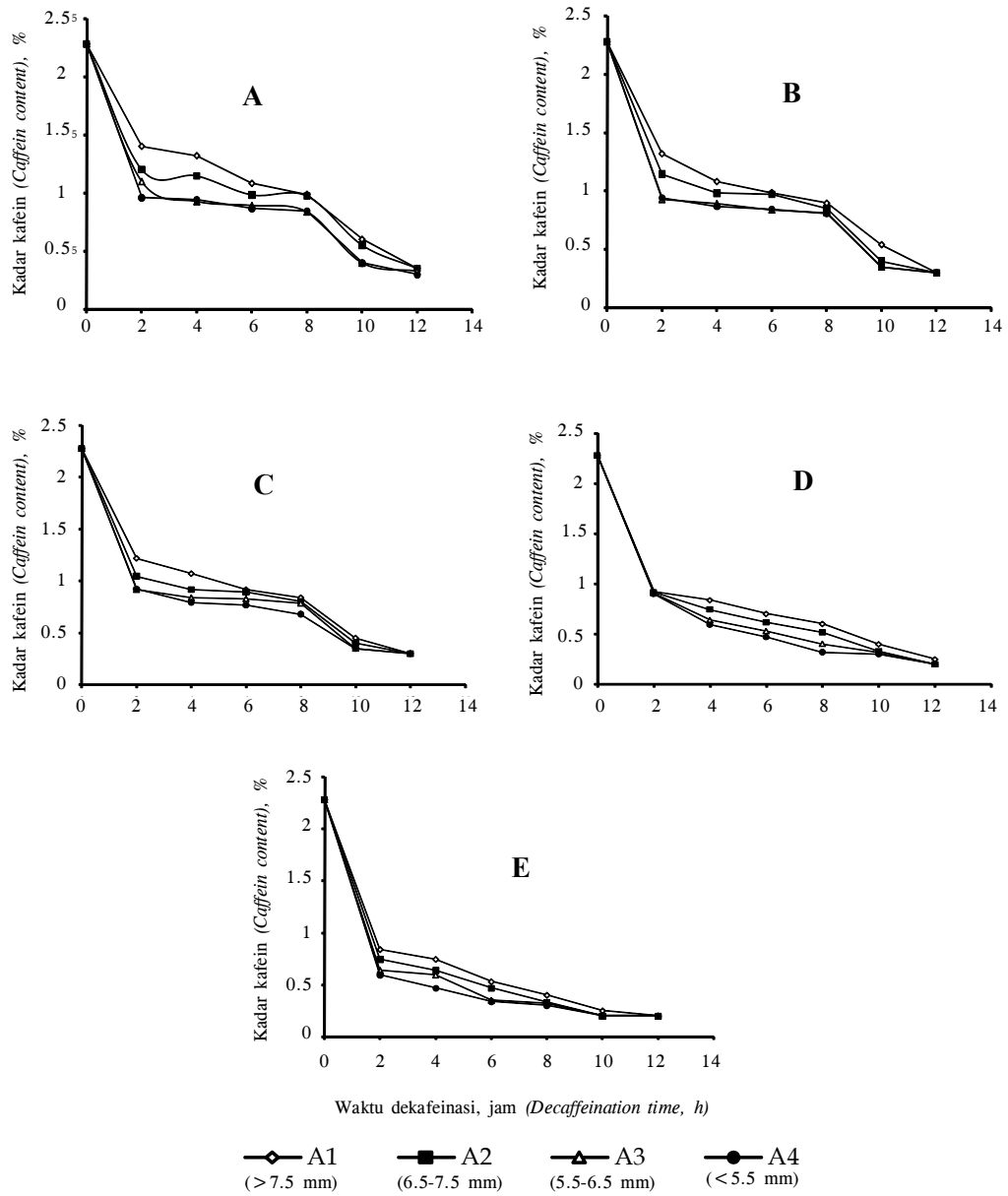
Laju penurunan kafein dari dalam biji kopi selama proses dekafeinasi dari beberapa perlakuan suhu dan ukuran biji kopi ditampilkan pada Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan semakin lama proses pelarutan, maka makin banyak kafein yang terlarut dari dalam biji kopi. Laju penurunan kadar kafein tertinggi terjadi setelah proses dekafeinasi berlangsung 2 jam pertama, yaitu masing-masing sebesar 38,6–57,8% pada suhu proses 50–60 °C, 42,1–59,3% pada suhu proses 60–70 °C, 46,5–59,7% pada suhu proses 70–80 °C, 59,5–60,5% pada suhu proses 80–90 °C, dan 63,2–73,9% pada suhu proses 90–100 °C. Setiap jam berikutnya penurunan kadar kafein dari dalam biji kopi semakin lambat karena pelarut etil asetat harus melepaskan senyawa kafein yang berada lebih dalam di dalam pori-pori biji kopi. Toledo (1999) melaporkan bahwa dengan semakin lama proses pemanasan, maka biji kopi akan semakin mengembang sehingga akan membantu proses pelarutan kafein yang berada di dalam sitoplasma dan dinding sel. Kafein yang terdapat dalam sitoplasma dalam keadaan bebas (Sivetz & Desroiser, 1979), sedangkan kafein yang terdapat di dinding sel biji kopi dalam keadaan terikat dengan asam klorogenat dengan ikatan ion membentuk garam (Clifford, 1985; MaCrae, 1985). Perlakuan panas selama proses dekafeinasi mengakibatkan ikatan antara kafein dengan asam klorogenat terputus sehingga semakin lama akan semakin banyak terbentuk kafein bebas. Clarke & Macrae (1989), dan Sivetz & Desroiser (1979) melaporkan bahwa kafein tidak berpengaruh terhadap aroma kopi,











Gambar 3. Laju penurunan kafein dari perlakuan suhu pelarut 50-60°C (A), 60-70°C (B), 70-80°C (C), 80-90°C (D), dan 90-100°C (E).

Figure 3. Decaffeination rate from 50-60°C (A), 60-70°C (B), 70-80°C (C), 80-90°C (D), and 90-100°C (E) solvent temperature treatment.

tetapi sedikit memberikan rasa pahit. Senyawa kafein menyumbang rasa pahit antara 10–30% dari seduhan kopi (Morton, 1984).

Ratna & Anisah (2000) melaporkan bahwa perlakuan perebusan dalam larutan NaOH 0,6% selama 20 menit dapat menurunkan kadar kafein kopi bubuk Robusta sebanyak 0,31%. Semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu perebusan maka kadar kafein yang dihasilkan akan semakin rendah. Selain suhu proses dekafeinasi, ukuran biji kopi sangat berpengaruh terhadap laju penurunan kadar kafein. Biji kopi dengan ukuran lebih kecil akan cepat mengalami penurunan kadar kafein jika dibandingkan dengan biji kopi berukuran besar. Hal tersebut disebabkan karena dengan semakin kecil ukuran biji kopi, maka jarak lintasan difusi kafein menjadi pendek sehingga kafein akan lebih mudah larut. Charley & Weaver (1998) melaporkan bahwa kadar kafein dari biji kopi terdekafeinasi berkisar antara 0,1–0,3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mencapai kadar kafein 0,3%, maka lama proses dekafeinasi biji kopi  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  dan  $A_4$  dengan suhu proses 90–100°C berlangsung selama 8 jam. Lestari (2004) dan Sri-Mulato *et al.* (2004) melaporkan bahwa proses dekafeinasi dengan waktu pengukusan–pelarutan 6 jam pada biji kopi ukuran 5,5 mm sudah mampu mencapai kadar kafein 0,3%.

## Warna

Cahaya yang mengenai suatu bahan dapat direfleksikan, diserap dan diterus-

kan. Sifat-sifat transmisi dan reflektansi cahaya telah banyak digunakan untuk kepentingan pengolahan hasil pertanian. Barbara (2000) melaporkan bahwa perubahan warna biji kopi dapat dilihat berdasarkan perubahan nilai L (*lightness*) yang merupakan jumlah sinar yang dipantulkan ulang oleh suatu benda berwarna gelap saat diberi penyinaran dengan sumber cahaya pada panjang gelombang tertentu. Semakin gelap warna biji kopi, maka akan semakin sedikit jumlah cahaya yang dipantulkan.

Lestari (2004) melaporkan bahwa setelah proses dekafeinasi dengan menggunakan pelarut air nilai kecerahan biji kopi menurun. Nilai kecerahan biji kopi menurun antara 25–45%, yaitu dari 46,31–50,61 menjadi 25,15–37,88. Hasil penelitian pelarutan kafein dengan menggunakan etil asetat 10% menunjukkan bahwa proses dekafeinasi menghasilkan biji kopi dengan nilai kecerahan yang menurun. Dengan semakin kecil ukuran biji kopi, dan semakin tinggi suhu proses yang digunakan, maka akan menghasilkan biji kopi dengan nilai kecerahan yang semakin kecil. Analisis nilai kecerahan biji kopi awal adalah antara 64–69, dan berubah menjadi 33–38 setelah proses dekafeinasi berlangsung selama 12 jam dengan suhu proses 50–60°C. Nilai kecerahan menurun antara 44–48%. Untuk biji kopi berukuran  $A_4$ , nilai kecerahan turun menjadi 21 (67–69%) setelah proses dekafeinasi berlangsung selama 10 jam pada suhu proses 90–100°C.

Perubahan warna permukaan biji kopi disebabkan oleh adanya reaksi Maillard

yang melibatkan senyawa bergugus karboksil (gula reduksi), dan gugus amino (asam amino) (Barbara, 2000). Lebih lanjut Winarno (1997) melaporkan bahwa reaksi Maillard merupakan reaksi *browning* non enzimatis yang menghasilkan senyawa kompleks dengan berat molekul tinggi. Panas yang digunakan dalam proses dekafeinasi dapat memutuskan ikatan peptida antar asam amino dalam molekul protein atau ikatan hidrogen antara asam amino dengan senyawa lain (Barbara, 2000). Protein dalam biji kopi terdapat pada sitoplasma dalam bentuk bebas dan pada dinding sel. Dengan terputusnya ikatan peptida ataupun ikatan hidrogen, maka dengan semakin lama waktu dekafeinasi semakin banyak asam amino bebas dalam biji kopi (Clifford, 1985b). Dengan semakin meningkatnya asam amino bebas dan gula reduksi, maka akan mempercepat terjadinya reaksi Maillard yang menyebabkan warna biji kopi semakin gelap ditandai dengan nilai kecerahan (*L*, *Lightness*) yang semakin menurun. Laju penurunan nilai kecerahan semakin tinggi dengan semakin kecil ukuran biji kopi, dan semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pelarutan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

### **pH Air**

Nilai pH didefinisikan sebagai jumlah atau konsentrasi ion  $H^+$  bebas pada larutan yang dipengaruhi oleh sifat dan jenis asam, suhu, konsentrasi dan adanya zat-zat lain yang mungkin terlarut (Sivetz & Desroiser, 1979; Clifford, 1985b). Asam secara umum merupakan senyawa kimia yang bila

dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan dengan pH lebih kecil dari 7. Dalam definisi modern, asam adalah suatu zat yang dapat memberi proton (ion  $H^+$ ) kepada zat lain (yang disebut basa), atau dapat menerima pasangan elektron bebas dari suatu basa. Suatu asam bereaksi dengan suatu basa dalam reaksi penetralan untuk membentuk garam. Contoh asam adalah asam asetat (ditemukan dalam cuka) dan asam sulfat (digunakan dalam baterai atau aki mobil). Asam umumnya berasa masam; walaupun demikian, mencicipi rasa asam, terutama asam pekat, dapat berbahaya dan tidak dianjurkan.

Perubahan pH air selama proses pengukusan (*steaming*) biji kopi ditampilkan pada Gambar 5. Uap air merupakan bahan utama yang berfungsi untuk mengembangkan volume biji kopi sebelum proses pelarutan kafein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum pH air mengalami peningkatan dari kondisi awal 7 menjadi 5,7–6,3 setelah proses pengukusan berlangsung 3,5 jam. Penurunan nilai pH air selama proses pengukusan biji kopi berukuran lebih kecil akan lebih cepat dibandingkan dengan proses pengukusan biji kopi yang lebih besar. Hal tersebut disebabkan karena dengan semakin kecil ukuran biji kopi, maka jarak lintasan difusi uap air menjadi pendek sehingga asam-asam yang terkandung di dalam biji kopi akan lebih mudah terlarut.

### **pH Pelarut**

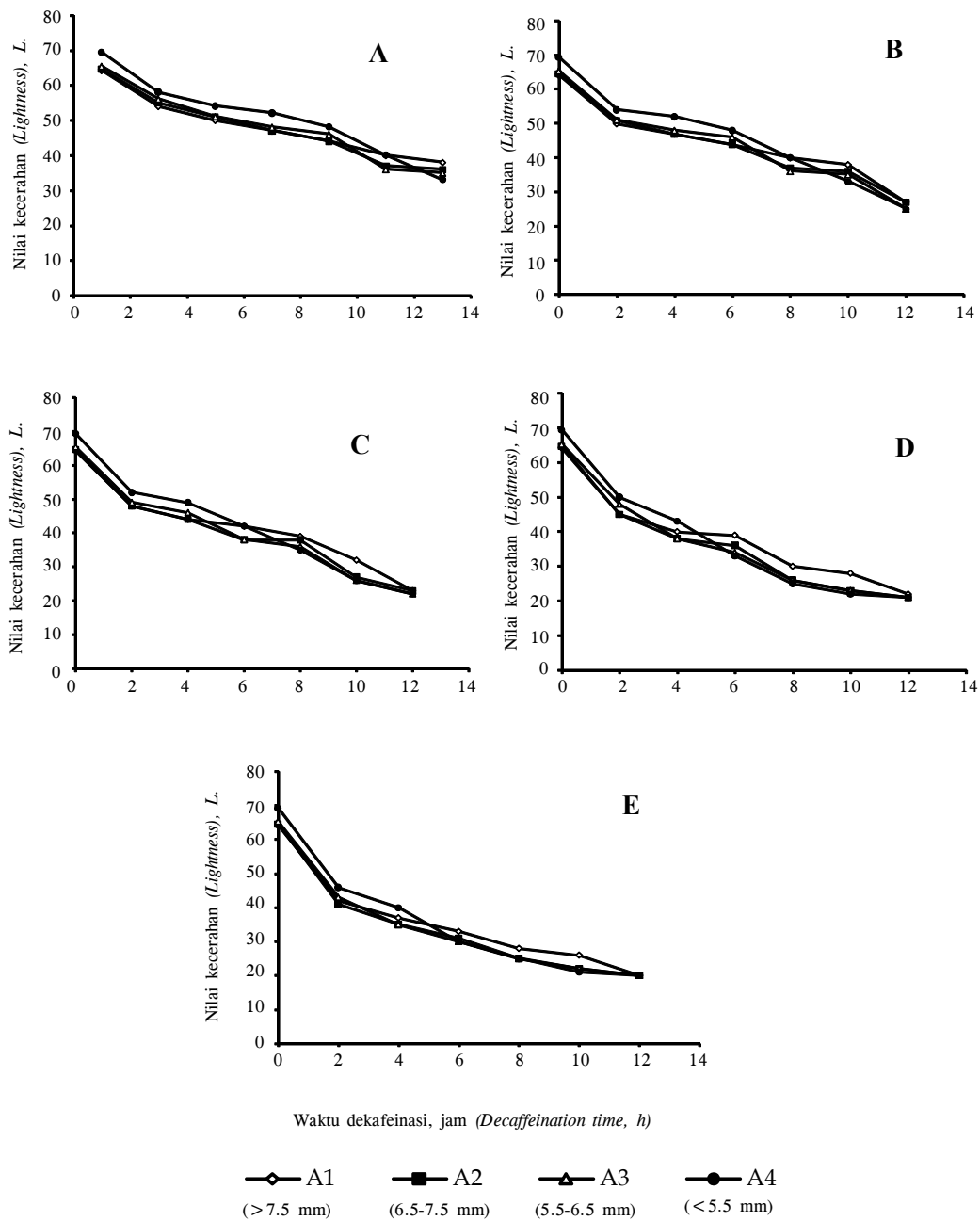
Nilai pH pelarut (etil asetat) akan berkaitan dengan pH biji kopi selama proses pelarutan kafein. Perubahan pH pelarut











Gambar 4. Perubahan nilai kecerahan dari perlakuan suhu pelarut 50-60°C (A), 60-70°C (B), 70-80 °C (C), 80-90°C (D), dan 90-100°C (E).

Figure 4. Lightness changes of coffee beans surface during decaffeination at 50-60°C (A), 60-70 °C (B), 70-80°C (C), 80-90°C (D), and 90-100°C (E).







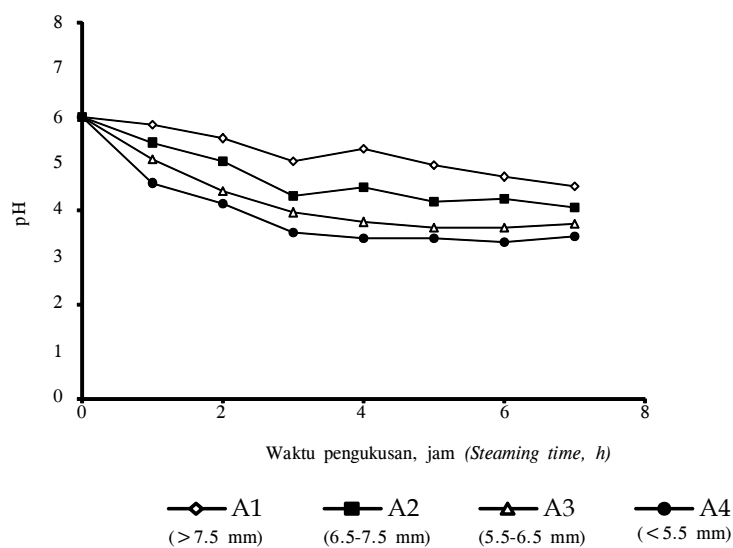
selama proses pelarutan ditampilkan pada Gambar 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama proses dekafeinasi pH pelarut mengalami penurunan dari 6,8 menjadi kisaran 4,5–5,3. Lestari (2004) melaporkan bahwa proses dekafeinasi yang berlangsung selama 5 jam dengan menggunakan pelarut air mampu menurunkan pH air dari nilai awal 7,6–7,7 menjadi 5,9. Nilai pH yang menurun dapat disebabkan oleh asam-asam non volatil yang terdapat di dalam biji kopi terlarut ke dalam pelarut selama proses dekafeinasi berlangsung.

Dengan semakin kecil ukuran biji kopi dan semakin tinggi suhu proses dekafeinasi, maka nilai pH pelarut akan menjadi lebih rendah. Suhu yang tinggi akan mengakibatkan ikatan senyawa asam yang terdapat di dalam biji kopi akan lebih mudah terputus, terlepas dari ikatannya dan terlarut

keluar dari dalam biji kopi. Dengan semakin kecil ukuran biji kopi, maka jarak lintasan difusi senyawa asam yang terdapat di dalam biji kopi menjadi pendek sehingga asam-asam yang terkandung di dalam biji kopi akan lebih mudah terlarut.

### Asam Klorogenat

Asam klorogenat merupakan salah satu antioksidan yang terdapat di dalam biji kopi yang dapat melawan stress oksidatif, dan menghambat pembentukan bahan karsinogenik (NFA, 2007). Asam klorogenat pada kopi adalah turunan dari *5-coffeoylquinic acid* dengan *cinamic acid*, *o-hidroksinamic acid*, *p-hidroksinamic acid*, *caffeic acid*, *ferulic acid*, *isoferulic acid*, dan *sinapic acid* (asam cinnamat, asam o-hidroksisicimat, asam p-hidroksisicimat, asam kafeat, asam ferulat, asam isoferulat, dan



Gambar 5. Perubahan pH air selama proses pengukusan.

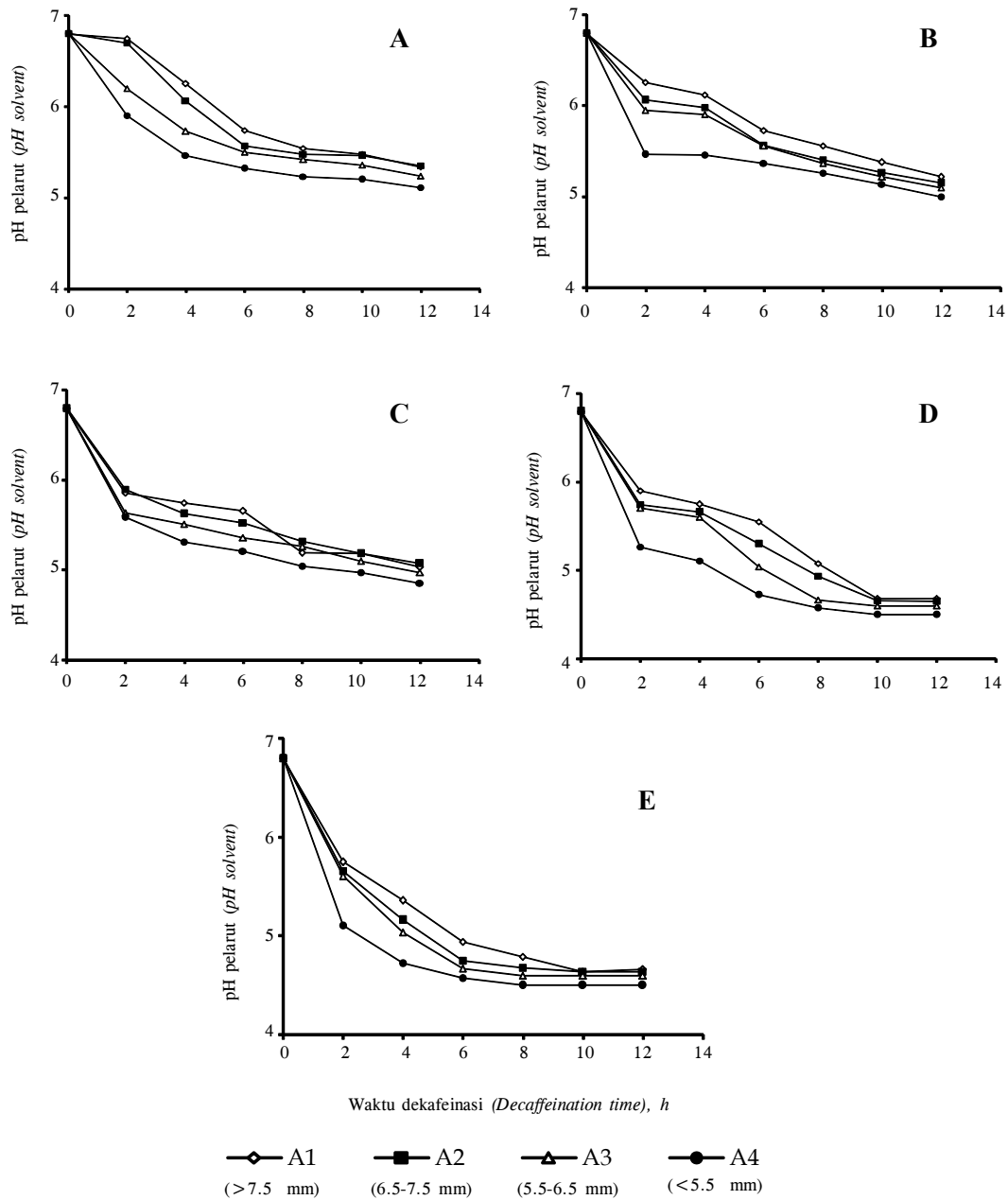
Figure 5. Water pH changes during steaming process.











Gambar 6. Perubahan pH pelarut pada perlakuan suhu dekafeinasi 50-60°C (A), 60-70°C (B), 70-80°C (C), 80-90°C (D), dan 90-100°C (E).

Figure 6. Solvent pH changes at 50-60°C (A), 60-70°C (B), 70-80°C (C), 80-90°C (D), and 90-100°C (E) decaffeination temperature treatment.

asam sinapat). Asam klorogenat merupakan salah satu komponen yang memberikan kontribusi terhadap sifat keasaman pada minuman kopi. Kadar asam klorogenat pada biji kopi Arabika bervariasi antara 6–7%, sedangkan pada Robusta sekitar 7–11%, dan meningkat seiring tingkat kemasakan. Kadar asam klorogenat meningkat seiring dengan peningkatan kadar kafein. Citarasa asam klorogenat adalah pahit seperti tanin (Anonim, 2008; Ky *et al.*, 2001).

Gambar 7 menunjukkan laju penurunan asam klorogenat dari dalam biji kopi persatuan waktu selama proses dekafeinasi. Proses dekafeinasi biji kopi dengan pelarut etil asetat pada suhu tinggi menyebabkan mudah terlepasnya asam klorogenat. Perlakuan panas selama proses dekafeinasi mengakibatkan asam klorogenat mengalami hidrolisis menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah, kemudian diikuti dengan dekomposisi asam klorogenat menjadi senyawa organik lain dan mempunyai sifat mudah terlarut dalam pelarut (Koeing, 1980). Hal tersebut menyebabkan kadar asam klorogenat dalam biji kopi turun secara bertahap selama berlangsungnya proses dekafeinasi dengan pola penurunan mirip yang terjadi dengan penurunan kadar kafein.

Berkurangnya kadar asam klorogenat selain indikasi menurunnya jumlah kafein dalam biji kopi, juga akan berpengaruh pada cita rasa seduhan kopinya. Asam tersebut bersama dengan kafein diduga memberikan pengaruh pada rasa pahit dan sepat (Horman & Viani, 1971). Selain itu, asam klorogenat di dalam biji kopi

diketahui sebagai senyawa yang bersifat antioksidan, dan dalam beberapa kondisi tertentu lebih kuat sifatnya dari pada senyawa asam askorbat (Morishita & Kido, 1995).

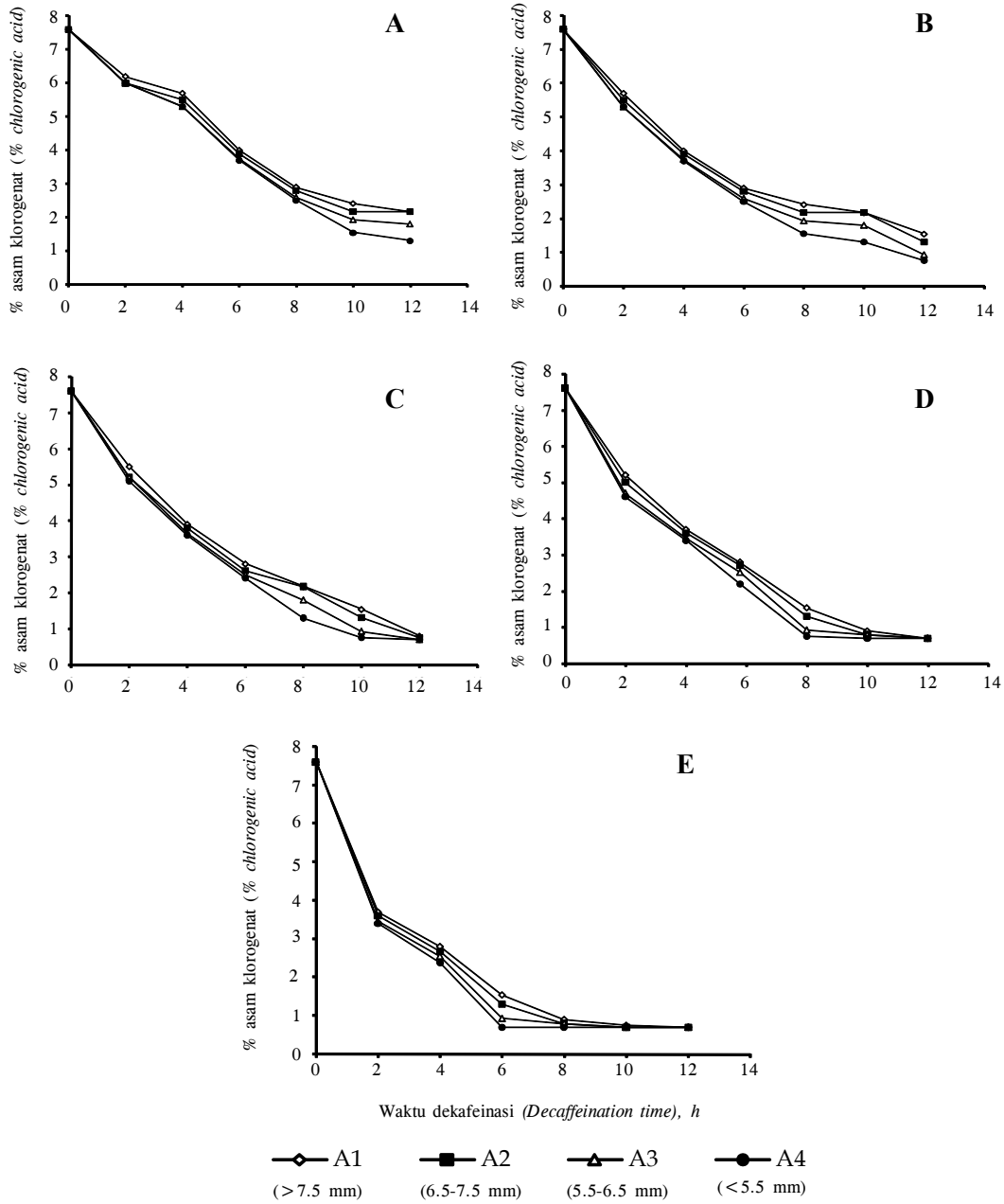
Ukuran biji kopi juga akan sangat mempengaruhi penetrasi asam klorogenat yang telah terhidrolisis keluar dari pori-pori biji kopi. Semakin kecil ukuran biji kopi, maka jarak lintasan molekul untuk melakukan difusi akan semakin pendek. Hal tersebut yang menyebabkan dengan semakin kecil ukuran biji kopi, maka dalam perlakuan proses yang sama akan semakin banyak asam klorogenat yang terlarut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan semakin kecil ukuran biji kopi dan semakin tinggi suhu pelarut, maka persentase penurunan asam klorogenat akan semakin besar per satuan waktu.

Proses dekafeinasi biji kopi dengan pelarut etil asetat yang berlangsung selama 12 jam dapat menurunkan kadar asam klorogenat dari dalam biji kopi dari kadar 7,6% menjadi 0,7–2,17 tergantung ukuran biji kopi dan suhu proses dekafeinasinya. Kadar asam klorogenat terendah diperoleh pada proses dekafeinasi biji kopi A<sub>4</sub> dengan suhu proses 90–100°C dengan lama proses 6 jam, sedangkan kadar asam klorogenat yang masih relatif tinggi setelah proses dekafeinasi berlangsung selama 12 jam, yaitu 2,17 diperoleh pada biji kopi A<sub>1</sub> yang mengalami proses dekafeinasi dengan suhu 50–60°C. Hal yang sama dilaporkan oleh Sri-Mulato *et al.* (2004) dan Lestari (2004) pada proses dekafeinasi biji kopi berukuran 5,5 mm selama 6 jam dengan pelarut air diperoleh penurunan kadar asam klorogenat









Gambar 7. Laju penurunan asam klorogenat dari perlakuan suhu pelarut 50–60°C (A), 60–70°C (B), 70–80°C (C), 80–90°C (D), dan 90–100°C (E).

Figure 7. Chlorogenic acid decreasing rate at 50–60°C (A), 60–70°C (B), 70–80°C (C), 80–90°C (D), and 90–100°C (E) solvent temperature treatment.

dari 5,5% (berat kering) menjadi 0,79% (berat kering).

### Trigonelin

Viani & Hotman (1974) melaporkan bahwa trigonelin merupakan prekursor aroma pada kopi dan dengan adanya proses penyangraian akan menghasilkan senyawa-senyawa volatil. Senyawa volatil yang terbentuk merupakan komponen hasil degradasi trigonelin dan komponen utamanya (46%) adalah piridin. Untuk mendapatkan *flavor* yang optimum, maka trigonelin dalam biji kopi harus lebih besar dari 1%. Contoh biji kopi yang digunakan dalam proses dekafeinasi memiliki kadar trigonelin 1,7% yang berarti memiliki *flavor* yang optimum.

Laju penurunan trigonelin dari dalam biji kopi selama proses dekafeinasi berlangsung ditampilkan pada Gambar 8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju penurunan trigonelin selama proses dekafeinasi dipengaruhi oleh suhu proses yang digunakan dan ukuran biji kopi. Karakteristik kurva yang terbentuk memiliki kesamaan dengan laju penurunan kafein. Dengan semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses dekafeinasi, maka laju penurunan kadar trigonelin akan semakin cepat dan kadar trigonelin yang terlarut semakin besar. Panas menyebabkan ikatan trigonelin yang terdapat di dalam pori-pori biji kopi mudah terlarut oleh etil asetat. Semakin tinggi suhu yang digunakan, maka kemampuan untuk melepaskan ikatan dan pelarutan trigonelin akan semakin besar. Selain suhu, ukuran biji

kopi juga berpengaruh pada laju penurunan kadar trigonelin selama proses dekafeinasi. Biji kopi dengan ukuran lebih kecil akan memudahkan pelarut masuk ke dalam pori-pori biji kopi karena jarak tempuh ke pusat biji lebih pendek, dan lebih cepat melarutkan trigonelin yang terdapat di dalam biji.

Trigonelin memiliki sifat mudah larut dalam senyawa organik (Macrae, 1985), maka proses dekafeinasi dengan pelarut etil asetat menyebabkan berkurangnya kadar trigonelin. Panas yang dikenakan ke biji kopi selama proses pengukusan menyebabkan biji kopi mengalami pengembangan volume. Hal tersebut menyebabkan pelarut mudah masuk ke dalam pori-pori dan melarutkan senyawa trigonelin.

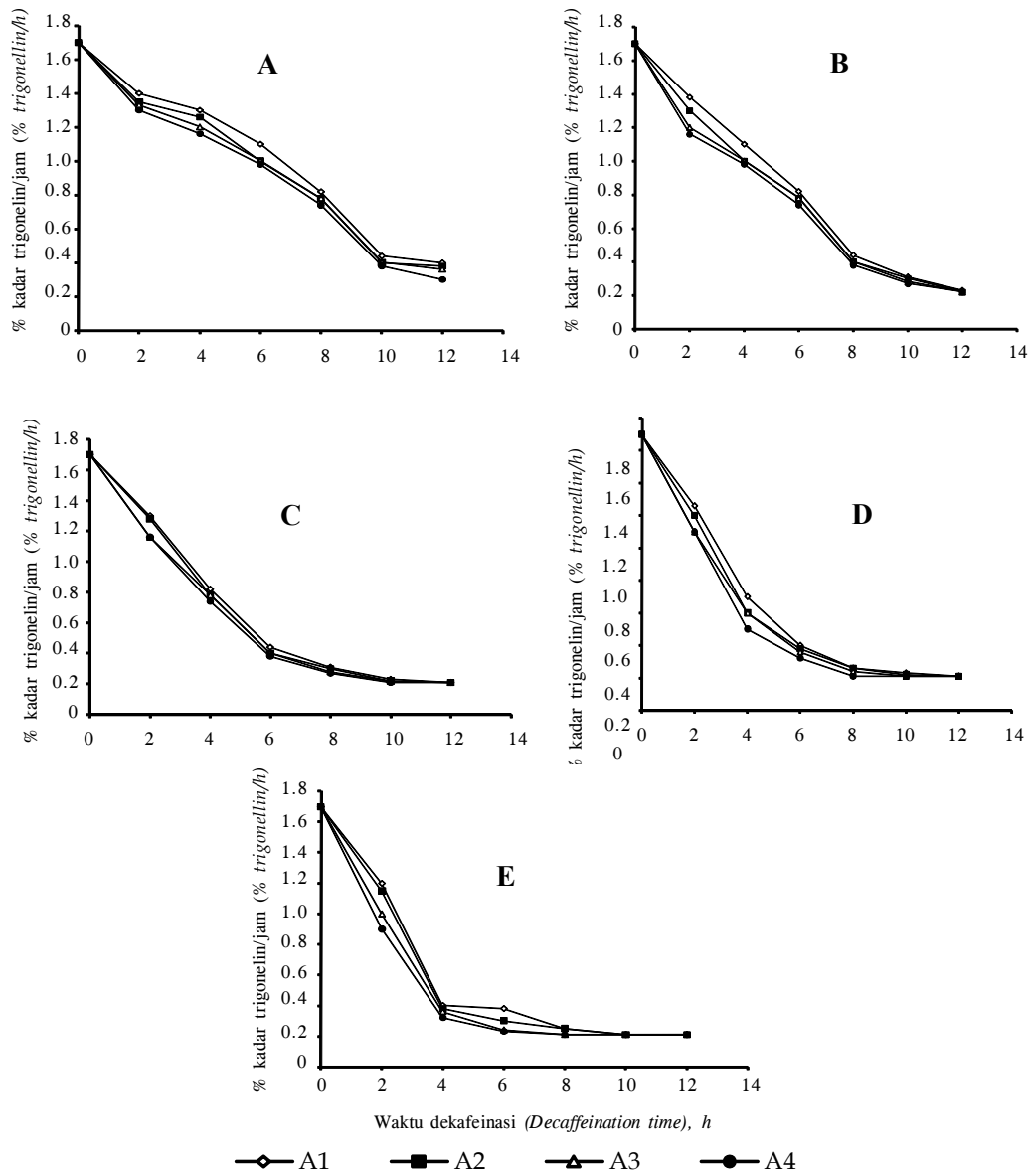
Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah proses dekafeinasi berlangsung selama 12 jam dengan suhu 50–60 °C, maka kadar trigonelin di dalam biji kopi turun menjadi 0,3–0,4. Dengan menggunakan suhu dekafeinasi 90–100 °C, dan waktu proses yang sama, kadar trigonelin di dalam biji kopi menjadi lebih rendah, yaitu 0,21. Lestari (2004) melaporkan bahwa dengan menggunakan pelarut air pada suhu dan lama proses dekafeinasi masing-masing 100°C dan 6 jam, maka diperoleh biji kopi terdekafeinasi dengan ukuran 5,5 mm mengandung kadar trigonelin 0,21%, lebih rendah jika dibandingkan dengan biji berukuran 6,5 mm yaitu 0,35%. Jika proses dekafeinasi berlangsung selama 2 jam untuk biji kopi berukuran 5,5 mm, maka akan diperoleh biji kopi dengan kadar trigonelin sebesar 1%.











Gambar 8. Laju penurunan trigonelin dari perlakuan suhu pelarut 60-70°C (A), 70-80°C (B), 80-90°C (C), dan 90-100°C (D).

Figure 8. Trigonellin decreasing rate at 60-70°C (A), 70-80°C (B), 80-90°C (C), and 90-100°C (D) solvent temperature treatment.

Anonim (2008) melaporkan bahwa tidak ada hubungan antara kadar trigonelin dengan mutu seduhan kopi, namun karena trigonelin tidak terdegradasi sempurna selama penyangraian maka rasa pahitnya sedikit mewarnai karakteristik citarasa. Di samping itu selama penyangraian trigonelin sebagian berubah menjadi beberapa komponen heterosiklik pyridine yang menyumbang aroma volatil kopi sangrai. Terdapat hubungan linear antara degradasi trigonelin dengan kehilangan bahan organik selama penyangraian. Kadar trigonelin sisa dapat digunakan sebagai indikator derajat penyangraian.

### Organoleptik

Kopi dikonsumsi oleh konsumen bukan sebagai sumber nutrisi, tetapi sebagai penyegar. Davids (1996) melaporkan bahwa kopi dianggap bernilai ekonomis jika dapat memberikan rasa senang dan kepuasan konsumen terhadap nilai sensoris yang dihasilkan. Kualitas minuman kopi ditunjukkan dengan kesatuan nilai dari aroma, *flavor*, *body*, dan *bitterness*. Kurva yang menunjukkan hubungan antara suhu dan lama proses dekafeinasi terhadap cita rasa seduhan kopi yang dihasilkan ditampilkan pada Gambar 9.

Aroma seduhan kopi muncul sebagai akibat dari menguapnya senyawa volatil yang tertangkap oleh indra perasa (penciuman) manusia. Yusianto (1999) melaporkan bahwa keasaman yang tinggi akan memberikan kualitas aroma yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aroma yang dihasilkan dari produk

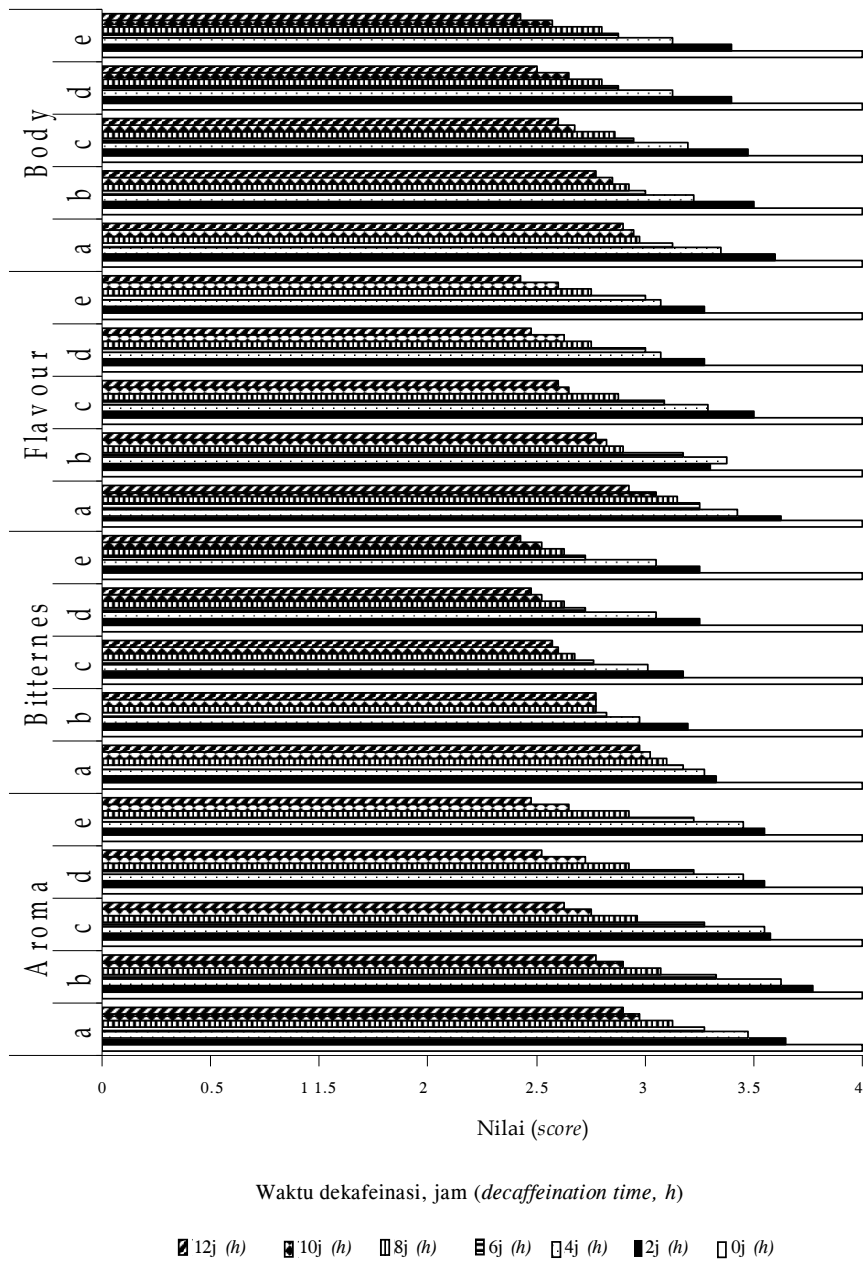
kopi terdekafeinasi dengan menggunakan pelarut etil asetat 10% akan semakin menurun dengan semakin kecil ukuran biji kopi, semakin lamanya proses pelarutan, dan semakin tingginya suhu ekstraksi. Setelah proses dekafeinasi berlangsung selama 12 jam dengan suhu pelarut 90–100°C, nilai aroma tertinggi diperoleh pada biji kopi A<sub>1</sub> dan A<sub>2</sub> yaitu 2,1. Pada waktu dan suhu proses yang sama, nilai aroma terendah diperoleh pada biji kopi berukuran A<sub>4</sub>, yaitu 1,8. Lestari (2004) melaporkan bahwa proses dekafeinasi biji kopi berukuran 5,5 mm selama 6 jam dengan menggunakan pelarut air diperoleh nilai aroma seduhan 2,1. Jika proses dekafeinasi dilakukan selama 2 jam, maka akan diperoleh nilai aroma seduhan sebesar 3. Namun pada kondisi demikian biji kopi masih memiliki kadar kafein lebih besar dari 0,3%.

Macrae (1985) melaporkan bahwa senyawa volatil yang berpengaruh pada aroma kopi sangrai dibentuk dari reaksi Maillard atau reaksi *browning* non enzimatis, degradasi asam amino bebas, degradasi trigonelin, degradasi gula, dan degradasi asam phenolik. Clarke & Macrae (1989), dan Sivetz & Desroiser (1979) melaporkan bahwa kafein tidak berpengaruh terhadap aroma kopi, tetapi sedikit memberikan rasa pahit. Senyawa kafein menyumbang rasa pahit antara 10–30% dari seduhan kopi (Morton, 1984). Selama penyangraian kopi Robusta, asam klorogenat terdekomposisi menjadi aroma volatil, dan melanoidin. Asam klorogenat terdekomposisi bertahap seiring dengan pembentukan aroma volatil dan senyawa









Gambar 9. Perubahan citarasa selama proses dekafeinasi pada suhu 50–60°C (a), 60–70°C (b), 70–80°C (c), 80–90°C (d), dan 90–100°C (e).

Figure 9. Organoleptic change during decaffeination process at 50–60°C (a), 60–70°C (b), 70–80°C (c), 80–90°C (d), and 90–100°C (e).



polimer (*melanoidin*), dan terlepas sebagai CO, lebih sedikit pada penyagraian cepat yang ditandai dengan cita rasa *astringent* yang diperkirakan berasal dari sisa asam klorogenat (Anonim, 2008).

Viani & Hotman (1974) melaporkan bahwa trigonelin merupakan prekursor aroma pada kopi dan dengan adanya proses penyagraian akan menghasilkan senyawa-senyawa volatil. Senyawa volatil yang terbentuk merupakan komponen hasil degradasi trigonelin dan komponen utamanya (46%) adalah piridin. Untuk mendapatkan *flavor* yang optimum, maka trigonelin dalam biji kopi harus lebih besar dari 1%.

Kepahitan (*bitterness*) dalam seduhan kopi nampak lebih nyata pada peningkatan kandungan polifenol dengan meningkatnya suhu (Macrae, 1985). Lebih lanjut Yusianto (1999) melaporkan bahwa kepahitan merupakan rasa primer yang sangat spesifik pada reseptor lidah. Kafein memberikan pengaruh pada rasa seduhan kepahitan biji kopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kepahitan cenderung menurun dengan semakin lama proses dekafeinasi dan semakin tinggi suhu pelarut yang digunakan. Clifford (1985b) melaporkan penurunan nilai kepahitan dipengaruhi oleh kadar kafein, asam klorogenat dan trigonelin. Lebih lanjut Lestari (2004) melaporkan bahwa dengan semakin rendah kadar kafein, asam klorogenat, dan trigonelin, maka akan semakin rendah pula nilai kepahitan seduhan kopinya. Selain hal tersebut, Macrae (1985) melaporkan bahwa hasil dari reaksi *browning* yang berupa senyawa dengan berat molekul tinggi juga menyumbangkan karakteristik kepahitan.

*Flavor* merupakan kombinasi antara aroma yang ditangkap oleh indera penciuman manusia dan rasa seduhan yang ditangkap oleh indera perasa. Rasa seduhan berhubungan dengan senyawa non volatil yang terlarut, sedangkan aroma berhubungan dengan senyawa volatil (Yusianto, 1999). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *flavor* yang dihasilkan dari produk kopi terdekafeinasi akan semakin menurun dengan semakin kecil ukuran biji kopi, semakin lamanya proses pelarutan, dan semakin tingginya suhu ekstraksi. Setelah proses dekafeinasi berlangsung selama 12 jam dengan suhu pelarut 90–100 °C, nilai *flavor* tertinggi diperoleh pada biji kopi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub> yaitu 1,8. Pada waktu dan suhu proses yang sama, nilai *flavor* terendah diperoleh pada biji kopi berukuran A<sub>4</sub>, yaitu 1,8. Penurunan nilai *flavor* disebabkan oleh terlarutnya sebagian besar senyawa yang merupakan prekursor aroma dan rasa karena adanya perlakuan panas yang tinggi selama proses dekafeinasi sehingga kopi terdekafeinasi akan terasa hambar. Senyawa yang merupakan prekursor aroma dan *flavor* antara lain asam klorogenat, trigonelin, dan senyawa asam.

Yusianto (1999) melaporkan bahwa *body* merupakan kekentalan dari seduhan kopi sebagai karakter internal yang dapat dinilai karena ada kesan kental di langit-langit mulut. Kafein memberikan kontribusi pada *body* seduhan kopi. Hal ini dapat diselaraskan dengan kadar kafein kopi bubuk yang semakin turun akan berpengaruh pada nilai *body* yang semakin rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *body* yang dihasilkan dari produk

kopi terdekafeinasi akan semakin menurun dengan semakin kecil ukuran biji kopi, semakin lamanya proses pelarutan, dan semakin tingginya suhu pelarutan. Secara keseluruhan kopi rendah kafein mempunyai nilai organoleptik yang rendah, baik untuk aroma, *flavor*, *bitterness*, dan *body*.

## KESIMPULAN

Karakterisasi proses dekafeinasi kopi Robusta dalam reaktor kolom tunggal dengan pelarut etil asetat telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran biji kopi dan semakin tinggi suhu pelarut etil asetat, maka proses dekafeinasi akan berlangsung lebih cepat. Untuk biji kopi berukuran lebih kecil dari 5,5 mm, proses dekafeinasi dengan pelarut etil asetat 10% dapat dilakukan selama 8–10 jam pada suhu 90–100°C atau 12 jam pada suhu 60–70°C agar diperoleh kadar kafein 0,3%. Uji organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan pelarutan dengan etil asetat 90–100°C mengakibatkan citarasa seduhan kopi terdekafeinasi mengalami penurunan dengan nilai aroma, *flavor*, *bitterness* dan *body* masing-masing 1,9.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmawinata, O. (2001). *Pengolahan dan Komposisi Kimia Biji Kopi : Peranan Uji Citarasa dalam Pengendalian Mutu Kopi*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.
- Atmawinata O.; Sri-Mulato; S. Widyotomo & Yusianto (1998). Teknik pra-pengolahan biji kakao segar secara mekanis untuk mempersingkat waktu fermentasi dan menurunkan kemasaman biji. *Pelita Perkebunan*, 14, 48–62.
- Barbara, S. (2000). *Introductory Food*. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Baumann, T.; S.S. Mosli; B.H. Schulthess & R.J. Aetrs (1993). Interdependence of caffeine and chlorogenic acid metabolism in coffee. *Proc 15<sup>th</sup> ASIC Coll*, 134–140.
- BSN (2008). *SNI 01-2907-2008, Biji Kopi*. Badan Standardisasi Nasional. Departemen Pertanian.
- Cahyono, B. S. (1987). *Usaha Penurunan Kafein Kopi Biji dengan Perebusan dalam Larutan Alkali dan Kaitannya dengan Mutu Kopi Bubuk yang Dhasilkan*. Skripsi. Jurusan Pengolahan Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM, Yogyakarta.
- Charley, H. & C. Weaver (1998). *Coffea, Tea, Chocolate and Cocoa Foods. A Scientific Approach* Merricee and Inprint of Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Clarke, R.J. & R. Macrae (1989). *Coffee Chemistry*. Vol. I, II. Elsevier Applied Science. London and New York.
- Clifford, M.N. & K.C. Willson (1985). *Coffee : Botany, Biochemistry, and Production of Beans and Beverage*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, USA.
- Clifford, M.N. (1985a). Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. P. 305–374. *In*: M.N. Clifford & K.C. Wilson (Eds). *Botany, Biochemistry, and Production*

- tion of Beans and Beverage*. The AVI Publ. Co. Inc., Wesport, Connecticut.
- Clifford, M.N. (1985b). *Chlorogenic Acids, Coffee*. Vol. I. Elsevier Applied Science, London, and New York.
- Davids, K. (1996). *Home Coffee Roasting*. St. Martin's Griffin. New York.
- Ensminger, A.H.; M.E. Ensminger; J.E. Konlande & J.R.K. Robson (1995). *The Concise Encyclopedia of Food and Nutrition*, Boca Raton. Tokyo.
- Hadiyanto, A. (1994). *Kafein, Penggunaan, Efek, dan Dekafeinasi*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hicks, M.B.; P. Hsieh & L.N. Bell (1996). Tea preparation and its influence on methylxanthine concentration (abstract). *Food Research International*, 29, 3–4.
- Horman, I. & A. Viani (1971). The caffeine-chlorogenate complex of coffee, an NMR study, *Proc 14<sup>th</sup> ASIC Coll*, 102–111.
- Jaganyi, D. & R.D. Prince (1999). Kinetics of tea infusion : The effect of the manufacturing process on the rate of extraction of caffeine. *Food Chem.*, 64, 27–31.
- Johnson, A.H. & M.S. Peterson (1974). *Encyclopedia of Food Technology*. Vol.I. The AVI Publ. Co. Inc., Wesport, Connecticut.
- Katz, S.N. (1997). *Decaffeinating Coffee*. Working Knowledge Scientific, American.
- Ky, C.L.; M. Noiro & S. Hamon (1997). Comparison of five purification methods for chlorogenic acids in green coffee beans (*Coffea* sp.). *J. Agric. Food. Chem*, 45, 786–790.
- Ky, C.L.; J. Louarn; S. Dussert; B. Guyot; S. Hamon & M. Noiro (2001). Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L., and *C. canephora* accessions. *Food Chem.*, 75, 223–230.
- Lestari, H. (2004). *Dekafeinasi Biji Kopi (Coffea canephora) Varietas Robusta dengan Sistem Pengukusan dan Pelarutan*. Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Mabbett, T. (1999). *Foundations of Flavour in Coffee*. Indian Coffee.
- Macrae, R. (1985). *Nitrogenous Components, Coffee*. Volume I. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Morishita, M. & K. Kido (1995). Antioxidant activities of chlorogenic acids, *Colloq ASIC, 16<sup>th</sup>*. Vol 1.
- Morton, A. (1984). *Flavours an Introduction*. Food Science, USA.
- Ratna, Y. & R. Anisah (2000). *Dekafeinasi Kopi Robusta pada Pembuatan Kopi Bubuk dengan Larutan NaOH*. Makalah Seminar Nasional Industri Pangan, IPB. Bogor.
- Rusmantri (2002). *Dekafeinasi Kopi Robusta dengan Pelarut Air pada Berbagai Suhu dan pH*. Thesis. Teknologi Hasil Perkebunan, Pascasarjana, UGM, Yogyakarta.
- Sivetz, M. & N.W. Desrosier (1979). *Coffee Technology*. The AVI Publ. Co. Inc., Wesport, Connecticut.
- Spiller, G.A. (1999). *Caffeine*. Boca Raton London, New York Washington DC.

- Sri-Mulato; S. Widyotomo & H. Lestari (2004). Pelarutan kafein biji kopi Robusta dengan kolom tetap menggunakan pelarut air. *Pelita Perkebunan*, 20, 97—109.
- Sri-Mulato; S. Widyotomo & E. Suharyanto (2006). *Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kopi*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember, Jawa Timur.
- Toledo, R.T. (1999). *Fundamental of Food Process Engineering, 2nd edition*. An Aspen Publication, Aspen Publisher Inc., Gathersburg, Maryland.
- USDA (2000). *Tropical Product: World Markets and Trade*, Circular Series-USDA, June.
- Viani, R. & I. Hotman (1974). Thermal behavior of trigonellin. *J. Food. Sci.*, 39, 1216—1217.
- Widyotomo, S. & Sri-Mulato (2005). Kinerja mesin sortasi biji kopi tipe meja getar. *Pelita Perkebunan*, 21, 55—72.
- Wijaya, H. (2003). Sambutan Ketua Umum BPP AEKI. *In: I. Bersten. (2003). Coffee, Sex, and Health*. A history of anti coffee crusaders and sexual hysteria. Helian Books. Australia.
- Williams, S. (1999). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1111 North Nineteenth Street. Suite 210. Arlington, Virginia 22209. USA.
- Winarno, F.G. (1997). *Kimia Pangan*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yusianto (1999). Komposisi kimia biji kopi dan pengaruhnya terhadap cita rasa seduhan. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 15, 190—202.

\*\*\*\*\*