

THE DECAFFEINATION OF ROBUSTA COFFEE BEANS THROUGH EXTRACTION PROCESS WITH DISTILLED WATER

DEKAFEINASI BIJI KOPI ROBUSTA MELALUI PROSES EKSTRAKSI DENGAN PELARUT AQUADEST

Jeanne Dewi Damayanti^{1*}, Arifah Sukasri², M. Ilham Nurdin³

^{1,2,3} *Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang,*

Jalan Perintis Kemerdekaan KM.10 Tamalanrea, Makassar 90245, Indonesia

**E-mail: jeannedewidamayanti@poliupg.ac.id*

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of temperatur (27, 40, 55, 65, 75, and 100°C) and the extraction time (10, 30, 60, 90, and 120 minutes) on the amount of caffeine taken in coffee powder and to obtain the optimal operating conditions that are can be used as a condition for low caffeine coffee production.

Based on the results of the study, the highest caffeine extracting conditions was in 20 g of coffee/ 500 mL of solvent was at extraction temperature of 100°C with the amount of caffeine taken at 648,445 mg and the extraction time variable was obtained at 120 minutes extraction time with the amount of caffeine taken at 519,241 mg (extraction temperature 60°C). Initial levels of caffeine before extraction in 20 grams of robusta coffee powder was 664.120 mg.

Keywords: *Robusta coffee, caffeine, decaffeination.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu (27, 40, 55, 65, 75, dan 100°C) dan waktu ekstraksi (10, 30, 60, 90, dan 120 menit) terhadap jumlah kafein terambil dalam bubuk kopi dan untuk mendapatkan kondisi operasi yang dapat dimanfaatkan sebagai kondisi produksi kopi rendah kafein.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kondisi pengambilan jumlah kafein terbesar dalam 20 gram kopi/500 mL pelarut adalah pada suhu ekstraksi 100°C dengan jumlah kafein terambil sebesar 648,445 mg dan pada variabel waktu ekstraksi diperoleh waktu ekstraksi 120 menit dengan jumlah kafein yang terambil sebesar 519,241 mg (suhu ekstraksi 60°C). Kadar awal kafein sebelum ekstraksi dalam 20 gram bubuk kopi robusta adalah sebesar 664,120 mg.

Kata kunci: *kopi robusta, kafein, dekafeinasi.*

PENDAHULUAN

Kopi saat ini menjadi salah satu minuman paling populer di dunia yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat. Kopi mengandung kafein yang bermanfaat bagi tubuh manusia, namun terdapat batas maksimal untuk mengkonsumsi kafein. Konsumsi kafein melebihi batas maksimal, akan

memberikan efek negatif bagi tubuh manusia. Sehingga, berbagai pengembangan penelitian terus dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan mutu kopi dengan kadar kafein tertentu agar aman dikonsumsi oleh manusia. Metode yang umum digunakan untuk menurunkan kadar kafein adalah melalui proses ekstraksi dengan menggunakan solven

dan ekstraksi superkritik dengan CO₂. Kopi adalah sejenis minuman yang berasal dari pengolahan dan ekstraksi biji tanaman kopi. *Coffea* merupakan marga sejumlah tumbuhan berbentuk pohon yang beberapa diantaranya menjadi bahan dasar pembuatan minuman penyegar kopi. Genus ini memiliki sekitar 100 spesies, namun dari 100 spesies tersebut hanya dua yang memiliki nilai perdagangan penting, yaitu *Coffea canephora* (menghasilkan kopi robusta) dan *Coffea arabica* (menghasilkan kopi arabika). Kopi dari spesies kopi arabika memiliki rasa yang kaya daripada kopi robusta. Kopi robusta merupakan turunan dari beberapa spesies kopi terutama *Coffea Canephora*. Tumbuh baik pada ketinggian 400-700 meter dari permukaan laut pada temperatur 21-24°C. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etiopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan diluar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab, melalui para saudagar Arab [9].

Kafein merupakan senyawa kimia alkaloid terkandung secara alami pada lebih dari 60 jenis tanaman terutama teh (1-4,8%), kopi (1-1,5%), dan biji kola (2,7-3,6%). Kafein diproduksi secara komersial dengan cara ekstraksi dari tanaman tertentu serta diproduksi secara sintesis. Kebanyakan produksi kafein bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri minuman. Kafein juga digunakan sebagai penguat rasa atau bumbu pada berbagai industri makanan [6].

Kandungan kafein pada biji kopi berbeda-beda tergantung dari jenis kopi dan kondisi geografis dimana kopi tersebut ditanam. Kopi arabika mengandung kafein 0,4-2,4% dari total berat kering sedangkan kopi robusta

mengandung kafein 1-2% dan 10,4% asam organik [8].

Sumber utama kafein dunia adalah biji kopi. Kandungan kafein pada kopi bervariasi, tergantung pada jenis biji kopi dan metode pembuatan yang digunakan. Secara umum, satu sajian kopi mengandung sekitar 40 mg (30 mL espresso varietas arabika) kafein, sampai dengan 100 mg kafein untuk satu cangkir (120 mL) kopi. Umumnya, kopi *dark-roast* memiliki kadar kafein yang lebih rendah karena proses pemanggangan akan mengurangi kandungan kafein pada biji tersebut. Kopi varietas arabika umumnya mengandung kadar kafein yang lebih sedikit daripada kopi varietas robusta.

Kafein memiliki efek yang beragam pada setiap individu. Beberapa individu akan merasakan efek secara langsung, sedangkan yang lain tidak merasakan efek sama sekali. Hal ini terkait dengan sifat genetika yang dimiliki oleh masing-masing individu terkait kemampuan metabolisme tubuh dalam mencerna kafein. Kafein termetabolisme didalam hati menjadi tiga metabolit utama yaitu paraxanthine (84%), theobromine (12%), dan theophylline (4%). Batas konsumsi kafein maksimum adalah 150 mg/hari dibagi minimal dalam 3 dosis. Kopi dapat mengandung 50-200 mg kafein per cangkir tergantung penyeduhan. Untuk teh dapat mengandung 40-100 mg kafein per cangkir. Jika individu mengonsumsi kopi dan minuman lain yang mengandung kafein pada hari yang sama, maka individu tersebut dapat mengonsumsi kafein melebihi dosis yang direkomendasikan sehingga hal ini dapat menimbulkan resiko terjadinya efek keracunan kafein yang bersifat akut [4].

Berdasarkan tingkat keparahan, keracunan kafein dibagi menjadi 3 tingkat. Pada tingkat ringan, keracunan kafein menimbulkan gejala mual. Keracunan kafein tingkat sedang menyebabkan gelisah, tremor, agitasi,

takikardia, hipertensi, dan muntah. Sedangkan keracunan kafein tingkat berat menyebabkan muntah-muntah, hematemesis, hipotensi, jantung disritmia, hipertonisitas, myoclonus (otot berkedut), kejang, hiperglikemia, asidosis metabolik, dan alkalosis respiratorik. Dosis letal kafein secara oral adalah 10 gram, meskipun dilaporkan terdapat individu yang mampu bertahan setelah menelan 24 gram kafein. Berdasarkan jangka waktu konsumsi, konsumsi kafein sekali minum dalam jumlah melebihi takarannya dapat menimbulkan keracunan akut seperti rasa sangat gelisah, halusinasi, kejang, denyut jantung lebih cepat, tekanan darah tinggi, demam, tidak tenang, dan murung. Konsumsi kafein secara terus-menerus pada orang dewasa dapat menyebabkan keracunan kronis berupa kafeinisme dengan gejala gugup, cemas, gelisah, insomnia, tremor, palpitasi, dan hiperefleksia.

Dekafeinasi adalah suatu proses untuk mengurangi kadar kafein dalam kopi, coklat, teh, serta bahan-bahan lainnya yang juga mengandung kafein. Salah satu cara yang digunakan untuk mengurangi kadar kafein tersebut adalah melalui proses ekstraksi. Untuk mengurangi kadar kafein dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode langsung (ekstraksi) dan proses CO₂.

Metode langsung (ekstraksi)

Metode ini sering digunakan untuk dekafeinasi biji kopi. Biji kopi di-*steam* terlebih dahulu selama 30 menit kemudian diekstraksi selama 10 jam menggunakan solven. Setelah dipisahkan dari solven, biji kopi di-*steam* kembali untuk menghilangkan sisa solven. Solven yang dapat digunakan adalah benzena, diklorometana, trikloroetana, dan kloroform. Namun karena alasan keselamatan, dampak lingkungan, harga dan rasa, maka solven tersebut dapat digantikan dengan bahan yang lebih tidak

berbahaya seperti etanol, etil asetat, dan trigliserida.

Proses CO₂

Secara teknis, proses ini dikenal sebagai ekstraksi fluida superkritis. Ekstraksi dilakukan menggunakan karbon dioksida superkritis pada tekanan 73-300 atm selama 10 jam. Setelah itu, tekanan diturunkan untuk menguapkan CO₂, atau CO₂ superkritis tersebut dialirkan ke air atau filter arang untuk menghilangkan kafein. Proses ini memiliki keunggulan yaitu dapat menghindari penggunaan solven yang berbahaya.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi, diantaranya:

Suhu Kelarutan bahan yang diekstraksi dan difusivitas biasanya akan meningkat dengan meningkatnya suhu, sehingga diperoleh laju ekstraksi yang tinggi. Pada beberapa kasus, batas atas untuk suhu operasi ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah perlunya menghindari reaksi samping yang tidak diinginkan.

Ukuran partikel Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar luas bidang kontak antara padatan dan solven, serta semakin pendek jalur difusinya, yang menjadikan laju transfer massa semakin tinggi.

Faktor solven Kafein biasanya diisolasi dengan ekstraksi menggunakan solven organik, dan kondisi ekstraksi (solven, suhu, waktu, pH, dan rasio komposisi solven dengan bahan) dapat mempengaruhi efisiensi ekstraksi kafein [7]. Kafein terdapat dalam biji kopi (0,5%) dan dalam teh (2-4%). Kafein mempunyai efek psikologis sebagai stimulan. Ikatan rangkap dalam kafein dapat diadisi iod. Untuk mengetahui kadar atau konsentrasi kafein maka larutan yang mengandung kafein ditambah iod yang telah diketahui volume dan konsentrasinya. Selanjutnya kelebihan iod setelah terjadi reaksi adisi dititrasi dengan larutan natrium

thiosulfat. Dengan demikian iod yang teradisi oleh kafein dapat diketahui.

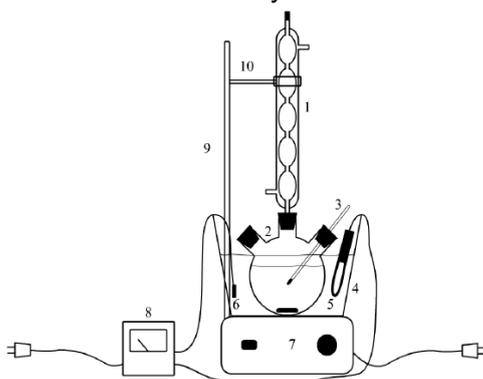
Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana cara untuk menghasilkan suatu produk kopi rendah kafein dengan pelarut *aquadest* serta bagaimana pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap jumlah kafein terambil dari bubuk kopi robusta. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk kopi rendah kafein. Dan secara spesifik, bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu operasi terhadap jumlah kafein terambil.

Manfaat dari penelitian ini merupakan upaya untuk mengolah biji kopi robusta dengan kadar kafein yang rendah sehingga aman dikonsumsi oleh masyarakat.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat ekstraksi pada gambar 1, ayakan (60 mesh), oven, gelas ukur, buret, labu ukur, gelas beaker, pipet ukur, pipet volum, pipet tetes dan erlenmeyer.



Keterangan :

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1. Pendingin balik | 7. <i>Magnetic stirrer</i> |
| 2. Labu leher tiga | 8. <i>Thermocontrol</i> |
| 3. <i>Thermometer</i> | 9. Statif |
| 4. <i>Water bath</i> | 10. Klem |
| 5. <i>Heater</i> | |
| 6. <i>Water</i> | |

Gambar 1. Rangkaian alat ekstraksi

Bahan

Bahan yang digunakan adalah biji kopi robusta, H_2SO_4 4N, pelarut *aquadest*, $Na_2S_2O_3$, KIO_3 , amilum 1%, H_2SO_4 10%, iodium 0,1 N dan KI 10%.

Prosedur percobaan

Adapun untuk tahapan penelitian ini sebagai berikut, dekafeinasi biji kopi robusta, meliputi proses persiapan bahan baku (pengeringan biji kopi) dan proses ekstraksi dengan pelarut *aquadest*, disusun dengan pengujian produk untuk analisa hasil dan analisis kadar kafein awal. Pada proses persiapan bahan baku, dilakukan pengeringan biji kopi yang akan digunakan. Tujuan dari pengeringan ini adalah untuk mengurangi kadar air dalam biji kopi sekaligus untuk mengawetkan. Selain pengeringan bahan, juga dilakukan penggilingan bahan dengan maksud memperbesar bidang kontak dengan pelarut. Setelah itu dilakukan proses ekstraksi dengan cara menimbangsampel yang telah digiling halus dan lolos ayakan 60 mesh sebanyak 20 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Setelah itu ditambahkan *aquadest* sebanyak 500 mL. Peralatan ekstraksi dirangkai, kemudian dilakukan ekstraksi sesuai dengan variabel-variabel yang telah ditentukan. Setelah ekstraksi selesai, filtrat sampel diambil untuk kemudian dihitung kadar kafein yang terambil. Hasil ekstraksi yaitu kadar kafein yang terambil dianalisis dengan metode iodometri. Sementara, untuk mencari kadar kafein awal, bubuk kopi dengan ukuran 60 mesh diekstraksi sebanyak 20 gram dengan pelarut 1 L, kecepatan pengadukan 500 rpm, waktu ekstraksi 150 menit, dan pada suhu $100^\circ C$. Dengan perlakuan ekstraksi tersebut, diasumsikan kafein yang ada pada kopi tersebut telah terekstraksi seluruhnya. Kadar kafein awal kemudian ditentukan dengan cara analisis yang sama pada analisis hasil, yakni

iodometri/ iodimetri. Dalam penelitian ini dilakukan variabel suhu dan waktu ekstraksi.

Variabel suhu ekstraksi Proses ekstraksi dilakukan pada waktu tetap selama 30 menit dan tekanan tetap 1 atm dengan variasi suhu ekstraksi yaitu pada 27, 40, 55, 65, 75, dan 100°C.

Variabel lama waktu ekstraksi Proses ekstraksi dilakukan pada suhu tetap 60°C dan tekanan tetap 1 atm dengan variasi lama waktu ekstraksi yaitu 10, 30, 60, 90, dan 120 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku berupa bubuk kopi robusta dengan ukuran 60 mesh, dilakukan analisis bahan baku yaitu kadar kafein dan kadar air secara kuantitatif untuk mengetahui kandungan kafein dan air mula-mula sebelum ekstraksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa bubuk kopi robusta sebelum ekstraksi mempunyai kandungan kafein dalam 20 gram kopi sebesar 664,120 mg dengan kadar air sebesar 2,58%.

Pembuatan kopi rendah kafein menggunakan bahan baku berupa bubuk kopi robusta diekstraksi dengan variasi suhu dan waktu ekstraksi. Penelitian dilakukan dengan berat bahan baku untuk masing-masing sampel sebanyak 20 gram dan penambahan pelarut *aquadest* dengan volume 500 mL pada labu leher tiga.

Kemudian dilakukan analisis hasil melalui pengambilan 20 mL volum filtrat untuk dianalisis, untuk mengetahui jumlah kafein yang terambil dari proses ekstraksi dan mengetahui bagaimana pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap jumlah kafein terambil. Analisa hasil dekafeinasi biji kopi robusta dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

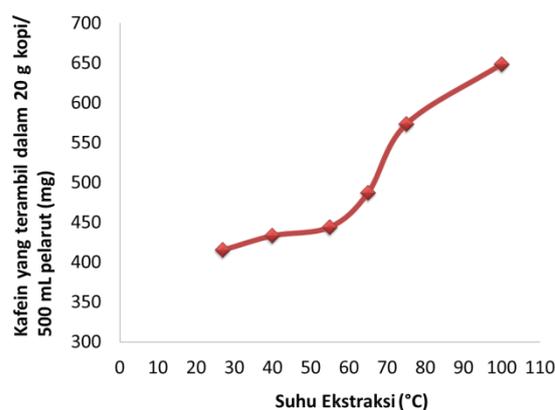
Tabel 1. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kafein terambil

T (°C)	Kafein terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut (mg)
27	415,075
40	433,105
55	443,872
65	486,940
75	573,076
100	648,445

Dari hasil penelitian dekafeinasi biji kopi robusta melalui proses ekstraksi dengan pelarut *aquadest* didapatkan kondisi pengambilan jumlah kafein terbesar dalam 20 gram kopi/ 500 mL pelarut adalah pada suhu ekstraksi 100°C dengan jumlah kafein terambil sebesar 648,445 mg dan pada waktu ekstraksi 120 menit dengan kafein yang terambil sebesar 519,241 mg. Kadar awal kafein sebelum ekstraksi dalam 20 g bubuk kopi robusta adalah sebesar 664,1202 mg.

Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Kafein Terambil

Dari Tabel 1 di atas, dapat dibuat grafik hubungan suhu ekstraksi dengan kafein yang terambil sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik hubungan suhu ekstraksi dengan kafein yang terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut.

Berdasarkan **Gambar 2**, semakin tinggi suhu ekstraksi maka kafein yang terambil

dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut semakin tinggi. Grafik menunjukkan bahwa pada suhu 100°C terdapat pengambilan kafein yang paling besar yaitu 648,445 mg dari kandungan kafein awal sebelum ekstraksi sebesar 664,1202 mg. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu maka kerapatan massa baik *aquadest* sebagai solven maupun padatan bubuk kopi semakin renggang sehingga memiliki ruang kosong antar molekul yang lebih besar.

Leaching atau ekstraksi padat cair adalah proses perpindahan solut dari padatan ke pelarut karena adanya *driving force* berupa perbedaan konsentrasi solut dan kelarutan solut antara padatan dengan pelarut [1]. Interaksi diantara zat terlarut dari suatu padatan ini sangat berpengaruh pada proses ekstraksi. Pada proses ini, kafein yang terperangkap dalam padatan bubuk kopi bergerak melalui pori-pori padatan karena proses fisika maupun kimia yakni dalam mekanisme pelarutan dan desorpsi. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam ekstraksi padat cair diantaranya adalah persiapan bahan padatan, suhu operasi, metode dan tahap operasi, perbandingan feed terhadap solven, dan jenis pelarut.

Pada ekstraksi pelarut didasarkan terutama pada perbedaan kelarutan kafein dalam pelarut yang berbeda, kafein sedikit larut dalam air pada suhu kamar, tetapi sangat larut dalam air mendidih (100°C) [5]. Oleh karena itu kafein dapat terekstrak lebih besar pada 100°C.

Untuk solven *aquadest* yang bersifat cair semakin tinggi suhu akan menurunkan viskositasnya sehingga difusivitas akan naik [2]. Sedangkan untuk padatan bubuk kopi, semakin tinggi suhu

akan memperlebar jarak antar molekul dalam padatan. Dengan semakin tingginya difusivitas *aquadest* dan renggangnya molekul dalam padatan bubuk kopi maka *aquadest* akan lebih mudah untuk menembus padatan bubuk kopi sehingga kafein yang terdapat dalam padatan terekstrak. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu kafein terekstrak semakin banyak.

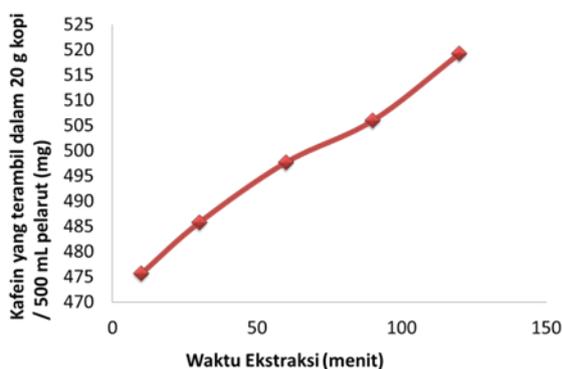
Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Kafein Terambil

Untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi terhadap kafein terambil, divariasikan waktu ekstraksi yaitu (10, 30, 60, 90 dan 120 menit) sedangkan variabel yang lain dapat dibuat konstan, yakni proses ekstraksi dilakukan pada suhu 60°C, dengan kecepatan pengadukan 140 rpm. Bahan baku yaitu bubuk kopi yang digunakan berukuran 60 mesh dengan berat bahan baku sebanyak 20 gram. Volume pelarut yang ditambahkan sebanyak 500 mL dan setelah diekstraksi diambil volume filtrat sebanyak 20 mL untuk dianalisis. Hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Gambar 3**.

Tabel 2. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap kafein terambil

t (men)	Kafein terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut (mg)
10	475,675
30	485,776
60	497,707
90	505,976
120	519,241

Dari **Tabel 2** diperoleh grafik hubungan waktu ekstraksi terhadap kafein yang terambil, ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Grafik hubungan waktu ekstraksi terhadap kafein yang terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut.

Melihat hasil penelitian pada **Gambar 3**, menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka kafein yang terambil dalam 20 g kopi/500 mL pelarut semakin tinggi. Grafik menunjukkan bahwa pada 120 menit terdapat pengambilan kafein yang paling besar yaitu 519,241 mg dari kandungan kafein awal sebelum ekstraksi sebesar 664,120 mg. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu ekstraksi maka semakin lama kontak *solute* dengan pelarut, sehingga kafein yang terekstraksi semakin banyak. Suhu dan lama waktu ekstraksi merupakan faktor– faktor yang mempengaruhi laju ekstraksi. Pada proses ekstraksi, laju ekstraksi akan meningkat seiring dengan naiknya suhu ekstraksi. Selain itu, lama kontak *solute* dengan pelarut akan meningkatkan kelarutan material yang akan diekstrak sehingga hasil ekstraksi juga meningkat [3].

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar kafein dalam biji kopi robusta dapat diturunkan melalui proses ekstraksi dengan pelarut *aquadest*. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi suhu dan waktu operasi akan meningkatkan jumlah kafein yang terekstrak. Penambahan suhu dengan pengambilan jumlah kafein terbesar dalam 20 gram kopi/ 500 mL pelarut adalah pada suhu ekstraksi 100°C

dengan jumlah kafein terambil sebesar 648,445 mg dari kadar awal sebelum ekstraksi 664,1202 mg. Waktu ekstraksi dengan pengambilan jumlah kafein terbesar dalam 20 gram kopi/ 500 mL pelarut adalah pada waktu 120 menit dengan kafein yang terambil sebesar 519,241 mg dari kadar awal sebelum ekstraksi 664,1202 mg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, yang telah menyediakan ruangan laboratorium beserta instrumen-instrumen penelitian sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown, G.G., Foust, A.S., Schneldewind, R., White, R.R., Wood, W.P., Brown, G.M., Brownell, L.E., Martin, J.J., Williams, G.B., Banchemo, J.T., and York, J.L., *Unit Operations*, John Wiley & Sons Inc, New York Modern Asia Edition, Charles Tuttle Co, Tokyo, 1978.
- [2] Foust, A.S., Wensel, L.A., Clump, C.W., Maus, L., and Anderson, L.B., *Principles of Unit Operations*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1960.
- [3] Ibrahim, A.M., Yuniarta, dan Sriherfyna, F.H., “Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Ekstraksi terhadap Sifat Kimia dan Fisik pada Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) dengan Kombinasi Penambahan Madu sebagai Pemanis”, FTP Universitas Brawijaya, Vol. 3 No 2 p. 530-541, 2015.
- [4] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No.HK.00.05.23.3644 tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Suplemen Makanan, 2004.
- [5] Lok, H.C., Kit, K.M., Tung, C.K., and Ho, T.S., “*Chemical Test for caffeine, Hong Kong Chemistry Olympiad for Secondary School*”, Chemical Test for



- Caffeine, Christian Alliance S C Chan Memorial College, 2013.
- [6] Misra, H., Mehta, D., Mehta, B.K., Soni, M., and Jain, D.C., "*Study of Extraction and HPTLC – UV Method for Estimation of Caffeine in Marketed Tea (Camellia sinensis) Granules*", International Journal of Green Pharmacy : 47-51, 2008.
- [7] Perva, U.A., Skerget, M., Knez, Z., Weinreich, B., Otto, F., and Gruner, S., "*Extraction of Active Ingredients from Green Tea (Camelia Sinensis): Extraction Efficiency of Major Catechins and Caffeine*", Food Chem, 96: 597-605, 2006.
- [8] Petracci and Marino J., "*Our Everyday Cup of Coffee: The Chemistry Behind Its Magic*", Chemical, Education. 82 (8), page 1161, 2005.
- [9] Rahardjo, P., "*Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*", Penebar Swadaya, Jakarta, 2012.