

VARIASI WAKTU DAN MASSA AMPAS KOPI PADA *LEACHING* MINYAK DARI RESIDU KOPI INSTAN

VARIATION IN TIME AND MASS OF SPENT COFFEE GROUND ON LEACHING OF OIL CONTENT FROM INSTANT-COFFEE PULP

Muhammad Hanif¹, Heru², dan Herti Utami³

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung^{1,2,3}

Email: muhammad.hanif@eng.unila.ac.id^{1*}

Dikirim 4 Maret 2019 Direvisi 15 Maret 2019 Disetujui 22 Maret 2019

Abstrak: Kopi Robusta adalah salah satu jenis tanaman perkebunan Indonesia yang dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Salah satu olahan kopi Robusta adalah kopi instan. Ampas kopi instan belum dimanfaatkan maksimal dan hanya menjadi limbah padat perusahaan kopi instan. Namun demikian, karena minyak tidak larut dalam air, kandungan minyak dalam ampas kopi masih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses ekstraksi minyak dari ampas kopi instan menggunakan ekstraktor Soxhlet, dengan memvariasikan waktu dan massa ampas kopi instan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase ekstrak tidak berbeda signifikan untuk waktu ekstraksi selama 6, 7, dan 8 jam. Variasi massa ampas kopi dilakukan untuk waktu ekstraksi 6 dan 8 jam dan diamati bahwa variasi massa ampas kopi (15, 20, dan 25 g) secara umum signifikan terhadap hasil ekstrak yang diperoleh, namun tidak signifikan pada massa ampas kopi 15 g dengan waktu ekstraksi 6 dan 8 jam.

Kata kunci: ampas kopi instan, ekstraksi Soxhlet, GC-MS, kopi Robusta, minyak kopi

Abstract: *Robusta coffee is one of Indonesia's cultivated plant species and has high economic value. One of the processed Robusta coffee is instant coffee. Instant coffee pulp has not been utilized maximally and is only accumulate as a solid waste of coffee companies. However, because oil is insoluble in water, the oil content in the coffee pulp is still high. This study aims to study the extraction process of oil from the instant coffee pulp using Soxhlet extractor, by varying the time and mass of spent instant-coffee ground. The results showed that the percentage of extracts did not differ significantly for extraction times for 6, 7 and 8 hours. The mass variations of spent coffee ground were carried out for extraction times of 6 and 8 hours, and it was observed that the mass variations of coffee ground (15, 20 and 25 g) were generally significant for the extracts obtained, but not significant at the mass of 15 g with extraction times of 6 and 8 hours.*

Keywords: *coffee oil, GC-MS, instant-coffee pulp, Robusta coffee, Soxhlet extraction*

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang dibudidayakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Indonesia menempati peringkat ke-4 sebagai negara penghasil kopi terbesar setelah Brazil, Vietnam dan Kolombia. Produksi kopi di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 690.000 ton dan konsumsi kopi di Indonesia mencapai 41% dari total produksi yaitu sebesar 282.000 ton (International Coffee Organization, 2018). Terdapat dua jenis tanaman kopi yang paling dikenal dipasaran, yaitu kopi arabika dan Robusta. Tujuh puluh lima persen luasan areal perkebunan kopi Indonesia didominasi oleh kopi jenis

Robusta, sedangkan sisanya sebesar 25% berupa kopi Arabika. Hasil olahan kopi yang sering dijumpai berupa kopi bubuk dan kopi instan. Hampir 50% dari pemrosesan kopi di dunia dilakukan untuk tujuan kopi instan (Ramalakshmi dkk., 2009).

Ampas kopi adalah suatu residu dengan ukuran partikel yang halus dengan tingkat kelembapan yang tinggi (80 sampai dengan 85%), beban organik, dan keasaman diperoleh selama pengolahan bubuk kopi mentah dengan air panas atau uap pada pengolahan kopi instan (Mussatto dkk., 2011). Ampas kopi mengandung material-material organik seperti kafein, tanin, dan polifenol, dipandang sebagai residu yang

memiliki kadar polutan tinggi dengan kebutuhan oksigen yang besar untuk degradasinya (Silva dkk., 1998). Walaupun memiliki sifat racun dan keberadaan material organik di dalam ampas kopi, pembuangan limbah ini ke lingkungan dan *sanitary landfill* adalah bentuk penanganan yang masih ditemukan hingga sekarang (Mussatto dkk., 2011).

Beberapa industri telah memanfaatkan limbah ampas kopi sebagai bahan bakar boiler. Silva dkk. (1998) melaporkan bahwa ampas kopi mampu menghasilkan nilai kalor sekitar 5.000 kkal/kg yang dianggap memiliki nilai kalor yang mampu bersaing diantara limbah agro industri yang lain. Namun demikian, emisi partikel yang dihasilkan dari proses pembakaran dapat membahayakan lingkungan di sekitarnya. Peluang pemanfaatan ampas kopi sebagai pakan ternak juga pernah diuji coba, namun kandungan lignin yang tinggi (sekitar 25%) menyebabkan ampas kopi sulit untuk dicerna (Mussatto dkk., 2011).

Pemanfaatan minyak dari ampas kopi mulai menarik perhatian setelah diketahui tingginya kandungan asam-asam lemak esensialnya (Carisano dan Gariboldi, 1964). Kandungan antioksidan dalam minyak kopi juga dapat menghambat laju oksidasi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai aditif pada industri makanan (González dkk., 2001; Bravo dkk., 2013). Biji kopi segar mengandung minyak pada kisaran 8 sampai dengan 18% tergantung pada jenis biji kopinya (Mussatto dkk., 2011). Suatu biji kopi Robusta segar dapat mengandung 9,0 hingga 13% lemak dan nilainya dapat meningkat hingga 11 sampai dengan 16,0% setelah melalui proses pemanggangan (Wei dan Tanokura, 2015). Triglycerida adalah komponen terbesar dalam biji kopi dengan kadar 75% dalam berat kering, seperti pada tabel 1 (Speer dan Kölling-Speer, 2006).

Ampas kopi memiliki kandungan minyak yang antara 15 sampai dengan 25% berat yang dapat dimanfaatkan untuk bahan baku biosolar (Caetano dkk., 2012), dan asam palmitat adalah komponen mayor dalam minyak ampas kopi, sebesar 44,5%

(De Melo dkk., 2014). Kondamudi dkk. (2008) juga telah melihat peluang minyak ampas kopi sebagai bahan baku pembuatan biosolar, dan ampas sisanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat (pelet).

Proses pengambilan minyak (*solute*) dalam ampas kopi dapat dilakukan melalui ekstraksi pelarut (*leaching*). Ekstrak harus memiliki kelarutan yang tinggi di dalam pelarutnya sehingga kadar ekstrak yang diperoleh maksimal. Terdapat beberapa metode ekstraksi yang telah dilakukan untuk memperoleh minyak dari biji kopi. Ekstraksi Soxhlet adalah metode yang paling umum digunakan untuk mengekstrak minyak dari biji kopi (Carisano dan Gariboldi, 1964; Kondamudi dkk., 2008; Al-Hamamre dkk., 2012). Metode Soxhlet umumnya digunakan untuk menentukan kadar minyak dalam biji kopi. Selain metode Soxhlet, beberapa metode lain juga telah dikembangkan sebagai aplikasi teknis ekstraksi minyak biji kopi, diantaranya ekstraksi fluida superkritis (Couto dkk., 2009; De Melo dkk., 2014), dan ekstraksi pelarut dua fasa berbantuan gelombang ultrasonik (Abdullah dan Koc, 2013).

Tabel 1. Komposisi lemak dalam biji kopi segar dalam persentase berat kering

Senyawa	% berat
Triglycerida	75,2
Ester dari diterpen alkohol dan asam lemak	18,5
Diterpen alkohol	0,4
Ester dari sterol and asam lemak	3,2
Sterol	2,2
Tokoferol	0,04-0,06
Fosfatida	0,1-0,5
Derivat triptamin	0,6-1,0

Ekstraksi minyak kopi yang telah dilakukan tersebut dilakukan pada biji kopi segar, biji kopi rusak, dan ampas kopi (*spent coffee ground*). Kualitas minyak biji kopi yang diperoleh potensial sebagai umpan cadangan pembuatan biosolar selain dapat dikonsumsi langsung karena tidak mengandung komponen yang berbahaya bagi tubuh seperti yang ditemui pada minyak biji karet (Gui dkk., 2008). Minyak

yang diperoleh dari ampas kopi instan belum banyak diteliti dan dipublikasikan. Ampas kopi instan mudah diperoleh sebagai akumulasi limbah perusahaan kopi instan. Hal ini adalah salah satu keuntungan yang dimiliki oleh ampas kopi instan dibanding ampas kopi bubuk. Namun demikian, akibat proses pengolahan kopi instan melalui kontak dengan air panas pada suhu dan tekanan tinggi, kemungkinan komposisi komponen kimia yang terkandung dalam minyak kopi instan berbeda dibandingkan minyak dari biji kopi segar, biji kopi rusak, ataupun ampas kopi biasa (Viani dan Petracco, 2007).

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan ekstraksi minyak dari ampas kopi instan melalui ekstraksi pelarut (*leaching*) menggunakan pelarut n-heksana. Ekstraksi dilakukan menggunakan ekstraktor Soxhlet dengan variasi waktu dan massa ampas kopi. Harahap (2016), telah melakukan ekstraksi minyak dari ampas kopi instan melalui metode Soxhlet dengan variasi kenaikan siklus ekstraksi dengan interval kenaikan lima siklus. Ekstrak minyak kopi diperoleh sebesar 17,6 % dalam basis berat kering dalam 20 siklus sifon (145 menit). Minyak kopi yang diperoleh memiliki densitas 0,89 g/mL, viskositas kinematik 43,82 mm²/detik, bilangan asam 44,47 mg KOH/g, and bilangan penyabunan 176,40 mg KOH/g. Pada penelitian ini, waktu divariasikan dengan hingga 8 jam, kemudian massa divariasikan pada variabel waktu yang tidak menghasilkan ekstrak yang berbeda signifikan. Minyak yang diperoleh dikarakterisasi sifat fisiko kimianya serta komposisi asam-asam lemak penyusunnya.

METODOLOGI

1. Bahan

Ampas kopi instan diperoleh dari PT Torabika Eka Semesta. Dalam pengolahan kopi instan, perusahaan ini menggunakan biji kopi jenis Robusta. Untuk tujuan ekstraksi pelarut, digunakan n-heksana teknis diperoleh dari CV Bima Afrinda Bandar Lampung. Untuk keperluan analisis

digunakan etanol 95% (*pro analysis*, MERCK), potasium hidroksida (KOH) (MERCK), sodium hidroksida (NaOH) (MERCK), dan asam klorida 0,5 N. Akuades adalah bahan penunjang lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini dan digunakan sebagai pembersih dan pengencer.

2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: seperangkat ekstraktor Soxhlet 250 mL, *heating mantle*, *rotary vacuum evaporator*, neraca analitis, desikator, buret, oven, dan GCMS.

3. Persiapan Bahan Baku

Ampas kopi instan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur sekitar 105°C selama sekitar 12 jam. Ampas kopi yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan peralatan penggiling kopi tradisional. Ampas kopi yang telah halus dimasukkan ke dalam wadah sampel. Wadah sampel kemudian diletakkan di dalam desikator yang digunakan proses ekstraksi.

4. Ekstraksi Soxhlet

Sebanyak 15 g ampas kopi dimasukkan ke dalam *cellulose thimble* kemudian diletakkan di dalam tabung Soxhlet. Pelarut n-heksana ditakar sebanyak 250 mL dan dimasukkan ke dalam labu alas bulat, batu didih ditambahkan pada labu didih. Labu yang berisi pelarut yang telah dirangkai dengan tabung Soxhlet dan kondensor diletakkan pada *heating mantle*. Air pendingin disirkulasikan dan *heating mantle* dinyalakan dan diatur pada skala pemanas tertentu. Ekstraksi dijalankan pada 60, 90 120, 150, 180, 210, 240, 350, dan 480 menit. Prosedur ekstraksi dilakukan secara duplikat. Hasil ekstraksi yang tidak berbeda signifikan terhadap waktu ekstraksi diambil sebagai acuan untuk ekstraksi dengan variasi massa ampas kopi (15, 20, dan 25 gram) dengan duplikasi. Peralatan ekstraksi Soxhlet seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Peralatan ekstraksi Soxhlet

5. Pemisahan

Pelarut dan hasil ekstraksi dipisahkan menggunakan *rotary vacuum evaporator*. Panas disuplai oleh *water bath* dan temperaturnya dijaga pada 40°C. Tekanan evaporator diatur pada kondisi vakum 156 mbar sesuai pelarut yang digunakan (n-heksana). Labu yang berisi ekstrak minyak dan pelarut diletakkan pada *rotary vacuum evaporator*, kemudian skala pemutar diatur pada kecepatan 2-4. Proses pemisahan dilakukan dengan menekan tombol *start* pada peralatan dan dihentikan hingga tidak ada n-heksana yang menetes pada labu distilat.

6. Pengeringan dan Perhitungan Hasil

Miyak yang telah dipisahkan dari pelarutnya diletakkan dalam oven dan dikeringkan selama 2 jam pada temperatur 105°C. Jika w_0 adalah berat labu didih kosong dan batu didih, w adalah berat labu didih, batu didih beserta minyak setelah melalui proses pengeringan dan w_s adalah berat sampel ampas kopi instan, maka, persentase ekstrak minyak dalam rasio berat kering dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{ ekstrak} = \frac{w - w_0}{w_s} \times 100 \quad (1)$$

7. Analisis Fisikokimia Minyak Kopi

Karakterisasi minyak hasil ekstraksi ditentukan dengan mengukur sifat-sifat fisika dan kimianya, meliputi densitas, viskositas, bilangan asam, dan bilangan penyabunan.

Densitas minyak kopi ditentukan menggunakan *calibrated picnometer* 5 mL (PICNO-M5-C, Iwaki Pyrex). Piknometer kosong ditimbang dan dicatat massanya. Kemudian minyak diisi pada piknometer hingga meluap dan tidak ada gelembung udara di dalamnya. Piknometer yang berisi minyak ditimbang dan dicatat massanya. Jika m_0 adalah massa piknometer kosong, m adalah massa piknometer dan minyak, dan V adalah volume piknometer, maka densitas minyak (dalam g/mL) dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m - m_0}{V} \quad (2)$$

Viskositas minyak ditentukan menurut prosedur ASTM D445 menggunakan alat *Cannon Fenske viscometer* yang dilengkapi *thermostatic water bath*. Sampel minyak kemudian dimasukkan ke dalam gelas *viscometer* dan temperaturnya dikondisikan konstan pada 40°C. Dengan menggunakan karet penghisap, ketinggian minyak di atur pada garis tanda bawah. Pengukuran viskositas dilakukan dengan mencatat waktu alir minyak menggunakan *stopwatch*. Dengan melepaskan karet penghisap. Catat waktu yang diperlukan sampel untuk mengalir dari tanda bawah bawah ke tanda tengah dan dari tanda tengah ke tanda atas, kemudian ambil nilai rata-ratanya. Jika C adalah konstanta pada alat (40°C = 0,1372) dan t adalah waktu (detik), maka viskositas kinematik minyak, ν (mm²/detik) dihitung sebagai fungsi waktu yang diperoleh melalui persamaan:

$$\nu = C \times t \quad (3)$$

Bilangan asam (BA) minyak kopi ditentukan menurut prosedur AOCS Ca 5a-40 (Wrolstad dkk., 2005). BA diperoleh dari pengukuran asam lemak bebas (ALB) sebagai persentase oleat. BA didefinisikan sebagai jumlah mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan ALB yang ada di dalam minyak. Untuk keperluan sintesis biosolar, ALB dalam minyak harus dijaga serendah mungkin karena dapat menurunkan kualitas produk dan juga untuk menghindari terbentuknya hasil samping yang tidak diinginkan. Sebanyak 7,05 g sampel minyak dilarutkan dalam alkohol netral 100 ml, panaskan pada 60°C. Sejumlah satu mL *phenolphthalein* (PP) ditambahkan ke dalam larutan. Aduk perlahan larutan untuk menjaga larutan bercampur sempurna. Larutan kemudian dititrisi menggunakan larutan 0,25 N NaOH (N). Jumlah mL NaOH (V) ditambahkan hingga tercapai titik akhir titrasi. Dengan w gram sampel, ALB dalam minyak dihitung menggunakan persamaan:

$$\%ALB = \frac{V \times N \times 28,2}{w} \quad (4)$$

BA kemudian dihitung berdasarkan %ALB (sebagai oleat) dengan mengalikan ALB terhadap faktor 1,99.

Bilangan penyabunan (BP) minyak kopi ditentukan menggunakan prosedur AOCS Cd 3-25 (Wrolstad dkk., 2005). Sampel minyak ditimbang dan masukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan sejumlah 25 mL larutan KOH alkohol kedalam erlenmeyer. Larutan blanko disiapkan untuk titrasi blanko. Hubungkan erlenmeyer dengan kondensor dan didihkan selama 1 jam pada sampel normal. Tambahkan indikator *phenolphthalein* (PP) sebanyak 1 mL pada erlenmeyer yang telah dingin. Titrasi larutan dengan HCl 0,5 N sampai warna merah muda indikator hilang. Volume HCl yang dibutuhkan untuk mencapai titik akhir ekstraksi dicatat (dalam mL). Jika B adalah volume HCl 0,5 N yang dibutuhkan pada titrasi blanko, S adalah volume HCl 0,5 N yang dibutuhkan pada titrasi sampel, dan W

adalah berat sampel minyak, (dalam gram), maka BP dihitung dengan persamaan:

$$BP = \frac{(B - S) \times N_{KOH} \times 56,1}{W} \quad (6)$$

8. Analisis Komposisi Asam Lemak

Analisis komposisi asam lemak yang terkandung dalam minyak kopi ditentukan menggunakan peralatan kromatografi gas-spektrometer massa/GC-MS (QP2010S-Shimadzu). Peralatan gas kromatografi memiliki spesifikasi: tipe kolom, Agilent HP 1MS, panjang 30 m, diameter dalam 0,25 mm, dan 0,25 µm film. Gas pembawa adalah helium dengan ionisasi EI 70 eV, temperatur kolom oven 50°C, temperatur injeksi 300°C, tekanan 12 kPa, aliran total 40 mL/menit, aliran kolom 0,54 mL/menit. Pembaca spektrometri massa dimulai pada 1,8 menit hingga 60 menit. Sampel minyak terlebih dahulu ditransesterifikasi untuk memperoleh metil ester dari asam lemak (*fatty acid methyl ester = FAME*). FAME diperoleh melalui reaksi sampel minyak dengan metanol (rasio volume 1:3) dengan bantuan katalis BF₃. Reaksi dilangsungkan selama 1 jam pada temperatur 60°C. Hasil reaksi didinginkan kemudian diekstrak menggunakan n-heksana. Lapisan atas diambil dan diinjeksikan ke dalam peralatan GC-MS untuk dianalisis. Pembacaan komponen asam-asam lemak mengacu pada Wiley 229 di dalam referensi GC-MS. Komposisi asam lemak ditentukan berdasarkan persentase area puncak-puncak utama yang diperoleh dari pemindaian gas kromatografi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Soxhlet adalah metode ekstraksi pelarut yang dilakukan pada temperatur mendekati titik didih pelarut. Kelarutan *solute* di dalam pelarut cairan umumnya lebih tinggi pada temperatur yang lebih tinggi. Metode Soxhlet adalah metode ekstraksi yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaan pelarut. Pada penelitian ini digunakan n-heksana teknis sebagai pelarut untuk mengekstrak minyak dalam

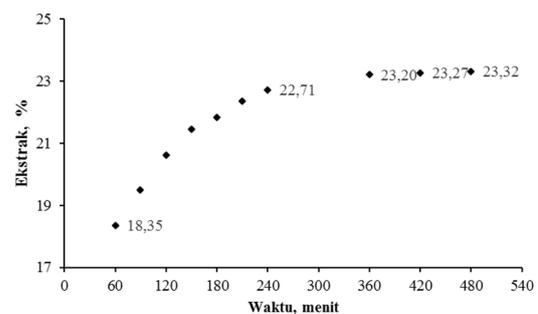
ampas kopi instan. Oleh karena sifat kepolarannya, minyak kopi yang nonpolar akan lebih mudah larut dalam pelarut nonpolar. Al-Hamamre dkk. (2012) telah melakukan ekstraksi minyak ampas kopi bubuk menggunakan ekstraktor Soxhlet. Proses ekstraksi dilakukan dengan memvariasikan waktu dan jenis pelarut, yang terdiri atas pelarut polar (pentana, heksana, toluena, dan kloroform), dan pelarut nonpolar (aseton, isopropanol, dan etanol). Dari hasil penelitian, dilaporkan bahwa persentase ekstrak minyak kopi tertinggi diperoleh menggunakan heksana sebagai pelarut, yaitu sebesar 15,28% (30 menit), diikuti oleh pentana, 15,18% (30 menit), dan toluena, 14,32% (30 menit). Hasil ekstrak menggunakan kloroform adalah sebesar 11,15% (40 menit), lebih rendah bila dibandingkan hasil ekstrak menggunakan pelarut nonpolar seperti aseton, 12,92% (30 menit), isopropanol, 11,43% (70 menit), dan etanol, 11,90% (40 menit). Dengan demikian, heksana adalah pelarut yang sangat efektif untuk tujuan ekstraksi minyak ampas kopi.

1. Persentase Ekstrak Minyak Kopi

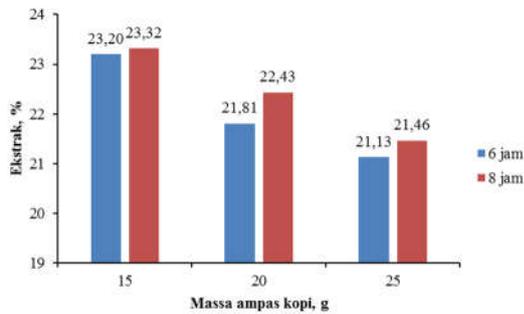
Persentase ekstrak minyak kopi terhadap waktu ekstraksi ditunjukkan pada Gambar 2. Dapat dilihat bahwa persentase ekstrak terus meningkat seiring lamanya ekstraksi. Hasil ekstrak minyak meningkat signifikan untuk waktu ekstraksi 60 hingga 180 menit. Peningkatan hasil ekstrak kemudian menurun hingga 240 menit dan akhirnya mencapai nilai yang tidak berbeda signifikan pada 360 menit (23,20%), 420 menit (23,27%), dan 480 menit (23,32%). Perilaku ini adalah normal, bahwa pada waktu tertentu, tidak ada lagi jumlah massa *solute* yang berpindah ke dalam pelarut. Jika kondisi ini tercapai, konsentrasi *solute* di dalam ampas akan mencapai konsentrasi setimbang.

Waktu ekstraksi 6 dan 8 jam kemudian dipilih untuk variasi massa ampas kopi pada prosedur selanjutnya. Ampas kopi yang diekstrak kemudian divariasikan menjadi 15, 20, dan 25 g. Jumlah pelarut n-

heksana yang digunakan masih tetap 250 mL. Hasil pengukuran persentase minyak hasil ekstraksi untuk variasi massa dengan 2 parameter waktu (6 dan 8 jam) diperlihatkan pada Gambar 3. Dapat dilihat bahwa pada massa kopi yang sama, hasil ekstrak yang diperoleh untuk waktu ekstraksi 8 jam secara keseluruhan lebih tinggi dibandingkan hasil ekstraksi 6 jam. Hasil tertinggi diperoleh untuk massa ampas kopi 15 g dengan waktu ekstraksi 8 jam (23,32%) pada basis berat kering. Namun demikian, hasil ini tidak berbeda signifikan dengan hasil yang diperoleh dengan waktu ekstraksi 6 jam (23,20%). Hasil ekstraksi menurun seiring dengan bertambahnya massa ampas kopi (*solute*) yang digunakan. Untuk massa ampas kopi 20 g, hasil ekstrak selama 6 dan 8 jam berturut-turut adalah 21,81% dan 22,43%. Hasil terendah diperoleh untuk ekstraksi dengan massa ampas kopi 25 g. Hasil ekstrak yang diperoleh selama 6 dan 8 jam berturut-turut adalah 21,13% dan 21,46%. Berkurangnya hasil ekstraksi dengan penambahan massa ampas kopi dapat disebabkan oleh berkurangnya kontak antara kondensat pelarut dan *solute* dalam ampas kopi yang terjadi di dalam *cellulos thimble* pada tabung Soxhlet. Pada jumlah ampas kopi 15 g, jumlah pelarut yang dikontakkan adalah paling besar jika dibandingkan dengan massa ampas 20 dan 25 g, sehingga laju transfer massa *solute* dalam ampas menjadi lebih cepat dikarenakan adanya gradien konsentrasi yang lebih besar antara *solute* di dalam ampas dan di dalam pelarut.



Gambar 2. Persentase ekstrak minyak kopierhadap waktu ekstraksi



Gambar 3. Persentase ekstrak minyak kopi terhadap massa ampas kopi

Hasil ekstraksi yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil yang diperoleh pada penelitian sebelumnya (17,2% dalam basis berat kering), dengan menggunakan jenis sampel yang sama (Harahap, 2016). Ekstrak minyak yang diperoleh juga lebih tinggi dari hasil rata-rata kandungan minyak biji kopi seperti yang dilaporkan Mussatto, dkk. (8 sampai dengan 18%) (Mussatto dkk., 2011). Literatur lain juga menyebutkan bahwa biji kopi Robusta segar mengandung 9,0 hingga 13% lemak dan nilainya dapat meningkat hingga 11 sampai dengan 16% setelah proses pemanggangan (Wei dan Tanokura, 2015). Dari penelitian lain, Al-Hamamre dkk. (2012), mendapatkan hasil ekstrak minyak dari ampas kopi bubuk sebesar 15,28% untuk waktu ekstraksi 30 menit dengan pelarut heksana menggunakan metode Soxhlet. Caetano dkk. (2012) memvariasikan jenis pelarut yang digunakan untuk ekstraksi minyak dari ampas kopi. Ekstraksi yang dilakukan selama 2,5 hingga 9,5 jam menghasilkan jumlah minyak yang bervariasi, berkisar antara 15 hingga di atas 25%, dan hasil ekstrak tertinggi diperoleh dengan pelarut n-oktana. Melalui hasil penelitian ini penelitian-penelitian sebelumnya dapat diamati bahwa, hasil ekstrak minyak kopi pada proses *leaching* dipengaruhi oleh lamanya ekstraksi, proses pengolahan biji kopi (tradisional atau instan), jenis pelarut, dan jenis biji kopi yang digunakan (biji kopi segara, rusak, ataupun setelah melalui pemanggangan). Hasil ekstrak minyak kopi yang diperoleh berada di atas rentang

minyak yang dihasilkan dari biji kopi segar ataupun biji kopi setelah melalui proses pemanggangan. Tingginya hasil ekstrak yang diperoleh dapat disebabkan oleh tingginya kadar air dalam sampel ampas kopi yang dapat mencapai 80 hingga 85% (Mussatto dkk., 2011). Tingginya kadar air dalam sampel dapat memicu terjadinya reaksi enzimatis yang mampu menghidrolisis lemak dalam ampas kopi. Melalui reaksi hidrolisis, lemak dapat terurai menjadi digliserida, monogliserida, ataupun asam lemak dan gliserol (Toci dkk., 2013).

2. Sifat Fisikokimia Minyak Kopi

Sifat fisika dan kimia minyak kopi ditunjukkan pada Tabel 2. Densitas minyak yang diperoleh adalah 0,87 g/mL yang diukur pada kondisi sekitar. Caetano dkk. (2012) memperoleh nilai densitas minyak ampas kopi 0,917 g/mL pada 15 °C. Perbedaan kedua hasil ini tidak terlalu jauh karena pengukuran densitas dilakukan pada temperatur yang berbeda. Densitas suatu cairan umumnya lebih tinggi pada temperatur yang lebih rendah dan begitu juga sebaliknya, lebih rendah pada temperatur yang lebih tinggi. Hasil yang lebih tinggi dilaporkan oleh Al-Hamamre dkk., yaitu sebesar 0,9192 g/mL pada 40°C (Al-Hamamre dkk., 2012) diperoleh melalui ekstraksi menggunakan heksana. Perbedaan nilai densitas yang diperoleh pada penelitian ini terhadap penelitian sebelumnya dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi minyak. Telah diketahui bahwa minyak adalah campuran dari beberapa komponen yang didominasi oleh trigliserida (Tabel 1). Trigliserida juga disusun atas asam-asam lemak yang berbeda-beda. Dengan demikian, densitas minyak kopi adalah hasil densitas campuran dari komponen-komponen penyusunnya. Perbedaan densitas minyak kopi juga dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan pada ekstraksi (Al-Hamamre dkk., 2012). Hal ini dapat disebabkan oleh sifat pelarut yang spesifik, dalam melarutkan komponen tertentu.

Tabel 2. Karakteristik minyak ampas kopi instan

Sifat	Nilai	Metode
Densitas, g/mL	0,87	Konvensional
Viskositas kinematik, mm ² /detik	39,08	ASTM D445
ALB, %	8,35	AOCS Ca 5a-40
Bilangan Asam, mg KOH/g	16,62	AOCS Ca 5a-40
Bilangan Penyabunan, mg KOH/g	202,13	AOCS Cd 3-25

Sifat fisika lainnya dari minyak yang ditentukan pada penelitian ini adalah viskositas (kinematik). Viskositas adalah suatu sifat fisik fluida yang menahan aliran. Nilai viskositas kinematik minyak kopi pada percobaan ini adalah 39,08 mm²/detik yang diukur pada 40°C. Minyak kopi yang diperoleh pada penelitian ini jauh lebih kental jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Caetano, dkk., 22,23 mm²/detik (Caetano, dkk., 2012). Dengan pelarut yang sama, Al-Hamamre mendapatkan nilai viskositas yang lebih tinggi, yaitu 55,473 mm²/detik (Al-Hamamre dkk., 2012). Nilai viskositas umumnya menurun dengan kenaikan temperatur. Nilai viskositas minyak dapat berbeda-beda, tergantung pada komposisi penyusun-penyusunnya. Hal ini dapat diketahui dengan memvariasikan jenis pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi minyak (Al-Hamamre dkk., 2012). Variasi komposisi minyak kopi juga dapat dipengaruhi jenis bahan baku yang diekstrak. Ampas kopi instan mengalami kontak dengan air panas pada suhu dan tekanan tinggi (Viani dan Petracco, 2007) yang dapat mempengaruhi komposisinya, karena memungkinkan minyak kopi mengalami reaksi kimia seperti hidrogenasi ataupun hidrolisis akibat pengaruh air temperatur.

Sifat-sifat kimia yang ditentukan dalam penelitian ini adalah bilangan asam, kadar ALB, dan bilangan penyabunan. Sifat-sifat kimia ini menentukan kualitas minyak (Wrolstad dkk., 2005).

Asam-asam lemak bebas umumnya sumber yang dominan dari asam bebas di

dalam minyak. Namun demikian, asam fosfat dan beberapa asam amino juga dapat mempengaruhi nilai bilangan asam (Wrolstad dkk., 2005). Jenis pelarut yang digunakan dalam ekstraksi minyak kopi berpengaruh terhadap bilangan asam minyak (Al-Hamamre dkk., 2012). Bilangan asam yang diperoleh pada penelitian ini adalah 16,62 mg KOH/g (berkorelasi dengan 8,35% ALB). Hasil ini lebih dari dua kali lipat dari hasil yang diperoleh Al-Hamamre dkk., yaitu 7,3 mg KOH/g (3,65% ALB) dengan menggunakan jenis pelarut yang sama (Al-Hamamre dkk., 2012). Hasil yang lebih tinggi dilaporkan oleh Caetano dkk., yaitu 118,4 mg KOH/g (Caetano dkk., 2012). Kadar ALB yang tinggi dalam minyak akan meningkatkan kecenderungannya untuk mengalami oksidasi dan juga menurunkan kestabilannya (Predojevic, 2008). Selain itu, tingginya kadar ALB di dalam minyak akan menghasilkan sabun sebagai produk samping dalam jumlah besar pada pengolahan biosolar. Kadar ALB dalam minyak juga dapat mempengaruhi nilai viskositas minyak. Al-Hamamre dkk. (2012) menunjukkan adanya kenaikan nilai viskositas minyak yang linier terhadap kenaikan ALB.

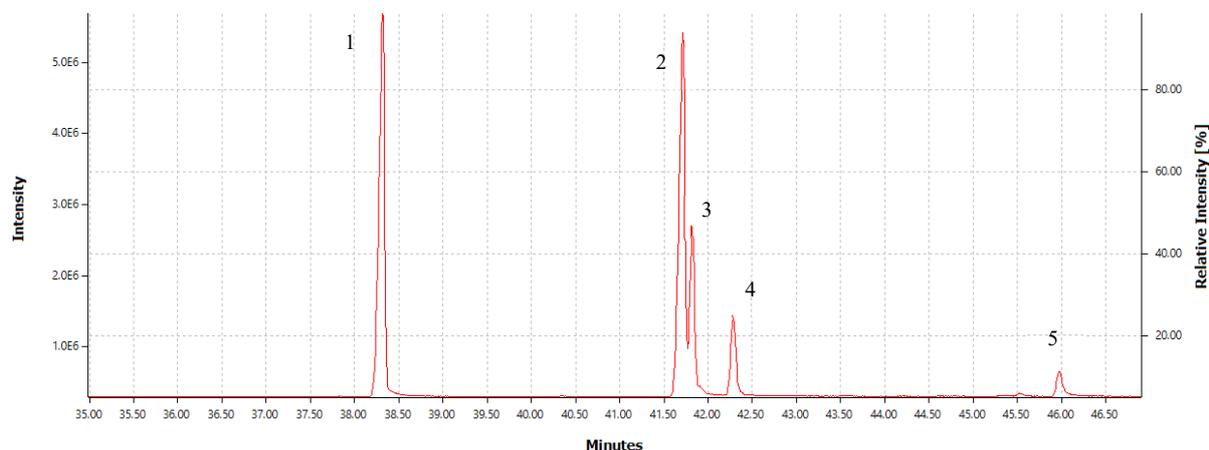
Bilangan penyabunan adalah parameter lain yang menentukan kualitas minyak. Bilangan penyabunan menunjukkan panjang rantai ikatan asam-asam lemak penyusun minyak kopi. Bilangan penyabunan menyediakan ukuran berat molekul rata-rata asam-asam lemak dalam minyak (Wrolstad dkk., 2005). Oleh karena dalam reaksi penyabunan terjadi pemutusan ikatan ester dalam minyak, dan asam-asam lemak terikat pada trigliserida, maka bilangan penyabunan adalah jumlah ester per gram sampel. Dengan demikian, makin rendah nilai bilangan penyabunan, makin panjang rantai ikatan asam lemak yang melekat pada trigliserida (Wrolstad dkk., 2005). Bilangan penyabunan pada penelitian ini diperoleh sebesar 202,3 mg KOH/g, lebih tinggi dibandingkan hasil yang diperoleh Al-Hamamre dkk., yaitu

173,9 mg KOH/g dengan menggunakan pelarut yang sama (Al-Hamamre dkk., 2012).

3. Komposisi Asam-asam Lemak

Komposisi asam-asam lemak penyusun minyak kopi ditentukan melalui GC-MS yang dilakukan dengan menggubah minyak menjadi metil ester. Profil kromatogram dari metil-metil ester tersebut menampilkan lima puncak yang menunjukkan lima

komponen metil ester yang diperoleh, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Tabel 3 menunjukkan hasil pembacaan GC-MS yang menunjukkan identitas metil-metil ester yang diperoleh. Komponen metil ester ditentukan melalui referensi yang ada di dalam alat (WILEY229.LIB). Namun demikian hasil pembacaan ini bersifat relatif, karena terdapat beberapa hasil berbeda untuk suatu komponen dengan rujukan yang ada.



Gambar 4. Kromatogram profil metil ester dari minyak kopi

Komponen pertama, ditandai oleh puncak pertama dan waktu retensi 38,320 menit, diperoleh konsentrasi relatif 37,64%. Menurut referensi MS, senyawa tersebut adalah metil stearat, $C_{19}H_{38}O_2$ (WILEY229.LIB, NIST12.LIB), metil kaprat, $C_{11}H_{22}O_2$ (WILEY229.LIB, NIST12.LIB), dan metil palmitat, $C_{17}H_{34}O_2$ (WILEY229.LIB). Puncak kedua, ditandai oleh puncak kedua dan waktu retensi 41,720 menit, diperoleh konsentrasi relatif 37,87%. Referensi MS menyatakan bahwa senyawa tersebut adalah metil linoleat, $C_{19}H_{34}O_2$ (NIST12.LIB, WILEY229.LIB), metil heksadekadienoat, $C_{17}H_{30}O_2$ (NIST62.LIB), metil linoleidat, $C_{19}H_{34}O_2$ yaitu bentuk trans dari metil linoleat (NIST62.LIB, NIST62.LIB). Komponen ketiga, ditandai oleh puncak ketiga dengan waktu retensi 41,824 menit. Dari referensi, metil ester yang diperoleh adalah metil oleat, $C_{19}H_{36}O_2$ (NIST62.LIB, WILEY229.LIB), metil heksadekenoat,

$C_{17}H_{32}O_2$ (NIST12.LIB), dan metil elaidat (bentuk trans metil oleat) (WILEY229.LIB). Komponen keempat, ditandai oleh puncak keempat dengan waktu retensi 42,291 menit. Menurut referensi, metil ester yang diperoleh adalah metil stearat, $C_{19}H_{38}O_2$ (NIST12.LIB, WILEY229.LIB), metil lignoserat, $C_{25}H_{50}O_2$ (WILEY229.LIB, NIST12.LIB), atau metil arakhidat, $C_{21}H_{42}O_2$ (NIST12.LIB). Komponen terakhir, ditandai oleh puncak kelima dengan waktu retensi 45,979 menit. Senyawa teridentifikasi menurut referensi adalah metil arakhidat, $C_{21}H_{42}O_2$ (NIST12.LIB), metil lignoserat, $C_{25}H_{50}O_2$ (WILEY229.LIB, NIST12.LIB), metil stearat, $C_{19}H_{38}O_2$ (WILEY229.LIB, NIST12.LIB). Karena diperoleh hasil yang bervariasi pada referensi, maka komponen metil ester ditentukan menurut komponen yang ringan ke komponen yang lebih berat

dan hasilnya seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Dari hasil pengamatan GC-MS, diketahui bahwa minyak kopi mengandung asam palmitat yang cukup tinggi (37,64%). Hasil ini tidak berbeda jauh dengan hasil yang dilaporkan oleh De Melo dkk., yaitu 37,37% (De Melo dkk., 2014), namun lebih rendah daripada hasil yang didapatkan oleh Couto dkk., yaitu 46,22% (Couto dkk., 2009). Dengan tingginya kadar palmitat di dalam minyak kopi, maka minyak kopi instan berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biosolar. Kadar asam-asam lemak esensial dalam ampas kopi instan yang tinggi memberi potensi minyak kopi untuk dijadikan minyak makan (*edible oil*). Namun demikian, perlu adanya analisis lanjut apakah asam-asam lemak tersebut masih pada posisi cis- atau sudah berubah menjadi posisi trans-. Telah diketahui bahwa lemak trans- memiliki efek negatif bagi tubuh, yang beresiko pada serangan jantung (Oh dkk., 2005). Asam-asam lemak trans dapat terbentuk melalui reaksi hidrogenasi, atau temperatur tinggi, seperti pada proses penggorengan (Tsuzuki dkk., 2010).

Tabel 3. Hasil analisis metil ester minyak kopi

Puncak	Metil ester	Waktu retensi, menit	Konsentrasi, %
1	Palmitat	38,320	37,64
2	Linoleat	41,720	37,87
3	Oleat	41,824	14,68
4	Stearat	42,291	7,22
5	Arakhidat	45,979	2,59

KESIMPULAN

Ekstraksi minyak dari ampas kopi instan mampu menghasilkan minyak sebesar 23,32% dalam basis berat kering. Berdasarkan kualitas yang dihasilkan, minyak dari ampas kopi ini berpotensi untuk dijadikan bahan cadangan pembuatan biosolar. Dengan kandungan asam-asam lemak esensial yang tinggi, minyak ampas kopi juga berpotensi untuk dijadikan minyak makan, atau digunakan sebagai

bahan dasar pembuatan kosmetik. Namun demikian, dikarenakan memiliki kadar air yang sangat tinggi, limbah ampas kopi instan sangat rentan mengalami perubahan komposisi melalui reaksi kimia yang berakibat pada perubahan kualitas minyak yang dihasilkan. Oleh karena itu, studi lanjut diperlukan untuk mengamati kestabilan minyak dari ampas kopi instan yang merupakan residu industri kopi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung atas dukungannya terhadap pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Koc, A. B. (2013). Oil removal from waste coffee grounds using two-phase solvent extraction enhanced with ultrasonication. *Renewable Energy*, 50, 965-970.
- Al-Hamamre, Z., Foerster, S., Hartmann, F., Kröger, M., Kaltschmitt, M. (2012). Oil extracted from spent coffee grounds as a renewable source for fatty acid methyl ester manufacturing. *Fuel*, 96, 70-76.
- Bravo, J., Monente, C., Juárez, I., De Peña, M. P., Cid, C. (2013). Influence of extraction process on antioxidant capacity of spent coffee. *Food Research International*, 50, 610-616.
- Caetano, N. S., Silva, V. F. M., Mata, T. M. (2012). Valorization of coffee grounds for biodiesel production. *Chemical Engineering Transactions*, 26, 267-272.
- Carisano A., Gariboldi, L. (1964). Gas chromatographic examination of the fatty acids of coffee oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 15, 619-622.

- Couto, R. M., Fernandes, J., da Silva, M. G., Simões, P. C. (2009). Supercritical fluid extraction of lipids from spent coffee grounds. *The Journal of Supercritical Fluids*, 51(2), 159-166.
- De Melo, M. M., Barbosa, H. M., Passos, C. P., Silva, C. M. (2014). Supercritical fluid extraction of spent coffee grounds: Measurement of extraction curves, oil characterization and economic analysis. *The Journal of Supercritical Fluids*, 86, 150-159.
- González, A.G., Pablos, F., Martín, M. J., León-Camacho, M., Valdenebro, M. S. (2001). HPLC analysis of tocopherols and triglycerides in coffee and their use as authentication parameters. *Food Chemistry*, 73, 93-101.
- Gui, M. M., Lee, K. T., Bhatia, S. (2008). Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. *Energy*, 33, 1646–1653.
- Harahap, F. A. U. 2016. *Penentuan siklus ekstraksi Soxhlet terbaik dan karakterisasi minyak kopi dalam pembuatan bahan baku biodiesel dari ampas kopi robusta* (Laporan Hasil Penelitian). Program Studi Teknik Kimia Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- International Coffee Organization. (2018). *Trade statistics tables*. Retrieved from: <http://www.ico.org/total/production-table.pdf>.
- Kondamudi, N., Mohapatra, S. K., Misra, M. (2008). Spent coffee grounds as a versatile source of green energy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 11757–11760.
- Mussatto, S. I., Machado, E. M. S., Martins, S., Teixeira, J. A. (2011). Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 661-672.
- Oh, K., Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Willett, W. C. (2005). Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women: 20 years of follow-up of the Nurses' Health Study. *American Journal of Epidemiology*, 161, 672-679.
- Predojevic, Z. J. (2008). The production of biodiesel from waste frying oils: A comparison of different purification steps. *Fuel*, 87, 3522–3528.
- Ramalakshmi, K., Rao, J. M., Takano-Ishikawa, Y. Goto, M. (2009). Bioactivities of low-grade green coffee and spent. *Food Chemistry*, 115, 79-85.
- Silva, M. A., Nebra, S. A., Machado Silva, M. J., Sanchez, C. G. (1998). The use of biomass residues in the Brazilian soluble coffee industry. *Biomass and Bioenergy*, 14, 457-467.
- Speer, K., Kölling-Speer, I. (2006). The lipid fraction of the coffee bean. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 201-216.
- Toci, A. T., Neto, V. J., Torres, A. G., Farah, A. (2013). Changes in triacylglycerols and free fatty acids composition during storage of roasted coffee. *LWT - Food Science and Technology*, 50, 581-590.
- Tsuzuki, W., Matsuoka, A., Ushida, K. (2010). Formation of trans fatty acids in edible oils during the frying and heating process. *Food Chemistry*, 123, 976-982.

Viani, R., Petracco, M. *Coffee*, In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. 7th ed. Wiley-VCH, Weinheim, 2007 pp. 467-498.

Wei, F., Tanokura, M., *Chemical changes in the components of coffee beans during roasting*. In: P. R. Preedy, Eds., *Coffee in Health and Disease Prevention*, Academic Press London, 2015, pp. 83-91.

Wrolstad, R. E., Acree, T. E., Decker, E A., Penner, M. H., Reid, D. S., Schwartz, S. J., Shoemaker, C. F., Smith, D., Sporns, P. (2005). *Handbook of Food Analytical Chemistry - Water, Proteins, Enzymes, Lipids, and Carbohydrates*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.