

Pengaruh Jenis Pelarut dan Temperatur terhadap Ekstrak Minyak Kopi Arabika Tidak layak Jual dari Perkebunan Kerinci-Provinsi Jambi serta Karakterisasinya sebagai Bahan Baku Biodiesel

Pendriadi¹⁾, Hadistya Suryadri^{1)*}, Lince Muis¹⁾

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

*Corresponding Author: hadistya.suryadri@unja.ac.id

Abstrak: Setiap pemanenan terdapat biji kopi cacat sebanyak 20% dari total produksi kopi. Kecacatan pada biji kopi menyebabkan kopi menjadi tidak layak jual dan dibuang begitu saja oleh petani. Oleh karena itu biji kopi Arabika tidak layak jual dari perkebunan di Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi dimanfaatkan untuk diambil minyaknya melalui metode ekstraksi sokletasi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan ekstrak minyak kopi paling optimum dengan menggunakan pelarut yang indeks kepolarannya bervariasi yaitu heksana, kloroform dan metanol dengan berbagai temperatur ekstraksi yaitu 60, 65, 70, 75 dan 80°C. Ekstrak minyak yang didapat kemudian dianalisa karakteristiknya berupa densitas dan jumlah asam lemak bebas sebagai syarat kelayakan menjadi bahan baku biodiesel. Diantara penggunaan pelarut heksana (indeks kepolaran 0,1), kloroform (indeks kepolaran 4,1) dan metanol (indeks kepolaran 5,1), heksana yang lebih optimal mengekstrak minyak kopi dengan jumlah rendemen 13,78%. Ekstraksi yang dilakukan pada variasi temperatur didapatkan rendemen ekstrak tertinggi dengan pelarut metanol yaitu 11,1% dan heksana yaitu 13,78% ketika dilakukan ekstraksi pada temperatur 70°C. Jumlah rendemen akan menurun seiring kenaikan temperatur ekstraksi. Namun semakin besar % rendemennya juga menghasilkan jumlah asam lemak bebas (% FFA) yang tinggi yaitu sekitar 12-22%. Densitas yang dihasilkan dari ekstraksi dengan ketiga pelarut menunjukkan hasil densitas yang lebih besar daripada 1 g/ml.

Kata Kunci: Minyak Kopi, Kopi Arabika, Ekstraksi Sokletasi, Biodiesel, Polar

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas unggulan perkebunan di Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat setempat. Terdapat dua jenis kopi yang banyak ditanam oleh masyarakat yaitu kopi jenis robusta (*Coffea canephora* Pierre) dan arabika (*Coffea arabica* L.). Kopi jenis arabika dari perkebunan Kabupaten Kerinci telah mendapat sertifikat indikasi geografis yang menandakan kopi jenis ini memiliki cita rasa khas dengan kualifikasi *specialty coffee* yang diakui dengan banyak peminatnya. Konsumennya bukan hanya konsumen lokal Provinsi Jambi tapi juga konsumen nasional dan konsumen internasional dimana harga jual arabika untuk *green bean* yaitu Rp. 95.000,00-105.000 per kg (Mardianis & Syaputra, 2020; Wahyudi & Izhar, 2018). Menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, pada tahun 2016 Kabupaten Kerinci memiliki luas perkebunan kopi arabika 1.654 ha dengan produksi sejumlah 144 ton (BPS, 2021). Ketika pemanenan terdapat biji kopi mentah yang mengalami kecacatan dan mengakibatkan biji kopi menjadi tidak layak jual, sehingga biasanya biji kopi ini akan dibuang oleh petani. Kecacatan pada biji kopi mentah ditentukan berdasarkan SNI 01-02907-2008 yaitu diantaranya adalah biji berbau busuk atau kapang, biji hitam, biji pecah, biji muda dan biji berlubang dimana jumlah biji kopi cacat ini berjumlah 20% dari total jumlah panen (BSN, 2008; Dias et al., 2018).

Oleh karena itu perlu dilakukan pemanfaatan biji kopi yang tidak layak jual menjadi bernilai ekonomi. Peneliti melakukan pemanfaatan biji kopi tidak layak jual untuk diambil minyaknya dengan menggunakan metode ekstraksi soxhlet. Biji kopi arabika digunakan karena diketahui kandungan minyak yang lebih banyak yaitu 15-17% dibandingkan kandungan minyak pada biji kopi robusta yaitu 7-10% (Farah, 2012). Kandungan minyak yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Setiap minyak yang berasal dari tumbuhan dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel karena mengandung asam-asam lemak untuk direaksikan menjadi metil ester melalui reaksi transesterifikasi, dengan persyaratan minyak nabati

yang dihasilkan memiliki kadar asam lemak bebas <1% (Canakci & Gerpen, 2001). Apabila jumlah asam lemak bebasnya lebih banyak maka pembentukan biodiesel diawali dengan esterifikasi menggunakan katalis asam untuk menurunkan jumlah asam lemak bebasnya dan menghindari pembentukan sabun, setelah itu reaksi transesterifikasi dengan katalis basa dapat dilakukan.

Pengambilan minyak kopi menggunakan metode ekstraksi soxhlet sudah banyak dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan bahan baku ampas kopi dan biji kopi mentah. Namun penggunaan biji kopi arabika tidak layak jual sebagai bahan baku masih terbatas penelitiannya. Ekstraksi biji kopi arabika mentah yang telah dipanggang pada temperatur 195°C selama 15 menit menggunakan pelarut heksana dapat menghasilkan minyak sejumlah 15,3% sedangkan jika menggunakan kopi robusta dengan pelarut heksana menghasilkan minyak sejumlah 12,42% (Ariga et al., 2018; Firyanto & Mulyaningsih, 2020). Pemilihan jenis pelarut dalam proses ekstraksi minyak kopi perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap jumlah rendemen minyak dan asam lemak bebas yang dihasilkan. Diketahui bahwa hasil ekstraksi terbesar dengan jumlah asam lemak bebas paling besar didapat dengan penggunaan pelarut heksana dibandingkan jenis pelarut polar dan pelarut non-polar lainnya (Efthymiopoulos et al., 2018). Hal yang sama juga didapatkan oleh Somnuk et al (2017), rendemen minyak terbesar dihasilkan oleh ekstraksi dengan pelarut heksana dibandingkan pelarut etanol dan metanol. Sementara menurut Oliveira et al, (2019) yang menggunakan pelarut etil asetat, etanol dan aseton didapat bahwa hasil ekstrak menggunakan pelarut aseton, yang merupakan pelarut non-polar, menghasilkan paling banyak jumlah minyaknya. Kemudian Caetano et al (2012) melakukan ekstraksi minyak kopi menggunakan pelarut heksana, heptana, oktana dan etanol didapatkan rendemen minyak tertinggi menggunakan pelarut oktana yang merupakan pelarut polar.

Selain jenis pelarut, temperatur ekstraksi juga memberikan pengaruh terhadap jumlah rendemen minyak maupun kandungan minyaknya. Syarat dari penggunaan metode ekstraksi sokletasi adalah menggunakan pelarut yang mudah menguap dan dioperasikan pada rentang temperatur yang berkisar pada titik didih pelarut (Febryanto, 2017). Penelitian yang mengekstrak minyak biji Moringa oleifera menemukan bahwa ekstraksi dengan penggunaan pelarut heksana dan heptana mendapatkan rendemen minyak paling optimum pada temperatur 60°C dan berkurang seiring dengan kenaikan temperatur (Ghazali & Yasin, 2016). Kemudian dalam pengekstrakan minyak biji Ginje (*Thevetia peruviana*) menggunakan pelarut metanol-heksana (50:50) mendapatkan rendemen minyak yang meningkat pada temperatur ekstraksi 65-70°C dan menurun pada temperatur 75-90°C selanjutnya pengekstrakan minyak dengan pelarut kloroform didapat hasil tertinggi pada 70-75°C dan menurun pada temperatur 80-90°C (Suwari et al., 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan ekstrak minyak dari biji kopi arabika tidak layak jual paling optimum dengan menggunakan pelarut yang divariasikan kepolarannya yaitu heksana, kloroform dan metanol dengan berbagai temperatur yaitu 60, 65, 70, 75 dan 80°C, kemudian setiap rendemen minyak dilihat karakteristiknya yang menunjang kebutuhan sebagai bahan baku untuk biodiesel, yaitu densitas dan jumlah asam lemak bebasnya.

2. METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji kopi arabika tidak layak jual dikarenakan kapang, berwarna hitam, pecah, biji muda dan biji berlubang didapat dari perkebunan di Kerinci, Provinsi Jambi. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah heksana, kloroform dan metanol teknis. Selanjutnya untuk keperluan analisis digunakan etanol, natrium hidroksida (NaOH, 99%), asam oksalat (99,5%), indikator fenoltalein dan akuades.

Peralatan yang digunakan berupa alat ekstraksi sokletasi beserta *grinder* manual *stainless steel* kapasitas 40 gram, oven, pompa, piknometer, corong, timbangan, dan kertas saring Whatman No.41.

Ekstraksi Minyak Biji Kopi

Biji kopi tidak layak pakai dipanggang menggunakan oven pada temperatur 160°C selama 15 menit sampai menimbulkan aroma khas kopi dan berwarna hitam kecoklatan. Kemudian biji digiling menggunakan *grinder* manual sehingga berukuran 100 mesh dan dibungkus menggunakan kertas saring Whatman No.41 lalu diletakkan di dalam rangkaian alat ekstraksi sokletasi.

Selanjutnya dilakukan ekstraksi menggunakan 3 jenis pelarut yang berbeda yaitu: heksana, kloroform dan metanol selama 120 menit. Rasio antara biji kopi dan pelarut adalah 1:7 (b/b) dengan massa kopi berjumlah 40 gram dan pelarut 280 gram. Apabila jumlah pelarut diubah dalam ukuran volume maka setiap proses ekstraksi menggunakan pelarut heksana berjumlah 424,89 ml, pelarut kloroform 188,05 ml serta pelarut metanol 353,54 ml. Ekstraksi sokletasi pada penelitian ini menggunakan temperatur 60, 65, 70, 75, dan 80°C. Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan proses penguapan untuk mendapatkan minyak biji kopi bebas dari pelarut. Jumlah minyak biji kopi yang didapat (persen rendemen ekstrak) dihitung berdasarkan persamaan (1). Kemudian dilakukan pengukuran densitas minyak dengan menggunakan piknometer dan penentuan kadar asam lemak bebas berdasarkan metode AOCS 5a-40.

$$\% \text{rendemen} = \frac{\text{minyak yang diperoleh (g)}}{\text{berat biji kopi (g)}} \times 100\% \quad (1)$$

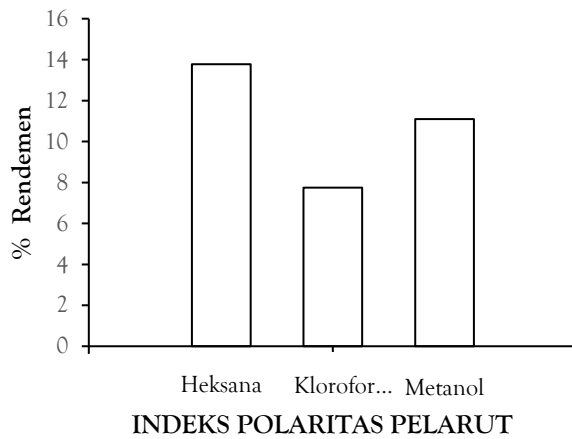
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan pelarut heksana, kloroform dan metanol yang memiliki indeks kepolaran yang berbeda, indeks kepolaran untuk heksana adalah 0,1 sementara kloroform 4,1 dan metanol 5,1 (Sadek, 2002). Maka berdasarkan urutan kepolarannya didapat bahwa metanol merupakan pelarut yang lebih polar dibandingkan kloroform, sedangkan heksana merupakan pelarut non polar. Pada Gambar 1 terlihat bahwa rendemen minyak kopi terendah yang dilakukan pada temperatur 70°C didapat menggunakan pelarut kloroform. Hal ini disebabkan volum kloroform yang digunakan pada perbandingan rasio massa antara sampel dan pelarut 1:7 jumlahnya paling sedikit dibandingkan pelarut lainnya. Sementara jumlah pelarut merupakan parameter yang menentukan efisiensi ekstraksi dan berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan didapat rendemen minyak kopi akan meningkat seiring dengan banyaknya jumlah pelarut yang digunakan (Al-Hamamre et al., 2012; Efthymiopoulos et al., 2017; Pratiwi & Hanif, 2017). Hal ini terjadi karena terdapat gradien konsentrasi antara zat terlarut dan pelarut yang mengakibatkan laju perpindahan massa zat terlarut mengalami peningkatan, akibatnya jumlah pelarut yang lebih banyak mampu menghasilkan ekstrak minyak yang lebih banyak pula. Akan tetapi proses ekstraksi dibatasi oleh kesetimbangan konsentrasi, sehingga apabila sudah mencapai hal ini maka dapat terjadi kemungkinan dengan jumlah volum pelarut yang lebih banyak menghasilkan ekstrak minyak menjadi tidak signifikan (Mueanmas et al., 2018).

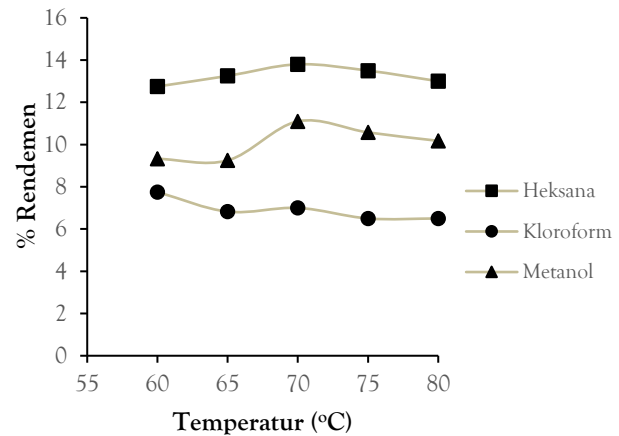
Selanjutnya untuk ekstrak minyak kopi terbesar dihasilkan dengan menggunakan pelarut heksana yang merupakan pelarut non polar dan menunjukkan bahwa minyak kopi memiliki kandungan senyawa non-polar yang lebih banyak dibandingkan senyawa polarnya. Diketahui bahwa kandungan senyawa pada minyak kopi berupa asam-asam lemak dengan kandungan paling banyak yaitu asam linoleat, asam palmitat dan asam oleat (Hanif et al., 2019; Oliveira et al., 2019). Penelitian lainnya juga mendapatkan rendemen minyak kopi yang paling besar ketika melakukan ekstraksi dengan pelarut heksana dibandingkan penggunaan pelarut lainnya (Al-Hamamre et al., 2012; Efthymiopoulos et al., 2018; Somnuk et al., 2017). Tabel 1 menampilkan perbandingan antara penelitian yang mengesktrak minyak kopi menggunakan pelarut heksana dengan dicantumkan jumlah rasio antara sampel dan pelarut serta waktunya. Terlihat bahwa hasil rendemen minyak pada penelitian ini lebih kecil dari penelitian yang menggunakan bahan baku ampas kopi, tetapi lebih besar dari penelitian yang juga menggunakan biji kopi tidak layak jual. Oleh karena itu beberapa faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi perlu diperhatikan seperti lamanya waktu pemanggangan kopi beserta temperaturnya. Karena pada saat pemanggangan terjadi perubahan pada struktur biji kopi dan kandungannya, yaitu berkurangnya jumlah air di dalam biji kopi dan terdapat pemekaran serta kerapuhan pada dinding-dinding sel biji kopi. Hal ini mengakibatkan pelarut mudah untuk berpenetrasi ke dalam biji kopi dan minyak kopi dapat diekstraksi (Purnamayanti et al., 2017; Yuwanti et al., 2016).

Persentase rendemen minyak kopi menggunakan variasi pelarut dan temperatur ditampilkan pada Gambar 2. Setiap ekstraksi dengan pelarut yang berbeda rata-rata menghasilkan rendemen minyak kopi yang meningkat bertahap seiring dengan kenaikan temperatur terutama pada kenaikan yang mendekati titik didih pelarut, namun setelah itu terjadi penurunan jumlah rendemen minyak. Contohnya pada proses ekstrak dengan menggunakan pelarut kloroform menghasilkan rendemen minyak terbesar yaitu 7,75% yang didapat ketika ekstraksi dilakukan pada temperatur yang dekat pada titik didihnya (61,2°C), yaitu 60°C. Kemudian pada temperatur 65°C terjadi penurunan jumlah rendemen yang selanjutnya meningkat menjadi 7% di temperatur 70°C dan rendemen minyak menurun dengan jumlah yang sama yaitu 6,5% ketika dilakukan ekstraksi pada

temperatur 75 dan 80°C. Hal ini menunjukkan bahwa ketika ekstraksi dilakukan dengan menaikkan temperatur maka terjadi peningkatan energi kinetik pelarut yang membuat pelarut dapat menembus dinding biji kopi yang cenderung terbuka pori-porinya, akibatnya hambatan difusi antara pelarut dan minyak mengecil sehingga terjadi difusi antara pelarut dan minyak yang akhirnya memudahkan pengekstrakan minyak kopi (Suwari et al., 2018). Terdapat penurunan jumlah minyak ekstrak pada temperatur tertentu dapat diakibatkan oleh adanya pembatasan kesetimbangan termodinamika dan penurunan stabilitas antara pelarut dengan minyak.



Gambar 1. Kepolaran Pelarut terhadap Rendemen Ekstrak Minyak Kopi



Gambar 2. Perbandingan Rendemen Ekstrak Minyak Kopi di Berbagai Variasi Pelarut dan Temperatur

Tabel 1. Perbandingan antara % rendemen minyak kopi menggunakan metode ekstraksi sokletasi dengan pelarut heksana yang didapat pada penelitian ini dengan penelitian lainnya

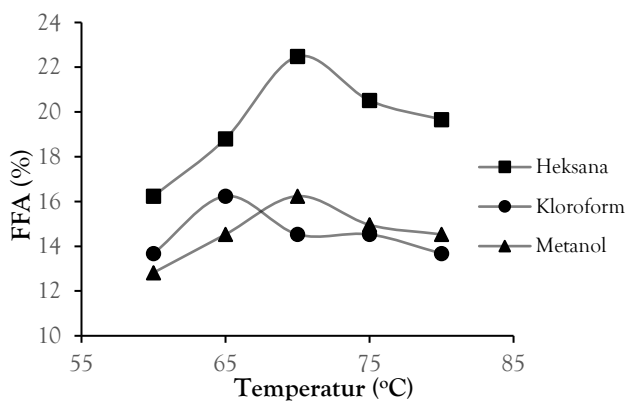
Parameter	Penelitian yang dilakukan	[a]	[b]	[c]
Bahan Baku	Biji Kopi tidak layak jual	Ampas Kopi	Biji Kopi tidak layak jual	Ampas Kopi
% rendemen	13,78	28,347	12,16	15,28
Waktu dan temperatur pemanggangan	15 menit, 160°C	12 jam, 105°C	-	5 jam, 102°C
Rasio sampel:pelarut	1:7	1:7	1:9	1:4,2
Waktu ekstraksi (menit)	120	60	480	30

Keterangan: a. Pratiwi & Hanif (2017); b. Efthymiopoulos et al., (2018); c. Al-Hamamre et al., (2012)

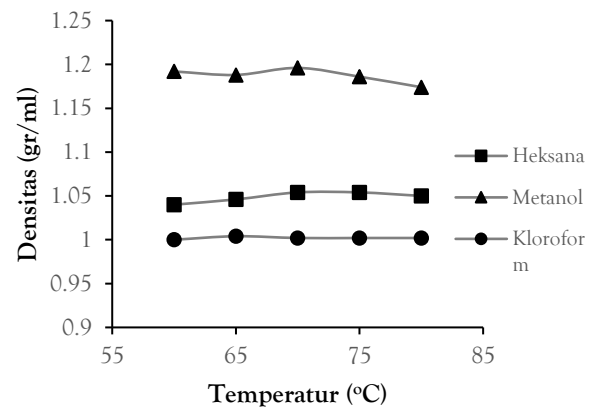
Kadar asam lemak bebas (*free fatty acid*) pada minyak nabati yang akan digunakan untuk bahan baku biodiesel perlu dianalisis untuk mengetahui metode proses dan jenis katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel. Jika hanya melibatkan reaksi transesterifikasi tanpa *pretreatment* ataupun reaksi praesterifikasi maka kadar asam lemak bebasnya harus <1% (Canakci & Gerpen, 2001). Asam lemak bebas pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3 dengan jumlah yang berkisar antara 12-22% serta terlihat bahwa jumlah ekstrak minyak tertinggi cenderung menghasilkan jumlah asam lemak bebas yang tinggi pula. Rendemen minyak tertinggi pada proses ekstraksi yang melibatkan pelarut heksana memiliki asam lemak bebas (% FFA) sejumlah 22,48% dan 13,68% pada rendemen minyak tertinggi dari hasil ekstraksi dengan pelarut kloroform serta 16,24% pada ekstraksi dengan metanol. Asam lemak bebas ini jumlahnya lebih besar dibandingkan penelitian lain dengan jenis pelarut yang sama, diketahui asam lemak bebas dari ekstraksi dengan pelarut heksana yaitu 21,61% (Efthymiopoulos et al., 2017) dan asam lemak bebas 4,55% dari minyak hasil ekstraksi menggunakan pelarut kloroform (Al-Hamamre et al., 2012) serta asam lemak bebas sejumlah 0,872% dari minyak hasil ekstraksi dengan pelarut metanol (Somnuk et al., 2017).

Kemudian densitas minyak pada berbagai temperatur dengan jenis pelarut yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 4. Densitas yang dihasilkan dari ekstraksi dengan ketiga pelarut menunjukkan hasil densitas yang lebih besar daripada 1 gr/ml. Nilai densitas ini lebih besar dari standar densitas menurut SNI 7182-2015 yaitu 0,85-0,89 gr/ml dan juga menurut Standar Eropa (EN ISO 3675 dan EN ISO 12185) yaitu 0,86-0,9 gr/ml. Nilai densitas minyak yang bersumber dari tanaman (*plant based oil*) memang pada umumnya akan lebih tinggi dari densitas biodiesel yang diperbolehkan. Nilai densitas minyak yang bersumber dari tanaman akan mengalami penurunan ketika dilakukan proses transesterifikasi menjadi metil ester (Caetano et al., 2012; Gokdogan et al.,

2015). Terlihat bahwa densitas tertinggi dimiliki oleh minyak kopi yang diekstraksi menggunakan pelarut metanol. Hal ini diduga karena indeks kepolaran metanol yang tinggi menyebabkan selektivitas pelarut metanol menjadi rendah ketika mengekstrak minyak, sehingga tidak hanya komponen minyak yang diekstrak oleh metanol tapi juga sangat memungkinkan komponen lainnya ikut terekstrak sehingga densitas yang terukur bukan hanya densitas minyak kopi tapi juga ditambah komponen lainnya (Mofijur et al., 2020). Oleh karena itu berdasarkan nilai kadar asam lemak bebas dan densitas yang diperoleh terhadap minyak kopi yang diekstrak dengan berbagai pelarut, belum ada yang memenuhi kualifikasi prasyarat untuk menjadi bahan baku biodiesel. Sehingga jika ingin dijadikan bahan baku biodiesel, dilakukan reaksi esterifikasi terlebih dahulu menggunakan katalis asam kemudian baru dilakukan reaksi transesterifikasi dengan katalis basa.



Gambar 3. Perbandingan Jumlah FFA pada Minyak Kopi di Berbagai Variasi Pelarut dan Temperatur



Gambar 4. Densitas Minyak Kopi dari Hasil Ekstraksi Berbagai Variasi Pelarut dan Temperatur

4. SIMPULAN

Ekstrak minyak dari biji kopi Arabika tidak layak jual diperoleh rendemen optimal yaitu 13,78% dengan menggunakan pelarut heksana yang merupakan pelarut non polar, yang menunjukkan bahwa minyak kopi tersusun dari senyawa non polar dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan senyawa polarnya. Jumlah rendemen paling optimal tersebut didapat pada temperatur ekstraksi 70°C dan akan menurun perolehannya jika dinaikkan temperaturnya. Namun jumlah ekstrak minyak paling tinggi ini diikuti dengan kadar asam lemak bebas (% FFA) yang tinggi pula yaitu sekitar 12-22%. Selanjutnya densitas minyak kopi yang didapat juga masih tinggi yaitu > 1 gr/ml. Densitas tertinggi didapat ketika ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut metanol yang juga memiliki indeks kepolaran paling tinggi diantara pelarut lainnya. Kadar asam lemak bebas dan densitas yang didapatkan dari ekstraks minyak dari biji kopi Arabika tidak layak jual belum ada yang memenuhi kualifikasi persyaratan untuk menjadi bahan baku biodiesel.

Daftar Pustaka

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.01.023>
- Ariga, S. R., Aisyah, Y., Patria, A., Arpi, N., & Yunita, D. (2018). Physicochemical Characterization of Oil from Roasted Coffee. *Proceeding of The 8th AIC: Health and Life Sciences*.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Tabel Luas Produksi Tanaman Perkebunan menurut Jenis Tanaman dan Kabupaten/Kota 2006-2021 dan Tabel Produksi Tanaman Perkebunan Menurut Jenis Tanaman dan Kabupaten/Kota 2006-2021. [Online]. Available: <https://jambi.bps.go.id>. [Accessed on December 2021].
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Standar Nasional Indonesia (SNI) 01:2907 Biji Kopi. Jakarta
- Caetano, N. S., Silva, V. F. M., & Mata, T. M. (2012). Valorization of coffee grounds for biodiesel production. *Chemical Engineering Transactions*, 26. <https://doi.org/10.3303/CET1226045>
- Canakci, M., & Gerpen, J. Van. (2001). *Biodiesel Production from Oils and Fats with High Free Fatty Acids*. 44(6), 1429-1436.

- Dias, R. C. E., Valderrama, P., Março, P. H., Scholz, M. B. dos S., Edelmann, M., & Yeretzian, C. (2018). Quantitative assessment of specific defects in roasted ground coffee via infrared-photoacoustic spectroscopy. *Food Chemistry*, 255, 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.076>
- Efthymiopoulos, I., Hellier, P., Ladommatos, N., Kay, A., & Mills-Lamprey, B. (2017). Effect of Solvent Extraction Parameters on the Recovery of Oil From Spent Coffee Grounds for Biofuel Production. *Waste Biomass Valori*. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0061-4>
- Efthymiopoulos, I., Hellier, P., Ladommatos, N., Russo-Profilo, A., Eveleigh, A., Aliev, A., Kay, A., & Mills-Lamprey, B. (2018). Influence of solvent selection and extraction temperature on yield and composition of lipids extracted from spent coffee grounds. *Industrial Crops and Products*, 119(April), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.008>
- Farah, A. (2012). Coffee Constituents. *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*, 21–58. <https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>
- Febryanto, M. A. (2017). Studi Ekstraksi dengan Metode Soxhletasi Pada Bahan Organik Umbi Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) Sebagai Inhibitor Organik. In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Firyanto, R., & Mulyaningsih, M. S. (2020). Ekstraksi Kopi Robusta Menggunakan Pelarut Heksana dan Etanol. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan.”*
- Ghazali, Q., & Yasin, N. H. M. (2016). The effect of organic solvent, temperature and mixing time on the production of oil from *Moringa oleifera* seeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 36. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/36/1/012053>
- Gokdogan, O., Eryilmaz, T., & Yesilyurt, M. K. (2015). Thermophysical Properties of Castor Oil (*Ricinus communis* L.) Biodiesel and Its Blends. *CTyF - Ciencia, Tecnologia y Futuro*, 6(1), 95–128. <https://doi.org/10.29047/01225383.29>
- Hanif, M., Harahap, F. A. U., Heru, H., Darni, Y., & Ginting, S. B. (2019). Extraction and Characterization of Coffee Oil From Instant-Coffee Waste. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 8(1). <https://doi.org/10.15294/jbat.v8i1.18619>
- Mardianis, & Syaputra, M. R. (2020). Analisis Prospektif Agroindustri Kopi di Kabupaten Kerinci. *Prosiding Senantias 2020*, 1(1).
- Mofijur, M., Kusumo, F., Fattah, I. M. R., Mahmudul, H. M., Rasul, M. G., Shamsuddin, A. ., & Mahlia, T. M. . (2020). Resource Recovery from Waste Coffee Grounds Using Ultrasonic-Assisted Technology for Bioenergy Production. *Energies*, 13. <https://doi.org/10.3390/en13071770>
- Mueanmas, C., Nikhom, R., Petchkaew, A., Iewkittayakorn, J., & Prasertsit, K. (2018). Extraction and esterification of waste coffee grounds oil as non-edible feedstock for biodiesel production. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.08.102>
- Oliveira, R., Carvalho, G. R., Cirillo, M., & Queiroz, F. (2019). Effect of ecofriendly bio-based solvents on oil extraction from green coffee bean and its industrial press cake. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 36(4). <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20190364s20190102>
- Pratiwi, R. I., & Hanif, M. (2017). Pengaruh Rasio Pelarut terhadap Limbah Biji Kopi Robusta pada Ekstraksi Kandungan Minyak Menggunakan N-Heksana sebagai Pelarut. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri*.
- Purnamayanti, N. P. A., Gunadnya, I. B. P., & Arda, G. (2017). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian terhadap Karakteristik Fisik dan Mutu Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica* L). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 5(2).
- Sadek, P. C. (2002). *The HPLC Solvent Guide. Second edition*. John Wiley & Sons, Inc.,
- Somnuk, K., Eawlex, P., & Prateepchaikul, G. (2017). Optimization of coffee oil extraction from spent coffee grounds using four solvents and prototype-scale extraction using circulation process. *Agriculture and Natural Resources*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.01.003>

- Suwari, Kotta, H. Z., & Buang, Y. (2018). Extraction and Characterization of Crop Oil from Seed Kernels of Feun Kase (*Thevetia peruviana*). *Journal of Physics: Conference Series*, 1093. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1093/1/012043>
- Wahyudi, E., & Izhar, L. (2018). Strategi Pemasaran Kopi Arabika Kerinci Di Provinsi Jambi. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 21(3).
- Yuwanti, S., Yusianto, & Nugraha, T. C. (2016). Karakteristik Minyak Kopi Yang Dihasilkan Dari Berbagai Suhu Penyangraian. *Prosiding Seminar Nasional Apta*.