

Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Terhadap Kinetika Ekstraksi Minyak dengan Metode Ultrasonik pada Ampas Kopi

The Effect of Differences in Temperature and Time on The Kinetics of Oil Extraction Using The Ultrasonic Method in Coffee Grounds

Maulana Muqorrobin¹, Mega Mustikaningrum¹

¹ Prodi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatera No. 101, Gresik, 61121, Indonesia

*Email: megamustikaningrum@umg.ac.id

ABSTRAK:

Penelitian ekstraksi minyak ampas kopi dengan pengaruh perbedaan suhu bertujuan untuk mengetahui suhu yang paling efektif dan penentuan laju ekstraksi pada ekstraksi minyak kopi. Proses ekstraksi ampas kopi dengan bantuan gelombang ultrasonik menggunakan variasi suhu berturut-turut yaitu pada 30, 40 dan 50°C. Kadar minyak (ml) yang didapatkan pada suhu 30°C sebesar 0,8; 1; 1,05; 1,1 ml. Pada suhu 40°C sebesar 1,1; 1,2; 1,3; 1,5 ml. Pada suhu 50°C sebesar 1,3; 1,5; 1,6; 1,8 ml. Data tersebut didapatkan pada masing-masing waktu 30, 60, 90 dan 120 menit. Nilai konstanta (k) kecepatan ekstraksi pada penelitian ini ditentukan dengan menggunakan model *pseudo second order* dengan hasil sebesar 0,040124; 0,040334; 0,029179 (gram/g.sekon) untuk masing-masing suhu 30, 40 dan 50°C. Dari hasil perhitungan energi aktivasi yang dihasilkan sebesar 1,32442 J/mol.K.

Kata kunci: ampas kopi; ultrasonik; minyak kopi; konstanta kecepatan reaksi

ABSTRACT: Research on coffee grounds oil extraction with the influence of temperature differences aims to determine the most effective temperature and the extraction rate in coffee oil extraction. The coffee grounds extraction process, with the help of ultrasonic waves, uses temperature variations at 30, 40, and 50°C, respectively. The oil content (ml) obtained at 30°C was 0.8; 1; 1.05; 1.1ml. At a temperature of 40°C, it is 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 ml. At a temperature of 50°C, it is 1.3, 1.5, 1.6, and 1.8 ml. The data was obtained at 30, 60, 90, and 120 minutes. The constant value (k) of the extraction speed in this study was determined using a pseudo-second-order model with a result of 0.040124, 0.040334, and 0.029179 (gram/g.second) for 30, 40, and 50 °C, respectively, from the results of the calculation of the resulting activation energy of 1.32442 J/mol.K.

Keywords: coffee grounds; ultrasonic; coffee oil; extraction speed constant

1. PENDAHULUAN

Jenis kopi arabika dan robusta merupakan jenis tanaman kopi yang paling familial dipasaran. Sekitar kurang lebih 75% luasan tempat perkebunan kopi Indonesia kebanyakan ditanami dengan kopi jenis robusta, sedangkan untuk kopi jenis arabika adalah sisanya sebesar 25%. Hasil produk olahan kopi yang banyak dijumpai adalah kopi bubuk dan kopi instan. Hampir setengah dari pengolahan kopi yang ada di seluruh di dunia dilakukan untuk tujuan kopi instan (Ramalakshmi dan Raghavan., 1999). Konsumsi kopi di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, terbukti dengan tahun 2016

konsumsi kopi di Indonesia sebesar 1,18 kg/orang/tahun, meningkat dari 5 menjadi 6 % pada tahun 2015 (Soesilo, 2016). Meningkatnya konsumsi kopi disebabkan adanya perubahan gaya hidup masyarakat, juga dipengaruhi oleh semakin banyaknya toko, warung dan kafe yang kini semakin mudah ditemukan di Indonesia (Kementerian Perdagangan RI, 2014).

Tingginya konsumsi produk kopi di Indonesia dapat meningkatkan produksi ampas kopi. Secara kuantitatif, produksi ampas kopi dunia mencapai 700.000 ton/tahun (Acevedo dkk., 2013). Ampas kopi merupakan endapan dengan ukuran partikel halus, kadar air tinggi (80-85%), kandungan organik

dan keasaman yang diperoleh bila ampas kopi mentah diolah dengan air panas atau uap selama pengolahan kopi instan. (Mussatto dkk., 2011). Ampas kopi mengandung partikel organik, antara lain: kafein, polifenol dan tanin, yang dapat dipahami sebagai residu dengan kandungan polutan tinggi dan kebutuhan oksigen tinggi untuk penguraian dapat diartikan sebagai residu yang memiliki kadar polutan tinggi dengan kebutuhan oksigen yang besar untuk proses degradasinya (Silva dkk., 1998). Meskipun ampas kopi mempunyai sifat beracun dan adanya bahan organik, membuang limbah tersebut ke lingkungan dan ke tempat pembuangan sampah yang terkendali merupakan bentuk transformasi yang masih kita lihat hingga saat ini (Mussatto dkk., 2011).

Beberapa industri sudah menggunakan ampas kopi sebagai bahan bakar boiler mereka. Dari data tersebut, ampas kopi dapat menghasilkan nilai kalori sekitar 5000 kkal/kg, yang dikatakan masih memiliki nilai kalori yang mampu bersaing dengan limbah agroindustri lainnya. Meski demikian, emisi partikel yang dikeluarkan akibat pembakaran tetap berbahaya bagi lingkungan (Silva dkk. 1998). Ampas kopi mengandung minyak 15 hingga 25% dari berat aslinya, yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel (Caetano dkk., 2012). Asam palmitat adalah komponen senyawa paling tinggi dalam kandungan minyak ampas kopi, yakni sebesar 44,5% (De Melo dkk., 2014), dan juga minyak ampas kopi berpeluang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biosolar, dan ampas sisanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat (Kondamudi dkk. 2008).

Proses pemisahan minyak (zat terlarut) dari ampas kopi dapat dilakukan dengan ekstraksi pelarut (penyaringan). Pada saat melakukan ekstraksi diperlukan kelarutan yang tinggi dalam pelarut agar dapat mencapai laju ekstraksi yang maksimal. Beberapa metode ekstraksi telah digunakan untuk memperoleh minyak dari ampas kopi. Metode ekstraksi mempunyai 2 jenis yaitu: ekstraksi konvensional dan ekstraksi modern. Maserasi merupakan salah contoh dari ekstraksi konvensional dikarenakan peralatan yang dibutuhkan cenderung sederhana, namun waktu yang dibutuhkan pada ekstraksi ini cukup lama. Salah satu bentuk transformasi dari metode maserasi dengan bantuan ultrasonik disebut sebagai *Ultrasound-Assisted Solvent Extraction*.

Menurut Jing dkk (2009), metode ekstraksi dengan tambahan gelombang ultrasonik merupakan metode yang efisien dan sederhana sebagai alternatif ekstraksi konvensional. Ekstraksi ultrasonik mampu mempercepat proses ekstraksi jika dibandingkan dengan ekstraksi konvensional yang lain. Metode ini lebih aman karena suhu yang digunakan cenderung lebih rendah dan volume pelarut yang sedikit (Dey dan Rathod, 2013).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, pada penelitian ini akan dilakukan ekstraksi minyak dari ampas kopi instan dengan cara ekstraksi ultrasonik menggunakan pelarut n-heksana. Ekstraksi dilakukan menggunakan ekstraktor ultrasonik pada suhu yang berbeda dan diamati nilai konstanta laju ekstraksi dari pengaruh suhu yang berbeda dengan model yang diusulkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ekstraksi ampas kopi meliputi beberapa tahapan yaitu ekstraksi ampas kopi secara ultrasonik, pengumpulan data kinetik dan analisis konstanta laju reaksi (k) pada temperatur yang berbeda secara bersamaan.

2.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian ekstraksi minyak ampas kopi terdiri dari ampas kopi campuran jenis arabika dan robusta yang diperoleh dari warung di jalan Jaksa Agung Suprpto, Gresik, n-heksana 70% diperoleh dari PT Nirwana Abadi Surabaya.

2.2. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: sonikator, statif, klem, kertas saring, termometer, pendingin bola, neraca analitis digital, kaca arloji, pipet ukur 10 ml, erlenmeyer 250 ml, corong kaca, alat distilasi, hotplate, gelas beker 100 ml, gelas ukur 100 ml, jar kaca 400 ml dan sendok.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1 Ekstraksi Sonikator

Ampas kopi yang telah dioven ditimbang mengikuti perbandingan dengan pelarut 20:1 yakni seberat 10 gram ampas kopi dan pelarut n-heksana sebanyak 200 ml, kemudian dimasukkan pada jar kaca 400 ml. Ekstraksi dimulai dari jar kaca yang telah berisi ampas kopi dan pelarut dimasukkan didalam sonikator. Suhu diatur pada 30,40 dan 50°C dengan masing-masing suhu diatur pada waktu 30, 60,90 dan 120 menit untuk pengambilan data kinetika.

2.3.2 Pemisahan

Hasil ekstraksi dipisahkan terlebih dahulu dari residu ampas kopi dengan menyaring menggunakan kertas saring yang kemudian hasil saringannya di distilasi antara minyak kopi dan pelarut n-heksana menggunakan rangkaian alat distilasi.

2.3.3 Perhitungan Hasil

Minyak yang telah dipisahkan dari pelarutnya diukur dengan menggunakan pipet ukur 10 ml yang kemudian dicatat hasilnya.

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$$

2.3.4 Pengembangan Model Kinetika Minyak Ampas Kopi

Model kinetika reaksi yang diajukan dalam penelitian ini berdasarkan model *pseudo second order* dan model peleg. Penentuan massa akhir yang dapat dilihat pada persamaan (1). Model peleg dan *pseudo second order* yang dapat dilihat pada persamaan (2)-(5).

$$m \text{ akhir} = \rho \text{ minyak} \times \text{volume} \quad (1)$$

Dimana ρ minyak merupakan densitas dari minyak (g/ml), *volume* adalah hasil akhir minyak ampas kopi (ml) dan *m akhir* adalah massa akhir dari minyak ampas kopi (g)

Model pertama yang digunakan merupakan model Peleg. Persamaan yang dapat digambarkan berdasarkan model Peleg adalah sebagai berikut: (Milicevic N., dkk. 2021)

$$q_t = q_o + \frac{t}{K_1 + K_2 t} \quad (2)$$

Dimana q_t adalah rendemen minyak ampas kopi pada waktu t (g/g), q_o merupakan rendemen mula-mula minyak ampas kopi, t adalah waktu ekstraksi (sekon), K_1 merupakan kontanta laju Peleg (sekon g/g), dan K_2 adalah konstanta kapasitas (g/g). Persamaan Peleg kemudian diselesaikan dengan menggunakan linearitas, dan besarnya nilai konstanta laju ekstraksi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$k = \frac{K_2}{K_1} \quad (3)$$

Dimana nilai k adalah konstanta kecepatan ekstraksi (sekon⁻¹). Persamaan (3) kemudian ditentukan dengan menggunakan grafik linieritas dengan bentuk persamaan yang dapat dilihat pada persamaan (4).

$$\frac{t}{q_t - q_o} = K_1 + K_2 t \quad (4)$$

Model kedua ialah yang digunakan sebagai konfirmasi data penelitian adalah model *pseudo second-order*: (Tran H.N., 2023) yang dijabarkan pada persamaan (5).

Konstanta k pada persamaan (5) merupakan nilai dari konstanta kecepatan ekstraksi (gram/g.sekon), q_e adalah rendemen minyak ampas kopi pada keadaan setimbang (g/g), q_t adalah rendemen minyak ampas kopi pada waktu tertentu dan t merupakan waktu ekstraksi (sekon). Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan linieritas. Pada penelitian ini juga dicari besaran dari energi aktivasi ekstraksi minyak kopi menggunakan persamaan linieritas yang dapat dilihat pada persamaan (6)

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_A}{R}\right) \frac{1}{T} \quad (6)$$

Dalam hal ini nilai k adalah konstanta kecepatan reaksi, A adalah konstanta arhenius ($\frac{L}{\text{mol} \cdot \text{s}}$), E_a merupakan besaran dari energi aktivasi (J/mol), R adalah kontanta ketetapan gas ideal (8,314 J/mol/K), dan T merupakan suhu (K).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Proses ekstraksi menggunakan variasi suhu yang berturut-turut yaitu pada 30°C, 40°C dan 50°C dengan masing-masing suhu yang diuji pada waktu 30 menit; 60 menit; 90 menit dan 120 menit. Massa mula-mula sampel sebanyak 10 gram dengan pelarut n-heksana 200 ml. Penentuan volume minyak dilakukan dengan melakukan proses distilasi terlebih dahulu antara minyak dan pelarut. Setelah dilakukan proses tersebut maka dilakukan proses pengukuran dengan pipet ukur 10 ml. Berikut adalah hasil dari pengujian tersebut:

Tabel 1. Hasil Pengujian pada Suhu 30°C

Waktu (sekon)	Volume (ml)
1.800	0,8
3.600	1
5.400	1,05
7.200	1,1

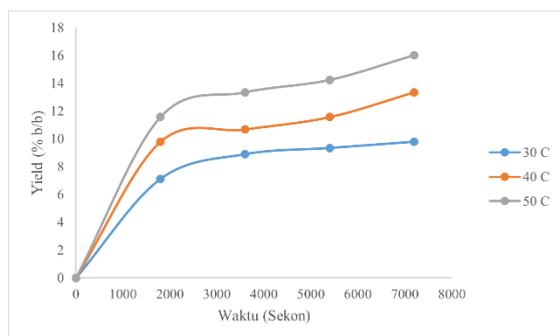
Tabel 2. Hasil Pengujian pada Suhu 40°C

Waktu (sekon)	Volume (ml)
1.800	1,1
3.600	1,2
5.400	1,3
7.200	1,5

Tabel 3. Hasil Pengujian pada Suhu 50°C

Waktu (sekon)	Volume (ml)
1.800	1,3
3.600	1,5
5.400	1,6
7.200	1,8

Pengaruh waktu kontak dengan hasil *yield* (%b/b) yang diperoleh dapat ditunjukkan melalui Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Kontak pada Ekstraksi

Berdasarkan dari analisis pada Gambar 1 bahwa suhu dan waktu ekstraksi ultrasonik sangat berpengaruh pada hasil *yield* minyak yang diperoleh. Hasil maksimum adsorpsi berada pada waktu 120 menit (7.200 detik). Selain itu melihat Gambar 1 juga menunjukkan bahwa dengan kenaikan hasil akan selaras dengan kenaikan suhu dan waktu. Hal ini disebabkan karena salah satu pengaruh kecepatan perpindahan massa ialah suhu. Seiring dengan meningkatnya suhu akan mengakibatkan kemampuan zat yang terlarut (*solute*) untuk larut dengan pelarutnya meningkat. Meskipun mengalami peningkatan, namun kenaikan hasil tersebut tidak signifikan karena seluruh variasi suhu ekstrasinya masih dibawah titik didih dari minyak. Minyak yang diperoleh pada penelitian ini relatif sedikit, hal tersebut dikarenakan menurut Yuwanti dkk, (2016) kandungan minyak pada kopi arabika sekitar 15% dan robusta 10% .

Selain hasil minyak yang dijadikan parameter dalam penelitian ini, dari segi warna pada minyak yang dihasilkan memiliki warna yang kuning kecoklatan, timbul warna kecoklatan dikarenakan adanya reaksi Maillard yang akan menghasilkan senyawa melanoidin yang berwarna coklat (Schenker dkk, 2002).

Setelah diperoleh *yield* minyak dari ampas kopi, hasil tersebut dilakukan proses linierisasi untuk memperoleh nilai konstanta kecepatan ekstraksi. Kinetika ekstraksi digunakan untuk menetapkan variabel yang terikut dalam proses ekstraksi yang terjadi. Kecepatan perpindahan senyawa dari padatan menuju cairan dapat diperhitungkan menggunakan model kinetika. Nilai konstanta (k) kecepatan ekstraksi pada penelitian ini ditentukan dengan menggunakan model *pseudo second order* dan model Peleg. *Pseudo second order* berkembang ketika diperkenalkan oleh Ho dan McKay tahun 1999. Model kinetika *pseudo second order* dinilai cocok digunakan untuk ekstraksi modern maupun konvensional dibandingkan dengan model *pseudo first order*. Sedangkan model kinetika Peleg dapat memberikan perkiraan nilai kinetika yang akurat pada ekstraksi padat-cair menurut Liao dkk,(2021). Hasil perhitungan dengan kedua model tersebut ditunjukkan melalui Tabel 4 dan 5 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Parameter Model *Pseudo Second Order*

Suhu (°C)	k (gram/g.sekon)	R ²
30	0,040124	0,987
40	0,040334	0,9924
50	0,029179	0,9939

Tabel 5. Hasil Parameter Model Peleg

Suhu (°C)	k (sekon ⁻¹)	R ²
30	0,0006909	0,9828
40	0,0004606	0,8789
50	0,0004606	0,9219

Berdasarkan nilai dari regresi (R²), model yang sesuai untuk menggambarkan fenomena ekstraksi adalah model *pseudo second order* karena hasil nya

yang lebih besar dibandingkan dengan model Peleg. Persamaan *pseudo second order* dirasa cocok digunakan pada perhitungan kinetika, disebabkan karena konstanta laju reaksi akan semakin besar dengan seiringnya peningkatan suhu dan waktu kontak pada proses ekstraksi, walaupun terjadi penurunan pada suhu 50 °C. Berdasarkan persamaan 6 didapatkan nilai dari energi aktivasi ekstraksi minyak kopi menggunakan energi ultrasonik didapatkan 1,32442 J/mol.K

4. KESIMPULAN

Melalui penelitian yang telah dilakukan telah menjawab rumusan masalah pada penelitian. Terdapat beberapa poin dalam kesimpulan yang dapat diambil antara lain :

1. Ekstraksi minyak pada sampel ampas kopi sebanyak 10 gram dengan bantuan gelombang ultrasonik menggunakan n-heksan 200 ml sebagai pelarut. Variasi suhu pada 30, 40 dan 50°C dengan waktu 30; 60; 90 dan 120 menit diperoleh hasil yield secara berturut-turut 7,12% ; 8,9% ; 9,35% dan 9,79% untuk suhu 30. Suhu 40 diperoleh 9,79% ; 10,68% ; 11,57% dan 13,35%, sedangkan untuk suhu 50 yakni 11,57% ; 13,35 ; 14,24% dan 16,02%.
2. Faktor utama dari peningkatan hasil minyak yang diperoleh ialah suhu dan waktu, hal tersebut disebabkan oleh seiring dengan meningkatnya suhu akan mengakibatkan kemampuan zat yang terlarut (solute) untuk larut dengan pelarutnya meningkat.
3. Model *pseudo second order* dirasa cocok digunakan pada perhitungan kinetika, disebabkan karena konstanta laju reaksi akan semakin besar dengan seiringnya peningkatan suhu dan waktu kontak pada proses ekstraksi. Distribusi nilai regresi (R^2) model *second order* dan Peleg dikonfirmasi baik karena berada pada angka yang mendekati satu. Pada hal ini model yang cocok untuk menyelesaikan konstanta kecepatan ekstraksi pada minyak yang berasal dari ampas kopi ialah model *pseudo second order*.

DAFTAR PUSTAKA

Ramalaksmi, K.I.K dan L.J.M. Raghavan. (1999). Antioxidant Potential of Low-Grade Coffee Beans, *Food Research International* 41:96-103.

Soesilo Mulyono. (16 Oktober 2016). "Konsumsi Kopi Naik, Indonesia Masih Impor Kopi". *Siaran Pers*. Halaman 1-2.

Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (14 Agustus 2014). "The 3rd Indonesian Coffee : Indonesia Bertekad Jadi Pusat Kopi Dunia". *Siaran Pers*. Halaman 1-2.

Acevedo, F., Rubilar, M., Scheuermann, E., Cancino, B., Uquiche, E., Garces, M.,

Inostroza, K., Shene, C. (2013). Bioactive Compound of Spent Coffee Grounds, a Coffee Industrial Residue. *Brazil : IISIGERA*.

Mussato, S., Ercilia, M. S., Machado, Silvia, M., Jose, A. T. (2011). Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Journal Food Bioprocess Technol*. Vol 4: 661-672.

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.

Caetano, N. S., Silva, V. F. M., & Mata T. M. (2012). Valorization of coffee grounds for biodiesel production. *Chemical Engineering Transactions*, 26(1), 267-272.

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.

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.

Jing, Z., Ying, W., Xiao-Qi, Z., Qing-Wen, Z., dan Wen-Cai, Y. 2009. Chemical Constituents from the Leaves of *Lophatherium gracile*. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 7(6): 428-431

Dey, S., Rathod, K. V. 2013. Ultrasound assisted extraction of β -carotene from *Spirulina platensis*. *Ultrasonics Sonochemistry* 20: 271-276.

N. Milicevic, P. Kojic, M. Sakac, A. Misan, J. Kojic, C. Perussello, V. Banjac, M. Pojic dan B. Tiwari, "Kinetic Modelling of Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolics from Cereal Brans," *Ultrasonic Sonochemistry*, vol. 79, p. 105761, 2021.

H. N. Tran, "Applying Linear Forms of Pseudo-Second-Order Kinetic Model for Feasibly Identifying Errors in the Initial Periods of Time-Dependent Adsorption Datasets," *Water*, vol. 15, no. 6, p. 1231, 2023.

Yuwanti S, Yusianto, Teguh CN. (2016). Karakterisasi Minyak Kopi Yang Dihasilkan Dari Berbagai Suhu Penyangraian. *Proseiding Seminar Nasional APTA – Jember 26-27 oktober 2016*.

Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R. and Escher, E. 2002. Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. *J. of Food. Sci*, 67(1) 60-66

Liao, J., Guo, Z., Yu, G., 2021. Intensifikasi Proses dan Kajian Kinetika Ekstraksi Flavonoid Berbantuan Ultrasound dari Kulit Kacang Tanah. *Sonokimia Ultrasonik* , Volume 76, hal. 105661