

# PEMISAHAN KAFEIN DENGAN METODE *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* (MAE) TERHADAP 4 JENIS BIJI KOPI ROBUSTA

Nabila Marthia

Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Jl. Dr. Setiabudhi No. 193, Bandung, 40153, Indonesia.

Email : nabilamarthia@unpas.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini untuk melakukan isolasi terhadap kafein dari biji kopi Robusta yang berasal dari 4 daerah di Jawa Barat dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dan menentukan kadar kafein tertinggi dari kopi-kopi tersebut. Variabel yang diamati antara lain jenis pelarut dan kadar kafein hasil ekstraksi kopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rendemen tertinggi berdasarkan berat kering kafein diperoleh ekstrak dengan pelarut diklorometana sebesar 0,48-0,86%. Proses isolasi kafein dinilai berhasil dari hasil pengujian KLT dan GC-MS. Hasil pengujian kadar kafein menunjukkan kadar kafein tertinggi dimiliki oleh biji kopi Robusta Gunung Halu sebesar 2,29% dengan ekstraksi menggunakan diklorometana.

Kata kunci : kopi Robusta, Ekstraksi, Kafein, *Microwave*.

*Received: June 22, 2021 ; Accepted: July 8, 2021; Publish online: July 31, 2021*

## 1. Pendahuluan

Biji kopi merupakan salah satu jenis tanaman yang digunakan sebagai bahan baku minuman. Selain kopi merupakan komoditas unggulan di Indonesia. Masyarakat di Indonesia sekarang ini semakin banyak yang menyukai minuman kopi. Minuman kopi termasuk ke dalam salah satu minuman penyegar karena mengandung kafein yang dapat menstimulasi sistem syaraf pusat dan jantung serta dapat meningkatkan kerja otak (Bhawani, dkk., 2015). Jenis biji kopi yang disukai oleh masyarakat Indonesia yaitu biji kopi jenis Arabika dan Robusta. Perbedaannya biji kopi robusta memiliki kandungan kafein yang lebih banyak dibanding arabika. Di wilayah Jawa Barat sendiri, jenis biji kopi yang terkenal antara lain biji kopi arabika dan robusta dari daerah Ciwidey, Gunung Puntang, Gunung Halu, dan Malabar.

Kafein digunakan sebagai stimulan sistem saraf pusat dan mempercepat metabolisme (diuretik). Konsumsi kafein berguna untuk meningkatkan kewaspadaan, menghilangkan kantuk dan menaikkan mood.

Pada penelitian ini dilakukan pemisahan kafein dari biji kopi Robusta yang berasal dari 4 daerah di Jawa Barat. Kafein yang terkandung dalam biji kopi dapat diisolasi dengan berbagai metode. Pada umumnya metode yang digunakan yaitu ekstraksi dan kromatografi. Metode ekstraksi padat-cair konvensional banyak digunakan karena mudah dilakukan oleh semua orang. Adapun kekurangannya yaitu membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses pemisahannya. Adapun pada penelitian ini metode yang akan digunakan adalah *Microwave Assisted Extraction*

(MAE). *Microwave assisted extraction* (MAE) merupakan teknik baru dengan waktu ekstraksi lebih cepat dan konsumsi energi lebih sedikit. Proses ekstraksi menggunakan metode MAE ini hanya dilakukan selama 4 menit. Sehingga metode ini dapat dikatakan cepat, ekonomis dan ramah lingkungan serta efektif dalam pemisahan kafein dan katekin dari teh hijau (Serdar, dkk., 2016).

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi biji kopi yang ditanam di Perkebunan Kopi di daerah Ciwidey dengan jenis kopi Robusta yang berasal dari daerah Malabar, Gunung Puntang, Gunung Halu, dan Ciwidey.

### Metode Penelitian

Biji kopi sangrai halus diitmbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades. Kemudian diaduk selama 90 menit pada suhu ruang. Setelah itu dipindahkan ke dalam gelas kimia teflon dan diekstraksi dengan alat *domestic microwave* pada suhu 180°C selama 2 menit dengan kekuatan (daya) 600 W. Hasil ekstraksi lalu didinginkan pada suhu ruang dan tutup gelas kimia teflon dibuka. eksponensial *Nannochloropsis sp.* dan *Porphyridium cruentum* mengalami puncak pertumbuhan dan kelimpahan biomassa atau kepadatan sel (Kawaroe *et al.*, 2010).

Biji kopi sangrai halus diitmbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades. Kemudian diaduk selama 90 menit pada suhu ruang. Setelah itu dipindahkan ke dalam gelas kimia teflon dan diekstraksi

dengan alat *domestic microwave* pada suhu 180°C selama 2 menit dengan kekuatan (daya) 600 W. Hasil ekstraksi lalu didinginkan pada suhu ruang dan tutup gelas kimia teflon dibuka.

Penentuan rendemen dari kafein dengan cara menimbang ekstrak kafein fraksi kloroform dan ekstrak kafein fraksi diklorometana setelah dievaporasi dan ekstrak dikeringkan. Adapun perhitungan dari rendemen kafein digunakan rumus sebagai berikut :

$$= \frac{\text{massa ekstrak kering kafein}}{\text{massa sampel kopi bubuk}} \times 100\%$$

(Serdar dkk., 2016)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Kopi bubuk diekstraksi menggunakan pelarut air. Ekstraksi dilakukan untuk mendapatkan kafein yang terkandung dalam kopi bubuk tersebut. Adapun metode ekstraksi yang digunakan adalah *microwave assisted extraction* menggunakan *microwave oven*. Perbandingan antara kopi bubuk dengan pelarut air sebanyak 1:20 (b/v).

Sebelum dilakukan ekstraksi, kopi bubuk yang telah ditambahkan aquadest dilakukan pengadukan terlebih dahulu selama 90 menit pada suhu ruang. Setelah itu dilakukan ekstraksi menggunakan *microwave oven* selama 2 menit dengan suhu sekitar 80°C dan daya 750 W. Pada penelitian ini keempat jenis kopi robusta yang telah diekstraksi dengan *microwave* dipisahkan dengan 2 jenis pelarut organik, yaitu kloroform dan diklorometana. Sehingga terdapat 2 perlakuan pemisahan kafein terhadap keempat jenis kopi menggunakan 2 jenis pelarut. Setelah dipisahkan kemudian ekstrak kafein tersebut dikeringkan.

Sampel hasil ekstraksi menggunakan diklorometana dan juga hasil ekstraksi menggunakan kloroform, dan juga standar kafein, masing-masing sebanyak 1 mL diklorometana untuk identifikasi dengan KLT. Nilai Rf yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rf kafein hasil ekstraksi.

Jenis Kopi	Pelarut Diklorometana	Nilai Rf		
		Stand ar Kafein	Pelarut Kloroform	Stand ar Kafein
Malabar	0,80	0,80	0,76	0,76
Gunung Puntang	0,71	0,71	0,62	0,59
Gunung Halu	0,80	0,77	0,68	0,71
Ciwidey	0,78	0,78	0,82	0,82

Hasil penelitian menunjukkan nilai Rf yang berbeda-beda, dimana Rf sampel hasil ekstraksi menggunakan diklorometana memiliki nilai Rf antara 0,70-0,80, sedangkan nilai Rf sampel hasil ekstraksi menggunakan kloroform memiliki nilai antara 0,62-0,82. Berdasarkan nilai Rf yang didapat, diketahui sampel hasil ekstraksi mengandung kafein karena hasil Rf sesuai atau mendekati nilai Rf standar kafein.

Pengujian menggunakan KLT merupakan proses pemisahan komponen kimia berdasarkan prinsip adsorpsi dan partisi yang ditentukan oleh fase diam (adsorben) dan fase gerak (eluen). Komponen kimia bergerak mengikuti fase gerak karena daya serap adsorben terhadap komponen-komponen kimia tidak sama, sehingga komponen-komponen kimia dapat bergerak dengan jarak yang berbeda berdasarkan tingkat kepolarannya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya pemisahan komponen-komponen kimia yang terkandung di dalam ekstrak (Alen, dkk., 2017) Pada penelitian ini KLT dilakukan dengan menggunakan 3 macam eluen dengan tingkat kepolaran yang berbeda. Namun beberapa nilai Rf yang diperoleh pada penelitian ini masih berada diatas 0,8, dimana nilai Rf yang baik pada umumnya berada pada rentang 0,2-0,8. KLT sebaiknya dilakukan menggunakan bermacam-macam eluen dengan tingkat kepolaran yang berbeda untuk mendapatkan pelarut yang mampu memberikan pemisahan yang baik serta nilai Rf yang sesuai.

Selain dengan cara KLT, karakterisasi kafein juga dilakukan dengan menentukan titik lelehnya. Berdasarkan hasil penelitian, titik leleh kafein hasil ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Titik leleh kafein hasil ekstraksi.

Jenis Kopi	Titik Leleh (°C)	
	Pelarut Diklorometana	Pelarut Kloroform
Malabar	230-240	225-235
Gunung Puntang	220-225	220-230
Gunung Halu	220-230	220-230
Ciwidey	218-228	218-225

Berdasarkan hasil penelitian terdapat nilai titik leleh yang berbeda-beda pada setiap jenis sampel kafein hasil ekstraksi. Kafein murni memiliki titik leleh 238°C. Perbedaan titik leleh antara sampel hasil ekstraksi dengan kafein murni dikarenakan masih terdapat pengotor pada sampel hasil ekstraksi sehingga diperlukan proses pemurnian kembali pada sampel tersebut agar didapatkan isolat kafein yang lebih murni. Proses rekristalisasi kafein telah dilakukan oleh peneliti, namun pada saat pengujian titik leleh masih terdapat perbedaan terhadap titik leleh kafein murni.

Hasil pengujian menggunakan GC-MS pada masing-masing ekstrak dari keempat jenis kopi Robusta tersebut ditemukan adanya komponen kafein dengan waktu retensi rata-rata sekitar 14 detik. Selain itu juga

masih ditemukan residu dari pelarut yang digunakan pada saat ekstraksi yaitu diklorometana dan kloroform.

Adapun rendemen kristal kafein yang dihasilkan dari ekstraksi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 1. Rendemen kristal kafein hasil ekstraksi dengan metode *microwave*.

Jenis Kopi Robusta	Rata-rata Rendemen Kafein Kering (%)	
	Pelarut Kloroform	Pelarut Diklorometana
Malabar	0,47	0,49
Gunung Halu	0,56	0,59
Gunung Puntang	0,79	0,86
Ciwidey	0,58	0,48

Pada proses pengadukan di awal sebelum dilakukannya ekstraksi, partikel dengan ukuran kecil yang lebih besar permukaannya akan kontak langsung dengan air. Menurut Severini, dkk (2015), bahwa penggilingan pada biji kopi berpengaruh terhadap kadar kafein, dimana semakin kecil ukuran partikel bubuk kopi maka semakin tinggi kadar kafein yang terukur. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh waktu pengadukan dimana semakin lama waktu kontak antara air dan kopi bubuk maka akan lebih memaksimalkan proses ekstraksi dan meningkatkan rendemen kafein (Murray dan Laredo, 2015).

Jumlah kafein yang terekstrak dipengaruhi oleh suhu air yang digunakan, dimana pada umumnya cara refluks digunakan agar kafein banyak yang larut ke dalam air. Sedangkan pada penelitian ini proses pemanasan menggunakan gelombang mikro dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan proses pemanasan pada saat refluks.

Gelombang mikro merupakan salah satu jenis radiasi elektromagnetik dengan frekuensi 0,3-300 Ghz. Gelombang mikro ini terdiri dari dua bidang tegak lurus bersilasi, yaitu medan magnet dan medan listrik. Prinsip pemanasan yang terjadi pada sampel saat

diberikan gelombang mikro adalah terjadinya konduksi ionik dan rotasi dipol. Pada saat terjadi konduksi ionik, resistensi dihasilkan oleh larutan sehingga ion-ion melakukan migrasi. Migrasi ion-ion ini menghasilkan gesekan hingga akhirnya timbul panas pada larutan. Fenomena rotasi dipol terjadi akibat penataan kembali dipol pada molekul-molekul dengan medan listrik yang berubah dengan cepat. Pada alat *microwave* domestik, frekuensi yang dihasilkan sekitar 2,45 GHz dimana molekul akan berubah susunannya sebanyak  $2 \times 2,45 \times 10^{-9}$  kali per detik sehingga panas dihasilkan. Migrasi ion yang terjadi juga akan meningkatkan penetrasi air ke dalam matriks biji kopi sehingga komponen kafein akan larut lebih banyak ke dalam air (Delazar, dkk., 2012).

Faktor pelarut terhadap proses ekstraksi kopi juga sangat mempengaruhi terhadap kafein yang didapat. Pelarut yang terbaik merupakan pelarut yang secara selektif mampu melarutkan komponen kafein dalam larutan kopi dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan pelarut yang lain. Kemampuan pelarut untuk melarutkan komponen kafein ditunjukkan dengan nilai rendemen yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan dari suatu pelarut dibandingkan pelarut lainnya, maka semakin baik penggunaan pelarut tersebut untuk ekstraksi kafein.

Adapun pelarut organik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu diklorometana dan kloroform. Pada proses ekstraksi, masing-masing filtrat kopi dari 4 jenis kopi diekstraksi menggunakan diklorometana dan kloroform dengan rasio 1:3 v/v. Kafein kering yang didapat dari hasil ekstraksi dihitung rendemennya berdasarkan berat sampel kopi bubuk awal. Berdasarkan perhitungan tersebut, dapat dilihat pada tabel 3 diatas bahwa nilai rendemen kafein hasil ekstraksi menggunakan pelarut diklorometana lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rendemen kafein hasil ekstraksi menggunakan pelarut kloroform.

Adapun rendemen kafein dari % luas area puncak senyawa kafein dari kromatogram hasil analisis 4 jenis biji kopi Robusta menggunakan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan rendemen kristal kafein terhadap 2 jenis pelarut organik.

Berdasarkan grafik pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa nilai rendemen kafein hasil ekstraksi menggunakan pelarut diklorometana rata-rata memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rendemen kafein hasil ekstraksi menggunakan pelarut kloroform. Meskipun terdapat perbedaan nilai rendemen pada jenis kopi Ciwidey, dimana nilai rendemen kafein hasil ekstraksi menggunakan kloroform lebih tinggi dibandingkan diklorometana.

Pada proses ekstraksi, pemisahan suatu senyawa dipengaruhi oleh sifat dari kedua pelarut, diantaranya perbedaan ion, polaritas, ikatan hidrogen, sifat hidrofobik dan hidrofilik. Kepolaran suatu senyawa atau pelarut dipengaruhi oleh nilai konstanta dielektriknya, dimana semakin besar nilai konstanta dielektrik maka semakin polar tersebut. Menurut Soraya (2008), kafein merupakan senyawa yang larut dalam air (polar) dan pelarut organik (semi polar). Nilai konstanta dielektrik air adalah sebesar 80 pada suhu 20°C, sedangkan nilai konstanta dielektrik dari diklorometana sebesar 8,9 dan kloroform sebesar 4,8 pada suhu 20°C, sehingga air lebih polar dibandingkan diklorometana dan kloroform. Adapun diantara 2 jenis pelarut organik yang digunakan, diklorometana bersifat lebih polar dibandingkan dengan kloroform karena memiliki nilai konstanta dielektrik lebih tinggi.

Polaritas suatu senyawa tergantung pada elektronegatifitas antara atom dalam suatu ikatan. Kafein merupakan senyawa polar, dimana dua gugus karbonil pada struktur kafein menambah polaritas molekul bersamaan dengan adanya pasangan elektron bebas dari atom nitrogen. Sehingga kafein larut dalam air dan pelarut organik yang lebih polar. Menurut Edwards, dkk (2015), kloroform dan diklorometana merupakan pelarut organik bersifat polar. Diklorometana ditemukan memiliki nilai koefisien distribusi ( $K_d = 9,9$ ) yang sedikit lebih tinggi dibandingkan kloroform ( $K_d = 9,2$ ). Kafein yang bersifat polar akan larut dalam pelarut yang juga bersifat polar atau semi polar sesuai dengan prinsip kelarutan "like dissolve like". Prinsip ini memiliki arti bahwa suatu zat akan larut dengan pelarut yang sejenis (Edwards, dkk., 2015).

Diklorometana atau  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  merupakan senyawa yang bersifat polar, dimana adanya perbedaan keelektronegatifan antara C-H dan C-Cl menyebabkan ikatannya bersifat polar. Namun bentuk molekul senyawa ini tetrahedral yang tidak simetris. Karena bentuknya ini maka momen dipol masing-masing atom dihambat sehingga momen dipol senyawa ini 1,6D. Diklorometana memiliki indeks polaritas sebesar 3,1. Nilai mengandung arti bahwa diklorometana secara struktural polar namun nilai polaritasnya kecil sehingga mencegah senyawa ini larut dalam air. Diklorometana sering dikelompokkan sebagai pelarut polar aprotik. Umumnya molekul yang sangat polar dapat membentuk ikatan hidrogen, tetapi diklorometana kurang mampu

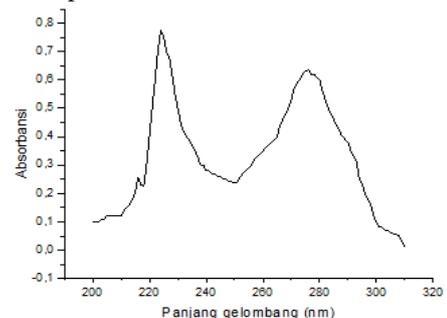
membentuk ikatan hidrogen dengan air (Edwards, dkk., 2015).

Pada proses ekstraksi, penambahan pelarut organik dilakukan secara bertahap. Proses ekstraksi bertahap ini lebih efektif karena dalam proses ini kontak antara bahan dengan pelarut lebih meningkat, sehingga komponen-komponen yang belum terlarut pada ekstraksi yang pertama akan terlarut pada ekstraksi berikutnya. Proses ini akan lebih efektif dan menghasilkan *recovery* yang lebih tinggi.

Pada penelitian ini rata-rata nilai rendemen dari kristal kafein yang didapatkan sekitar 0,47-0,79% untuk ekstraksi dengan kloroform dan 0,48-0,86% untuk ekstraksi menggunakan diklorometana. Nilai ini tidak sesuai dengan rendemen yang diharapkan yaitu 2%-4%. Hal ini terjadi dikarenakan beberapa faktor, diantaranya :

1. Kurangnya waktu pemanasan menggunakan gelombang mikro. Pada saat penelitian waktu pemanasan yang dilakukan selama 2 menit dengan jeda setiap 3 detik dikarenakan suhu yang tidak dapat dikendalikan. Jika tidak dilakukan pemberhentian setiap 3 detik maka gelas teflon akan *bumping* dan larutan akan tumpah. Adapun kekurangan dari alat *microwave* domestik ini tidak adanya pengaturan suhu sehingga perlu dilakukan pemantauan menggunakan termometer infra merah. Akibat waktu pemanasan yang terlalu cepat, kafein yang terkandung di dalam biji kopi belum sepenuhnya larut ke dalam air. Sehingga pada saat pemisahan menggunakan pelarut organik, kafein yang didapatkan hanya sedikit.
2. Jumlah sampel kopi yang ditimbang terlalu sedikit yaitu 7,5 gram. Hal ini berakibat pada kafein hasil ekstraksi yang didapat juga sedikit. Jumlah sampel kopi tersebut digunakan karena menyesuaikan dengan kapasitas volume gelas teflon dan kapasitas alat *microwave*.

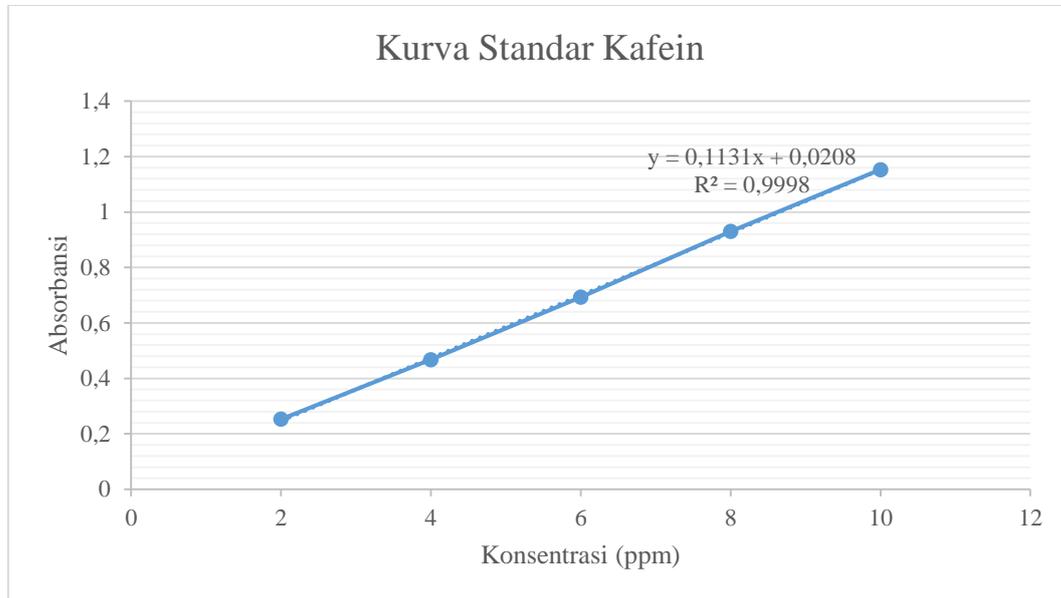
Pengujian kadar kafein dilakukan menggunakan alat spektrofotometer UV-Visibel. Spektrum panjang gelombang maksimum dari kafein murni yang dilarutkan dengan akuades menunjukkan 2 puncak yaitu 224 nm dan 276 nm. Gambar spektrum kafein murni dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Spektrum kafein murni dengan pelarut akuades.

Sehingga pengujian kadar kafein dilakukan pada sampel hasil ekstraksi menggunakan alat spektrofotometer UV-Visibel dengan panjang gelombang 276 nm. Pengujian ini dilakukan dengan

membuat larutan standar kafein dengan konsentrasi 2; 4; 6; 8 dan 10 ppm. Adapun kurva standar kafein dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Kurva standar kafein dengan pelarut akuades

Setelah dilakukan pengukuran terhadap larutan standar kafein, kemudian dilakukan pengukuran absorbansi sampel kafein hasil ekstraksi. Setelah itu dilakukan perhitungan terhadap kadar kafein sampel hasil ekstraksi. Adapun hasil pengujian kadar kafein dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar kafein hasil ekstraksi pada 4 jenis kopi di Jawa Barat.

Jenis Kopi	Kadar Kafein (%)	
	Diklorometana	Kloroform
Malabar	2,22	1,56
Gunung Puntang	2,11	1,75
Gunung Halu	2,29	1,62
Ciwidey	2,27	1,67

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai rendemen tertinggi berdasarkan berat kering kafein diperoleh ekstrak dengan pelarut diklorometana sebesar 0,48-0,86%. Proses isolasi kafein dinilai berhasil dari hasil pengujian KLT dan GC-MS. Hasil pengujian kadar kafein menunjukkan kadar kafein tertinggi dimiliki oleh biji kopi Robusta Gunung Halu sebesar 2,29% dengan ekstraksi menggunakan diklorometana.

#### 5. Daftar Pustaka

1. Bhawani, S. A., Fong, S. S. dan Mohamad Ibrahim, M. N. (2015): Spectrophotometric Analysis of Caffeine, *International Journal of Analytical Chemistry*, 2015. doi: 10.1155/2015/170239.
2. Delazar, A. (2012): Microwave-Assisted Extraction in Natural Products Isolation, in Sarker, S. D. and Nahar, L. (eds) *Natural Products Isolation*. Humana Press, pp. 89–115.
3. Edwards, Q. A. (2015): Distribution of Caffeine Between Selected Water-Organic Solvent Media, 13(3), pp. 1218–1226.
4. Murray, C. dan Laredo, T. (2015): Effect of Home Grinding on Properties of Brewed Coffee, *Journal of Food Research*, 4(1), pp. 77–87. doi: 10.5539/jfr.v4n1p77.
5. Serdar, G. *et al.* (2016): New Approaches for Effective Microwave Assisted Extraction of Caffeine and Catechins from Green Tea, *International Journal of Secondary Metabolite*, 3(1), pp. 3–13. doi: 10.21448/ijsm.240697.
6. Severini, C. (2015): How the variance of some extraction variables may affect the quality of espresso coffees served in coffee shops, *J Sci Food Agriculture*, 96(May), pp. 3023–3031. doi: 10.1002/jsfa.7472.