

Dekafeinasi Biji Kopi Robusta melalui Proses Ekstraksi dengan Pelarut *Aquadest*

(Variabel Jumlah Pelarut dan Kecepatan Pengaduk terhadap Kadar Kafein Terekstraksi)

Ronny Rezeki Tri Putra Purba, Ganjar Andaka

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

ronnyprb@yahoo.co.id

INTISARI

Dekafeinasi kopi pada penelitian ini dilakukan dengan ekstraksi *batch* dan analisis jumlah kafein yang terekstraksi dilakukan dengan metode iodometri.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jumlah pelarut dan kecepatan pengaduk pada saat ekstraksi terhadap penurunan kadar kafein kopi robusta. Variasi jumlah pelarut yang dibuat adalah 200 mL, 300 mL, 400 mL, 500 mL, dan 600 mL dan variasi kecepatan pengaduk adalah 100 rpm, 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, dan 500 rpm.

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar jumlah pelarut maka jumlah kafein terekstraksi juga semakin besar dan semakin besar kecepatan pengaduk jumlah kafein yang terekstraksi juga semakin besar. Akan tetapi, peningkatan jumlah kafein terekstraksi pada variabel kecepatan pengaduk tidak signifikan dibandingkan dengan peningkatan jumlah kafein terekstraksi pada variabel jumlah pelarut. Adapun kadar kafein sebelum diekstraksi adalah 6641,202 mg.

Kata kunci: Kopi Robusta, Kafein, Dekafeinasi, Ekstraksi

PENDAHULUAN

Kopi saat ini menjadi salah satu minuman paling populer di dunia yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat. Kopi mengandung kafein yang bermanfaat bagi tubuh manusia, namun terdapat batas maksimal untuk mengonsumsi kafein. Konsumsi kafein melebihi batas maksimal, akan memberikan efek negatif bagi tubuh manusia. Sehingga, berbagai pengembangan penelitian terus dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan mutu kopi dengan kadar kafein tertentu agar aman dikonsumsi oleh manusia. Metode yang umum digunakan untuk menurunkan kadar kafein adalah melalui proses ekstraksi dengan menggunakan solven dan ekstraksi superkritik dengan CO₂.

Kopi adalah sejenis minuman yang berasal dari pengolahan dan ekstraksi biji tanaman kopi. *Coffea* merupakan marga sejumlah tumbuhan berbentuk pohon yang beberapa diantaranya menjadi bahan dasar pembuatan minuman penyegar kopi. Genus ini memiliki sekitar 100 spesies, namun dari 100 spesies tersebut hanya dua yang memiliki nilai perdagangan penting, yaitu *Coffea Canephora* (menghasilkan kopi robusta) dan *Coffea Arabica* (menghasilkan kopi arabika). Kopi dari spesies kopi arabika memiliki rasa yang kaya daripada kopi robusta. Kopi robusta merupakan turunan dari beberapa spesies kopi terutama *Coffea Canephora*. Tumbuh baik pada ketinggian 400-700 m dari permukaan

laut pada temperatur 21-24°C. (www.wikipedia.org)

Menurut Rahardjo (2012), konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab, melalui para saudagar Arab.

Menurut Misra (2008), kafein merupakan senyawa kimia alkaloid terkandung secara alami pada lebih dari 60 jenis tanaman terutama teh (1-4,8%), kopi (1-1,5%), dan biji kola (2,7-3,6%). Kafein diproduksi secara komersial dengan cara ekstraksi dari tanaman tertentu serta diproduksi secara sintetis. Kebanyakan produksi kafein bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri minuman. Kafein juga digunakan sebagai penguat rasa atau bumbu pada berbagai industri makanan.

Menurut Mumin (2006), kafein mempunyai sifat fisik sebagai berikut.

Rumus molekul : C₈H₁₀N₄O₂.

Nama lain : 1,3,5-trimethylxanthine

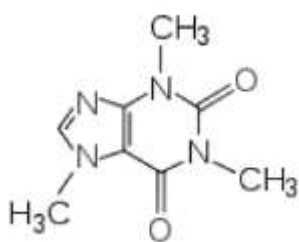
Wujud : bubuk putih tidak berbau

Berat molekul : 194,19 g/mol

Densitas : 1,23 g/cm³

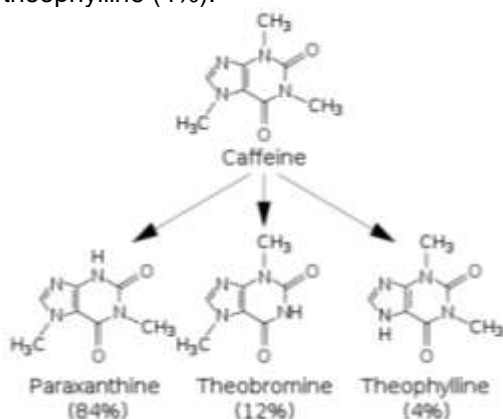
Titik leleh : 227-228°C (anhydrous), 234-235°C (monohydrate)

Titik didih : 178°C



Gambar 1. Rumus bangun kafein.

Kafein termetabolisme didalam hati menjadi tiga metabolit utama yaitu paraxanthine (84%), theobromine (12%), dan theophylline (4%).



Gambar 2. Rumus bangun senyawa metabolit kafein.

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

Menurut Petracci (2005), kandungan kafein pada biji kopi berbeda-beda tergantung dari jenis kopi dan kondisi geografis dimana kopi tersebut ditanam. Kopi arabika mengandung kafein 0,4-2,4% dari total berat kering sedangkan kopi robusta mengandung kafein 1-2% dan 10,4% asam organik.

Menurut Nawrot (2001), kematian akibat mengkonsumsi kafein secara berlebihan jarang terjadi, tetapi hanya ada pada beberapa kasus. Batas maksimal konsumsi kafein pada manusia adalah 10 gram per orang dan jika

melebihi batas ini akan menyebabkan kematian. Pada beberapa kasus yang ditemukan, dengan hanya mengkonsumsi 6,5 gram kafein saja sudah dapat menyebabkan kematian. Namun, ada juga orang yang tetap hidup walaupun mengkonsumsi kafein sebanyak 24 gram.

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

1. Metode langsung (ekstraksi)

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

2. Proses CO₂

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

Menurut Perva (2006), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi, diantaranya:

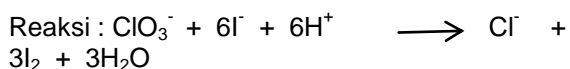
1. Suhu

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

2. Ukuran partikel
Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar luas bidang kontak antara padatan dan solven, serta semakin pendek jalur difusinya, yang menjadikan laju transfer massa semakin tinggi.
3. Faktor solven
Kafein biasanya diisolasi dengan ekstraksi menggunakan solven organik, dan kondisi ekstraksi (solven, suhu, waktu, pH, dan rasio komposisi solven dengan bahan) dapat mempengaruhi efisiensi ekstraksi kafein.

Menurut Petunjuk Praktikum Kimia Analisis IST AKPRIND Yogyakarta (2010), analisis kadar kafein dalam kopi dapat dilakukan dengan Iodometri. Iodometri adalah titrasi iodium yang ada dalam larutan atau iodium hasil reaksi suatu iodide dengan oksidator. Dengan beberapa oksidator dalam suasana asam atau netral, iodide akan dioksidasi dan berbentuk iodium bebas. Iodium ini kemudian dititrasi dengan reduktor. Reduktor yang biasanya digunakan adalah natrium thiosulfate. Larutan iodium dalam air yang mengandung iodide berwarna kuning sampai coklat, tergantung kadarnya.

1 tetes 0,1 N iodide dalam 100 mL air mengakibatkan larutan berwarna kuning gading, karena itu iodium dapat berlaku sebagai indikator sendiri, tetapi karena mata kurang bisa menangkap perubahan warnanya, maka dipakai amilum sebagai indikator. Amilum dapat bereaksi dengan iodium dalam lingkungan iodide dan membentuk warna biru dari kompleks iod amilum. Larutan standart thiosulfate yang digunakan harus distandarisasi dahulu, untuk itu diperlukan KIO_3 .



Kafein merupakan alkaloida yang diturunkan dari purin. Nama lain kafeina adalah 1,3,7-trimotil xantina. Kafeina terdapat dalam biji kopi (0,5%) dan dalam teh (2-4%). Kafeina mempunyai efek psikologis sebagai stimulant. Ikatan rangkap dalam kafein dapat diadisi iod. Untuk mengetahui kadar atau konsentrasi kafein maka larutan yang mengandung kafein ditambah iod yang telah diketahui volume dan konsentrasinya. Selanjutnya kelebihan iod setelah terjadi reaksi adisi dititrasi dengan larutan natrium thiosulfate. Dengan demikian iod yang teradisi oleh kafein dapat diketahui.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana cara untuk

menghasilkan suatu produk kopi rendah kafein dengan pelarut aquades dengan pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap penurunan kadar kafein serta bagaimana kondisi optimum terhadap penurunan kadar kafein.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk kopi rendah kafein. Secara spesifik, bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu operasi serta memperoleh kondisi optimum terhadap penurunan kadar kafein.

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

METODE PENELITIAN

1. Bahan Penelitian

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

2. Alat Penelitian

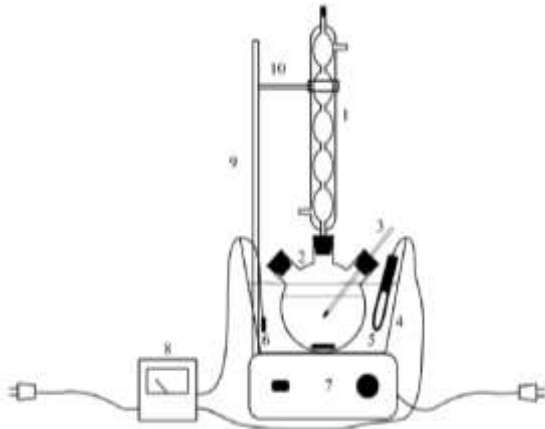
Alat yang digunakan adalah ayakan (60 mesh), oven, seperangkat alat ekstraksi, gelas ukur, buret, labu ukur, gelas beaker, pipet ukur, pipet volum, pipet tetes dan erlenmeyer.

3. Prosedur Penelitian

Adapun untuk tahapan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Dekafeinasi biji kopi robusta, meliputi proses persiapan bahan baku (pengeringan biji kopi) dan proses ekstraksi dengan pelarut aquades,
- b. Pengujian produk untuk analisa hasil.

Pada proses persiapan bahan baku, dilakukan pengeringan biji kopi yang akan digunakan. Tujuan dari pengeringan ini adalah untuk mengurangi kadar air dalam biji kopi sekaligus untuk mengawetkan. Selain pengeringan bahan, juga dilakukan penggilingan bahan dengan maksud memperbesar bidang kontak dengan pelarut. Setelah itu dilakukan proses ekstraksi dengan cara menimbang sampel yang telah digiling halus dan lolos ayakan 60 mesh sebanyak 20 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Setelah itu ditambahkan aquades sebanyak 500 mL. Peralatan ekstraksi dirangkai, kemudian dilakukan ekstraksi sesuai dengan variabel-variabel yang telah ditentukan. Setelah ekstraksi selesai, filtrat sampel diambil untuk kemudian dihitung kadar kafein yang terambil. Hasil ekstraksi yaitu kadar kafein yang terambil dianalisis dengan metode Iodometri.



Gambar 3. Rangkaian alat ekstraksi

4. Variabel yang Diteliti

Dalam penelitian ini dilakukan variabel suhu dan waktu ekstraksi.

- a. Variabel suhu ekstraksi
- b. Proses ekstraksi dilakukan pada waktu tetap selama 30 menit dan tekanan tetap 1 atm dengan variasi suhu ekstraksi yaitu pada 27, 40, 55, 65, 75, dan 100°C.
- c. Variabel lama waktu ekstraksi
- d. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu tetap 60°C dan tekanan tetap 1 atm dengan variasi lama waktu ekstraksi yaitu 10, 30, 60, 90, dan 120 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku berupa bubuk kopi robusta dengan ukuran 60 mesh, dilakukan analisis bahan baku yaitu kadar kafein dan kadar air secara kuantitatif untuk mengetahui kandungan kafein dan air mula-mula sebelum ekstraksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa bubuk kopi robusta sebelum ekstraksi mempunyai kandungan kafein dalam 20 gram kopi sebesar 6641,202 mg dengan kadar air sebesar 2,584%.

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

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

Tabel 1. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kadar kafein

T (°C)	N Na ₂ S ₂ O ₃	V Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)	Kafein terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut (mg)
27	0.0833	19.9	415.075
40	0.0888	18.5	433.105
55	0.0888	18.4	443.872
65	0.0888	18	486.94
75	0.0888	17.2	573.076
100	0.0888	16.5	648.445

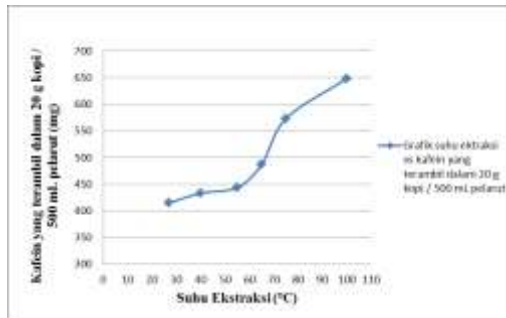
Tabel 2. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap kadar kafein

t (men)	N Na ₂ S ₂ O ₃	V Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)	Kafein terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut (mg)
10	0.0833	19.3	475.675
30	0.0833	19.2	485.776
60	0.0888	17.9	497.707
90	0.0833	19	505.976
120	0.0888	17.7	519.241

Dari hasil penelitian dekafeinasi biji kopi robusta melalui proses ekstraksi dengan pelarut aquades didapatkan kondisi optimum yakni pada suhu ekstraksi 100°C dengan kafein yang terambil dalam 20 gram kopi/ 500 mL pelarut sebesar 648,445 mg sedangkan waktu ekstraksi yang optimum yaitu pada 120 menit dengan kafein yang terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut sebesar 519,241 mg, dengan kadar awal kafein sebelum ekstraksi sebesar 6641,202 mg.

1. Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Kadar Kafein

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



Gambar 4. Grafik hubungan suhu ekstraksi dengan kafein yang terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut.

Berdasarkan gambar 4, semakin tinggi suhu ekstraksi maka kafein yang terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut semakin tinggi. Grafik menunjukkan bahwa pada suhu 100°C terdapat pengambilan kafein yang paling besar yaitu 648,445 mg dari kandungan kafein awal sebelum ekstraksi sebesar 6641,202 mg. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu maka kerapatan massa baik aquades sebagai solven maupun padatan bubuk kopi semakin renggang sehingga memiliki ruang kosong antar molekul yang lebih besar.

Menurut Brown (1950), *leaching* atau ekstraksi padat cair adalah proses perpindahan solut dari padatan ke pelarut karena adanya *driving force* berupa perbedaan konsentrasi solut dan kelarutan solut antara padatan dengan pelarut. Interaksi diantara zat terlarut dari suatu padatan ini sangat berpengaruh pada proses ekstraksi. Pada proses ini, kafein yang terperangkap dalam padatan bubuk kopi bergerak melalui pori-pori padatan karena proses fisika maupun kimia yakni dalam mekanisme pelarutan dan desorpsi. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam ekstraksi padat cair diantaranya adalah persiapan bahan padatan, suhu operasi, metode dan tahap operasi, perbandingan feed terhadap solven, dan jenis pelarut.

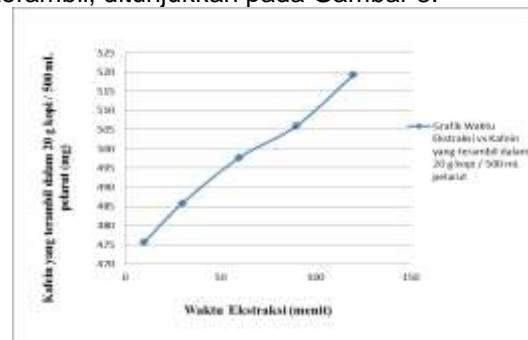
Menurut jurnal *Hongkong Chemistry Olympiad for Secondary School* (2013), pada ekstraksi pelarut didasarkan terutama pada perbedaan kelarutan kafein dalam pelarut yang berbeda, kafein sedikit larut dalam air pada suhu kamar, tetapi sangat larut dalam air mendidih (100°C). Oleh karena itu kafein dapat terekstrak lebih besar pada 100°C.

Menurut Foust (1959), untuk solven aquades yang bersifat cair semakin tinggi suhu akan menurunkan viskositasnya sehingga difusivitas akan naik. Sedangkan untuk padatan bubuk kopi, semakin tinggi suhu akan memperlebar jarak antar molekul dalam

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

2. Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Kadar Kafein

Dari Tabel 2 diperoleh grafik hubungan waktu ekstraksi terhadap kadar kafein yang terambil, ditunjukkan pada Gambar 3.



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

Melihat hasil penelitian pada gambar 3, menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka kafein yang terambil dalam 20 g kopi/ 500 mL pelarut semakin tinggi. Grafik menunjukkan bahwa pada 120 menit terdapat pengambilan kafein yang paling besar yaitu 519,241 mg dari kandungan kafein awal sebelum ekstraksi sebesar 6641,202 mg. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu ekstraksi maka semakin lama kontak solute dengan pelarut, sehingga kafein yang terekstraksi semakin banyak.

Menurut Jurnal Pangan dan Agroindustri Universitas Brawijaya (2015), suhu dan lama waktu ekstraksi merupakan faktor – faktor yang mempengaruhi laju ekstraksi. Pada proses ekstraksi, laju ekstraksi akan meningkat seiring dengan naiknya suhu ekstraksi. Selain itu, lama kontak solute dengan pelarut akan meningkatkan kelarutan material yang akan diekstrak sehingga kecepatan ekstraksi juga meningkat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Kadar kafein dalam biji kopi robusta dapat diturunkan melalui proses ekstraksi dengan pelarut aquades.
2. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi suhu dan waktu operasi akan

meningkatkan jumlah kafein yang terekstrak.

3. Penambahan suhu yang optimum dengan pengambilan kafein 648,445 mg dari kadar awal sebelum ekstraksi 6641,202 mg berada pada suhu ekstraksi 100°C.
4. Waktu ekstraksi yang optimum dengan pengambilan kafein 519,241 mg dari kadar awal sebelum ekstraksi 6641,202 mg berada pada waktu ekstraksi 120 menit.

SARAN

Dari kesimpulan yang telah dipaparkan maka dapat disarankan bahwa:

1. Perlu dilakukan penelitian untuk ekstraksi pada suhu yang lebih lama (diatas 100°C) dan waktu yang lebih lama (lebih dari 2 jam) terhadap pengambilan kadar kafein.
2. Analisa kadar kafein dapat digunakan metode yang lain (HPLC dan TLC)
3. Penelitian dapat dilakukan atau dikembangkan dengan metode dan variabel yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak,1980,Budidaya Tanaman Kopi,Yayasan Kanisius Yogyakarta.
- Christian Alliance S C Chan Memorial College, 2013, *Chemical Test for caffeine, Hong Kong Chemistry Olympiad for Secondary School*. www.hkasme.org Diakses pada 20 Maret 2015 pukul 12.19 WIB
- Mohamad Anang, Nurwantoro, 2004, Diktat kuliah Analisis Pangan, Teknologi Hasil ternak Universitas diponegoro Semarang.
- Kim W J, J D Kim, S G Oh, 2006, *Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Caffeine from Korean Green Te*, Separation Science and Technology. 42:3229-3242.
- Lee K J, Sang H L, 2008, *Extraction Behavior of Caffeine and EGCG from Green and Black Tea*, Biotechnology and Bioprocess Engineering. 13: 646-649.
- Nugraha T M, Nurkholis, 2010, Pembuatan Teh Rendah Kafein melalui Proses Ekstraksi dengan Pelarut Etil Asetat, Universitas Diponegoro Semarang. Diakses pada 27 Maret 2014 pukul 13.00 WIB.
- Misra H, D. Mehta, B.K. Mehta, M. Soni, D.C. Jain, 2008, *Study of Extraction and HPTLC – UV Method for Estimation of Caffeine in Marketed Tea (Camellia sinensis) Granules*, International Journal of Green Pharmacy : 47-51.
- Mokhtar, H and N. Ahmed, 2000, *Tea polyphenols: Prevention of cancer and optimizing health*, Am. J. Clin. Nutr., Suppl., 71 : 16985-17028.
- Mumin A, Kazi F A, Zainal A, Zakir H, 2006, *Determination and Characterization of Caffeine in Tea, Coffee, and Soft Drink by Solid Phase Extraction and High Performance Liquid Chromatography (SPE – HPLC)*, Malaysian Journal of Chemistry, 8: 45-51.
- Perry R H, Dow W G, 1997, *Liquid-Liquid Extraction Operations and Equipment*, Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed., Mc Graw-Hill, New York, 15:9-16.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (*Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute atau ICCRI*). <http://iccri.net/pengolahan-kopi/> Diakses pada 1 April 2014 pukul 18.48 WIB
- Petracco, Marino J., 2005, *Our Everyday Cup of Coffee: The Chemistry Behind Its Magic*. Chemical, Education. 82 (8), page 1161.
- Petunjuk Praktikum Kimia Analisis Jurusan teknik kimia IST AKPRIND Yogyakarta, 2010.
- Rahadjo, Pudji, 2012, Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta, Penebar Swadaya, Jakarta id.
- Sianturi, G, 2001, Kafein dan Minuman Kesehatan, www.gizi.net Diakses pada 20 Maret 2014 pukul 13.30 WIB.
- Widyotomo,H.K. Purwadaria, dan Atjeng M. Syarief, 2011, Pengembangan Model Matematik Laju Penurunan Kafein dalam Biji Kopi dengan Metode Pelindian, Pelita Perkebunan, Volume 27, Nomor 2, Edisi Agustus 2011.
- Widyotomo, S, dkk, 2009, Karakteristik Proses Dekafeinasi Kopi Robusta dalam Reaktor Kolom Tunggal dengan Pelarut Etil Asetat, Pelita Perkebunan, 25, 101-125.
- Wilson I.D, dkk, 2000, *Encyclopedia of Separation Science Academic Press*. 118-119.
- Winarno, F G, 1990, Bahan Tambahan Makanan, Bogor : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor
<http://ik.pom.go.id/.../waspadai-keracunan-kafein/> Diakses pada 9 Juli 2014 pukul 16.40 WIB