

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

**Teh** merupakan minuman yang sudah dikenal dengan luas di Indonesia dan di dunia. Minuman berwarna coklat ini umum menjadi minuman penjamu tamu. Aromanya yang harum serta rasanya yang khas membuat minuman ini banyak dikonsumsi. Di samping itu, ada banyak zat yang memiliki banyak manfaat yang sangat berguna bagi kesehatan tubuh. Teh juga dapat digunakan sebagai antioksidan, memperbaiki sel-sel yang rusak, menghaluskan kulit, melangsingkan tubuh, mencegah kanker, mencegah penyakit jantung, mengurangi kolesterol dalam darah, melancarkan sirkulasi darah. Hal ini disebabkan karena teh mengandung senyawa-senyawa bermanfaat seperti polifenol, theofilin, flavonoid/metilxantin, tanin, vitamin C dan E, catechin, serta sejumlah mineral seperti Zn, Se, Mo, Ge, Mg. Maka, tidak heran bila minuman ini disebut-sebut sebagai minuman kaya manfaat. ([chem-is-try.org](http://chem-is-try.org))

Selain manfaat teh, ada juga zat yang terkandung dalam teh yang berakibat kurang baik untuk tubuh. Zat itu adalah kafein. Meskipun kafein aman dikonsumsi, zat ini dapat menimbulkan reaksi yang tidak dikehendaki seperti insomnia, gelisah, merangsang, delirium, takikardia, ekstrasistole, pernapasan meningkat, tremor otot, dan diuresis (Misra, 2008).

Kematian akibat mengonsumsi 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 mengonsumsi 6,5 gram kafein saja sudah dapat menyebabkan kematian. Namun, ada juga orang yang tetap hidup walaupun mengonsumsi kafein sebanyak 24 gram (Nawrot, 2001).

Efek negatif dari kafein menjadi alasan diterapkannya berbagai teknologi untuk membuat teh rendah kafein dengan cara mengurangi kadar kafeinnya. Metode yang umum digunakan untuk mengurangi kadar kafein adalah ekstraksi dengan menggunakan solven dan ekstraksi superkritik dengan CO<sub>2</sub>. Beberapa solven yang bisa digunakan untuk ekstraksi adalah air, diklorometan, etanol, etil asetat, benzen, kloroform. ([en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org))

Pada penelitian terdahulu, Lee (Lee *et al*, 2008) melakukan proses ekstraksi kafein dari teh hijau dan teh hitam menggunakan solvent air dan larutan etanol dengan berbagai komposisi. Kafein yang terambil pada teh hijau mencapai 10,22 – 0,85mg/g dan teh hitam

5,26 – 1,01 mg/g. Sedangkan Kim (Kim *et al*, 2006) melakukan proses ekstraksi kafein dari teh hijau korea menggunakan CO<sub>2</sub> superkritis. Dari percobaan tersebut kadar kafein yang dapat terambil mencapai 66% pada suhu 323 K, tekanan 40 MPa, kadar air 20,8%, dan laju alir 5,04 – 28,28 kg CO<sub>2</sub>/kg teh hijau per jam. Dari beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kafein yang terambil menggunakan solven etanol masih cukup kecil. Sedangkan ekstraksi menggunakan CO<sub>2</sub> superkritis membutuhkan biaya yang mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu proses yang dapat menurunkan kadar kafein cukup besar dengan proses yang lebih sederhana dan biaya yang lebih terjangkau menggunakan proses ekstraksi dengan solven.

## **1.2. Perumusan masalah**

Untuk membuat teh rendah kafein dilakukan pengambilan kafein dengan ekstraksi menggunakan pelarut etil asetat. Untuk memperoleh teh dengan kadar kafein serendah mungkin perlu dirancang suatu proses dan sistem pemroses yang mendukung kondisi pengolahan tersebut, jenis solven dan efektivitas solven. Selain itu juga perlu diketahui apakah proses dekafeinasi teh akan mempengaruhi cita rasanya. Teh yang dihasilkan diharapkan merupakan teh dengan kadar kafein serendah mungkin tanpa kehilangan rasa, aroma, serta manfaatnya.

## **1.3. Tujuan penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk teh rendah kafein. Secara spesifik, tujuan penelitian ini adalah:

- Mengetahui pengaruh suhu dan waktu operasi terhadap penurunan kadar kafein.
- Memperoleh kondisi optimum pada produksi teh rendah kafein.
- Melakukan uji organoleptis untuk mengetahui aroma dari produk teh rendah kafein.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Teh**

Teh (*Camellia sinensis*) merupakan tanaman asli Asia Tenggara dan kini telah ditanam di lebih dari 30 negara. Dari 3.000 jenis yang ada, pada prinsipnya teh berasal dari satu jenis tanaman dengan hasil perkawinan silangnya.

Teh merupakan salah satu minuman yang paling populer di dunia, dan posisinya berada pada urutan kedua setelah air. Kepopulerannya tersebut dikarenakan teh mempunyai rasa dan aroma yang atraktif. Berdasarkan proses pengolahannya, teh diklasifikasikan ke dalam tiga jenis yaitu teh fermentasi (teh hitam), teh semi fermentasi (teh oolong), dan teh tanpa fermentasi (teh hijau) ( Rohdiana dkk., 2005).

Lebih dari tiga perempat teh dunia diolah menjadi teh hitam, salah satu jenis yang paling digemari di Amerika, Eropa, dan Indonesia. Cara pengolahannya, daun dirajang dan dijemur dibawah panas matahari sehingga mengalami perubahan kimiawi sebelum dikeringkan. Perlakuan tersebut akan menyebabkan warna daun menjadi coklat dan memberikan cita rasa teh hitam yang khas. **Teh hijau** memiliki kandungan yang paling baik karena dalam proses pembuatannya, teh jenis ini tidak dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari tetapi menggunakan teknik pengeringan secara khusus. Sedangkan teh jenis lainnya diproses dengan cara fermentasi sehingga memiliki cita rasa dan karakteristik tersendiri. Meskipun demikian, ketiga jenis teh tersebut memiliki khasiat dan potensi kesehatan yang sama.

Dengan perkembangannya ke berbagai belahan dunia, teh telah menjadi bagian yang menyatu dengan tradisi setempat. Di Beijing, Cina, para peminum teh lebih menyukai bila diaromai dengan wangi bunga melati yang kuat dengan cara "membakar" daun teh terlebih dahulu dengan uap panas bunga melati segar. Lain halnya dengan di Mongolia dan Inggris, peminum teh lebih menyukai teh yang dicampur dengan susu sewaktu sarapan pagi. Dan bagi sebagian besar orang Indonesia, teh bukanlah minuman yang asing karena telah menjadi bagian dari budayanya.

Teh merupakan minuman yang bermanfaat mengingat khasiat dan potensi yang terkandung di dalam teh dapat meningkatkan kesehatan tubuh dan merupakan sumber zat gizi. Mengingat biaya kesehatan yang melambung tinggi dalam krisis ekonomi yang belum

juga berangsur pulih serta harga obat-obatan yang sudah tak terjangkau lagi oleh rakyat biasa, maka obat pun sekarang dapat disetarakan dengan barang mewah.

## 2.1.1. Kandungan bahan aktif dalam teh

### 2.1.1.1. Polyphenols

Teh sebagian besar mengandung ikatan biokimia yang disebut polyphenols, termasuk di dalamnya flavonoid. Flavonoid merupakan suatu kelompok antioksidan yang secara alamiah ada pada sayur-sayuran, buah-buahan, dan minuman seperti teh dan anggur. Pada tanaman, flavonoids memberikan perlindungan terhadap adanya stress lingkungan, sinar ultra violet, serangga, jamur, virus, dan bakteri, di samping sebagai pengendali hormon dan enzyme inhibitor. Subkelas dari polyphenols meliputi flavones , flavonols , flavanones , catechins , antocyanidin , dan isoflavones. *Catechin* dan *phenolic acid* umumnya ditemukan di dalam teh. Catechin yang terdapat dalam teh berupa *epi-catechin* (EC), *epigallo-catechin* (EGC), *epicatechin gallate* (ECG), *epigallo-catechin gallate* (EGCG), dan *phenolic acid* berupa *gallic acid* (GA). Teh juga mengandung kafein (CA), suatu alkaloid yang juga terkandung dalam beberapa jenis minuman lain seperti kopi (Zou *et al.*, 2001). Kandungan bahan aktif dalam berbagai jenis teh dapat dilihat pada tabel 2.1.

Pada teh hijau, catechins merupakan komponen utama, sedangkan pada teh hitam dan teh oolong, catechins diubah menjadi theaflavin dan thearubigins. Diantara senyawa-senyawa yang terkandung di dalam teh hitam, theaflavin merupakan senyawa yang mendapatkan perhatian lebih karena fungsinya sebagai antioksidan, antipatogen, dan antikanker (Das *et al.*, 2008).

Tabel 2.1 Komponen aktif dalam berbagai jenis teh (Zou *et al.*, 2001)

Jenis teh	Komponen (mg/g teh)						
	GA	EGC	EGCG	EC	ECG	CA	CG
<b>Pu-erh</b>	5,53	6,23	1,99	3,24	1,32	22,4	-
<b>Meifoo green tea</b>	0,74	27,7	52,7	10,3	21,8	26,8	-
<b>Shanghai green tea</b>	0,37	30,8	51,1	7,25	11,3	23,0	-
<b>Hangzhou Lung Lhing</b>	1,84	37,6	62,4	6,60	16,3	28,5	0,81
<b>Jasmine</b>	1,13	27,6	54,2	6,90	15,8	29,6	-
<b>Fujian Oolong</b>	1,42	10,0	22,2	2,63	6,06	7,44	0,27
<b>Jiangxi Oolong</b>	1,67	15,9	28,2	2,96	6,45	18,7	-
<b>Fujian black</b>	2,06	5,71	3,79	1,36	4,45	21,6	-

### **2.1.1.2. Vitamin**

Kandungan vitamin dalam teh dapat dikatakan kecil karena selama proses pembuatannya teh telah mengalami oksidasi sehingga menghilangkan vitamin C. Kandungan vitamin C pada teh sekitar 100-250 mg, tetapi ini hanya terdapat pada teh hijau yang proses pembuatannya relatif sederhana. Demikian pula halnya dengan vitamin E yang banyak hilang selama proses pengolahan, penyimpanan, dan pembuatan minuman teh. Akan tetapi, vitamin K terdapat dalam jumlah yang cukup banyak (300-500 IU/g) sehingga bisa menyumbang kebutuhan tubuh akan zat gizi tersebut. Vitamin K sangat penting dalam proses pembekuan darah, dan menurut penelitian lain turut pula berperan dalam proses pembentukan tulang. Oleh karena itu, kebutuhan intake vitamin K sebagian dapat terpenuhi dengan minum teh (Pambudi, 2006).

### **2.1.1.3. Mineral**

Ternyata teh cukup banyak mengandung mineral, baik makro maupun mikro yang banyak berperan dalam fungsi pembentukan enzim di dalam tubuh sebagai enzim antioksidan dan lainnya. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa teh merupakan sumber mineral yang menyehatkan. (Pambudi, 2006)

Teh ternyata menyimpan potensi sebagai sumber mineral tubuh yang penting dalam berbagai proses metabolisme. Kandungan mineral tersebut muncul baik berupa makro maupun trace mineral. Keduanya sangat diperlukan sebagai nutrisi bagi tubuh sehingga kecukupan dalam makanan sehari-hari perlu diperhatikan.

Magnesium yang terkandung dalam jumlah yang cukup banyak dalam teh penting dalam peranannya pada reaksi seluler. Selain itu, magnesium terlibat dalam 300 macam enzim dalam metabolisme tubuh, di samping berperan sebagai pengatur elektrolit tubuh, hormon receptor, metabolisme vitamin D, dan pembentukan tulang. Teh berpotensi sebagai sumber magnesium bagi tubuh.

Kalium yang merupakan mineral utama dalam menjaga keseimbangan elektrolit tubuh turut berperan pula dalam metabolisme energi, transportasi membran, dan mempertahankan permeabilitas sel. Selain itu, kalium berfungsi dalam menyampaikan pesan syaraf otot (neuromuscular). Teh memiliki banyak kandungan mineral ini.

Fluor telah diketahui banyak terdapat dalam teh dan fungsinya penting dalam mempertahankan dan menguatkan gigi agar terhindar dari karies. Studi laboratorium di Jepang menemukan bahwa teh membantu mencegah pembentukan plak gigi dan membunuh bakteri mulut penyebab pembengkakan gusi.

Natrium juga terkandung di dalam teh sebagai salah satu mineral utama. Seperti halnya kalium, fungsi natrium dalam tubuh berperan erat dalam mengatur keseimbangan elektrolit.

Dalam teh juga terkandung unsur Fe, namun bioavailabilitasnya kurang sehingga tubuh tidak dapat memanfaatkannya secara maksimal.

Seng penting perannya dalam proses metabolisme tubuh dan berperan erat dalam pertumbuhan dan perkembangan, sintesis vitamin A, sistem immune tubuh dan pembentukan enzim pemunah radikal bebas. Kandungan seng yang cukup tinggi merupakan salah satu keunggulan teh.

Mangan merupakan ko-enzim berbagai metallo enzim dan juga sebagai enzim aktivator. Metallo enzim tersebut (MnSOD) berperan penting dalam menghancurkan radikal bebas. Konsentrasinya yang relatif tinggi mampu menyumbang 10% kebutuhan tubuh.

Cu semakin penting perannya dalam berbagai metabolisme tubuh dan salah satu fungsinya sebagai pemusnah radikal bebas. Mengingat perannya sebagai enzim antioksidan tersebut, kandungan Cu dalam teh berpotensi menurunkan peluang terkena penyakit degeneratif.

Trace mineral lain yang terkandung dalam teh adalah selenium yang merupakan salah satu mineral yang berperan dalam pembentukan enzim antioksidan glutathion peroxidase. Selain itu, selenium juga sangat erat hubungannya dengan metabolisme yodium.

(Pambudi, 2006)

## **2.1.2. Manfaat teh terhadap kesehatan**

### **2.1.2.1. Menurunkan risiko penyakit kanker**

Berbagai hasil studi menunjukkan konsumsi teh berperan dalam menurunkan risiko penyakit kanker. Teh dapat berperan sebagai agen anti kanker dengan membunuh sel tumor atau juga bisa berperan sebagai minuman penolong yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh yang mungkin telah berkurang akibat terkena kanker (Das et al., 2008).

Studi epidemiologis di Jepang menunjukkan bahwa tingkat kematian akibat kanker penduduk yang mendiami daerah produsen utama teh hijau amat sedikit. Suatu studi lainnya di Jepang melaporkan bahwa catechin dapat membunuh *Helicobacter pylori*, yaitu bakteri pemicu kanker lambung.

Suatu studi di Iowa, Amerika Serikat yang diterbitkan dalam *American Journal of Epidemiology* edisi Juli 1996 terhadap lebih dari 35.000 wanita pascamenopause melaporkan bahwa teh memiliki khasiat melawan kanker. Hasil studi tersebut menyimpulkan mereka yang mengkonsumsi sekurangnya 2 cangkir teh hitam sehari akan berkurang risikonya

terkena kanker kandung kemih sebanyak 40%, dan 68% pada penyakit kanker saluran pencernaan bila dibandingkan dengan mereka yang tidak mengonsumsi teh.

Berikut ini adalah teori yang berkembang bahwa teh memiliki kemampuan sebagai pencegah penyakit kanker.

1. Senyawa antioksidan dalam teh mencegah terjadinya kerusakan DNA oleh radikal bebas.
2. Polyphenol mencegah terjadinya pertumbuhan sel yang tidak terkendali sehingga mampu memperlambat perkembangan kanker.
3. Polyphenol tertentu mungkin menghancurkan sel-sel kanker dengan tanpa merusak sel-sel sehat di sekitarnya.

#### **2.1.2.2. Menurunkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular**

Penyakit kardiovaskular antara lain terkait dengan kadar lipida darah, tekanan darah, faktor homostatik, oksidatif stress, dan lain-lain. Beberapa studi menunjukkan bahwa teh memiliki khasiat menurunkan risiko penyakit kardiovaskular dengan menurunkan kadar kolesterol darah dan tekanan darah.

Studi di Belanda yang dilakukan terhadap usia lanjut melaporkan bahwa intake flavonoid dari teh (61%), sayuran (10%), dan buah-buahan (13%) secara bermakna berbanding terbalik dengan tingkat kematian akibat penyakit jantung dan stroke. Hasil serupa juga diperoleh dari studi prospektif selama 25 tahun di 7 negara yang berpartisipasi dengan melibatkan jumlah sampel sebanyak 12.763 orang. Kesimpulannya: Intake flavonoid yang tinggi berkaitan erat dengan rendahnya tingkat kematian akibat penyakit jantung. Demikian pula pada studi dengan menggunakan hewan coba tikus yang diberi catechin teh hijau menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi kolesterol darah dan tekanan darah. Mekanisme pencegahan teh terhadap penyakit kardiovaskular terdapat pada kemampuannya menghambat penyerapan kolesterol dan menghambat penggumpalan sel-sel platelet sehingga mencegah terjadinya penyumbatan pembuluh darah. Polyphenol teh (catechin dan theaflavin) juga merupakan antioksidan kuat yang mampu melindungi oksidasi LDL-kolesterol oleh radikal bebas. Teroksidasinya kolesterol tersebut diduga berperan penting dalam proses atherogenesis yaitu proses awal pembentukan plaque pada dinding arteri (Pambudi, 2006).

#### **2.1.2.3. Menurunkan berat badan**

Studi terbaru yang dilakukan terhadap potensi teh adalah peranannya membantu menurunkan berat badan seperti dilaporkan dalam American Journal of Clinical Nutrition, 1999 . Penelitian tersebut dilakukan oleh Institute of Physiology , University of Fribourg ,

Switzerland , yang melibatkan 10 orang sebagai sampel. Para peneliti melakukan pengukuran 24 jam energi expenditure pada subjek yang diberi kafein (50 mg), ekstrak teh hijau (50 mg kafein dan 90 mg EGCG), serta placebo. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemberian ekstrak teh hijau secara bermakna meningkatkan 4% energi expenditure bila dibandingkan placebo. Dari penelitian tersebut, teh hijau diketahui mempunyai potensi sebagai thermogenesis sehingga mampu meningkatkan pembakaran kalori dan lemak yang berimplikasi terhadap penurunan berat badan. Hasil studi ini menjanjikan potensi penggunaan ekstrak teh hijau dalam program penurunan berat badan, di samping melakukan pembatasan konsumsi kalori (Pambudi, 2006).

#### **2.1.2.4. Mencegah osteoporosis**

Osteoporosis atau pengeroposan tulang merupakan salah satu masalah yang dihadapi wanita pascamenopause manakala telah terhentinya produksi hormon estrogen pemicu pertumbuhan tulang. Osteoporosis menyebabkan massa tulang menyusut dan mudah patah. Studi terbaru yang dilakukan di Inggris menunjukkan bahwa kebiasaan minum teh secara teratur dapat mempertahankan keutuhan tulang dan mencegah terjadinya osteoporosis. Hasil penelitian tersebut dilaporkan dalam American Journal of Clinical Nutrition edisi April 2000 dengan melibatkan jumlah sampel wanita berusia 65 hingga 76 tahun sebanyak 1.200 orang di Cambridge, Inggris. Kesimpulan yang diambil adalah wanita yang mengkonsumsi teh ternyata memiliki ukuran kerapatan mineral tulang (Bone Mineral Density/BMD) lebih tinggi dibandingkan mereka yang tidak minum teh secara bermakna. Senyawa aktif yang terkandung di dalam teh berperan menyerupai hormon esterogen lemah yang membantu melindungi tulang terhadap osteoporosis. Dalam teh juga mengandung kalsium. Kalsium merupakan mineral penting dalam proses pembentukan tulang. Mineral ini diduga turut berperan dalam memperbaiki tulang para konsumen teh (Pambudi, 2006).

## **2.2. Kafein**

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 (Misra *et al*, 2008).

Kafein ditemukan pertama kali pada tahun 1827 dan dinamakan *theine*. Namun, setelah diketahui bahwa *theine* pada teh memiliki sifat yang sama dengan kafein pada kopi, nama

*theine* tidak digunakan lagi. Jumlah kafein yang terkandung di dalam teh tergantung pada berbagai faktor seperti jenis daun teh, tempat tumbuhnya tanaman teh, ukuran partikel teh, serta metode dan lamanya waktu penyeduhan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa lokasi perkebunan teh mempengaruhi kadar kafein pada daun teh tersebut (Mokhtar et al, 2000).

Bersama-sama dengan teobromin dan teofilin, kafein, termasuk ke dalam senyawa kimia golongan xanthin. Ketiga senyawa tersebut mempunyai daya kerja sebagai stimulan sistem syaraf pusat, stimulan otot jantung, meningkatkan aliran darah melalui arteri koroner, relaksasi otot polos bronki, dan aktif sebagai diuretika, dengan tingkatan yang berbeda. Dan, tidak sama dengan yang lain, daya kerja sebagai stimulan sistem syaraf pusat dari kafein sangat menonjol sehingga umumnya digunakan sebagai stimulan sentral.

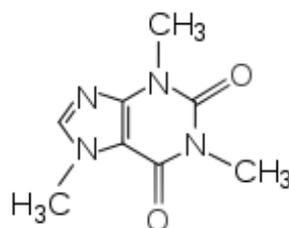
Kafein bekerja pada sistem syaraf pusat, otot termasuk otot jantung, dan ginjal. Pengaruh pada sistem syaraf pusat terutama pada pusat-pusat yang lebih tinggi, yang menghasilkan peningkatan aktivitas mental dan tetap terjaga atau bangun. Kafein meningkatkan kinerja dan hasil kerja otot, merangsang pusat pernapasan, meningkatkan kecepatan dan kedalaman napas. Daya kerja sebagai diuretika dari kafein, didapat dengan beberapa cara seperti meningkatkan aliran darah dalam ginjal dan kecepatan filtrasi glomerulus, tapi terutama sebagai akibat pengurangan reabsorpsi tubuler normal.

Kafein dapat mengakibatkan ketagihan ringan. Orang yang biasa minum kopi atau teh akan menderita sakit kepala pada pagi hari, atau setelah kira-kira 12-16 jam dari waktu ketika terakhir kali mengkonsumsinya.

Metabolisme di dalam tubuh manusia akan mengubah kafein menjadi lebih dari 25 metabolit, terutama paraxanthine, theobromine, dan theophylline. Jika terlampau banyak mengkonsumsi kafein akan menyebabkan sakit maag, insomnia, diuresis, pusing, dan gemeteran. Jika konsentrasi mencapai 10 nmol/mL dalam darah, kafein dapat menstimulasi sistem saraf pusat (Misra *et al*, 2008).

### 2.2.1. Sifat fisik kafein

Rumus molekul :  $C_8H_{10}N_4O_2$



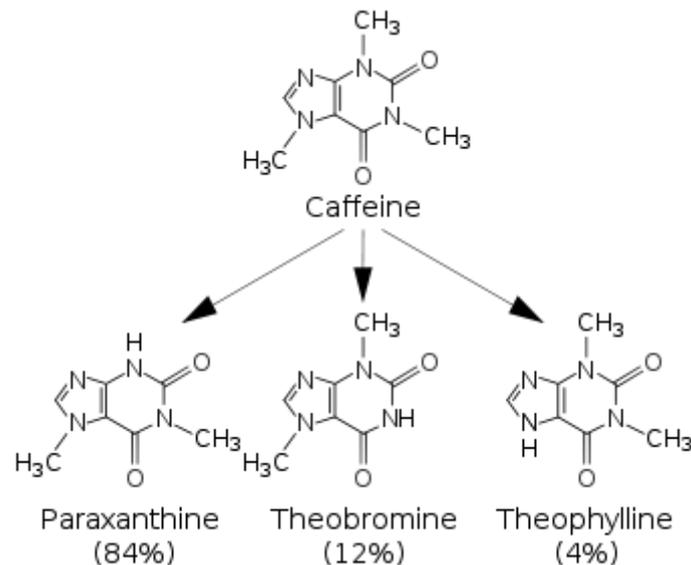
Gambar 2.1. Rumus Bangun Kafein

Nama lain	: 1,3,5-trimethylxanthine trimethylxanthine, theine,methyltheobromine
Wujud	: bubuk putih tidak berbau
Berat molekul	: 194.19 g/mol
Densitas	: 1.23 g/cm <sup>3</sup> , solid
Titik leleh	: 227–228 °C (anhydrous) 234–235 °C (monohydrate)
Titik didih	: 178 °C <i>subl.</i>
Kelarutan dalam air	: 2.17 g/100 ml (25 °C) 18.0 g/100 ml (80 °C) 67.0 g/100 ml (100 °C)
Keasaman	: -0,13 – 1,22 pKa
Momen dipole	: 3.64 D

(Mumin *et al.*, 2006)

### 2.2.2. Sifat kimia kafein

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



Gambar 2.2. Rumus Bangun senyawa metabolit Kafein

([en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org))

### 2.2.3. Penggunaan kafein

Seperti telah dijelaskan di atas, kafein digunakan sebagai stimulan sentral dan biasanya tersedia dalam campuran. Kandungan kafein dalam berbagai produk dapat dilihat pada tabel 2.2 dan tabel 2.3.

Tabel 2.2. Kandungan kafein pada beberapa produk minuman (Sianturi, 2001)

Produk minuman	Kandungan kafein	Rata-rata
Coca Cola	45,6 mg/12 oz	
Pepsi-Cola	38,4 mg/12 oz	
RC Cola	36,0 mg/12 oz	
Minuman kopi	60-180 mg	115 mg/5 oz
“decaffeinated” minuman teh	20-90 mg	40 mg/5 oz
Minuman coklat susu	2-7 mg	5 mg/8 oz

*Indonesian Nutrition Work*

Tabel 2.3. Kandungan kafein pada beberapa produk obat (Sianturi, 2001)

Obat	Kandungan kafein
Beberapa obat analgetika	25-65 mg/tablet
Beberapa obat antiinfluenza	7,5 -50 mg/tablet
Beberapa tonikum	2,5-7,5 mg/sendok teh
Cafergot (antimigrain)	100 mg/tablet
Aludonna (antasida)	7,5 mg/tablet

*Indonesian Nutrition Work*

\*1 oz = 29,574 ml

## 2.3. Metode Dekafeinasi

Dekafeinasi adalah suatu proses untuk mengurangi kadar kafein dalam kopi, coklat, teh, serta bahan-bahan lainnya yang juga mengandung kafein. Untuk mengurangi kadar kafein dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode langsung (ekstraksi) dan proses CO<sub>2</sub>.

### 2.3.1. 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.

### 2.3.2. Proses CO<sub>2</sub>

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 CO<sub>2</sub>, atau CO<sub>2</sub> superkritis tersebut dialirkan ke air atau filter arang untuk menghilangkan kafein. Proses ini memiliki keunggulan yaitu dapat menghindari penggunaan solven yang berbahaya.

([en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org))

### 2.4. Metode Langsung (Ekstraksi)

Secara sederhana ekstraksi dapat didefinisikan sebagai proses pemindahan satu atau lebih komponen dari satu fase ke fase lainnya. Namun dibalik definisi sederhana ini tersimpan kerumitan yang cukup besar: pemisahan berkebalikan dengan intuisi termodinamik, karena entropi diperoleh melalui pencampuran, bukan pemisahan; metode ekstraksi dikembangkan berdasarkan perpindahan menuju kesetimbangan, sehingga kinetika perpindahan massa tidak dapat diabaikan.

Ekstraksi dilakukan karena beberapa faktor seperti jika distilasi tidak dapat dilakukan (distilasi dapat dilakukan jika *relative volatility* campuran lebih besar dari 1,2) atau terlalu mahal, jika diinginkan mengisolasi bahan untuk karakterisasi, atau memurnikan senyawa untuk proses selanjutnya.

Secara garis besar, proses pemisahan secara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar, yaitu:

1. Penambahan sejumlah massa solven untuk dikontakkan dengan sampel, biasanya melalui proses difusi.
2. Solute akan terpisah dari sampel dan larut oleh solven membentuk fase ekstrak.
3. Pemisahan fase ekstrak dengan sampel.

(Wilson, *et al.*, 2000)

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.

(Kirk-Othmer, 1998)

## 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 (Perva *et al.*, 2006)

Solven harus memenuhi criteria sebagai berikut (Perry, 1997):

- Daya larut terhadap solute cukup besar
- Dapat diregenerasi
- Memiliki koefisien distribusi solute yang tinggi
- Dapat memuat solute dalam jumlah yang besar
- Sama sekali tidak melarutkan diluen atau hanya sedikit melarutkan diluen
- Memiliki kecocokan dengan solute yang akan diekstraksi
- Viskositas rendah
- Antara solven dengan diluen harus mempunyai perbedaan densitas yang cukup besar
- Memiliki tegangan antarmuka yang cukup
- Dapat mengurangi potensi terbentuknya fase ketiga
- Tidak korosif
- Tidak mudah terbakar
- Tidak beracun
- Tidak berbahaya bagi lingkungan
- Murah dan mudah didapat

## 2.5. Etil Asetat

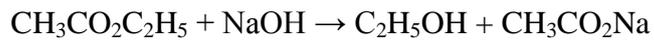
### 2.5.1. Sifat fisik etil asetat

Nama lain : Ethyl ethanoate  
Ethyl ester  
Acetic ester  
Ester of ethanol

Rumus molekul	:	$C_4H_8O_2$
Berat molekul	:	88,105 g/mol
Wujud	:	Cairan tidak berwarna
Densitas	:	0,897 g/cm <sup>3</sup>
Titik beku	:	-83,6 °C; 190 K; -118 °F
Titik didih	:	77,1 °C; 350 K; 171 °F
Kelarutan dalam air	:	8,3 g/100 mL (20 °C)
Viskositas	:	0,426 cp (25 °C)
Momen dipole	:	1,78 D

### 2.5.2. Sifat kimia etil asetat

Etil asetat dapat terhidrolisa oleh NaOH membentuk natrium asetat dan etanol.



[en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian pembuatan teh rendah kafein melalui proses ekstraksi dengan pelarut etil asetat dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap penyiapan bahan, ekstraksi, dan analisa kadar kafein. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pucuk daun teh yang berasal dari daerah yang berada di Kecamatan Bumijawa, Tegal, Jawa Tengah. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut etil asetat yang diperoleh dari toko bahan kimia “Indrasari”, Semarang.

#### 3.1. Variabel Percobaan

##### a. Variabel Tetap

- Berat sampel : 10 gram
- Volume total : 500 ml
- Ukuran sampel : 1,14 mm
- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu oven : 80°C

##### b. Variabel Bebas

Tabel 3.1 Rancangan percobaan dengan metode RSM (*Response Surface Methodology*)

No	Variabel	Harga Level		
		bawah	tengah	atas
1	Suhu (°C)	50	60	70
2	Waktu (menit)	80	120	160

Tabel 3.2 Run percobaan dengan bantuan program statistica 6

Run	Suhu (°C)	Waktu (menit)
1	50,0	80,0
2	50,0	160,0
3	70,0	80,0
4	70,0	160,0
5	45,8	120,0
6	74,1	120,0
7	60,0	63,4
8	60,0	176,6
9	60,0	120,0
10	60,0	120,0

### 3.2. Respon Pengamatan

- Persentase penurunan kafein

### 3.3. Alat dan Bahan yang digunakan

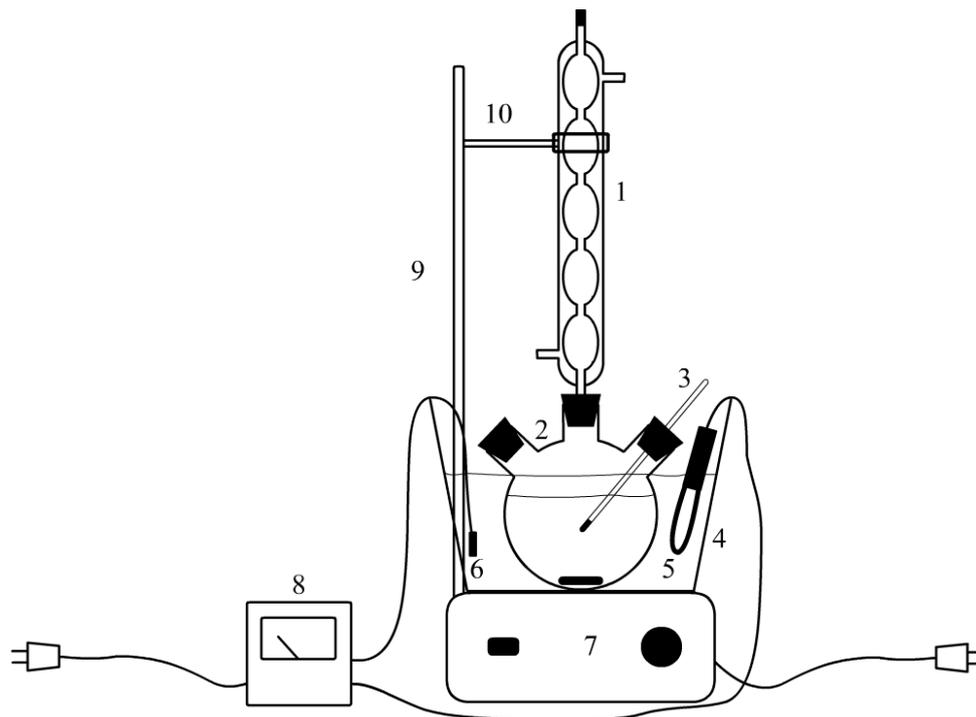
#### a. Alat

1. Gunting
2. Ayakan
3. Seperangkat alat ekstraksi
4. Oven

#### b. Bahan

1. Daun teh
2. Pelarut etil asetat

c. Gambar Rangkaian Alat



Gambar 3.1 Rangkaian alat ekstraksi

Keterangan gambar:

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Pendingin balik | 6. Termocoupep     |
| 2. Labu leher tiga | 7. Magnetic stirer |
| 3. Termometer      | 8. Termocontrol    |
| 4. Waterbath       | 9. Statif          |
| 5. Heater          | 10. Klem           |

### 3.4. Prosedur Penelitian

#### a. Penyiapan bahan

Pada awal pelaksanaan percobaan dilakukan pengeringan daun teh yang akan digunakan. Tujuan dari pengeringan ini adalah untuk mengurangi kadar air dalam daun teh sekaligus untuk mengawetkan. Selain pengeringan bahan, juga dilakukan penggilingan bahan dengan maksud memperbesar bidang kontak dengan pelarut.

#### b. Tahap ekstraksi

1. Ditimbang sampel yang digiling halus dan lolos ayakan 1,14 mm sebanyak 10 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu leher tiga.

2. Ke dalam labu leher tiga tersebut kemudian ditambahkan etil asetat hingga mencapai volume total 500 ml.
3. Peralatan ekstraksi dirangkai kemudian dilakukan ekstraksi sesuai dengan variabel-variabel yang telah ditentukan.
4. Setelah ekstraksi selesai, sampel diambil untuk kemudian dihilangkan sisa pelarutnya dengan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C.

c. Analisa kadar kafein

Analisa kadar kafein sebelum dan setelah diekstraksi dengan menggunakan mesin *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) di Laboratorium Instrumentasi Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Analisa kadar kafein dilakukan dengan menggunakan HPLC Simadzu LC-6 dengan kolom Shim-pack CLC-C18. Kecepatan injeksi sebesar 1 ml/menit dengan fase gerak menggunakan metanol:air dengan perbandingan 1:1,5. Volume yang diinjeksikan sebesar 10 µl. Panjang gelombang UV detector sebesar 254 nm.

Kandungan kafein dalam sampel diperoleh dengan membandingkan antara konsentrasi sampel terhadap luas area sampel dengan konsentrasi standar kafein terhadap luas area standar. Harga penurunan kadar kafein diperoleh dengan mengurangkan kadar kafein mula-mula dengan kadar kafein yang masih terkandung dalam sampel.

### 3.5. Analisa Data

Hasil yang diperoleh dan faktor-faktor yang berpengaruh dioptimasi serta dibuat model matematika dengan menggunakan *Central Composite Design* pada metode RSM (*Response Surface Methodology*) yang dibantu dengan program komputer STATISTICA versi 6. Metode RSM adalah teknik statistika yang meliputi:

- (a) perancangan percobaan yang menyediakan perhitungan yang akurat
- (b) pembuatan model matematika
- (c) penentuan nilai optimum dari variabel bebas

Kurva tiga dimensi (*Three dimensional response surface and Contour plot*) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variabel percobaan pada hasil yang diperoleh. Koefisien-koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multiarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat

ditentukan dari koefisien determinasi ( $R^2$ ). Untuk menguji signifikan atau tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA (*Analysis of Variance*).

RSM (*Response Surface Methodology*) adalah suatu metode statistik untuk perancangan percobaan, pemodelan matematik, optimasi dan analisis statistik dalam penelitian. Dengan menggunakan RSM, sebuah persamaan polinomial kuadrat dikembangkan untuk memperkirakan hasil percobaan sebagai fungsi dari interaksi antara variabel bebas. Koefisien dari model empirik diestimasi dengan menggunakan teknik analisa regresi multiarah yang ada dalam RSM. Secara umum persamaan empirik yang akan digunakan adalah:

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_j X_j + \sum_{j=1}^2 \beta_{jj} X_j^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana  $Y$  = hasil yang diperkirakan,  $\beta_0$  = koefisien intercept,  $\beta_j$  = koefisien linier  $X_j$ ,  $\beta_{jj}$  = koefisien kuadrat  $X_j$ ,  $\beta_{ij}$  = koefisien interaksi,  $X_i$  dan  $X_j$  = variabel bebas.

**Analisa Varian**

Uji signifikansi persamaan model regresi/matematika digunakan hipotesa  $H_0$  dan  $H_1$  serta tabel analisa varian.

- $H_0$  : semua parameter/koefisien regresi mempunyai harga 0 (kecuali  $\beta_0$ ).
- $H_1$  : paling sedikit 1 parameter/koefisien regresi tidak mempunyai harga 0.

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rata-rata kuadrat	Nilai F
Regresi	SSR	p-1	SSR/(p-1)	MSR/MSE
Residu	SSE	N-p	SSE/(N-p)	
Total	SST	N-1		

Jumlah kuadrat regresi (SSR) =  $\Sigma (Y_p - Y_{rata-rata})^2$

Jumlah kuadrat error (SSE) =  $\Sigma (Y_o - Y_p)^2$

Jumlah kuadrat total (SST) =  $\Sigma (Y_o - Y_{rata-rata})^2$

$Y_p$  = Harga prediksi dari persamaan model matematik

$Y_o$  = Harga hasil percobaan

$Y_{rata-rata}$  = Harga rata-rata dari hasil percobaan

$p$  = Jumlah suku dalam persamaan matematik

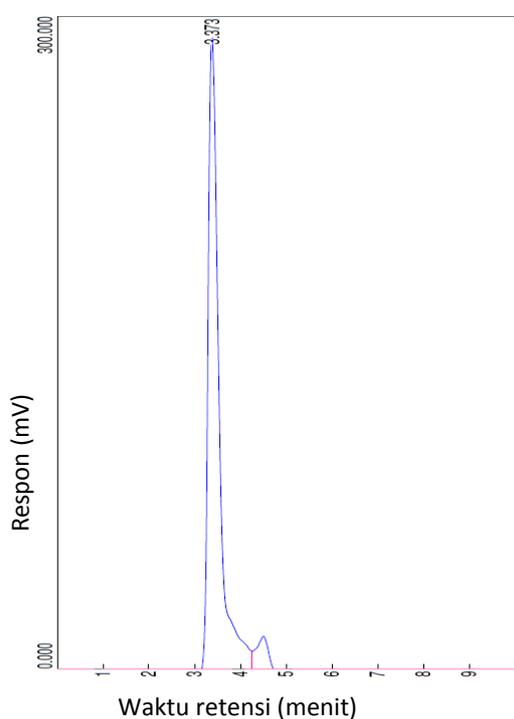
$N$  = Jumlah data pengamatan/run

Jika harga  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel maka hipotesa  $H_0$  ditolak sehingga dapat disimpulkan harga koefisien dalam persamaan model matematik tidak semuanya nol.

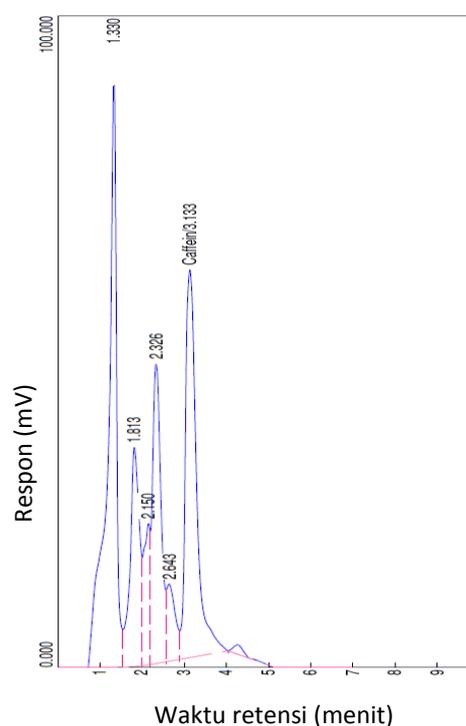
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa HPLC senyawa kafein memiliki waktu retensi sebesar 3,373 menit sebagaimana ditunjukkan oleh kurva standar kafein pada gambar 4.1. Senyawa kafein dalam sampel dapat diketahui dari waktu retensinya. Waktu retensi yang berkisar diantara waktu retensi standar kafein dinyatakan sebagai senyawa kafein. Salah satu contoh hasil analisa kafein dengan menggunakan HPLC ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Kurva standar kafein



Gambar 4.2 Analisa kafein untuk teh sebelum diekstraksi

Pada gambar 4.2 dapat dilihat terdapat waktu retensi sebesar 3,133 menit yang menunjukkan kadar senyawa kafein. Hasil percobaan menunjukkan kadar kafein dalam teh sebelum diekstraksi sebesar 27,336 mg/g (2,7336 %). Hasil percobaan pada berbagai variasi suhu dan waktu operasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil percobaan pembuatan teh rendah kafein

Run	Variabel Bebas		Kadar kafein dalam teh setelah diekstraksi (%)	Variabel Terikat Penurunan kadar kafein, $Y_1$ (%)	Kafein yang terambil/gram teh (mg)
	Suhu operasi, $X_1$ (°C)	Waktu operasi, $X_2$ (menit)			
1.	50,0	80,0	1,903	30,401	8,310
2.	50,0	160,0	2,335	14,563	3,981
3.	70,0	80,0	2,298	15,921	4,352
4.	70,0	160,0	1,956	28,444	7,775
5.	45,8	120,0	2,417	11,586	3,167
6.	74,1	120,0	2,449	10,414	2,847
7.	60,0	63,4	1,674	38,769	10,598
8.	60,0	176,6	2,005	26,638	7,282
9.	60,0	120,0	1,637	40,098	10,961
10.	60,0	120,0	1,664	39,119	10,694

#### 4.1 Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi Terhadap Penurunan Kadar Kafein

Leaching atau ekstraksi padat cair adalah proses perpindahan solute dari padatan ke pelarut karena adanya driving force berupa perbedaan konsentrasi solute dan kelarutan solute antara padatan dengan pelarut (Brown, 1950; Treyball, 1980; dan Earley,1983). Interaksi diantara zat terlarut dari suatu padatan ini sangat berpengaruh pada proses ekstraksi. Pada proses ini, kafein yang terperangkap dalam padatan daun teh 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 (Brown,1950).

Dari tabel 4.1 diperoleh bahwa pada suhu 60 °C terdapat penurunan kadar kafein yang paling besar yaitu 40,098 %. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu maka kerapatan massa baik etil asetat sebagai solven maupun padatan daun teh semakin renggang sehingga memiliki ruang kosong antar molekul yang lebih besar. Untuk solven etil asetat yang bersifat cair semakin tinggi suhu akan menurunkan viskositasnya sehingga difusivitas akan naik (Foust, 1959).

Sedangkan untuk padatan daun teh, semakin tinggi suhu akan memperlebar jarak antar molekul dalam padatan (Foust, 1959). Dengan semakin tingginya difusivitas etil asetat dan renggangnya molekul dalam padatan daun teh maka etil asetat akan lebih mudah untuk menembus padatan daun teh sehingga kafein yang terdapat dalam padatan terekstrak (Foust, 1959). Oleh karena itu, semakin tinggi suhu kafein terekstrak semakin banyak. Akan tetapi setelah melewati suhu 60 °C jumlah kafein yang terekstrak semakin menurun. Pada suhu yang

tinggi (70 dan 74,1 °C) warna teh berubah menjadi sedikit keputih-putihan. Hal ini dimungkinkan karena pada suhu yang tinggi tersebut sejumlah pelarut yang tadinya hanya mengekstrak senyawa kafein juga ikut mengekstrak senyawa selain kafein. Salah satu senyawa yang mungkin ikut terekstrak oleh solven adalah polifenol, seperti misalnya pada sampel run 3 (tabel 4.1), kadar polifenol berkurang dari 175,88 mg/g menjadi 170,09 mg/g. Oleh karena itu porsi pelarut untuk mengekstrak kafein menjadi berkurang dan menyebabkan penurunan pada sejumlah kafein yang terekstrak.

Pengaruh waktu tidak terlalu signifikan terhadap proses ekstraksi. Secara umum semakin lama waktu ekstraksi, maka kafein yang terekstrak semakin banyak. Tetapi, pada rentang waktu 63,5 – 176,6 menit tidak menunjukkan pola kenaikan kadar kafein terekstrak yang signifikan. Namun demikian, jika dilihat dari data hasil percobaan maka waktu yang terbaik adalah selama 120 menit dan setelah melewati waktu tersebut kafein terekstrak menurun.

Untuk mengetahui suhu dan waktu operasi yang optimum pada pembuatan teh rendah kafein perlu digunakan *Response Surface Methodology*.

#### 4.2 Optimasi dengan *Response Surface Methodology* (RSM)

Data suhu, waktu, dan penurunan kadar kafein yang diperoleh diolah dengan *Response Surface Methodology* untuk mendapatkan harga estimasi efek utama dan interaksi serta persamaan model matematik. Selanjutnya dilakukan uji model persamaan matematik dan membandingkan hasil percobaan dengan prediksi menggunakan persamaan model matematik serta penentuan kondisi operasi optimum.

Harga efek estimasi utama, interaksi, dan koefisien regresi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Harga estimasi efek utama, interaksi, dan koefisien regresi

No.	Faktor	Efek Estimasi	Koefisien Regresi
1	<b>Rata-rata</b>	39,6086	39,6086
2	<b>(1) Suhu (L)</b>	-0,5638	-0,2819
3	<b>Suhu (Q)</b>	-28,3685	-14,1842
4	<b>(2) Waktu (L)</b>	-5,1179	-2,5589
5	<b>Waktu (Q)</b>	-6,6646	-3,3323
6	<b>1L by 2L</b>	14,1804	7,0902

L : Linier

Q : Kuadrat

Harga estimasi efek pada tabel 4.2 menunjukkan besarnya pengaruh masing-masing variabel terhadap penurunan kadar kafein. Semakin besar harga efek estimasi suatu variabel menunjukkan semakin besar pengaruh variabel tersebut terhadap penurunan kadar kafein. Variabel linear suhu, variabel kuadrat suhu, variabel linear waktu, dan variabel kuadrat waktu memberikan efek negatif terhadap penurunan kadar kafein. Sedangkan variabel interaksi antara suhu linear dengan waktu linear memberikan efek positif terhadap penurunan kadar kafein. Dengan demikian variabel linear suhu, kuadrat suhu, linear waktu, dan kuadrat waktu akan memberikan pengaruh terhadap berkurangnya jumlah kafein yang tersekstrak pada hasil prediksi. Sedangkan variabel interaksi akan memberikan pengaruh terhadap bertambahnya jumlah kafein yang terekstrak pada hasil prediksi.

Dengan menggunakan harga koefisien regresi yang terdapat dalam tabel 4.2 dapat disusun suatu persamaan model matematika yang menghubungkan antara penurunan kadar kafein dengan variabel suhu dan variabel waktu sebagai berikut:

$$Y = 39,6086 - 0,2819 x_1 - 2,5589 x_2 + 7,0902 x_1 \cdot x_2 - 14,1842 x_1^2 - 3,3323 x_2^2 \quad (4.1)$$

$$x_1 = \frac{X_1 - 60}{10} \qquad x_2 = \frac{X_2 - 120}{40}$$

Keterangan :

$x_1$  : variabel tak berdimensi suhu

$X_1$  : variabel suhu (°C)

$x_2$  : variabel tak berdimensi waktu

$X_2$  : variabel waktu (menit)

Untuk menguji signifikansi persamaan model regresi/matematika pada persamaan 4.1 digunakan hipotesa  $H_0$  dan  $H_1$  serta tabel analisa varian (tabel 4.3).

$H_0$  : semua parameter/ koefisien regresi mempunyai harga 0 (kecuali  $\beta_0$ ).

$H_1$  : paling sedikit 1 parameter/koefisien regresi tidak mempunyai harga 0.

Tabel 4.3 Tabel analisa varian untuk penurunan kadar kafein

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rata-rata kuadrat	Nilai F	$F_{\alpha=1\%}$
Regresi	1217,408	5	243,4816	38,64245	15,52
Residu	25,20354	4	6,300884		
Total	1242,612	9			

Harga F perhitungan adalah 38,64245. Sedangkan harga  $F_{5,4}$  ( $F_{p-1, N-p}$ ) pada tabel distribusi F (Lampiran D) dengan tingkat kepercayaan  $\alpha = 1\%$  adalah 15,52.  $H_0$  dinyatakan

ditolak jika  $F > F_{5,4}$ . Ternyata  $F$  perhitungan lebih besar daripada  $F$  tabel sehingga  $H_0$  dinyatakan ditolak yang berarti bahwa semua parameter/koeffisien regresi tidak berharga 0.

Selanjutnya, persamaan 4.1 digunakan untuk memprediksi penurunan kadar kafein dengan suhu dan waktu tertentu. Perbandingan antara hasil percobaan dengan hasil prediksi ditampilkan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan penurunan kadar kafein hasil percobaan dengan prediksi

Run	$X_1$	$X_2$	$Y_0$	$Y_p$	Residual
1.	50,0	80,0	30,401	32,0231	-1,6221
2.	50,0	160,0	14,563	12,7249	1,8381
3.	70,0	80,0	15,921	17,2789	-1,3579
4.	70,0	160,0	28,444	26,3415	2,1025
5.	45,8	120,0	11,586	11,40788	0,178123
6.	74,1	120,0	10,414	11,01151	-0,59751
7.	60,0	63,4	38,769	36,55743	2,211571
8.	60,0	176,6	26,638	29,31574	-2,67774
9.	60,0	120,0	40,098	39,6086	0,4894
10.	60,0	120,0	39,119	39,6086	-0,4896

Keterangan :

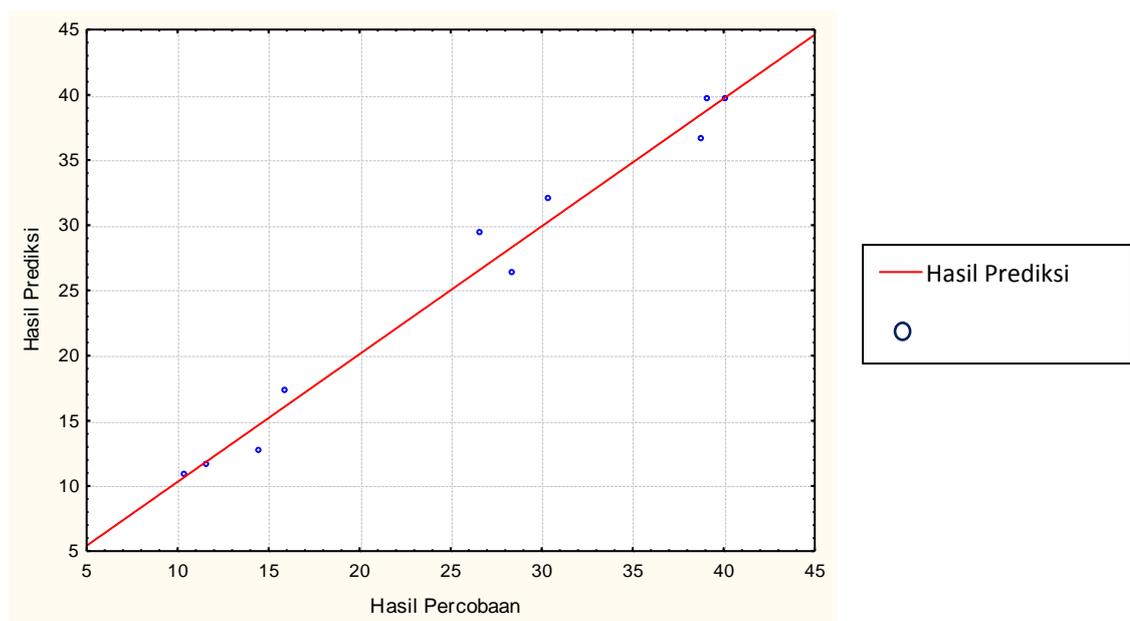
$X_1$  : variabel suhu ( $^{\circ}C$ )

$X_2$  : variabel waktu (menit)

$Y_0$  : penurunan kadar kafein hasil percobaan (%)

$Y_p$  : penurunan kadar kafein hasil prediksi (%)

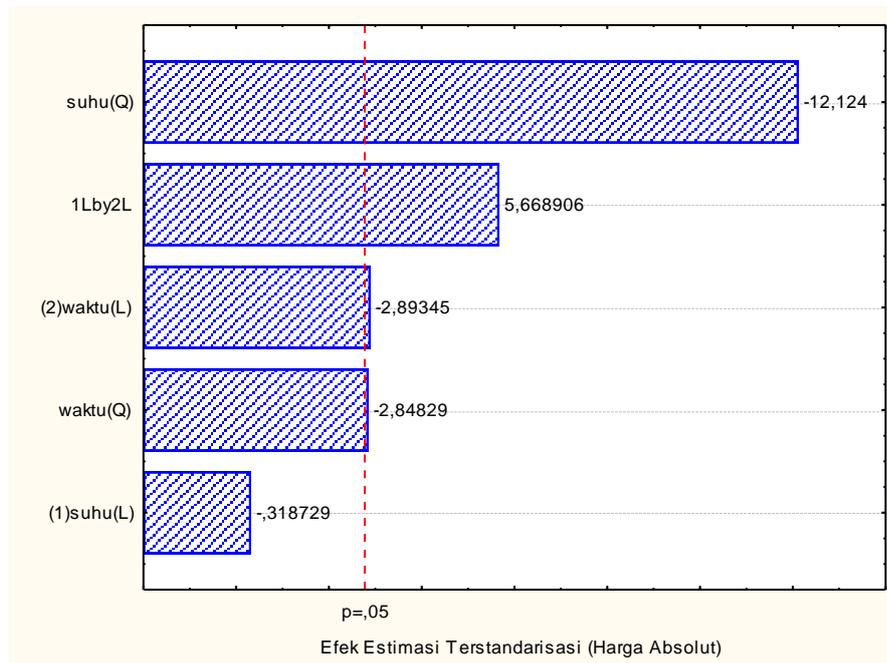
Grafik yang menyatakan perbandingan harga yang teramati dengan harga prediksi dapat dilihat dalam gambar 4.3.



Gambar 4.3 Perbandingan hasil prediksi dengan hasil percobaan penurunan kadar kafein

Simbol lingkaran pada gambar di atas menunjukkan harga persentase penurunan kadar kafein yang didasarkan pada hasil yang teramati pada percobaan. Sedangkan garis merah menunjukkan harga persentase penurunan kadar kafein hasil prediksi dari persamaan model matematik yang didapatkan dengan metode RSM.

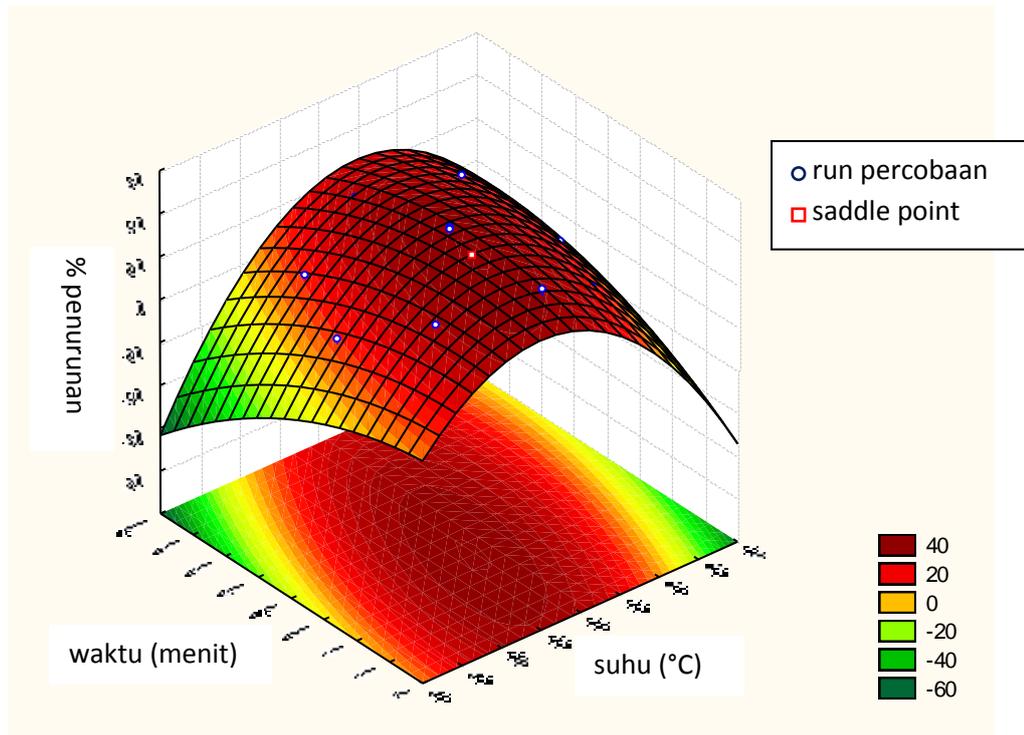
Untuk mengukur pengaruh variabel suhu, variabel waktu, serta variabel interaksi dapat dilihat dalam grafik *pareto* (gambar 4.4) yang menggambarkan hubungan antara efek estimasi terstandarisasi dengan variabel.



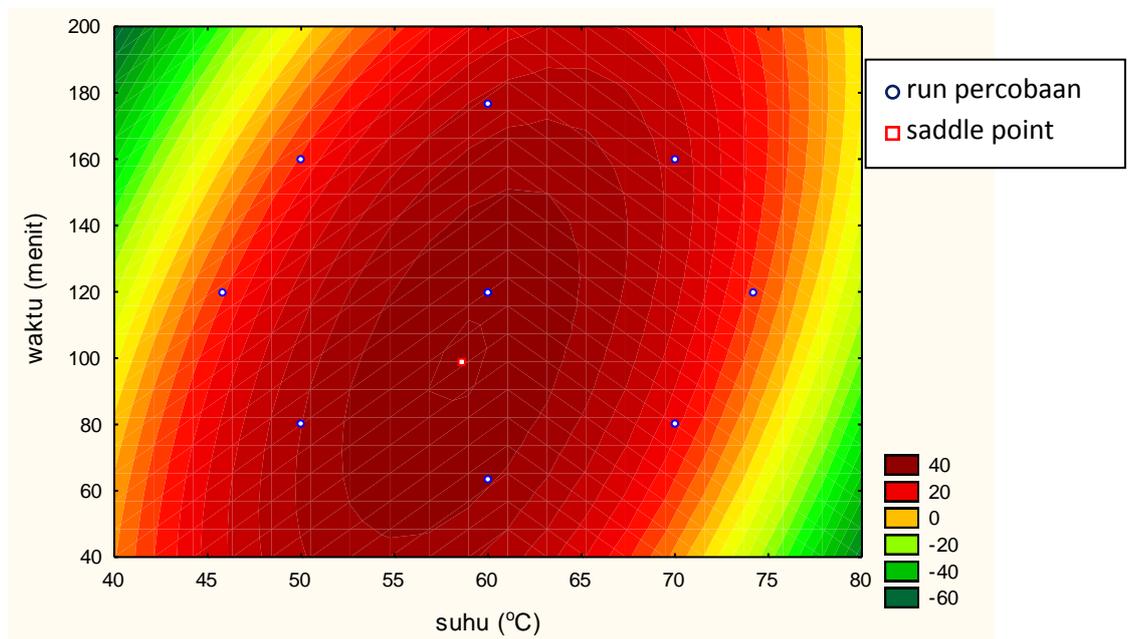
Gambar 4.4 Grafik pareto efek terstandarisasi dari penurunan kadar kafein

Harga efek dari variabel yang melewati garis  $p=0.05$  merupakan variabel yang paling berpengaruh yaitu suhu (Q), interaksi, waktu (L) dan waktu (Q). Harga efek dari variabel yang tidak melewati garis  $p=0.05$  bukan merupakan variabel yang berpengaruh sehingga bisa diabaikan yaitu suhu (L). Oleh karena interaksi antar variabel sangat berpengaruh maka masing-masing variabel tidak bisa dianalisis dan optimasi secara sendiri-sendiri.

Kemudian, pada gambar 4.5 menunjukkan kurva optimasi 3 dimensi dan gambar 4.6 menunjukkan grafik kontur permukaan yang merupakan grafik hubungan suhu dan waktu terhadap penurunan kadar kafein.. Grafik tersebut berbentuk *saddle/hyperbolic paraboloid* dan mempunyai titik optimum di *saddle point*.



Gambar 4.5 Grafik optimasi 3 dimensi suhu dan waktu operasi vs penurunan kadar kafein



Gambar 4.6 Grafik kontur permukaan suhu dan waktu operasi vs penurunan kadar kafein

Dari gambar 4.5 dan gambar 4.6 diketahui bahwa hasil optimum penurunan kadar kafein sebesar 40,3 % atau kafein yang dapat diambil sebesar 11,016 mg/g diperoleh pada saat variabel suhu 58,5 °C dan waktu 98,5 menit. Kedua gambar tersebut memperlihatkan hubungan maksimasi antara suhu dan waktu terhadap penurunan kadar kafein.

### 4.3 Uji Organoleptik Terhadap Aroma Teh

Uji organoleptik adalah cara menilai mutu suatu produk dengan menggunakan kepekaan alat indera manusia seperti penglihatan dengan mata, penciuman dengan hidung, dan pencicipan dengan lidah. Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui penerimaan panelis atau responden terhadap teh yang dihasilkan.

Aroma atau bau suatu makanan menentukan kelezatan makanan tersebut. Penilaian aroma satu makanan tidak terlepas dari fungsi indera pembau. Bau yang diterima oleh hidung dan otak umumnya merupakan campuran empat bau utama, yaitu harum, asam, tengik, dan hangus (Winarno, 1990).

Aroma dan rasa khas pada teh disebabkan karena adanya oksidasi senyawa polifenol pada proses pemanggangan. Polifenol sangat menentukan mutu teh. Senyawa polifenol akan berubah menjadi senyawa yang menghasilkan warna, rasa, dan aroma yang dikehendaki. Hasil utama oksidasi polifenol akan memberikan warna yang khas pada seduhan teh. Polifenol akan teroksidasi menjadi teahflavin dan tearubigin. Hasil oksidasi teahflavin dan tearubigin mempengaruhi karakteristik seduhan teh meliputi rasa, dan aroma. Teahflavin berpengaruh pada kejernihan dan memberikan warna kuning pada teh (Nasution dan Tjiptadi, 1975)

Uji organoleptik terhadap produk teh rendah kafein yang dihasilkan dalam penelitian ini melibatkan 10 responden. Uji organoleptik dilakukan dengan membandingkan aroma teh sebelum diestraksi dengan teh hasil ekstrak. Adapun hasil uji dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil uji organoleptik terhadap aroma teh hasil ekstraksi

Sampel run ke	Jumlah responden		
	1= Kurang	2= Cukup	3= Baik
1	4	3	3
2	0	4	6
3	3	5	2
4	1	5	4
5	3	4	3
6	3	4	3
7	5	2	3
8	3	3	4
9	3	6	1
10	7	2	1

Dengan kriteria aroma :

1= kurang

2= cukup

3= baik

Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap aroma teh, dapat disimpulkan bahwa teh hasil ekstraksi mempunyai aroma yang cukup. Hal ini menunjukkan bahwa pembuatan teh rendah kafein dengan proses ekstraksi menggunakan pelarut etil asetat tidak begitu mempengaruhi cita rasa teh itu sendiri.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Pembuatan teh rendah kafein dilakukan dengan proses ekstraksi menggunakan etil asetat. Analisa HPLC pada produk teh rendah kafein menunjukkan percobaan tersebut berhasil menurunkan kadar kafein dalam teh sebesar 10,414 - 40,098 % dan menghasilkan teh dengan kadar kafein 1,637 - 2,449 %. Hasil percobaan menunjukkan semakin tinggi suhu dan waktu operasi akan meningkatkan jumlah kafein yang terekstrak. Namun, variabel suhu memberikan pengaruh yang lebih signifikan daripada variabel waktu. Optimasi dengan *Response Surface Methodology* (RSM) menghasilkan data kondisi optimum untuk percobaan ini yaitu suhu operasi 58,5 °C dan waktu operasi 98,5 menit dengan penurunan kadar kafein sebesar 40,3 %. Hasil uji organoleptis memperlihatkan bahwa proses ekstraksi menggunakan pelarut etil asetat tidak begitu mempengaruhi cita rasa dari teh rendah kafein yang dihasilkan.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui senyawa selain kafein yang ikut terekstrak oleh pelarut etil asetat. Selain itu, sebaiknya dilakukan penambahan jumlah variabel percobaan untuk mendapatkan kondisi optimum yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brown G.G., 1950, “*Unit Operation*”, Webster School and Office Supplier, Manila.
- Ciptadi, W. dan Nasution, M.Z. 1985. *Pengolahan Kopi*. Fakultas Teknologi Institut Pertanian Bogor
- Das T, Gaurisankar Sa, Sreya Chattopadhyay and Baisakhi Saha. 2008. *Black tea: The Future Panacea for Cancer*. Al Ameen J. Med. S c i. 1: 70-83.
- Earle. R.L., 1983, “*Unit Operation in Food Processing*”, 2<sup>nd</sup> ed., Pergamon Press, Oxford
- Foust, A.S., (1959), “*Principles of Unit Operations*”, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Hara Y. 2001. *Green Tea: Health Benefits and Applications*. Marcel Dekker, New York. 1: 2.
- Kim W J, J D Kim, S G Oh. 2006. *Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Caffeine from Korean Green Tea*. Separation Science and Technology. 42:3229-3242.
- Kirk, R. E., and R. F. Othmer. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology 4<sup>th</sup> Ed*. John Willey and Sons Ltd, Canada. 10:88
- 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.
- 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.
- Nawrot, P., S. Jordan, J. Eastwood, J. Rotstein, A. Hugenholtz, and M. Feeley. 2001. *Effects of Caffeine on Human Health*. Food Additives and Contaminants. 20:1-30.
- Perry R H, Dow W G. 1997. *Liquid-Liquid Extraction Operations and Equipment*. Perry’s Chemical Engineers’ Handbook. 7<sup>th</sup> ed., Mc Graw-Hill, New York. 15:9-16.
- Perva-Uzunalić, A., M. Škerget, Ž. Knez, B. Weinreich, F. Otto, and S. Grüner. 2006. *Extraction of active ingredients from green tea (Camellia sinensis): Extraction efficiency of major catechins and caffeine*. Food Chem. 96: 597-605.

- Rohdiana D, Sri Raharjo, dan Murdijati Gardjito. 2005. *Evaluasi daya hambat tablet effervescent Teh Hijau pada oksidasi asam linoleat*. Majalah Farmasi Indonesia, 16 (2), 76-80.
- Treyball, R.E., 1980, "*Mass-Transfer Operations*", 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Wilson I D, Michael C, Colin F P, Edward R A. 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
- Zuo Y, Hao Chen, Yiwei Deng. 2001. *Simultaneous Determination of Catechins, Caffeine, and Gallic Acids in Green, Oolong, Black, and Pu-erh Teas Using HPLC with a Photodiode Array Detector*. Talanta, 57:307-316.
- Sianturi, G. 2001. *Kafein dan Minuman Kesehatan*. [www.gizi.net](http://www.gizi.net)
- Pambudi, J. 2006. *Potensi teh sebagai Sumber zat gizi dan perannya dalam kesehatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. [www.pdgionline.com](http://www.pdgionline.com)
- Teh untuk Kesehatan Tubuh*. 2008. [kumpulan.info](http://kumpulan.info)
- Teh, Minuman Penuh Manfaat*. 2003. [chem-is-try.org](http://chem-is-try.org)
- [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)