

**KURVA KESETIMBANGAN
MINYAK BIJI TEH – NORMAL HEKSANA DAN
APLIKASINYA PADA EKSTRAKSI PADAT – CAIR
MULTITAHAP**

Disusun oleh:
Susiana Prasetyo S.
A. Prima K.



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN BANDUNG
2009/2010**

ABSTRAK

KURVA KESETIMBANGAN MINYAK BIJI TEH – NORMAL HEKSANA DAN APLIKASINYA PADA EKSTRAKSI PADAT – CAIR MULTITAHAP

oleh:

Susiana Prasetyo S. dan A. Prima K.

Teh telah dikenal oleh masyarakat sebagai salah satu tanaman yang sangat berguna. Salah satu kegunaan yang telah dikenal secara luas adalah sebagai minuman. Sampai saat ini, walaupun produksi tanaman teh di Indonesia berkembang setiap tahunnya, namun tetap saja pemanfaatan tanaman teh belum maksimal. Sebagian besar produsen di Indonesia hanya memproduksi pucuk-pucuk daun teh muda saja untuk dimanfaatkan sebagai minuman kesehatan, sedangkan hasil samping tanaman teh belum dimanfaatkan dengan baik. Selain daun, semua bagian tanaman teh memiliki potensi untuk dimanfaatkan. Namun, pemanfaatannya di Indonesia hanya terbatas pada daunnya saja padahal buah teh, khususnya bagian inti biji merupakan sumber minyak nabati non kolesterol. Menurut *survey*, setiap kg buah teh dapat menghasilkan 40 – 120 gram minyak.

Isolasi minyak masih jarang dilakukan sehingga metode pemisahan yang tepat menjadikan tantangan tersendiri dalam penelitian ini. Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya, mencoba mengkaji alternatif pemanfaatan biji teh salah satu sumber sebagai sumber minyak nabati rendah kolesterol yang cocok diaplikasikan sebagai minyak pangan. Minyak biji teh diperoleh menggunakan proses ekstraksi padat-cair menggunakan pelarut n heksana, baik dengan operasi tahap tunggal maupun multi tahap untuk mengetahui berapa banyaknya *solut* yang dapat dipisahkan dari umpan berkadar tertentu, khususnya untuk keperluan perancangan lebih lanjut. Proses ekstraksi dilakukan secara *batch* hingga didapatkan minyak biji teh kasar setelah dilakukan evaporasi ekstrak pada kondisi vakum. Rasio biji teh/pelarut divariasikan sebanyak 10 level (dari 1:2 s.d 1:7,5) untuk mendapatkan kurva kesetimbangan minyak biji teh – n heksana.

Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa peningkatan jumlah pelarut dan jumlah tahap ekstraksi secara *counter current* akan meningkatkan yield minyak yang dihasilkan. Selain itu, peningkatan jumlah pelarut juga akan meningkatkan efisiensi tahap ekstraksinya. Hasil terbaik dicapai pada ekstraksi minyak biji teh dengan rasio umpan terhadap pelarut sebesar 1:6 dengan jumlah tahap ekstraksi 3 tahap dan menghasilkan yield pada tiap tahapnya berturut – turut sebesar 38,43 ; 26,86 dan 17,19 % dengan efisiensi tahap sebesar 66,7%.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Penelitian	1
I.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
I.2.1 Keunggulan Minyak Biji Teh	2
I.2.2 Ekstraksi Minyak Biji Teh	2
I.3 Batasan Penelitian	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Tanaman Teh	5
II.1.1 Asal Mula dan Penyebaran Tanaman Teh	5
II.1.2 Sejarah Pengolahan Teh dan Jenis Produk Teh di Pasaran ..	6
II.2 Pemanfaatan Tanaman Teh	7
II.3 Biji Teh	9
II.3.1 Kandungan Biji Teh	11
II.3.2 Pemanfaatan biji Teh	12
II.4 Minyak dan Lemak	13
II.4.1 Definisi Minyak dan Lemak	13
II.4.2 Asam Lemak	15
II.4.2.1 Asam Lemak Jenuh	15
II.4.2.1 Asam Lemak Tak Jenuh	15
II.4.3 Sifat Fisika Minyak dan Lemak	16
II.4.4 Reaksi Kimia Minyak dan Lemak	17
II.4.4.1 Hidrolisis	18
II.4.4.2 Hidrogenasi	18

II.4.4.3 Oksidasi	18
II.4.5 Parameter Kualitas Minyak dan Lemak	19
II.4.6 Pengotor Minyak	19
II.5 Ekstraksi Padat – Cair	20
II.5.1 Prinsip	20
II.5.2 Operasi Tahap Ekstraksi Padat-Cair	22
II.5.3 Kurva Kesetimbangan Ekstraksi Padat-Cair	25
BAB III BAHAN DAN METODE	28
III.1 Bahan.....	28
III.2 Peralatan	28
III.3 Metodologi Penelitian.....	28
III.3.1 Persiapan Bahan Baku	28
III.3.2 Pembuatan Kurva Standar Minyak Biji Teh	29
III.3.3 Pembuatan Kurva Kesetimbangan	30
III.3.4 Ekstraksi Multitahap <i>Counter – Current</i>	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
IV.1 Persiapan Bahan Baku	35
IV.2 Kurva Standar Minyak Biji Teh – n Heksana	35
IV.3 Kurva Kesetimbangan Minyak Biji Teh – n Heksana	36
IV.4 Ekstraksi Multi Tahap <i>Counter Current</i>	38
IV.5 Efisiensi Tahap	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
REFERENSI	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Buah teh	10
Gambar II.2	Penampang melintang buah teh	10
Gambar II.3	Reaksi pembentukan gliserida	14
Gambar II.4	Skema operasi tahap tunggal	22
Gambar II.5	Operasi ekstraksi multi tahap <i>cross current</i>	23
Gambar II.6	Operasi ekstraksi multi tahap <i>counter current</i>	24
Gambar II.7	Operasi ekstraksi multi tahap <i>co current</i>	25
Gambar II.8	Diagram segitiga siku – siku dan diagram segitiga sama sisi	26
Gambar II.9	Diagram Janecke dan diagram X-Y	27
Gambar III.1	Diagram alir persiapan bahan baku	29
Gambar III.2	Diagram alir pembuatan kurva kalibrasi konsentrasi minyak biji teh terhadap indeks bias	30
Gambar III.3	Prosedur pembuatan kurva kesetimbangan ekstraksi sistem minyak biji teh - n heksana	31
Gambar III.4	Sistem ekstraksi multistage <i>counter-current</i>	32
Gambar III.5	Diagram alir ekstraksi multistage counter-current	34
Gambar IV.1	Kurva kesetimbangan minyak biji teh – n heksana	36
Gambar IV.2	Kurva kesetimbangan sistem dengan gradien nol dan gradien positif	38

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Produk hasil pengolahan bagian tanaman teh	8
Tabel II.2	Komposisi bagian buah teh	10
Tabel II.3	Komposisi biji teh	11
Tabel IV.1	Yield minyak pada ekstraksi <i>counter current</i> multi tahap	39
Tabel IV.2	Efisiensi tahap ekstraksi <i>counter current</i> multi tahap	40

BAB I

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang Penelitian

Teh telah dikenal oleh masyarakat sebagai salah satu tanaman yang sangat berguna. Salah satu kegunaan yang telah dikenal secara luas adalah sebagai minuman. Selain sebagai minuman, teh juga bermanfaat karena dapat mencegah pertumbuhan karies pada gigi, mencegah radang gusi dan gigi berlubang, membantu menjaga kadar gula dalam darah, membantu melindungi tubuh dari pengaruh radikal bebas, dan dipercaya dapat membantu memperpanjang usia. Di Indonesia sendiri, tanaman teh telah dikenal sejak jaman dahulu. Produksi teh di Indonesia pun cukup besar, pada tahun 1997 saja mencapai 161.629 ton. Indonesia merupakan salah satu negara yang memproduksi teh terbesar di dunia karena Indonesia memiliki iklim subtropis yang sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman teh.

Sampai saat ini, walaupun produksi tanaman teh di Indonesia berkembang setiap tahunnya, namun tetap saja pemanfaatan tanaman teh belum maksimal. Sebagian besar produsen di Indonesia hanya memproduksi pucuk-pucuk daun teh muda saja untuk dimanfaatkan sebagai minuman kesehatan, sedangkan hasil samping tanaman teh belum dimanfaatkan dengan baik. Sebenarnya setiap bagian dari tanaman teh dapat memberikan manfaat yang cukup besar jika dikelola dengan baik khususnya biji tanaman teh yang merupakan hasil samping tanaman teh. Biji teh dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak nabati dan sumber minyak.

Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya, mencoba mengkaji alternatif pemanfaatan biji teh salah satu sumber sebagai sumber minyak nabati rendah kolesterol yang cocok diaplikasikan sebagai minyak pangan. Minyak biji teh diperoleh menggunakan proses ekstraksi padat-cair menggunakan pelarut, baik dengan operasi tahap tunggal maupun multi tahap untuk mengetahui berapa banyaknya *solut* yang dapat dipisahkan dari umpan berkadar tertentu, khususnya untuk keperluan perancangan lebih lanjut.

I.2 Rumusan Masalah Penelitian

I.2.1 Keunggulan Minyak Biji Teh

Pemanfaatan biji teh di RRC dan Taiwan telah banyak diaplikasikan, biasanya dijual sebagai *tea seed powder* maupun diolah lebih lanjut menjadi *tea seed oil* dan *tea seed minyak* ataupun *tea seed oil*. Menurut *survey*, setiap kg buah teh dapat menghasilkan 40 – 120 gram minyak biji teh.

Minyak *camellia* terbukti digunakan dalam semua jenis emulsi dalam bidang kecantikan dan pengobatan kulit, seperti dalam formulasi krim siang atau malam, lipstik, *make-up*, anti- matahari, pemerah pipi, dan produk-produk pembersih *make-up* serta mengandung senyawa anti-keriput. Keunggulan minyak biji teh dibandingkan minyak nabati lainnya adalah minyak biji teh merupakan minyak goreng bermutu tinggi non kolesterol dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak nabati lainnya dan dapat disimpan dengan baik pada temperatur ruang tanpa membeku. Keunggulan lainnya, minyak biji teh memiliki karakteristik yang menyerupai minyak zaitun (*olive oil*) sehingga dapat digunakan sebagai substituen minyak zaitun. Hal ini merupakan peluang yang menarik bagi negara yang tidak memiliki sumber daya buah zaitun sebagai salah satu sumber minyak nabati bermutu.

I.2.2 Ekstraksi Minyak Biji Teh

Pengambilan minyak biji teh dapat dilakukan secara mekanik menggunakan alat press, secara kimia menggunakan pelarut ataupun secara biologis dengan bantuan enzimatis. Kandungan minyak biji teh varietas *Assam* (yang akan digunakan dalam penelitian ini) cukup rendah, yaitu < 60% sehingga seringkali pengepresan mekanik bukanlah menjadi alternatif utama. Pengepresan mekanik cocok untuk kapasitas besar, sehingga akan lebih efektif dan efisien untuk skala industri namun menghasilkan mutu dan *yield* minyak yang rendah. Minyak kasar yang dihasilkan mengandung kontaminan ataupun senyawa yang tidak diinginkan seperti minyak.

Ekstraksi pelarut memiliki kelemahan, khususnya dalam hal tingkat racun dari pelarut yang digunakan. Penggunaan pelarut yang relatif paling aman, seperti etanol seringkali memberikan hasil yang kurang memuaskan akibat

selektivitasnya yang rendah terhadap produk yang diinginkan. Kelarutan minyak di dalam pelarut etanol sangat kecil dibandingkan n-heksana. Alternatif penggunaan heksana menjadi dominan, walaupun tingkat racunnya lebih tinggi dibandingkan pelarut alkohol. Dalam beberapa literatur yang ditemui, penggunaan heksana sebagai pelarut sangat populer dan hampir semua ekstraksi *vegetable oil* menggunakan pelarut heksana. Alasannya, pelarut heksana sangat selektif terhadap minyak khususnya terhadap asam oleat (merupakan komponen asam lemak terbesar dalam biji teh). Jadi, faktor keamanan dinomorduakan untuk keperluan peningkatan kuantitas dan kualitas produk. Seiring perkembangan teknologi, tuntutan akan faktor keamanan menjadi dominan sehingga saat ini penggunaan n-heksana sebagai pelarut berangsur-angsur mulai ditinggalkan.

Ekstraksi enzimatik membutuhkan biaya yang cukup mahal mengingat enzim yang digunakan cukup mahal. Selain itu, juga membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan kedua metode lainnya. Namun, minyak yang dihasilkan relatif lebih murni dan lebih aman karena tidak menggunakan senyawa kimia yang berbahaya. Pada penelitian ini difokuskan pada ekstraksi menggunakan pelarut n-heksana sebagai pelarut terbaik untuk ekstraksi minyak biji teh.

I.3 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada ekstraksi salah satu senyawa berharga dalam biji teh, yaitu: minyak biji teh. Isolasi minyak masih jarang dilakukan sehingga penentuan hubungan kesetimbangan minyak biji teh – n heksana dalam ekstraksi padat-cair menjadikan tantangan tersendiri yang perlu dikaji dalam penelitian ini. Proses ekstraksi dilakukan secara *batch* hingga didapatkan minyak biji teh kasar. Pemisahan minyak dari pelarut akan dilakukan dengan evaporasi secara vakum.

I.4 Tujuan

Secara umum, tujuan penelitian ini adalah mencari hubungan kesetimbangan minyak biji teh – n heksana. Secara khusus, penelitian ini diarahkan untuk:

1. Mempelajari pengaruh perbandingan massa biji teh dengan pelarut pada ekstraksi minyak tahap tunggal dan multi tahap secara *counter-current*.

2. Menentukan jumlah tahap teoritik yang berguna dalam perancangan panjang kolom ekstraksi pada skala industri untuk jangka panjang.
3. Menentukan efisiensi tahap pada ekstraksi minyak tahap tunggal dan multi tahap secara *counter-current*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Teh

II.1.1 Asal mula dan Penyebaran Tanaman Teh

Tanaman teh merupakan salah satu tanaman perdu berdaun hijau dan dapat tumbuh hingga tinggi 6-9 m, bahkan dapat pula mencapai 9–15 m. Tanaman teh diperkirakan berasal dari daerah pegunungan Himalaya dan perbatasan RRC, India, dan Birma. Pertumbuhan liar varietas *assamica* ditemukan di sepanjang propinsi Yunnan hingga bagian utara Myanmar dan Assam di wilayah India. Sedangkan varietas *sinensis* tumbuh alami di bagian timur dan tenggara Cina. Kemudian, teh dikembangkan di daerah Kanton dan Fukien. Teh berasal dari kata “*cha*” dalam bahasa Kanton dan “*te*” dalam bahasa Fukien. Teh memiliki sebutan khusus yang berbeda di setiap wilayah. Di Sunda, teh biasa disebut dengan “*enteh*”, di Cina “*pu erh cha*”, di Prancis “*tehler*”, di Jerman “*teestrauch*”, di Italia “*te*”, di Portugis “*cha da india*”, dan di Inggris dikenal sebagai “*tea*”. [SBP Handbook, 1998; www.sosro.com; www.wikipedia.org].

Menurut legenda Cina, teh merupakan suatu “anugrah dari dewa”. Dalam salah satu cerita populer Cina, asal mula tanaman teh diawali pada sekitar tahun 2737 SM. Shennong, seorang penguasa legendaris Cina yang selanjutnya dikenal sebagai Bapak ilmu pengobatan dan pertanian, melakukan sebuah perjalanan mengunjungi salah satu wilayah kekuasaannya. Tanpa disengaja, sejumlah daun kering diterbangkan angin dan masuk ke dalam air minum dan membuat warna air menjadi kecoklatan. Ketika dicicipi, ia merasakan air tersebut sangat nikmat dan menyegarkan. Sejak saat itu, minum teh dijadikan suatu kebiasaan dan menyebar ke seluruh daratan Cina hingga saat ini. Beberapa cerita legenda lainnya juga mewarnai asal mula tanaman teh. Selama masa pemerintahan Dinasti Han Tang Soon dan Yuan, komoditas teh diperkenalkan melalui pertukaran kebudayaan menyeberangi Asia Tengah menyusuri jalur sutera. [Yamamoto, 1987; John C.E, 1992; Othmer, 1997; Jana Arcimovičová, 1998]

Di Jepang, teh pertama kali dikenalkan oleh pendeta Zen Buddha Yeisei. Ia memanfaatkan nilai-nilai yang terkandung dalam upacara minum teh untuk meningkatkan meditasi religius. Para pengikut aliran Zen memiliki kebiasaan minum teh agar dapat terjaga selama menjalani meditasi. Dalam waktu singkat teh mendapat dukungan dari kekaisaran dan menyebar ke seluruh kalangan kerajaan dan biara-biara. [William H.U, 1935]

Teh memasuki Eropa, dibawa oleh misionaris Portugis, Jasper de Cruz pada tahun 1560. Teh diperkenalkan di Portugal, lalu menyebar ke Perancis, Belanda dan negara-negara Baltik. Karena pengangkutannya menggunakan kapal laut, harga teh saat itu masih tinggi. Seabad kemudian, harga teh menjadi lebih terjangkau dan dapat dibeli di toko-toko. Sejak saat itulah, minum teh menjadi bagian dari kehidupan masyarakat di Perancis dan Belanda. Sementara itu, teh pertama kali memasuki Inggris sekitar tahun 1652-1654 dan akhirnya menggantikan “ale” sebagai minuman nasional. Dari Inggris, teh memasuki Amerika pada tahun 1720. [William H.U, 1935; Othmer, 1997; Copra, 2000]

Teh diperkenalkan di Indonesia oleh Andreas Cleyer sejak tahun 1686 sebagai tanaman hias. Namun baru pada tahun 1728, teh mulai mendapat perhatian pemerintah Belanda. Biji teh didatangkan secara besar-besaran dari Cina untuk dibudidayakan di pulau Jawa. Usaha tersebut tidak terlalu berhasil. Pembudidayaan teh di Indonesia baru berhasil berkat usaha Dr. Van Siebold mempromosikan usaha pembudidayaan dengan bibit teh dari Jepang pada tahun 1824. Usaha perkebunan teh pertama di Indonesia dipelopori oleh Jacobson pada tahun 1828 dan sejak itu teh menjadi komoditas yang menguntungkan. Pada tahun 1878, varietas *Thea assamica* didatangkan ke Indonesia dan menjadi varietas yang cocok ditanam di Indonesia hingga saat ini [William H.U, 1935; Syah, 2006]

II.1.2 Sejarah Pengolahan Teh dan Jenis Produk Teh di Pasaran

Bagian tanaman teh yang dimanfaatkan hingga sekarang adalah daunnya. Pada masa dinasti Song (960-1279), pengolahan daun teh dilakukan dengan cara *steaming* yang dilanjutkan dengan pengeringan dan pembubukan yang dikenal dengan “white tea”. [Othmer, 1997; Wikipedia; www.teafountain.com]

Pada sekitar pertengahan abad XIII, bangsa Cina mencoba mengolah daun teh dengan pemanggangan. Pada abad XVII, bangsa Cina berhasil mengolah daun teh dengan cara fermentasi dan menghasilkan teh “*black dragon*” atau “*oolong*”. Namun, beberapa wilayah bagian Cina lebih menyenangi teh hijau dibandingkan dengan teh hitam. Demikian pula halnya di Jepang. Pada tahun 1740, Soen Nagatani mengembangkan pula Japanese *sencha*, merupakan bentuk non fermentasi teh hijau. Untuk memproduksi *sencha*, daun teh terlebih dahulu *disteam-press*, digiling dan dikeringkan. [Wikipedia; www.teafountain.com; Othmer, 1997]

Sejalan dengan perkembangan teknologi pengolahan teh dan permintaan pasar, saat ini dikenal beberapa jenis produk teh, yaitu : teh putih, teh hijau (non fermentasi), *oolong* (semifermentasi), teh hitam atau teh merah (fermentasi), teh *pu-erh*, teh kuning, *kukicha* , *genmaicha* dan teh bunga. Penamaan jenis produk teh berdasarkan warna air teh yang dihasilkannya dan tingkat oksidasi daun teh. Teh bunga dengan campuran kuncup bunga melati yang disebut teh melati atau teh wangi melati merupakan jenis teh yang paling populer di Indonesia. [Wikipedia; www.teafountain.com, Copra, 2000; Othmer, 1997]

II.2 Pemanfaatan Tanaman Teh

Semua bagian tanaman teh dapat dimanfaatkan. Kandungan dalam tanaman teh yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya juga terkandung dalam setiap bagian tanaman teh, dari akar hingga daunnya, hanya saja komposisinya sedikit berbeda. Secara umum, produk hasil pengolahan bagian tanaman teh disajikan pada Tabel II.1.

Daun teh mengandung kafein, pigmen, katekin, protein, lemak, tanin dan selulosa. Air seduhan teh yang kita minum mengandung kafein, teofilin, vitamin A, B, C, zat tak larut dalam air seperti serat, protein dan pati serta zat yang larut di dalam air seperti gula, asam amino dan mineral. Di pedesaan, seduhan teh kental biasa digunakan untuk pertolongan awal bagi penderita diare dan diyakini bermanfaat sebagai obat kuat dan awet muda. Beberapa tahun terakhir, teh mendapat banyak perhatian berkaitan dengan sifat potensial fisiologisnya sebagai anti-mutagenik dan anti-tumorigenik. [www.warintek.progressio.or.id]

Tabel II.1. Produk Hasil Pengolahan Bagian Tanaman Teh

Sumber	Produk
Daun	<ul style="list-style-type: none"> ○ teh hitam ○ teh hijau
Limbah daun teh	<ul style="list-style-type: none"> ○ teh instan ○ kafein ○ pewarna makanan ○ medium kultur untuk fermentasi ○ <i>tea cider</i>
Batang	tanin
Biji	<ul style="list-style-type: none"> ○ minyak ○ minyak ○ residunya untuk pakan ternak atau pupuk
Akar	<ul style="list-style-type: none"> ○ minyak ○ residunya untuk pakan ternak atau pupuk
Minuman teh	Penggunaan klinikal : <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>atherosclerosis</i> ○ karies gigi ○ radiation disease ○ disentri

[Sumber : Wickremasinghe, 1972]

Studi epidemiologi menunjukkan bahwa kandungan teh yang diduga merupakan senyawa aktif tersebut adalah katekin. Kadar katekin dalam teh hijau paling tinggi karena selama pengolahan katekin dipertahankan dengan cara menonaktifkan enzim polifenol oksidase dengan pelayuan dan pemanasan. [Oguni, 1996; Hartoyo, 2003; www.kompas.com; www.bisnis.com]

Selain itu, kandungan polifenol (khususnya dalam teh hijau) dapat membantu menghalangi pertumbuhan sel kanker kulit, membantu liver berfungsi lebih efektif sehingga dapat membantu mempercepat tingkat metabolisme. Bagi penderita diabetes, kandungan polifenol bermanfaat untuk membantu menurunkan tingkat gula darah. Polifenol mampu memperkuat dinding sel darah merah dan mengatur permeabilitasnya, mengurangi kecenderungan trombosis dan atherosklerosis dalam pembuluh darah yang selanjutnya akan mengurangi risiko kematian akibat jantung koroner . Sebagai anti-oksidan alami yang diaplikasikan dalam pangan, katekin teh memiliki peran yang penting. [Oguni, 1996; Hartoyo, 2003; www.kompas.com]

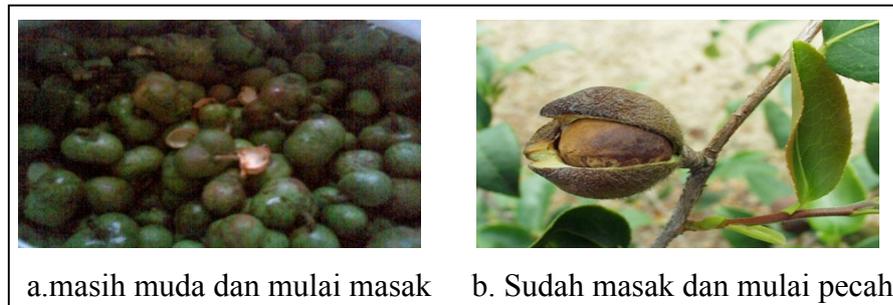
Zat bioaktif dalam teh lainnya adalah asam amino bebas yang disebut *L-theanin*, telah terbukti bermanfaat untuk mengurangi stres, menurunkan tekanan darah tinggi, dan bahkan bermanfaat meningkatkan daya ingat seseorang. Di Jepang, *theanin* telah diproduksi secara komersial dalam bentuk suplemen kesehatan atau diaplikasikan dalam berbagai produk pangan. Di Cina dan Jepang, selama 10 tahun terakhir telah dikembangkan berbagai produk pangan yang mengandung katekin teh, seperti permen, minuman anti-oksidan, mie instan, dan biskuit hingga produk untuk toilet dan kosmetik seperti bahan pencuci rambut (*shampoo*), pasta gigi, penyegar mulut, dan pelembab wajah. Teh juga potensial digunakan sebagai pewarna makanan (hitam, hijau, orange, dan kuning). Ekstrak teh dapat digunakan sebagai perasa alami dalam minuman beralkohol, puding, *candy*, gelatin, dan *frozen diary dessert*. [Hartoyo, 2003; www.wikipedia.com].

Akar tanaman teh banyak mengandung minyak, *theanin*, dan hormon pertumbuhan. *Theanin* digunakan untuk meningkatkan *flavour* teh hijau. Batang tanaman teh yang diperoleh melalui pemangkasan mempunyai kulit kayu yang banyak mengandung *tanin* dan dapat digunakan sebagai bahan penyamak kulit. Kulit dan tempurung biji teh digunakan sebagai karbon aktif. Bunga teh dapat dijadikan tempura menggunakan minyak makan yang diperoleh dari biji teh. Selain itu, bunga teh juga dapat dijadikan sebagai bunga hias. [Adisewodjo, 1964; de Silva, 1971; G.R. Roberts, 1972; Wickremasinghe, 1976; Setyamidjaja, 2000; www.wikipedia.com]

II.3 Biji Teh

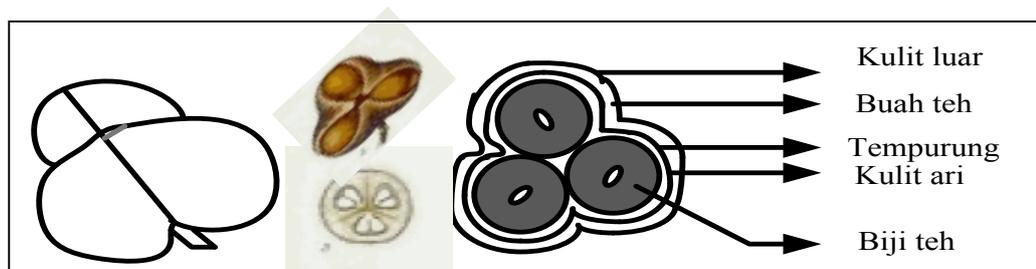
Biji teh terdapat di dalam buah teh. Hanya sekitar 2% dari keseluruhan bunga pada sebuah pohon berhasil membentuk biji. Buah berbentuk bundar dengan diameter 2-3 cm. Dinding biji teh tebal dan keras dan disebut tempurung. Buah yang masih muda berwarna hijau dan beruang tiga. Awalnya mengkilap, tetapi semakin tua warnanya semakin gelap, suram dan kasar. Bijinya berbentuk setengah bola dan berdiameter 0,8-1,6 cm sedangkan keping bijinya berbentuk bundar di salah satu sisinya dan datar pada sisi lainnya, berbelah dua dengan kotiledon besar [Adisewodjo, 1964; Wickremasinghe, 1976; Setyamidjaja, 2000; Kuntz, 2002].

Bagian luar biji teh dilapisi oleh kulit tipis dan tempurung seperti yang disajikan pada Gambar II.1 dan Gambar II.2 dengan komposisi seperti disajikan pada Tabel II.2.



Gambar II.1 Buah teh

[Sumber: koleksi pribadi, www.georgiafaces.caes.uga.edu]



Gambar II.2. Penampang melintang buah teh

Tabel II.2 Komposisi Bagian Buah Teh

Bagian buah teh	Komposisi (%-berat)
Buah dan kulit luar	± 40
Tempurung dan kulit ari	± 40
Biji	± 20

*nilai di atas didapat dari hasil penimbangan terhadap sampel

Biji teh dapat dipanen setelah tanaman teh berumur 4-12 tahun. Setiap kg biji teh kira-kira mengandung 500 biji. Menurut *survey* didapatkan bahwa 1 batang pohon teh dapat menghasilkan buah teh sekitar 10 kg/tahun atau 8-12 kg/tahun [Kompas, 2008].

II.3.1 Kandungan Biji Teh

Buah teh dan tempurung biji teh dapat dimanfaatkan dalam pembuatan karbon aktif (norit), baik dalam bentuk bubuk maupun granula. Bijinya dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak nabati dan minyak. Kulit biji (tempurung) dan buah berstruktur keras sehingga dapat berfungsi sebagai pelindung biji dan hanya mengandung sedikit minyak. Komposisi kandungan senyawa berharga biji teh disajikan pada Tabel II.3. Komponen minor, berupa senyawa yang juga terkandung dalam bagian tanaman teh lainnya juga dimungkinkan terkandung di dalam biji teh.

Tabel II.3 Komposisi Biji Teh

Komponen	Komposisi (%-berat)
<i>Albuminoid</i>	8,5
<i>Starch</i>	32,5
Karbohidrat lainnya	19,9
Asam lemak	22,9
Minyak	9,1
Serat kasar	3,8
Mineral	3,3

[Sumber: SBP Handbook, 1998]

Menurut literatur lainnya, biji mengandung minyak dengan kadar tinggi sebesar 20-60 % berat biji dan minyak sebesar 20-26 %-berat biji. *Indian tea seed* hanya mengandung 17,3 % minyak. Namun, *C. sinensis* dan *C. sansaqua* mengandung minyak lebih besar, yaitu 30 % dan 58-59 % Bahkan *C. Japonica* dapat menghasilkan minyak hingga 66-70% dari total berat biji teh. Selain itu, biji teh juga mengandung tanin dan pentosan serta asam *L-pipecolic*. Asam *L-pipecolic* hanya terdapat dalam komposisi yang kecil dalam biji teh. Namun, harganya sangat mahal. Biji teh yang belum masak mengandung lebih banyak asam *L-pipecolic* dan tidak mengandung minyak atau minyak. [Adisewodjo,1964; Wickremasinghe, 1976; Setyamidjaja, 2000; www. georgiafaces.caes. uga.edu; www.hort. purdue. edu]

Protein dalam biji teh mengandung nilai gizi yang tinggi dapat ditambahkan pada pakan ternak untuk menunjang pertumbuhan tubuhnya dan produksi telur. Kandungan protein dari ampas biji teh sekitar 11-25%, terdiri dari 9 jenis asam amino dan 6 di antaranya adalah asam amino esensial. Asam amino non-esensial yang terkandung dalam biji teh adalah tirosin, serin, dan alanin. Sedangkan asam amino esensial adalah arginin, histidin, leusin, fenilalanin, dan valin. [Wickremasinghe, 1972].

II.3.2 Pemanfaatan Biji Teh

Biji *Camellia sinensis* dan *Camelia oleifera* dapat di-press menghasilkan *tea seed oil* yang biasa dimanfaatkan sebagai minyak masak (*cooking oil*) non kolesterol, penyedap (*sweetish seasoning*) serta *consumer product*. Di Cina, lebih dari 14 % penduduknya menggunakan minyak masak sehat ini untuk kebutuhan sehari-hari. Bahkan di provinsi Cina Selatan, khususnya di Hunan, tercatat bahwa lebih dari 50% minyak makan yang digunakan berasal dari *Camellia*. Sabun mandi, minyak rambut, minyak tahan karat, cat, lipstik, krim antikerut dan pupuk dapat dibuat dari hasil ekstraksi biji teh. Selain itu, minyak biji teh juga biasa digunakan sebagai substituen cocoa butter. Ampasnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak, formulasi pupuk, pestisida, pakan ternak dan substrat pada pembuatan protein sel tunggal. Minyak biji teh dapat digunakan sebagai pembasmi hama udang (ikan kecil dan kepiting) dan agen pengemulsi dalam pestisida serta antiseptik. Sifat berbusa minyak di dalam air juga biasa dimanfaatkan sebagai bahan baku detergent, busa untuk pemadam kebakaran dan minuman bir. Triterpenoid saponn biji teh dapat meningkatkan fungsi kekebalan dalam tubuh manusia maupun hewan. [www.georgiafaces.caes.uga.edu; www.hort.purdue.edu].

Di Taiwan dan cina, pemanfaatan *by-product* teh, khususnya biji teh telah dilakukan secara komersial dan menjadi salah satu sumber devisa negara. Beberapa bentuk produk biji teh yang diperdagangkan di pasaran dunia, meliputi:

1. *Tea seed meal* atau *tea seed powder*, merupakan *cake* sisa ekstraksi minyak biji teh yang masih mengandung minyak sekitar 11-17% dan biasa diaplikasikan sebagai pembasmi hama udang.

2. *Tea seed oil*

3. Minyak murni

Dosis pemberian minyak sebagai pembasmi hama udang sebesar 2,5-10 ppm, karena udang memiliki daya tahan 50 kali lebih kuat (sekitar 50-75 ppm) daripada hama tambak udang, berupa ikan liar, larva dan telur ikan serta kepiting.

II.4 Minyak dan Lemak

Penggunaan minyak dan lemak di dunia mencapai 80 juta ton per tahun, yang didapatkan dari sumber nabati maupun hewani, baik untuk produk *edible* maupun *non-edible*. Produk *edible* antara lain: minyak masak (*shortening*), minyak goreng, margarin, *spreads*, produk *dairy* (*butter*, keju, krim), minyak salad dan mayones serta makanan kudapan (es krim, coklat, biskuit, kacang dan kripik). Sedangkan produk *non-edible* meliputi: sabun, detergen, dan kosmetik serta cat. [Fessenden, 1995; Unilever, 1998]

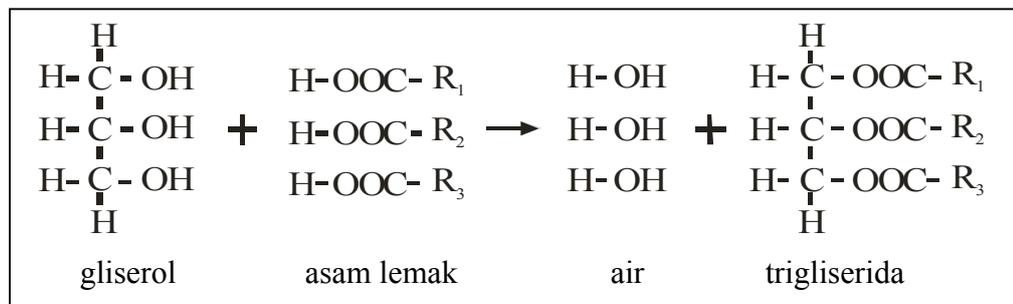
Sumber produsen minyak dan lemak yang dikenal di pasaran dunia dapat dibagi menjadi 4 kategori utama, yaitu: [Fessenden, 1995; Unilever, 1998]

- a) Hasil perkebunan: kelapa, sawit, dan *olive*
- b) Biji tanaman tahunan: kedele, lobak (*rapeseed*), dan bunga matahari
- c) Minyak ikan
- d) Peternakan: mentega (*butter*) dan lemak (*lard/tallow*)

II.4.1 Definisi Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan senyawa yang tidak dapat bercampur sempurna dengan air, tersusun atas berbagai macam molekul organik yang disebut lipida. Lipida merupakan molekul biologi tak larut dalam air (atau sangat sedikit larut), namun larut dalam pelarut organik dan dapat diekstraksi dari tumbuhan maupun hewan. Minyak dan lemak yang digunakan dalam makanan sebagian besar adalah trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak. Istilah lemak (*fat*) biasanya digunakan untuk campuran trigliserida berbentuk padat atau semi padat pada temperatur ruangan, sedangkan minyak (*oil*) berbentuk cair. [Fessenden, 1995; Unilever, 1998]

Apabila ditinjau dari kandungan asam lemaknya, lemak sebagian besar mengandung asam lemak jenuh (palmitat dan stearat) yang memiliki titik cair lebih tinggi sedangkan minyak lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh (oleat, linoleat atau linolenat). Biasanya lemak diperoleh dari hewan, sedangkan minyak diperoleh dari tumbuhan. Lemak dan minyak mengandung campuran kompleks trigliserida (seperti lesitin, sepalin, glikolipid) dengan kandungan 90-98%-mol trigliserida, sedikit monogliserida, digliserida, sejumlah besar non trigliserida (fosfatida, karbohidrat, turunan karbohidrat, dan protein), asam lemak bebas, lilin, asam lemak kompleks yang mengandung fosfat (fosfolipid), sterol, vitamin, dan zat warna yang larut dalam lemak tapi tidak larut dalam air (klorofil dan karotenoid). Komponen tak larut dan terdispersi di dalam lemak meliputi: serat, abu, mineral dan air. Komponen yang berbentuk suspensi dalam lemak adalah fosfatida, karbohidrat dan senyawa yang mengandung nitrogen. Asam lemak bebas, monogliserida, digliserida dan zat warna merupakan komponen yang larut dalam lemak. [Buckle,1987; Sherrington,1989]. Trigliserida dapat terbentuk dari kondensasi satu molekul gliserol dengan tiga molekul asam lemak yang menghasilkan tiga molekul H₂O dan satu molekul trigliserida. Reaksinya dapat dilihat pada Gambar II.3.



Gambar II.3 Reaksi pembentukan trigliserida

Trigliserida dibagi menjadi 2 berdasarkan asam lemak penyusunnya, yaitu:

1. Trigliserida sederhana: merupakan trigliserida yang gugus asam lemaknya sejenis ($R_1 = R_2 = R_3$)
2. Trigliserida campuran: merupakan trigliserida yang gugus asam lemaknya terdiri dari dua atau tiga jenis asam lemak.

II.4.2 Asam Lemak

Sifat trigliserida berhubungan erat dengan asam lemak penyusunnya. Asam lemak utama dalam lemak dan minyak adalah asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat. Asam lemak dapat dibagi menjadi dua golongan berdasarkan ikatan asam lemaknya, yaitu: asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh maupun asam lemak tak jenuh mengandung rantai hidrokarbon panjang dan berikatan dengan gugus asam atau karboksil (-COOH) pada ujung molekulnya. Rantai hidrokarbon panjang ini bersifat non polar dan hidrofobik sehingga memiliki kelarutan yang sangat kecil di dalam air. [Fessenden, 1995; Unilever, 1998]

II.4.2.1 Asam Lemak Jenuh

Asam lemak jenuh merupakan asam lemak dengan ikatan C tunggal dan memiliki rumus molekul $C_nH_{2n+1}(COOH)$. Titik lelehnya tinggi dan tidak reaktif. Titik leleh akan meningkat seiring dengan semakin panjangnya rantai. Lemak tumbuhan memiliki lebih banyak asam jenuh dari C_6 sampai dengan C_{12} memiliki titik leleh yang lebih tinggi daripada asam lemak tidak jenuh dengan atom C_{16} - C_{18} . Kandungan asam laurat ($C_{11}H_{23}COOH$) dalam minyak kelapa dan kelapa sawit mencapai 40 – 50%-mol dari total kandungan asam lemaknya, sedangkan kandungan asam miristat ($C_{13}H_{27}COOH$) dalam minyak biji-bijian secara umum hanya dalam jumlah kecil, sekitar 2%-mol. Asam lemak utama yang sering ditemukan dalam minyak nabati adalah asam stearat ($C_{17}H_{35}COOH$) dan asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$).

II.4.2.2 Asam Lemak Tak Jenuh

Asam lemak tak jenuh merupakan asam lemak dengan ikatan rangkap pada atom C-nya, memiliki titik leleh rendah, mudah bereaksi dengan oksigen maupun zat-zat lain serta memiliki isomer geometrik (cis dan trans). Pada kenyataannya, seluruh asam lemak tak jenuh dapat ditemukan secara alami dalam bentuk rantai asam yang lurus, namun karena reaksi hidrogenasi maka jenis asam ini dapat dikonversi menjadi asam lemak jenuh.

II.4.3 Sifat Fisika Minyak dan Lemak

Sifat fisika minyak dan lemak yang penting, antara lain: kelarutan, karakteristik pelelehan dan pengerasan. Rantai hidrokarbon asam lemak bersifat hidrofobik dan non polar sehingga trigliserida sederhana tidak larut dalam air. Gugus hidroksil bebas yang terdapat dalam monogliserida bersifat hidrofilik dan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air sehingga monogliserida sedikit larut dalam air. Monogliserida juga mengandung bagian yang hidrofobik sehingga monogliserida dapat larut dalam pelarut non polar seperti minyak. Sifat kelarutan monogliserida dalam air dan pelarut non polar ini disebut ampifatik. Monogliserida ampifatik memiliki kemampuan untuk mengemulsi minyak dan air. [Unilever, 1998]

Lemak merupakan campuran trigliserida. Pada temperatur tertentu, lemak yang tampak berbentuk padat dimungkinkan juga mengandung campuran trigliserida padat dan cair. Tingkat kekerasan lemak sebagai fungsi temperatur sangat berkaitan dengan proporsi trigliserida padat yang dikandungnya. Semakin banyak kandungan trigliserida padat, lemak menjadi lebih padat dan rapuh. Sebaliknya, dengan kadar 10-50% menyebabkan lemak bersifat plastis dan mudah untuk dioles. [Unilever, 1998]

Kandungan trigliserida padat dalam lemak bergantung pada kandungan trigliserida penyusunnya dan struktur kristalnya. Oleh karena itu, tingkat kekerasan lemak sangat bergantung pada temperatur. Trigliserida murni dengan struktur kristal tunggal meleleh dengan sangat mendadak pada suatu rentang temperatur yang sangat sempit. Kekuatan gaya intermolekuler trigliserida tersebut yang menentukan nilai temperatur tersebut. Gaya intermolekuler tersebut dipengaruhi oleh ukuran molekul dan bentuk molekul. Trigliserida dengan asam lemak rantai panjang memiliki gaya intermolekuler yang lebih kuat dan titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan trigliserida dengan rantai asam lemak yang lebih pendek. Jumlah ikatan rangkap, C=C pada rantai asam lemak akan menyebabkan rantai tidak lurus (bercabang). Hal ini akan menurunkan gaya intermolekuler molekul trigliserida sehingga molekul-molekul trigliserida tidak dapat saling merapat. Trigliserida tak jenuh memiliki titik leleh yang lebih rendah dan kebanyakan berbentuk cair pada temperatur kamar. [Unilever, 1998]

Secara garis besar, sifat fisika minyak dan lemak berkaitan dengan rantai hidrokarbon asam lemak penyusunnya adalah: [Buckle, 1987; Unilever, 1998]

- a) Viskositas minyak dan lemak cair meningkat seiring bertambah panjangnya rantai karbon dan tingkat kejenuhan asam lemak penyusunnya serta penurunan temperatur. Adanya gugus hidroksil pada rantai karbon asam lemak akan meningkatkan kekentalan minyak.
- b) Berat jenis minyak dan lemak meningkat seiring dengan penurunan temperatur. Trigliserida dengan berat molekul yang lebih rendah dan trigliserida tak jenuh memiliki berat jenis yang lebih tinggi.
- c) Titik cair minyak dan lemak meningkat dengan bertambah panjangnya rantai asam lemak. Selain itu juga dipengaruhi oleh struktur asam lemak penyusunnya.

II.4.4 Reaksi Kimia Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak dapat mengalami beberapa reaksi antara lain: hidrolisis, hidrogenasi, oksidasi, dan interesterifikasi. Reaksi ini dapat mengakibatkan perubahan sifat fisika minyak dan lemak.

Penggorengan suatu bahan pangan membutuhkan temperatur pemasakan hingga 180°C. Minyak goreng akan mengeluarkan kandungan air bahan pangan dan udara pada temperatur tinggi. Hal ini akan mengakibatkan beberapa perubahan kimia, yang paling umum adalah hidrolisis dan oksidasi yang akhirnya menurunkan kualitas minyak. Minyak yang rusak akibat reaksi oksidasi dan polimerisasi akan menghasilkan senyawa dengan wujud yang kurang menarik dan cita rasa yang buruk, serta kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak esensial dalam minyak. Oksidasi minyak akan menghasilkan senyawa aldehida, keton, hidrokarbon, alkohol, lakton serta senyawa aromatis dengan bau tengik dan rasa getir.

Pembentukan senyawa polimer dapat terjadi selama proses. Polimerisasi ini terjadi karena reaksi polimerisasi adisi dari asam lemak tidak jenuh, biasanya ditandai dengan terbentuknya bahan menyerupai gum yang mengendap. Polimerisasi ini akan mengubah sifat fisik minyak, seperti: viskositas, indeks bias, berat molekul dan warna minyak. [Ketaren, 1986; Buckle, 1987].

II.4.4.1 Hidrolisis

Hidrolisis lemak dan minyak menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas yang mudah teroksidasi dan dapat mempengaruhi cita rasa dan bau lemak. Hidrolisis dapat disebabkan oleh adanya air dalam lemak atau akibat aktivitas enzim. Keberadaan air dalam jumlah yang banyak dan temperatur tinggi akan mempercepat reaksi ini. Pada temperatur kamar, reaksi hidrolisis berjalan sangat lambat. Penggunaan katalis seperti: asam, basa dan enzim dapat mempercepat reaksi ini. Reaksi hidrolisis menjadi signifikan terutama pada saat penyangraian, pada temperatur sekitar 350°F (176,67°C). Penyangraian menyebabkan kelembaban dalam bahan meningkat. Selama penyangraian asam lemak bebas terbentuk dengan sangat cepat. Tingkat asam lemak bebas yang sedang (sampai 3%) tidak memberikan efek yang merugikan pada karakteristik *fat frying*, tetapi pada tingkat yang lebih tinggi dan bahkan berlebihan akan menghasilkan banyak asap dan mempengaruhi *flavor* bahan tersebut. [Ketaren, 1986; Buckle, 1987].

II.4.4.2 Hidrogenasi

Hidrogenasi disebut juga pengerasan, menyebabkan penjenuhan ikatan rangkap pada rantai asam lemak yang terdapat dalam trigliserida. Hidrogenasi akan meningkatkan titik cair lemak dan akibatnya lemak akan lebih stabil terhadap ketengikan oksidatif serta meningkatkan kestabilan *flavor* menjadi lebih baik. Hidrogenasi seringkali digunakan untuk mengoptimalkan sifat minyak dan lemak untuk aplikasi khusus, biasanya untuk mengubah minyak cair menjadi lebih padat akibat terjadi peningkatan titik didih. Reaksi hidrogenasi mudah dikendalikan dan dihentikan. [Ketaren, 1986; Buckle, 1987].

II.4.4.3 Oksidasi

Oksidasi adalah reaksi minyak dan lemak yang melibatkan oksigen dalam udara. Reaksi oksidasi memberikan pengaruh buruk pada *flavor* minyak dan lemak serta meningkatkan viskositas akibat terjadinya polimerisasi. Oksidasi pada temperatur kamar disebut autooksidasi. Secara umum, proses ini berjalan lambat dan membutuhkan waktu untuk membentuk peroksida yang menyebabkan *flavor* tak enak.

Minyak dan lemak dengan kandungan asam lemak tak jenuh lebih rentan teroksidasi. Kecepatan reaksi oksidasi akan meningkat seiring meningkatnya temperatur, oksigen dalam udara, keberadaan cahaya, dan kontak dengan material prooksidan, seperti logam tembaga. Oleh karena itu, penyimpanan minyak dan lemak dalam wadah logam harus dilakukan pada temperatur di bawah 60°C atau sebaiknya pada temperatur maksimum 49°C apabila disimpan dalam waktu yang lama. Salah satu akibat reaksi oksidasi yang dapat diidentifikasi secara visual adalah semakin gelapnya warna minyak atau lemak. Tingkat oksidasi yang terjadi dalam minyak dan lemak setara dengan jumlah oksigen yang diabsorpsi atau perubahan bilangan peroksidanya. [Ketaren, 1986; Buckle, 1987].

II.4.5 Parameter Kualitas Minyak dan Lemak

[Deuel, 1951; Ketaren, 1986; Buckle, 1987; Sherrington, 1989; SNI, 1998].

Parameter penting penentu kualitas minyak dan lemak yang biasa dilakukan dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu: parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisika meliputi: warna (alamiah dan hasil degradasi zat awarna ilmiah), bau, flavor, kelarutan, titik cair, titik didih, berat jenis, indeks bias, titik asap, titik nyala, titik api, dll. Parameter kimia meliputi: bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan iodin, bilangan *Reichert Meissl*, bilangan *Polenske*, bilangan *Krischner*, dll.

Minyak dan lemak dari sumber yang berbeda adalah spesifik, artinya tersusun dari ester yang berbeda. Sifat fisika dan kimia minyak dan lemak ditentukan oleh jumlah dan jenis ester penyusunnya. Uji sifat fisika dan kimia minyak atau lemak dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan menilai kualitas minyak atau lemak tersebut. Berikut akan dibahas beberapa parameter penting dalam pengujian minyak dan lemak.

II.4.6 Pengotor Minyak [Ketaren, 1990]

Dalam proses isolasi minyak, produk minyak yang dihasilkan biasanya masih bercampur dengan pengotor ataupun komponen-komponen lain yang tidak diinginkan. Pengotor ini memiliki sifat yang mirip dengan minyak (dikenal

dengan sebutan fraksi lipida) sehingga memungkinkan terlarutnya komponen tersebut selama proses ekstraksi (isolasi) dilakukan.

Fraksi lipida terdiri dari lemak atau minyak, malam, fosfolipida, sterol, hidrokarbon, dan pigmen. Minyak atau lemak, malam, dan fosfolipida dapat disabunkan dengan basa, biasanya NaOH sedangkan sterol, hidrokarbon, dan pigmen merupakan fraksi yang tidak dapat disabunkan dengan basa.

Minyak hasil ekstraksi merupakan minyak kasar. Selain fraksi lipida, minyak kasar sangat dimungkinkan masih mengandung sisa pelarut yang tidak berhasil dipisahkan oleh evaporasi atau distilasi, baik pada tekanan atmosfer maupun tekanan vakum. Oleh karena itu, pemurnian minyak kasar hasil ekstraksi pelarut pasca pemisahan perlu dilakukan.

II.5 Ekstraksi Padat – Cair

II.5.1 Prinsip

Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu zat yang dapat larut dalam suatu pelarut dari campurannya dengan suatu padatan menggunakan suatu pelarut. Komponen yang dipindahkan dari zat padat ke dalam pelarut disebut “*solute*” sedangkan padatan yang tidak terlarut dalam pelarut disebut “*inert*”. Dalam penelitian ini yang berperan sebagai *solute* adalah minyak biji teh dan ampas hasil ekstraksi yang tersisa merupakan *inert*.

Adapun mekanisme yang terjadi dalam proses ekstraksi padat-cair sebagai berikut : [Geankoplis, 1993]

1. Padatan dikontakkan dengan pelarut sehingga pelarut akan bergerak dari *bulk solvent solution* menuju permukaan padatan. Kontak padatan dengan pelarut dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu : perkolasi (padatan disusun menyerupai unggun tetap dan solvent dialirkan melewati unggun tersebut) atau dispersi (padatan didispersikan ke dalam pelarut hingga seluruh permukaan padatan diselimuti oleh pelarut, dispersi dapat dibantu dengan pengadukan). Pada penelitian ini, kontak dilakukan secara dispersi menggunakan *magnetic stirrer*.

2. Pelarut berdifusi ke dalam padatan.

Pada proses difusi, suatu zat akan berpindah melewati membran dari daerah berkonsentrasi tinggi menuju ke konsentrasi rendah. Peristiwa difusi dapat terjadi karena adanya *driving force* berupa perbedaan konsentrasi. [Bailey, 1983]

3. *Solute* yang terkandung dalam padatan akan larut dalam pelarut yang telah masuk ke dalam padatan. *Solute* dapat larut dalam *solvent* karena adanya gaya antaraksi diantara molekul-molekulnya, yaitu gaya dipol-dipol dimana zat yang bersifat polar-polar atau non polar-non polar akan saling berikatan. Selain itu juga terdapat gaya London yang terjadi antara dipol-dipol yang lemah sehingga memungkinkan pelarut polar melarutkan senyawa non polar.
4. *Solute* akan menuju permukaan padatan dan berdifusi kembali keluar padatan. Difusi ini terjadi karena konsentrasi pelarut yang mengandung *solute* lebih besar dibandingkan konsentrasi pelarut di luar padatan yang tidak mengandung *solute*.
5. *Solute* berpindah ke dalam *bulk solution*.

Ekstraksi dilakukan hingga tercapainya waktu kesetimbangan, dimana *driving force* bernilai nol (atau mendekati nol).

Selama terjadi kontak antara padatan dengan pelarut, sebagian *solute* akan berpindah ke dalam pelarut secara difusi dan berlangsung hingga kesetimbangan tercapai. Laju difusi ini sebanding dengan luas permukaan partikel padatan dan berbanding terbalik dengan ketebalan padatan sehingga umumnya bahan dibuat menjadi serbuk terlebih dahulu.

Beberapa hal yang perlu dilakukan untuk mencapai unjuk kerja ekstraksi yang baik, antara lain:

1. memperkecil ukuran padatan sehingga lintasan kapiler yang harus dilewati (secara difusi) menjadi lebih pendek dan tahanan akan berkurang. *Solute* seringkali terkurung di dalam sel sehingga perlu dilakukan kontak langsung dengan pelarut melalui pemecahan dinding sel. Pemecahan dapat dilakukan dengan penekanan atau penggerusan, namun ukuran partikel tidak boleh terlalu kecil;

2. temperatur yang lebih tinggi (viskositas pelarut lebih rendah, kelarutan *solute* lebih besar) pada umumnya menguntungkan unjuk kerja ekstraksi. Namun, temperatur ekstraksi tidak boleh melebihi titik didih pelarut karena akan menyebabkan pelarut menguap. Biasanya temperatur ekstraksi yang paling baik adalah sedikit di bawah titik didih pelarut;
3. semakin banyak pelarut yang digunakan akan meningkatkan unjuk kerja ekstraksi, namun akan meningkatkan biaya operasi sehingga pemilihan perbandingan pelarut yang optimal perlu diperhatikan; serta
4. semakin lama waktu ekstraksi akan meningkatkan unjuk kerja ekstraksi, namun jika terlalu lama peningkatan perolehan ekstrak terhadap waktu menjadi tidak sebanding dan tidak efisien.

II.5.2 Operasi Tahap Ekstraksi Padat-Cair

Pada umumnya proses ekstraksi dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

1. Operasi tahap tunggal (*single stage*)

Operasi tahap tunggal ini terjadi karena adanya kontak antara umpan dengan pelarut (*solvent*) yang hanya dilakukan satu kali. Ekstraksi tahap tunggal dapat dilakukan secara batch atau kontinu. Umpan (*Feed*) yang mengandung pelarut asal (*A*) dan *solut* (*C*) dikontakkan dengan *solvent* atau pelarut pengekstrak (*S*) untuk menghasilkan ekstrak (*E*) dan rafinat (*R*) dalam kesetimbangan. *Solut* yang dipindahkan ke fasa cair pada operasi tahap tunggal ini tidak banyak sehingga perolehan (*yield*) yang didapat sedikit. Skema operasi tahap tunggal ditampilkan pada Gambar 2.4.



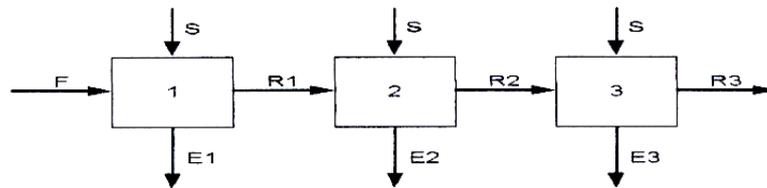
Gambar 2.4 Skema operasi tahap tunggal

Perhitungan operasi tahap tunggal berdasarkan pada prinsip neraca massa sebagai berikut :

- a) Neraca massa total : $F + S = E + R$
- b) Neraca massa zat terlarut : $F \cdot Y_F + S \cdot X_S = E \cdot Y_E + R \cdot X_R$
- c) Neraca massa pelarut : $F (1 - Y_F) + S (1 - X_S) = E (1 - Y_E) + R (1 - X_R)$

2. Operasi bertahap banyak (*multi stage*) dengan aliran silang (*cross-current*)

Pada operasi ekstraksi ini terjadi kontak antara padatan dan pelarut (*solvent*) yang dilakukan dalam beberapa tahap dimana rafinat yang diperoleh dari tahap yang satu dikontakkan dengan pelarut baru pada tahap berikutnya. Operasi ini dapat menggunakan pelarut baru (*solvent*) dalam jumlah yang bervariasi. Semakin banyak tahap yang digunakan pada operasi ini berarti semakin banyak *solvent* yang digunakan untuk menghasilkan rafinat akhir sehingga total *solvent* yang digunakan bisa lebih besar daripada *feed* dan menjadi tidak ekonomis. Pemberian pelarut “baru” pada setiap tahap akan menghasilkan *driving force* lebih besar yaitu kadar solut dalam larutan menjadi lebih banyak. Namun padatan yang digunakan pada setiap tahap adalah padatan yang sama sehingga rafinat dan ekstrak semakin lama akan semakin jenuh. Skema operasi multi tahap dengan aliran *cross-current* ditampilkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Operasi ekstraksi multi tahap *cross-current*

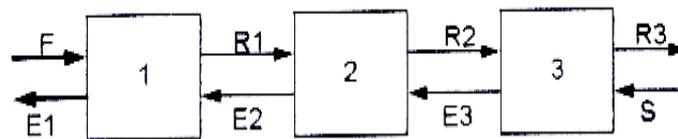
Perhitungan operasi multi tahap dengan aliran *cross-current* berdasarkan pada prinsip neraca massa sebagai berikut :

- a) Neraca massa total : $R_{n-1} + S_n = E_n + R_n$
- b) Neraca massa zat terlarut : $R_{n-1} X_{n-1} + S_n Y_s = E_n Y_n + R_n X_n$

3. Operasi bertahap banyak (*multi stage*) dengan aliran *counter-current*

Operasi *multi stage* dengan aliran lawan arah (*counter-current*) merupakan proses ekstraksi dimana kontak antara padatan dan pelarut (*solvent*) dilakukan

lebih dari satu kali. Prinsip ekstraksi *multi stage counter-current* adalah padatan “baru” dikontakkan dengan pelarut yang telah banyak mengandung *solut* yaitu ekstrak sebagai hasil kontak pada tahap-tahap berikutnya, sedangkan padatan yang solutnya telah menipis dikontakkan dengan pelarut segar pada tahap berikutnya. Operasi ekstraksi *counter-current* banyak diterapkan dalam industri karena menghasilkan perolehan (*yield*) yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh kontak antara ekstrak dengan padatan baru dan antara rafinat dengan pelarut baru memberikan *driving force* berupa perbedaan konsentrasi dan kelarutan dalam setiap tahapnya sehingga akan selalu terjadi perpindahan solut dari padatan ke pelarut. Operasi ekstraksi kontinu *counter-current* dapat disimulasikan dengan operasi *batch* antara umpan dan pelarut, tetapi harus mengikuti skema operasi ekstraksi multi tahap *counter-current* secara kontinu sampai mencapai *steady state* [Treybal,1980]. Skema operasi ini ditampilkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Operasi ekstraksi multi tahap *counter-current*

Perhitungan operasi multi tahap dengan aliran *counter-current* berdasarkan pada prinsip neraca massa sebagai berikut :

- a) Neraca massa total : $F + S = E_1 + R_n$ atau $R_0 + E_{n+1} = E_1 + R_n$
- b) Neraca massa zat terlarut :

$$F \cdot X_F + S \cdot Y_s = E_1 \cdot Y_1 + R_n \cdot X_n$$

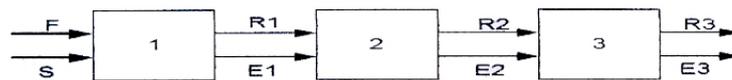
atau

$$R_0 \cdot X_0 + E_{n+1} \cdot Y_{n+1} = E_1 \cdot Y_1 + R_n \cdot X_n$$

4. Operasi bertahap banyak (*multi stage*) dengan aliran searah (*co-current*)

Operasi multi tahap dengan aliran *co-current* ini merupakan proses ekstraksi dimana kontak antara padatan dan pelarut (*solvent*) dilakukan lebih dari satu kali dalam aliran searah. Operasi secara *co-current* sebenarnya mirip dengan

ekstraksi tahap tunggal tetapi ekstrak dan rafinat yang diperoleh dari satu tahap diaduk lagi sampai waktu kesetimbangan pada tahap berikutnya sehingga *yield* yang dihasilkan lebih besar daripada *yield* yang dihasilkan pada ekstraksi tahap tunggal. Operasi ekstraksi ini tidak mungkin dilakukan karena ekstrak (E_1) akan dikontakkan kembali dengan rafinat (R_1). Jika tahap operasi berada dalam keadaan ideal maka ekstrak dan rafinat akan berada dalam kesetimbangan sehingga ekstrak dari tahap dua (E_2) akan sama dengan ekstrak dari tahap satu (E_1) dan rafinat dari tahap dua (R_2) akan sama pula dengan rafinat dari tahap satu (R_1). Kondisi tersebut akan berlangsung untuk tahap-tahap berikutnya sehingga jumlah tahap akan sulit dihitung karena letaknya pada garis operasi jauh dari kurva kesetimbangan [Treybal,1980]. Skema operasi ini ditampilkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Operasi ekstraksi multi tahap *co-current*

Perhitungan operasi multi tahap dengan aliran *co-current* berdasarkan pada prinsip neraca massa sebagai berikut :

c) Neraca massa total : $F + S = E_1 + R_n$ atau $R_0 + E_{n+1} = E_1 + R_n$

d) Neraca massa zat terlarut :

$$F \cdot X_F + S \cdot Y_s = E_1 \cdot Y_1 + R_n \cdot X_n$$

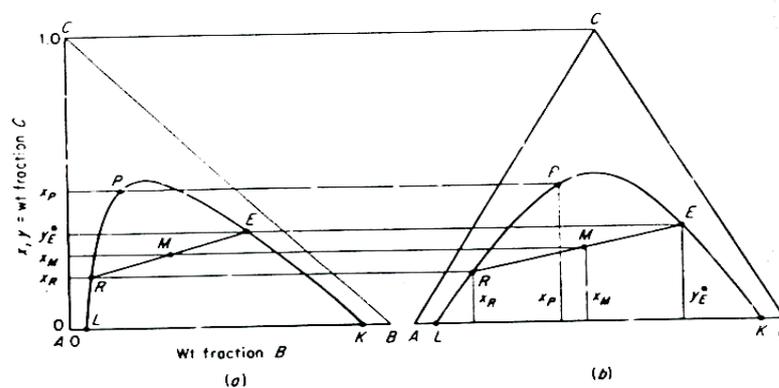
II.5.3 Kurva kesetimbangan ekstraksi padat cair

Kurva kesetimbangan adalah kurva yang terdiri dari garis-garis kesetimbangan antara konsentrasi ekstrak dan rafinat pada ekstraksi tahap tunggal, dengan rasio (perbandingan) umpan dan pelarut yang bervariasi. Tujuan dari pembuatan kurva kesetimbangan ini adalah untuk menggambarkan hubungan antara konsentrasi ekstrak dan rafinat sebagai data yang harus diperhatikan dalam perancangan unit ekstraksi. Kurva kesetimbangan ini kemudian digunakan untuk menentukan jumlah tahap teoritik dan efisiensi tahap pada ekstraksi padat-cair multistage.

Garis kesetimbangan (*tie-lines*) menghubungkan titik-titik distribusi konsentrasi solut dan padatan inert dalam ekstrak dan rafinat. Kurva kesetimbangan dapat digambarkan dalam diagram segitiga sama sisi atau diagram segitiga siku-siku, diagram X-Y, dan diagram *Janecke*.

a. Diagram segitiga sama sisi atau segitiga siku-siku

Dalam ekstraksi melibatkan dua fasa yaitu ekstrak dan rafinat, dimana masing-masing fasa ekstrak dan rafinat terdiri dari tiga komponen, yaitu solut, pelarut asal, dan pelarut pengeksrak. Komponen-komponen dalam fasa ekstrak dan rafinat digambarkan dalam diagram segitiga sama sisi. Ketiga titik sudut dalam segitiga sama sisi menyatakan komposisi tiga komponen yaitu solut (C), pelarut asal (A), dan pelarut pengeksrak (B) dalam fraksi berat. Kemudian fraksi-fraksi ekstrak dan rafinat dihubungkan satu sama lain hingga mencapai titik *plait point*, dimana titik *plait point* merupakan titik saat komposisi ekstrak dan rafinat sama besar. Titik-titik distribusi konsentrasi solut dan padatan inert dalam ekstrak dan rafinat dihubungkan oleh suatu garis kesetimbangan atau *tie lines*. Daerah di dalam kurva hubungan fraksi ekstrak dan rafinat merupakan daerah dua fasa. Agar pembacaan lebih mudah dilakukan maka diagram segitiga sama sisi dapat digambarkan dalam segitiga siku-siku dengan menarik sisi AC menjadi sumbu tegak lurus. Pada diagram segitiga siku-siku yang dibaca hanya fraksi berat solut (C) dan fraksi berat pelarut pengeksrak (B), fraksi berat pelarut asal (A) merupakan *dependent variable*. Diagram segitiga sama sisi dan segitiga siku-siku ditampilkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Diagram Segitiga Siku-siku dan Diagram Segitiga Sama Sisi

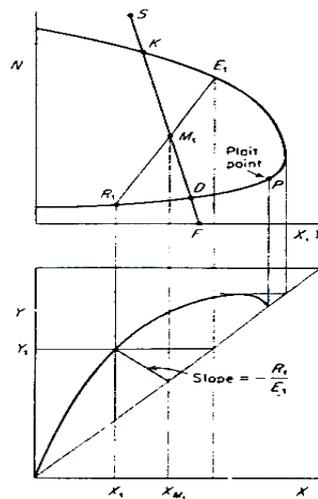
[Sumber : Geankoplis, 1993]

b. Diagram X-Y

Diagram X-Y merupakan kurva kesetimbangan yang menggambarkan hubungan konsentrasi solut (C) di ekstrak dan konsentrasi solut (C) di rafinat. Diagram X-Y dibuat dengan mengalurkan konsentrasi solut (C) di ekstrak pada sumbu Y dan konsentrasi solut (C) di rafinat pada sumbu X. Kemudian titik-titik konsentrasi solut di fasa ekstrak dan rafinat dihubungkan oleh garis kesetimbangan atau *tie lines*. Diagram X-Y ditampilkan pada Gambar 2.9.

c. Diagram *Janecke*

Diagram ini sering disebut dengan diagram N-X-Y karena diagram ini dibuat dengan mengalurkan data N_R (N di fasa rafinat) terhadap X dan data N_E (N di fasa ekstrak) terhadap Y. N_R menunjukkan konsentrasi padatan inert dalam rafinat, N_E menunjukkan konsentrasi inert dalam ekstrak, X menunjukkan konsentrasi solut dalam rafinat, dan Y menunjukkan konsentrasi solut dalam ekstrak. Diagram *Janecke* menggunakan sistem koordinat rectangular dengan variabel *Solvent Free Basis*. Diagram *Janecke* ditampilkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.10 Diagram *Janecke* dan Diagram X-Y

[Sumber : Geankoplis,1993]

BAB III

BAHAN DAN METODE

III.1 Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji teh varietas Assam yang didapat dari perkebunan teh di beberapa wilayah Indonesia, baik dari Jabar maupun luar propinsi Jabar. Adanya beberapa pengaruh yang mungkin terjadi berkaitan dengan bahan baku minyak yang digunakan, seperti umur, asal lokasi, varietas dan waktu penyimpanan tidak diteliti dalam penelitian ini.

III.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian mencakup alat utama dan alat penunjang. Alat utama yang digunakan berupa : ekstraktor batch berupa gelas kimia berkapasitas 250 mL yang dilengkapi *hot plate* dan *magnetic stirrer*. Peralatan penunjang yang digunakan adalah : evaporator vakum, eksikator, kertas saring, neraca dan oven.

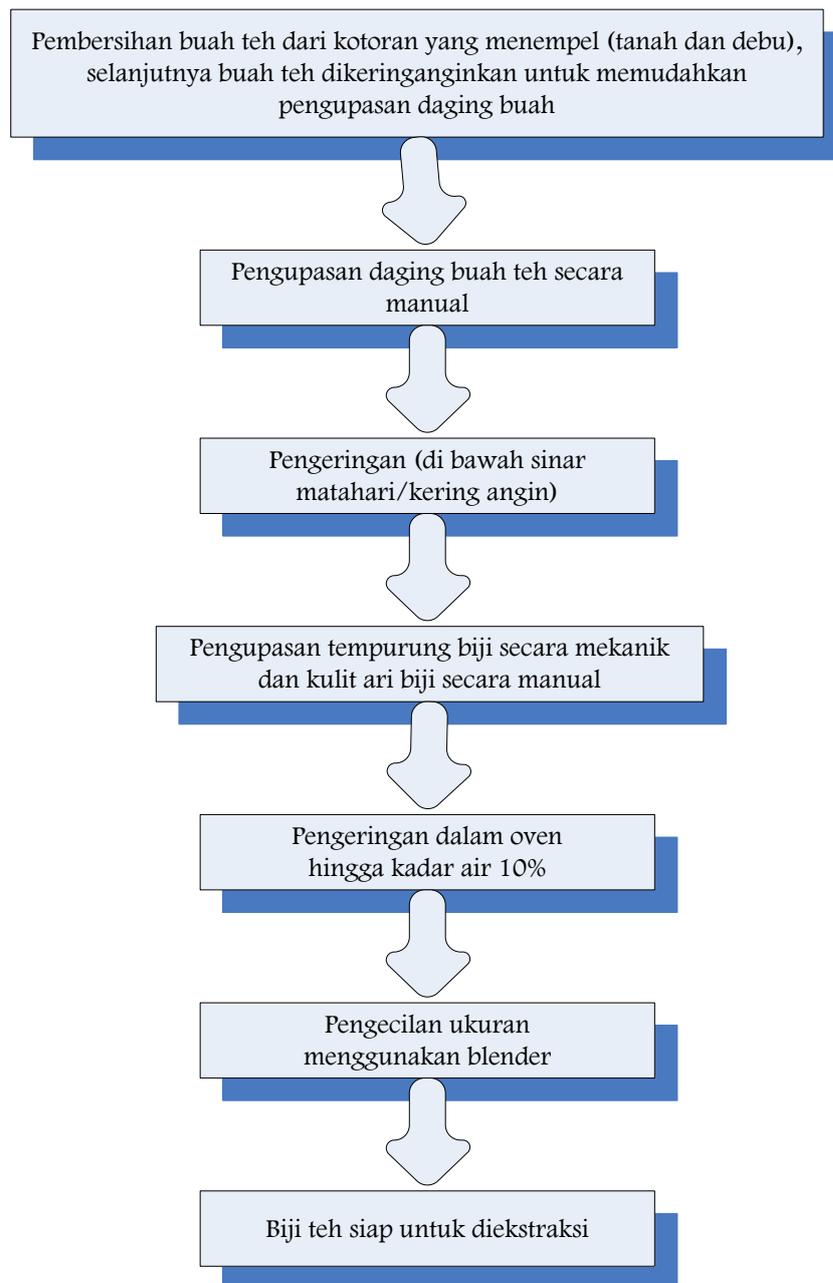
III.3 Metodologi Penelitian

Penelitian dibagi menjadi 4 (empat) tahapan besar, yaitu :

1. Persiapan bahan baku
2. Pembuatan kurva standar minyak kacang tanah
3. Pembuatan kurva kesetimbangan ekstraksi
4. Ekstraksi multistahap

III.3.1 Persiapan Bahan Baku

Sebelum memulai penelitian, terlebih dahulu dilakukan beberapa perlakuan awal terhadap bahan baku (biji teh). Perlakuan awal tersebut meliputi: pembersihan, pengupasan daging buah, tempurung biji dan kulit ari biji, pengeringan serta pengecilan ukuran. Prosedur lengkap persiapan bahan baku disajikan pada Gambar III.1.

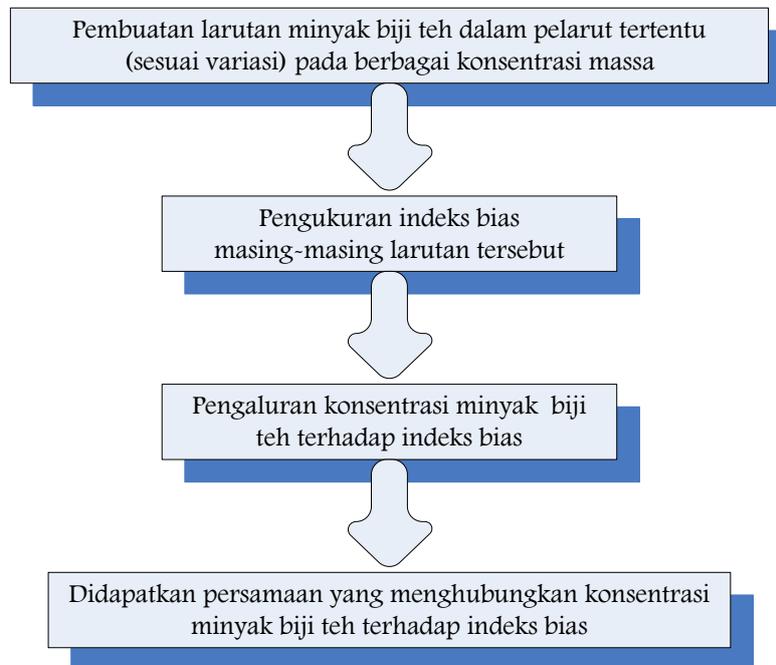


Gambar III.1 Diagram alir persiapan bahan baku

III.3.2 Pembuatan Kurva Standar Minyak Biji Teh

Pembuatan kurva standar minyak kadang tanah dilakukan untuk mencari hubungan konsentrasi minyak dalam larutan ekstrak terhadap nilai indeks biasnya. Minyak biji teh standar yang digunakan adalah minyak zaitun yang didapatkan di pasaran (banyak dijumpai di supermarket). Hal ini diputuskan berdasarkan pertimbangan bahwa minyak biji teh masih sangat jarang dijumpai di pasaran

lokal Indonesia dan minyak biji teh memiliki karakteristik yang sangat mirip dengan minyak biji teh sehingga dapat digunakan sebagai standar pembandingan minyak biji teh hasil penelitian. Prosedur lengkap pembuatan kurva standar minyak biji teh disajikan pada Gambar III.2.



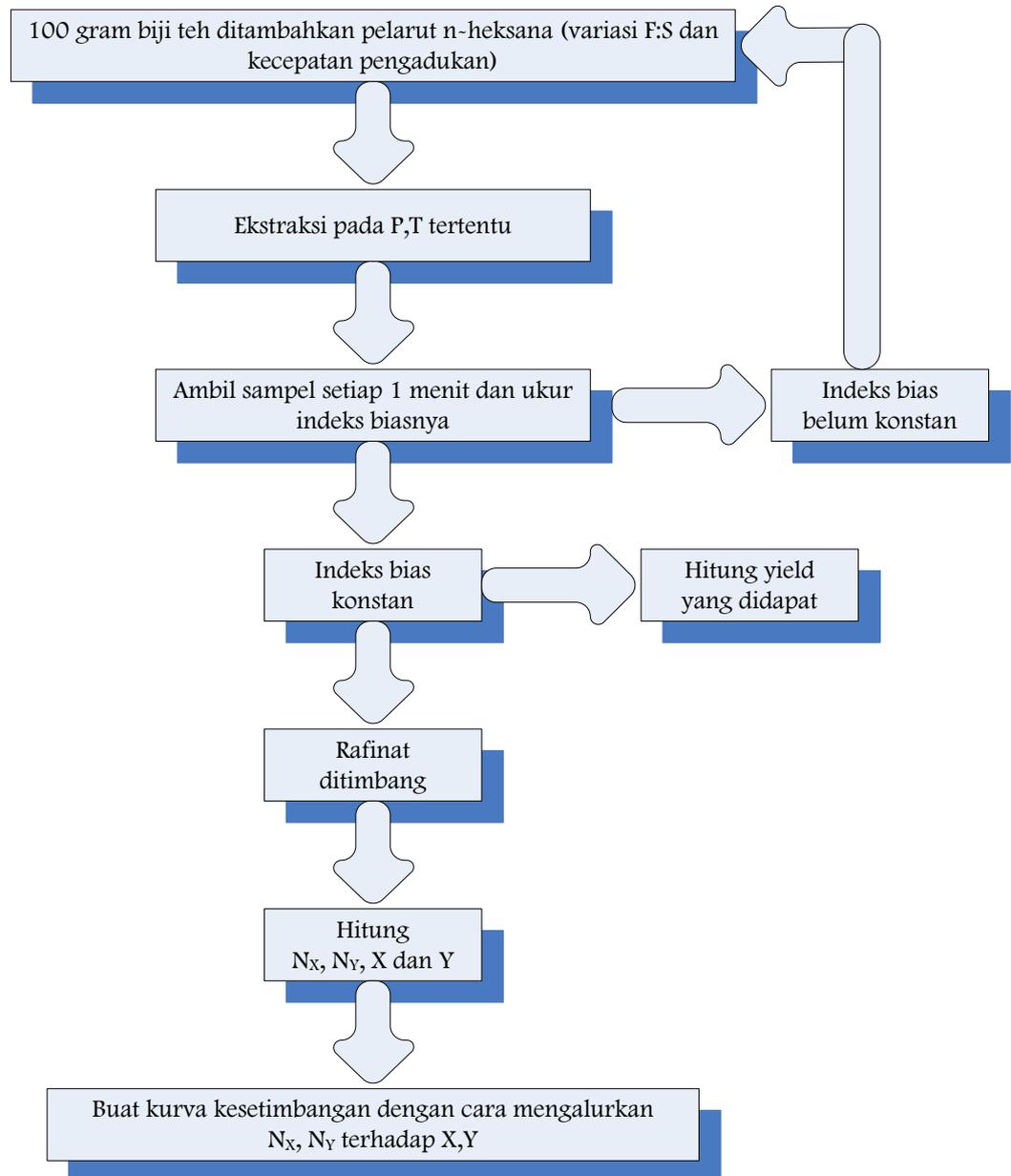
Gambar III.2 Diagram alir pembuatan kurva kalibrasi konsentrasi minyak biji teh terhadap indeks bias

III.3.3 Pembuatan Kurva Kesetimbangan

Pembuatan kurva kesetimbangan ekstraksi digunakan untuk menentukan tahap teoritis pada ekstraksi multi tahap sehingga pada akhirnya dapat ditentukan efisiensi proses ekstraksi yang akan dilakukan. Pembuatan kurva kesetimbangan ekstraksi sistem minyak biji teh – n heksana dilakukan di dalam ekstraktor *batch* satu tahap pada berbagai variasi rasio bahan baku terhadap pelarut (F:S) dan temperatur ekstraksi.

Penentuan konsentrasi di fasa ekstrak menggunakan refraktometer (akan didapatkan nilai indeks bias sehingga menggunakan persamaan konsentrasi minyak terhadap indeks bias dapat ditentukan nilainya) sedangkan penentuan massa rafinat yang didapat menggunakan neraca digital. Perhitungan N_X , N_Y , X dan Y menggunakan persamaan neraca massa yang telah diturunkan pada bab II.

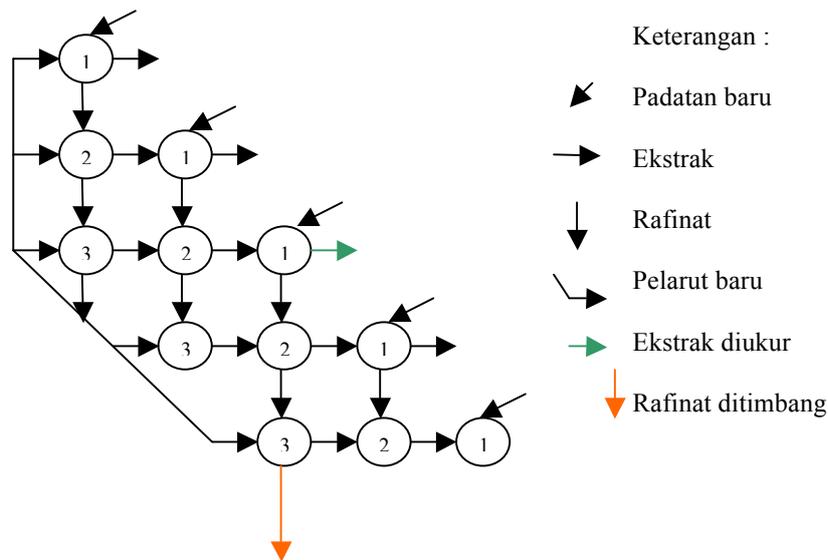
Prosedur lengkap pembuatan kurva kesetimbangan ekstraksi disajikan pada Gambar III.3.



Gambar III.3 Prosedur pembuatan kurva kesetimbangan ekstraksi sistem minyak biji teh – n heksana

III.3.4 Ekstraksi multistage *counter-current*

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui *yield* minyak dan efisiensi pada ekstraksi multistage. Sistem ekstraksi multistage *counter-current* (3 tahap) disajikan pada Gambar III.4. Diagram alir prosedur ekstraksi multistage disajikan pada Gambar III.5.



Gambar III.4 Sistem ekstraksi multistage tahap *counter-current*

Prosedur penentuan jumlah tahap teoritik dan efisiensi tahap sebagai berikut :

1. Penentuan tahap teoritik

- a. Titik F (Y_F, N_F) digambarkan pada kurva kesetimbangan yang telah didapat. Nilai Y_F (didapat dari hubungan n bias ekstrak terhadap konsentrasi minyak kacang tanah), sedangkan N_F (fraksi inert di dalam umpan dengan basis bebas inert) sehingga dapat dituliskan bahwa :

$$Y_{\text{minyak},F} = \frac{y_{\text{minyak},F} \cdot F}{y_{\text{heksana},F} \cdot F + y_{\text{minyak},F} \cdot F} \dots\dots\dots (III.1)$$

$$N_F (\text{feed}) = \frac{y_{\text{inert},F} \cdot F}{y_{\text{heksana},F} \cdot F + y_{\text{minyak},F} \cdot F} \dots\dots\dots (III.2)$$

- b. Titik S (X_S, N_S) digambarkan pada kurva kesetimbangan. Nilai X_S dan N_S dapat dicari melalui peneracaan massa, dimana digunakan asumsi bahwa pelarut n -heksana adalah pelarut murni sehingga dapat dituliskan bahwa:

$$X_{\text{minyak},S} = \frac{x_{\text{minyak},S} \cdot S}{x_{\text{n-heksana},S} \cdot S + x_{\text{minyak},S} \cdot S} = 0 \dots\dots\dots (III.3)$$

$$N_S (\text{solvent}) = \frac{x_{\text{inert},S} \cdot S}{x_{\text{pelarut},S} \cdot S + x_{\text{minyak},S} \cdot S} = 0 \dots\dots\dots (III.4)$$

- c. Titik $E_1 (Y_{E1}, N_{E1})$ dan $R_n (X_{Rn}, N_{Rn})$ digambar pada kurva kesetimbangan. Nilai Y_E , N_{E1} , X_{Rn} , dan N_{Rn} dapat dicari melalui persamaan berikut :

$$Y_{\text{minyak},E1} = \frac{y_{\text{minyak},E1} \cdot E_1}{y_{\text{n-heksana},E1} \cdot E_1 + y_{\text{minyak},E1} \cdot E_1} \dots\dots\dots(III.5)$$

$$N_{E1} = \frac{y_{\text{inert},E1} \cdot E_1}{y_{\text{n-heksana},E1} \cdot E_1 + y_{\text{minyak},E1} \cdot E_1} = 0 \dots\dots\dots (III.6)$$

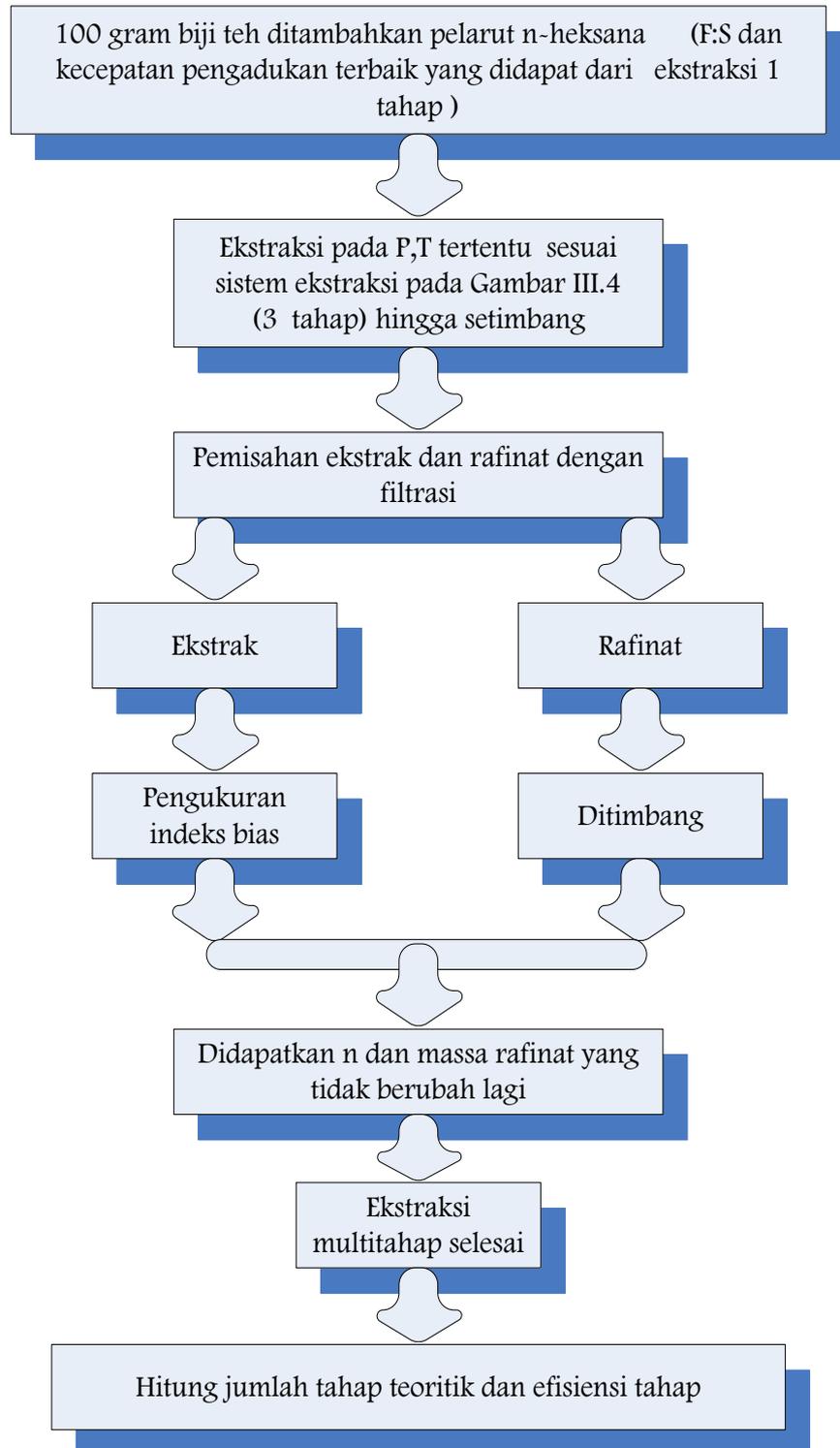
$$X_{\text{minyak},Rn} = \frac{x_{\text{minyak},Rn} \cdot R_n}{x_{\text{n-heksana},Rn} \cdot R_n + x_{\text{minyak},Rn} \cdot R_n} \dots\dots\dots (III.7)$$

$$N_{Rn} = \frac{x_{\text{inert},Rn} \cdot R_n}{x_{\text{n-heksana},Rn} \cdot R_n + x_{\text{minyak},Rn} \cdot R_n} \dots\dots\dots (III.8)$$

- d. Titik F dihubungkan dengan titik E_1 dan titik R_n dihubungkan dengan titik S. Perpotongan garis F- E_1 dan garis S- R_n disebut titik ΔR .
- e. Dari titik E_1 ditarik *tie line* sedangkan titik R_1 dihubungkan dengan titik ΔR sehingga diperoleh perpotongan pada sampai ke garis kurva N_R vs X (fasa rafinat) untuk memperoleh titik R_1 (tahap ke-1), garis kurva N_E vs Y (fasa ekstrak) yaitu titik E_2 .
- f. Langkah e dan f terus diulangi sampai melewati titik S (tahap ke-n) dan penentuan tahap teoritik selesai.
2. Penentuan efisiensi tahap

Efisiensi tahap dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Efisiensi tahap} = \frac{\sum \text{tahap teoritik}}{\sum \text{tahap aktual}} \times 100\% \dots\dots\dots (III.9)$$



Gambar III.5 Diagram alir ekstraksi multi tahap *counter-current*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Persiapan bahan baku

Biji teh yang digunakan sebagai bahan baku harus mengalami perlakuan awal yang meliputi tahap pemecahan tempurung buah teh, pembersihan biji, pengeringan, pengelupasan kulit biji dan pengecilan ukuran.

Biji teh yang baru dipisahkan dari kulitnya memiliki permukaan yang lengket, berwarna kuning pucat, dan memiliki kelembaban yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan pengeringan. Proses pengeringan di bawah sinar matahari memerlukan waktu yang cukup lama, yaitu 2-3 hari. Namun setelah dilakukan penjemuran, biji teh masih memiliki kadar air lebih dari 15% sedangkan kandungan air yang disarankan untuk proses ekstraksi maksimal 10% sehingga perlu dilakukan proses pengeringan lebih lanjut menggunakan *tray dryer* pada temperatur 90 °C selama 1 jam. Biji teh kering akan mengalami perubahan warna menjadi lebih terang dari warna semula dan mengalami penyusutan berat sekitar 70%. Kemudian biji teh yang telah dikelupas kulitnya disimpan di tempat yang cukup kering dan tidak lembab untuk mencegah tumbuhnya jamur. Tahap terakhir adalah tahap pengecilan ukuran menggunakan *blender* dan diayak menggunakan ayakan mesh ukuran -40+60. Biji teh hasil *blender* berbentuk serbuk dan berwarna kuning terang. Bahan baku biji teh yang digunakan pada penelitian ini memiliki kadar minyak sebesar 20% dengan kadar air sebesar 2-3%.

IV.2 Kurva Standar Minyak Biji Teh – n Heksana

Pembuatan kurva standar minyak bertujuan untuk memperoleh hubungan konsentrasi minyak biji teh dalam ekstrak sebagai fungsi dari indeks bias. Persamaan kurva standar minyak biji teh yang didapatkan sebagai berikut:

$$y = 1114,93 n(25^{\circ}\text{C}) - 1538,67$$

dengan:

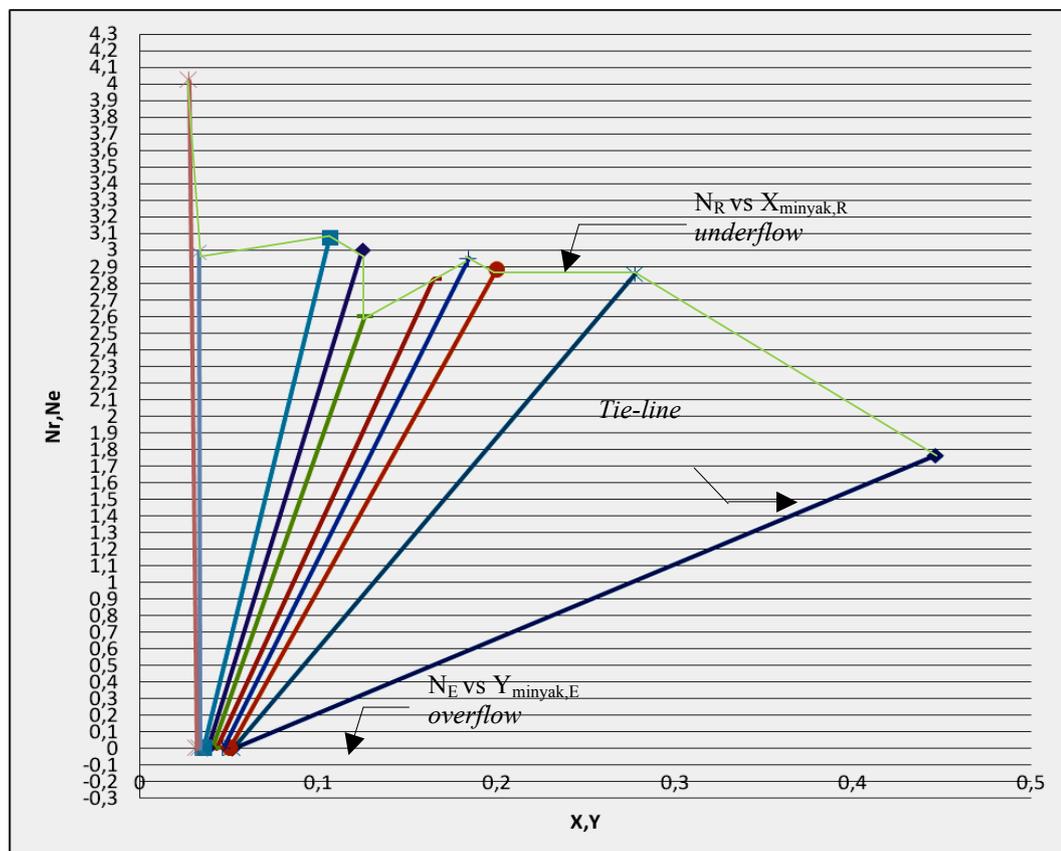
y : konsentrasi minyak biji teh dalam pelarut (%-b/v)

n : indeks bias larutan minyak biji teh (25°C)

Ekstraksi dilakukan pada temperatur kamar. Data mentah yang didapatkan berupa indeks bias tiap waktu ekstraksi hingga mencapai kesetimbangan dan diolah dengan bantuan persamaan di atas untuk mendapatkan konsentrasi minyak biji teh dalam fasa ekstrak.

IV.3 Kurva Kesetimbangan Minyak Biji Teh – n Heksana

Kurva kesetimbangan digunakan untuk menggambarkan hubungan konsentrasi solut dalam fasa ekstrak dan rafinat sebagai data yang harus diperhatikan dalam perancangan unit ekstraksi. Selain itu, kurva kesetimbangan digunakan untuk menentukan jumlah tahap teoritik dan efisiensi tahap pada ekstraksi multi tahap. Kurva kesetimbangan terdiri dari garis-garis kesetimbangan konsentrasi ekstrak dan rafinat (*tie-line*) yang menghubungkan titik-titik distribusi konsentrasi *solut* dan padatan inert dalam ekstrak dan rafinat. Kurva kesetimbangan minyak biji teh – n heksana yang diperoleh dari penelitian ini disajikan pada Gambar IV.1.

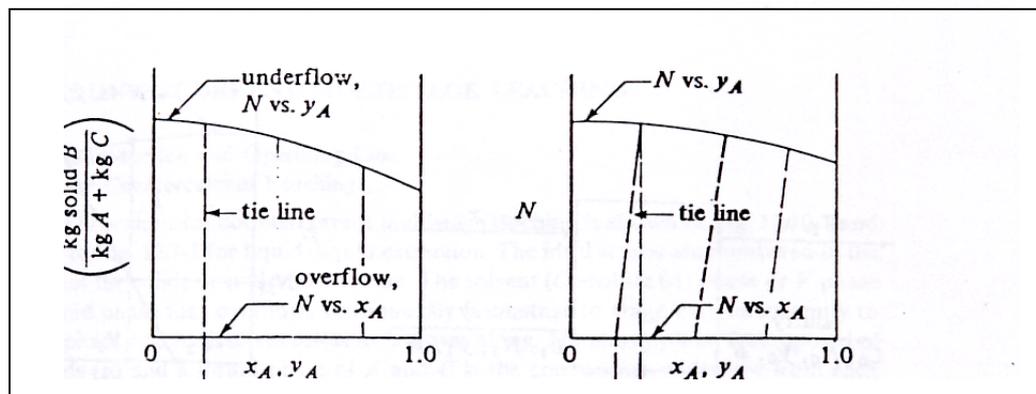


Gambar IV.1 Kurva kesetimbangan minyak biji teh – n heksana

Solut terlarut dalam *solvent* sehingga nilai fraksi *solut* di ekstrak dan rafinat ($Y_{\text{minyak,E}}$ dan $X_{\text{minyak,R}}$) berada pada rentang 0-1. Begitu pula dengan nilai fraksi inert di ekstrak sama dengan 0 karena diasumsikan ekstrak hanya mengandung *solut* dan *solvent*. Sedangkan nilai fraksi inert di rafinat berada pada rentang 0-1 pula dan diasumsikan rafinat mengandung inert yang tidak terlarut, *solut*, dan *solvent*. Dengan demikian *tie-line* pada kurva kesetimbangan harus memiliki gradien positif dan berada di kuadran 1 karena nilai-nilai fraksi *solut* dan inert berada pada rentang 0-1 dan tidak lebih dari 1 [Geankoplis,1993].

Pada kondisi awal *leaching*, konsentrasi *solut* di padatan umpan tinggi sedangkan konsentrasi *solut* di *solvent* rendah. Perbedaan konsentrasi merupakan *driving force* yang menyebabkan laju difusi *solut* melalui rafinat ke *interface* lalu ke ekstrak cepat dan kelarutan *solut* dalam *solvent* besar [Treyball,1980]. Semakin lama waktu kontak maka konsentrasi *solut* di rafinat akan semakin berkurang dan konsentrasi *solut* di ekstrak akan semakin meningkat hingga dicapai kondisi setimbang, dimana konsentrasi *solut* di rafinat (*underflow*) sama dengan konsentrasi *solut* di ekstrak (*overflow*) dan diharapkan semua *solut* dapat terlarut dalam *solvent*. Pada saat setimbang, laju difusi *solut* dari padatan umpan ke *solvent* sama dengan laju difusi *solut* dari *solvent* ke padatan sehingga dimungkinkan terjadi difusivitas *solut* dari *solvent* ke padatan untuk menjaga kondisi setimbang antara konsentrasi *solut* di rafinat (*underflow*) agar selalu sama dengan konsentrasi *solut* di ekstrak (*overflow*) sehingga seharusnya *tie-line equilibrium* merupakan garis tegak lurus [www.cheresources.com].

Namun pada penelitian ini *tie-line* yang diperoleh pada kurva kesetimbangan tidak vertikal dan cenderung miring ke kanan. Hal ini sangat dimungkinkan, mengingat kondisi *tie-line* yang vertikal dengan gradien nol hanya dapat dicapai secara teoritik dan waktu kesetimbangan tak hingga. Menurut literatur, pada kenyataannya secara praktek kurva kesetimbangan sistem memiliki kecenderungan bergradien positif pada kuadran 1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar IV.2 dan tidak mencapai gradien nol [Treyball, 1980]. Dengan demikian kurva kesetimbangan minyak biji teh – n heksana sesuai dengan literatur sehingga dapat dianggap cukup mewakili bila digunakan untuk keperluan perancangan unit ekstraksi lebih lanjut.



Gambar IV.2 Kurva kesetimbangan sistem dengan gradien nol (kiri) dan gradien positif (kanan) [Sumber : Geankoplis,1993]

IV.4 Ekstraksi multi tahap *counter – current*

Prinsip ekstraksi multi tahap *counter-current* adalah serbuk biji teh baru dikontakkan dengan pelarut n heksana yang telah mengekstrak minyak pada tahap sebelumnya, sedangkan serbuk biji teh yang solutnya telah menipis dikontakkan dengan pelarut n heksana yang lebih baru. Ekstraksi multi tahap dilakukan pada beberapa kondisi rasio umpan terhadap pelarut (F : S) yang divariasikan.

Operasi ekstraksi multi tahap *counter-current* banyak diterapkan dalam industri karena dapat memaksimalkan dan mengefisienkan penggunaan *solvent*, dimana untuk F : S yang sama, ekstraksi multi tahap menghasilkan *yield* lebih besar dibandingkan dengan ekstraksi tahap tunggal. *Yield* yang semakin besar dapat diperoleh dengan mengoperasikan ekstraksi tahap tunggal pada rasio F : S tinggi. Namun penggunaan *solvent* yang semakin banyak biasanya membutuhkan biaya operasi besar karena biaya *recovery solvent* cukup mahal. *Recovery solvent* dilakukan dalam kolom distilasi. Biaya operasi untuk memperoleh jumlah tahap yang lebih banyak dan menambah ekstraktor umumnya lebih rendah dibandingkan dengan biaya operasi untuk *recovery solvent* dalam kolom distilasi [Perry,1984].

Pada penelitian ini hanya dibatasi pada ekstraksi 3 tahap counter current Perbandingan *yield* minyak yang dihasilkan pada setiap tahapan ekstraksinya disajikan pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 *Yield* minyak pada ekstraksi *counter current* multi tahap

F:S	<i>Yield</i> minyak biji teh (%)		
	TAHAP 1	TAHAP 2	TAHAP 3
1:3,5	21,83	18,43	6,60
1:5	37,89	25,29	16,83
1:6	38,43	26,86	17,19

Pada Tabel IV.1 dapat dilihat bahwa pada penambahan jumlah tahap ekstraksi dari 1 tahap menjadi 2 tahap memberikan peningkatan *yield* yang lebih berarti dibandingkan pada penambahan jumlah tahap menjadi 3 tahap. Untuk aplikasi lebih lanjut diperlukan perhitungan ekonomis di dalam penambahan jumlah tahap ekstraksi walaupun *yield* dapat meningkat.

Secara umum peningkatan rasio F : S akan meningkatkan jumlah *yield* minyak. Perpindahan massa dapat terjadi karena adanya difusivitas. Difusivitas dalam ekstraksi merupakan pergerakan *solut* dalam campuran padatan umpan dan *solvent* di bawah pengaruh dorongan fisik yaitu konsentrasi dari *solut* yang berdifusi. Konsentrasi *solut* dalam padatan umpan tinggi sedangkan konsentrasi *solut* dalam *solvent* rendah sehingga *solut* akan berdifusi dari padatan umpan menuju pelarut [McCabe, 1993]. Banyaknya *solvent* merupakan media proses difusi *solut* dari padatan umpan menuju *solvent*. Semakin banyak *solvent* yang digunakan maka *solut* yang dapat terekstrak semakin banyak sehingga *yield* minyak semakin besar. Hal ini dapat dijelaskan bahwa rasio F : S besar akan membuat molekul pelarut semakin banyak sehingga kemungkinan molekul pelarut yang bertumbukan dengan molekul *solut* juga semakin besar. Oleh sebab itu semakin banyak minyak yang larut dalam *solvent* dan akan meningkatkan *yield*.

IV.5 Efisiensi tahap ekstraksi

Hasil perhitungan efisiensi tahap ekstraksi disajikan pada Tabel IV.2. Efisiensi tahap terbesar didapatkan pada rasio umpan terhadap pelarut sebesar 1:5 dan 1:6. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut, ekstraksi minyak dapat berlangsung dengan lebih optimal sehingga dapat disimpulkan bahwa

sebaiknya ekstraksi sebaiknya dilakukan menggunakan rasio umpan terhadap pelarut sebesar 1:5 dengan memperhitungkan faktor ekonomis lainnya.

Tabel IV.2 Efisiensi tahap ekstraksi *counter – current* multi tahap

F:S	Efisiensi tahap (%)
1:3,5	33,3
1:5	66,7
1:6	66,7

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan fenomena dan hasil yang teramati selama penelitian, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kurva kesetimbangan minyak biji teh – n heksana memiliki profil yang sesuai dengan literatur dengan tie line bergradien positif.
2. Peningkatan jumlah pelarut akan meningkatkan yield minyak yang didapat dan efisiensi tahap ekstraksi.
3. Peningkatan jumlah tahap ekstraksi hingga 3 tahap masih dapat meningkatkan *yield* minyak yang didapat.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan penulis untuk mengembangkan lebih lanjut penelitian ini adalah :

1. Perlu diteliti interaksi antara variable-variabel ekstraksi lainnya, seperti : temperatur, rasio F : S, ukuran partikel, jenis pelarut dan kecepatan pengadukan terhadap *yield* maupun kualitas minyak minyakyang diperoleh.
2. Perlu penelitian dengan variasi lebih lengkap untuk mencari data kesetimbangan lain sehingga dapat melengkapi kurva kesetimbangan yang telah diperoleh.
3. Perlu dilakukan analisis kualitatif minyak minyakyang dihasilkan dan analisis lainnya (misalnya : kandungan logam berat, mikrobiologi, kandungan pelarut yang masih tersisa) sesuai standar POM apabila minyak ini akan dipasarkan lebih lanjut.
4. Pemisahan pengotor dari minyak kasar hasil ekstraksi perlu diteliti lebih lanjut karena dimungkinkan masih mengandung komponen non trigliserida.
5. Pelarut yang tersisa juga dikhawatirkan akan berbahaya untuk aplikasi di bidang pangan sehingga diperlukan proses dan analisa lanjutan terhadap kadar pelarut yang tertinggal pada produk minyak kasar.

REFERENSI

- Adisewodjo, R.S., (1964), "*Bercocok Tanam Teh*", Sumur Bandung.
- Anonim, (1998), "Fats and Oils", Unilever Educational Booklet : Advanced Series.
- Anonim, (1998), "*Cara uji Minyak dan Lemak*", Dewan Standarisasi Nasional, Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3555)
- Anonim, (1998), "*SBP Handbook of Oilseeds, Oils, Fats and Derivatives*", SBP Consultants & Engineers, India.
- Anonim, "Varietas teh", www.teafountain.com/nss-folder/teainfofolder/tea_definitions.htm, didownload pada 12 Pebruari 2008.
- Bailey, James E and David F., (1983), "*Biochemical Engineering Fundamental*", Edition 2, Mc. Graw Hill, Singapore.
- Chopra, D. & David, S., (2000), "*The Chopra Centre Herbal Handbook*", Three Rivers Press, USA.
- De Silva, U.L.L., G.R. Roberts, (1972), "Products From Tea Seeds – Extraction and Properties of Saponin", Tea Research Institute, Sri Lanka, *Tea O*, 43 (3): 91-94.
- Deuel, Jr., Harry J., (1951), "*The Lipids: Their Chemistry and Biochemistry*" Vol.1, Interscience publishers. Inc, New York.
- Geankoplis, Christie J., (1993), "*Transport Process and Unit Operations*", 2nd Edition, Prentice Hall, USA.
- Hartoyo, A., (2003), "Teh dan Khasiatnya bagi Kesehatan", Kanisius, Yogyakarta.
- John C.E., (1992), "*Tea in China: The History of China's National Drink*", Greenwood Press, [ISBN 0-313-28049-5](https://www.greenwood.com/9780313280495)
- Ketaren, S, (1986), "*Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*", UI-Press, Jakarta.
- Kuntz, L. O., (2002), "*Cammelia Sinensis*", http://ecoport.org/ep?Plant=599&entityType=PL****&entityDisplayCategory=full., didownload pada 20 Agustus 2003, 07:57:35
- Oguni, I, (1996) "*Green Tea and Human Health*", Japan Tea Exporter's Association Shizuoka Japan.

Othmer, Kirk, (1964), "*Encyclopedia of Chemical Technology*" 2nd ed. Volume 14, hal 132-133

Othmer, Kirk, (1964), "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 2nd ed. Volume 18, hal 838

Othmer, Kirk, (1997), "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 4th edition, Vol. 23, John Wiley and Sons, New York, p. 746.

Setyamidjaja, D, (2000), "*Budidaya dan Pengolahan Pasca Panen Teh*", Kanisius, Yogyakarta.

Syah, Alam, N.U., (2006), "*Taklukan Penyakit Dengan Teh Hijau*", Agro Media Pustaka, Jakarta.

Treyball, Robert E., (1981), "*Mass Transfer Operations*", Mc. Graw Hill, Singapore.

Wickremasinghe, R.L., (1972), "By-products of Tea", *Tea O*, 43 (3): 85-87, Tea Research Institute, Sri Lanka.

William, H.U., (1935), "All About Tea", *New York The Tea and Coffee Trade Journal Company*, 1.

Yamamoto, T., M Kim, L R Juneja, (1987), "*Chemistry and Applications of Green Tea*", CRC Press, ISBN 0-849-34006-3

[http ://www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

<http://www.warintek.progressio.or.id/perkebunan/teh.htm>