

**STUDI EKSTRAKSI DAN PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA
SERTA KOMPOSISI ASAM LEMAK PENYUSUN
TRIGLISERIDA DARI MINYAK BIJI LENGKENG
(*Dimocarpus longana*)**

SITI HAMAMAH GUSTIANI

0304030537



UNIVERSITAS INDONESIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN KIMIA

DEPOK

2008

**STUDI EKSTRAKSI DAN PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA
SERTA KOMPOSISI ASAM LEMAK PENYUSUN
TRIGLISERIDA DARI MINYAK BIJI LENGKENG
(*Dimocarpus longana*)**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

Oleh:

SITI HAMAMAH GUSTIANI

0304030537



DEPOK

2008

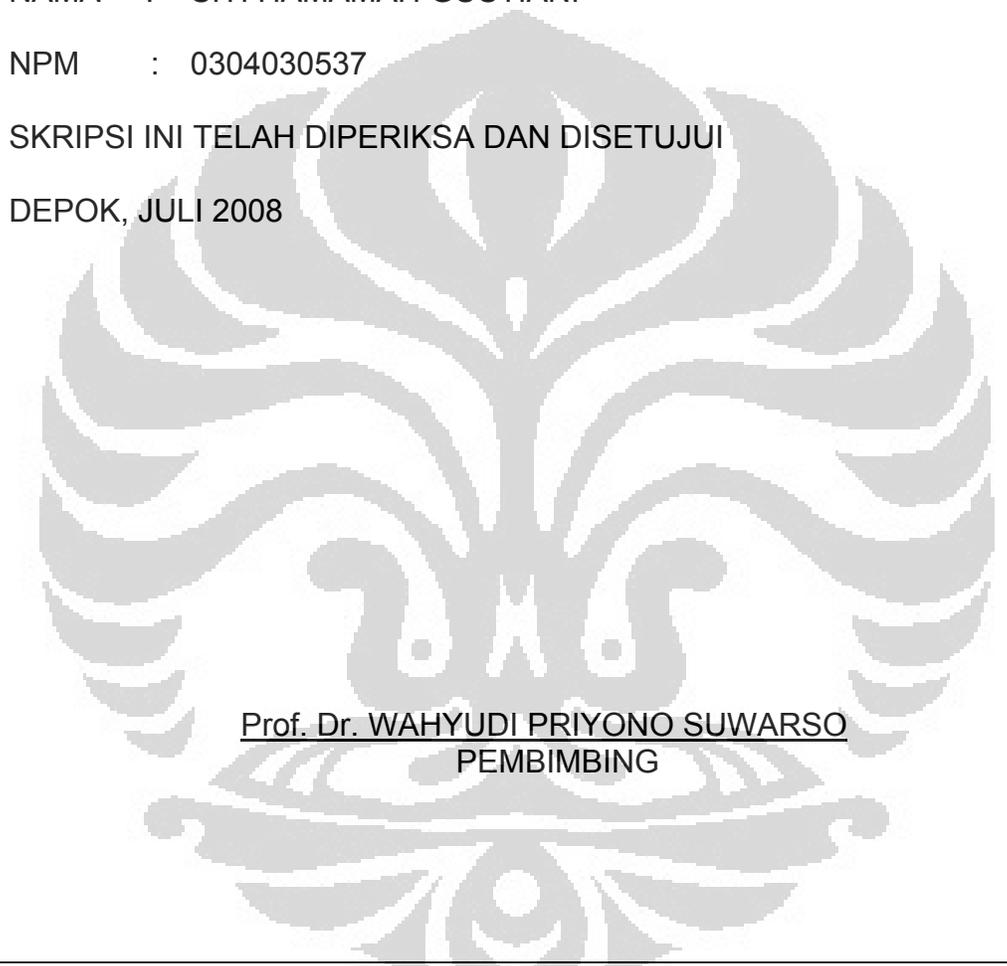
SKRIPSI : STUDI EKSTRAKSI DAN PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA
SERTA KOMPOSISI ASAM LEMAK PENYUSUN
TRIGLISERIDA DARI MINYAK BIJI LENGKENG
(*Dimocarpus longana*)

NAMA : SITI HAMAMAH GUSTIANI

NPM : 0304030537

SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DEPOK, JULI 2008



Prof. Dr. WAHYUDI PRIYONO SUWARSO
PEMBIMBING

Tanggal lulus Ujian Sidang Sarjana:

Penguji I :

Penguji II :

Penguji III :

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah..Segala puji hanyalah milik Allah SWT karena atas rahmat-Nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Ungkapan rasa terima kasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi ini:

Kepada Bapak Prof. Dr. Wahyudi Priyono Suwarso yang telah memberikan waktu dan bimbingannya selama penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada: Drs. Riswiyanto, M.Si sebagai pembimbing akademis; Dr. Ridla Bakri, selaku Ketua Departemen Kimia FMIPA UI; Bu Dra. Tresye Utari sebagai koordinator penelitian; Para dosen, atas bekal ilmu pengetahuan yang telah diberikannya selama ini; Pak Marji, Pak Trisno, Pak Hedi, Pak Amin, Pak Kiri, dan seluruh staf Departemen Kimia yang telah banyak membantu; Pak Tarwin dan Pak Agus dari Balai Besar Industri Agro Bogor yang telah membantu dalam pengukuran sampel.

Kepada keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, melakukan pengorbanan tiada tara, dan mengirimkan do'a-do'a di tiap penghujung malam agar putra-putrinya menjadi manusia-manusia yang beruntung. Ma, izinkan Ade mengambil sedikit beban Mama. Kakak yang telah membantu dan menghibur lewat candanya (kak, puas deh makan lengkengnya ;). Sahabat-sahabat lama: syifa, dewi, santi, trilia, triya, obhi atas dukungannya dan sms penyemangatnya.

Kepada teman-teman di lantai 4, lab penelitian terasa sepi tanpa kalian: ari, ami, atri, kurnia, janti, eka, niezha, isal, citra, vero, uthe, tina, irwan, kak ridwan, kak laili, kak rika, kak vera, kak dewi, kak riki, ty (kapan kita ngegosip lagi :o), qq (terimakasih ud 4 tahun berbagi suka-duka, smoga g cuma 4 tahun y,q), lindi (ternyata qt bisa melewatinya), fitri (terimakasih atas canda dan kebersamaannya), wakhid, danar (yang suka menghibur lewat konser gratisnya). Teman-teman lantai 3 yang dengan sukarela meminjamkan barang-barangnya: nur (makasih selalu menyemangati, kuliah di kimia jd lebih mudah), ratna, faride-hamim, Bernie, opik, basit, Natalie, lany, atul (siapa pemegang rekor pemecah barang neh?!), kak santi, kak vena, kak ela, kak dina (terimakasih selalu minjemin materi kuliah).

Teman-teman 2004: caca (tetap semangat y), riska (terimakasih bukunya), ana, nita, indah, bibah, tika, ika, ratih, iman (terimakasih bagi-bagi ilmunya), ridlo, muris-gentur, alex, wuri, adin, visti, dan semuanya..Terimakasih atas kebersamaan dan persahabatannya. Teman-teman angkatan 2003-2005, kak verli-kak gusri-kak achi (terimakasih atas dorongan semangatnya), kak irmi (terimakasih atas infonya). Kepada berbagai pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini dan belum tercantum. Mungkin nama kalian tidak tertera di sini, namun yakinlah, kebaikan kalian pasti telah tercatat oleh pemilik semua kebaikan, Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Depok, Juni 2008

Penulis

ABSTRAK

Lengkeng (*Dimocarpus longana*) merupakan tanaman yang sedang dibudidayakan di Indonesia. Tanaman lengkung banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan, obat dan kosmetik, serta industri lainnya. Biji lengkung merupakan salah satu sumber minyak nabati yang belum diketahui sifat fisiko-kimianya, sehingga pemanfaatan biji lengkung belum maksimal dan hanya merupakan limbah pertanian. Pada penelitian ini, minyak biji lengkung diperoleh dari ekstraksi menggunakan metode sokhletasi dengan pelarut nonpolar *n*-heksana. Hasil ekstraksi berupa minyak berwarna jingga kecoklatan diproses kembali untuk menghasilkan minyak lebih murni dengan penetralan dan dekolorisasi, sehingga diperoleh minyak lengkung berwarna kuning. Minyak hasil ekstraksi tanpa dan dengan pemurnian tersebut dianalisis sifat fisiko-kimianya. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida dari minyak biji lengkung hasil pemurnian diketahui dengan peralatan kromatografi gas. Komposisi asam lemak dari minyak biji lengkung adalah asam linoleat 26,73 %; asam oleat 22,08 %; asam linolenat 8,59 %; asam palmitat 19,78 %; asam stearat 3,41 %; asam kaprilat 0,48 %; asam laurat 0,18 %; asam miristat 0,09 %; dan asam kaprat 0,06 %.

Kata Kunci: *Dimocarpus longana*, Lipida, Trigliserida, Asam Lemak.

x + 88 halaman: tabel, gambar, lampiran.

Bibliografi: 23 (1969-2008)

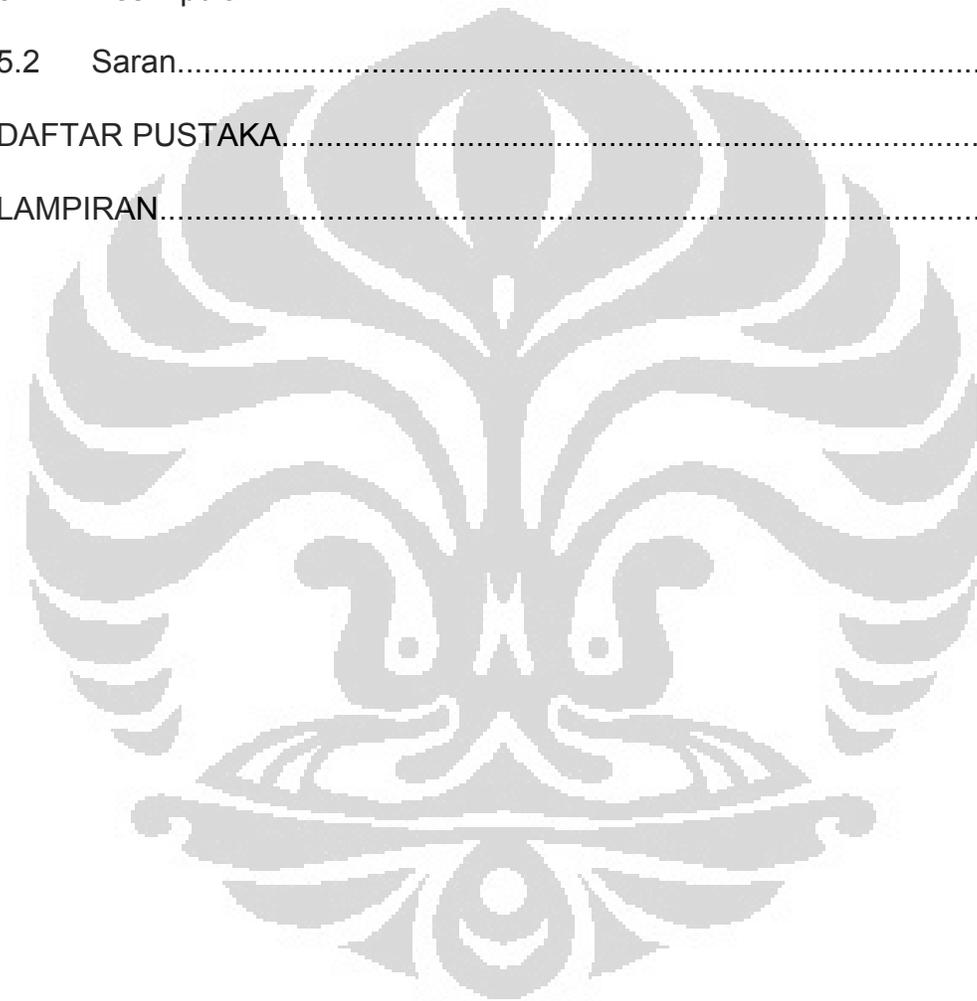
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Metode Penelitian.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Taksonomi.....	5
2.2 Morfologi Tanaman.....	6
2.3 Ekologi dan Penyebarannya.....	8
2.3.1 Habitat Alami.....	8
2.3.2 Batasan Biofisika.....	9
2.3.3 Reproduksi/ Perkembangan Biologis.....	9
2.4 Manfaat.....	10
2.5 Minyak dan Lemak.....	11

2.5.1	Sumber Minyak dan Lemak.....	12
2.5.2	Komposisi Minyak dan Lemak.....	15
2.5.2.1	Trigliserida.....	15
2.5.2.2	Asam Lemak.....	16
2.5.3	Pembentukan Minyak dan Lemak pada Tumbuhan.....	20
2.5.4	Pengolahan Minyak dan Lemak.....	22
2.5.4.1	Ekstraksi.....	22
2.5.4.2	Pemurnian Minyak.....	24
2.6	Karakteristik.....	26
2.7	Penentuan Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida (metode kromatografi gas).....	28
 BAB III. PERCOBAAN		
3.1	Alat dan Bahan.....	31
3.1.1	Alat.....	31
3.1.2	Bahan.....	32
3.2	Prosedur Kerja.....	33
3.2.1	Skema Kerja.....	33
3.2.2	Ekstraksi Minyak Biji Lengkeng.....	34
3.2.3	Pemurnian Minyak Biji Lengkeng Hasil Ekstraksi.....	34
3.2.3.1	Tahap Netralisasi.....	34
3.2.3.2	Tahap Pemucatan Warna (<i>Dekolorisasi</i>)	35
3.2.4	Karakterisasi Minyak Biji Lengkeng.....	35
3.2.4.1	Penentuan Berat Jenis.....	35

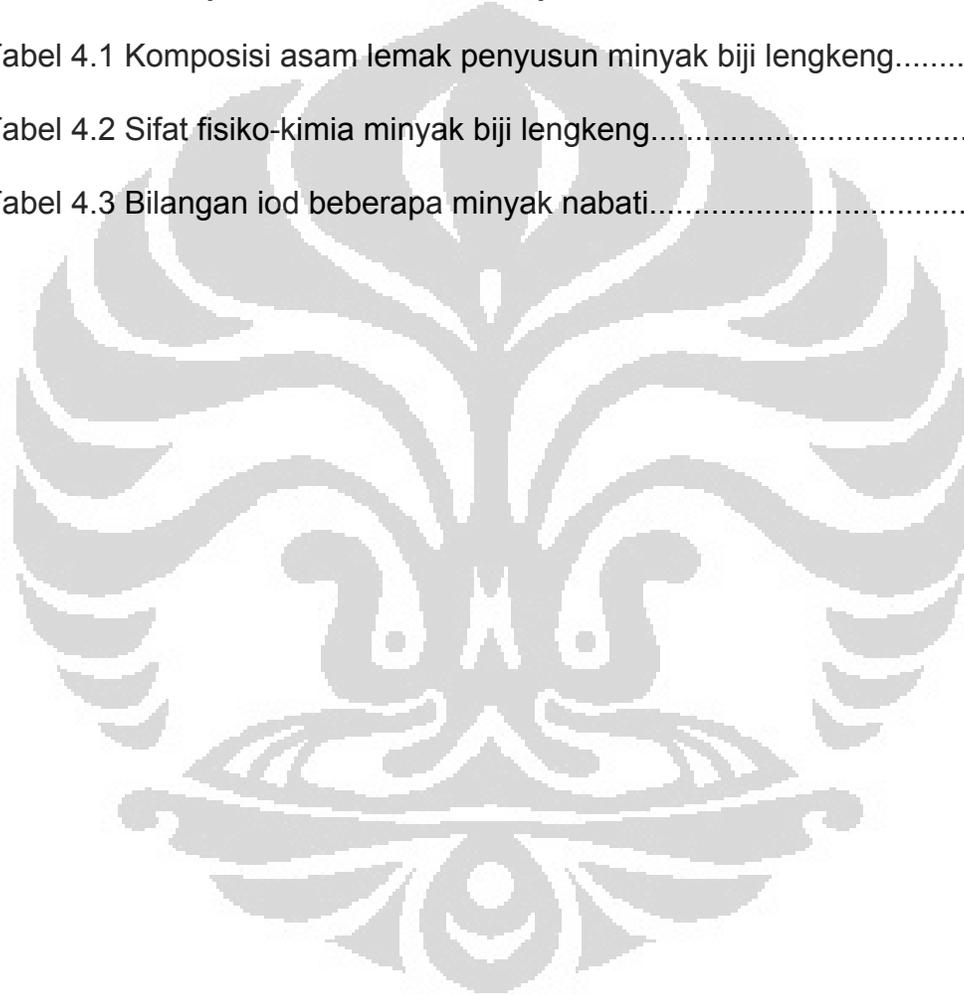
3.2.4.2	Penentuan Indeks Bias.....	36
3.2.4.3	Penentuan Titik Leleh.....	37
3.2.4.4	Penentuan Bilangan Asam.....	38
3.2.4.5	Penentuan Bilangan Penyabunan.....	39
3.2.4.6	Penentuan Bilangan Iod.....	40
3.2.4.7	Penentuan Bilangan Peroksida.....	41
3.2.4.8	Penentuan Materi Tidak Tersabunkan.....	42
3.2.5	Penentuan Komposisi Asam Lemak.....	43
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Estraksi Minyak Biji Lengkeng.....	45
4.2	Proses Pemurnian Minyak Biji Lengkeng.....	47
4.2.1	Tahap Netralisasi.....	47
4.2.2	Tahap Pemucatan Warna (<i>Dekolorisasi</i>).....	48
4.3	Komposisi Asam Lemak Penyusun Minyak Biji Lengkeng.....	50
4.3.1	Pembuatan Metil Ester.....	51
4.3.2	Hasil Asam Lemak Penyusun Trigliserida dari Minyak Biji Lengkeng.....	52
4.4	Sifat Fisiko-Kimia Minyak Biji Lengkeng.....	53
4.4.1	Berat Jenis.....	54
4.4.2	Indeks Bias.....	55
4.4.3	Titik Leleh.....	56
4.4.4	Bilangan Asam.....	57
4.4.5	Bilangan Penyabunan.....	58

4.4.6	Bilangan lod.....	60
4.4.7	Bilangan peroksida.....	62
4.4.8	Materi Tidak Tersabunkan.....	65
BAB V. PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN.....		73



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis asam lemak jenuh.....	17
Tabel 2.2 Jenis-jenis asam lemak tidak jenuh.....	18
Tabel 4.1 Komposisi asam lemak penyusun minyak biji lengkung.....	52
Tabel 4.2 Sifat fisiko-kimia minyak biji lengkung.....	53
Tabel 4.3 Bilangan iod beberapa minyak nabati.....	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Lengkung (<i>longan</i>).....	7
Gambar 2.2 Daun, buah, dan biji Lengkung (<i>longan</i>).....	7
Gambar 2.3 Struktur kimia Trigliserida.....	15
Gambar 2.4 Struktur asam dihidrosterkulat dan asam sterkulat.....	19
Gambar 2.5 Reaksi Pembentukan Trigliserida.....	21
Gambar 2.6 Proses Pembentukan Minyak dan Lemak.....	21
Gambar 2.7 Skema alat GC.....	29
Gambar 4.1 Biji lengkung kering (kiri) dan serbuk lengkung kering (kanan)	46
Gambar 4.2 Proses ekstraksi minyak biji lengkung dengan sokhlet.....	47
Gambar 4.3 Minyak biji lengkung tanpa pemurnian (kiri) dan dengan pemurnian (kanan).....	50
Gambar 4.4 Reaksi transesterifikasi.....	51
Gambar 4.5 Reaksi hidrolisis minyak.....	57
Gambar 4.6 Reaksi penyabunan minyak.....	60
Gambar 4.7 Reaksi adisi asam lemak tak jenuh dengan pereaksi wijs.....	61
Gambar 4.8 Reaksi pembentukan hidroperoksida.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I: Hasil analisis komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak biji lengkung.....	75
Lampiran II: Kromatogram gas standar asam lemak.....	76
Lampiran III: Kromatogram gas minyak biji lengkung murni.....	77
Lampiran IV: Perhitungan dalam analisa sifat fisiko-kimia minyak biji lengkung.....	78



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lipida nabati merupakan lipida yang paling banyak penggunaannya untuk kebutuhan pangan maupun nonpangan. Salah satu bentuk lipida yang sering dimanfaatkan adalah minyak yang bersumber dari biji-bijian. Dalam keperluan industri, minyak dapat digunakan untuk: pembuatan sabun, produk kesehatan kulit, dan produk kosmetik lainnya; sebagai agen pengering, yang kebanyakan digunakan dalam pembuatan cat dan produk-produk hasil kayu lainnya; dalam industri elektronika sebagai insulator karena tidak beracun terhadap lingkungan, dapat didegradasi oleh alam; untuk keperluan bahan bakar, minyak kebanyakan digunakan sebagai biodiesel¹.

Indonesia merupakan salah satu negara yang berpotensi untuk pertumbuhan aneka ragam jenis flora. Tanaman buah-buahan termasuk sebagian jenis flora yang banyak tumbuh di daratan Indonesia, terdapat 50 jenis tanaman buah-buahan yang selama ini dikenal dan belum digali secara maksimal kegunaannya.

Salah satu sumber minyak nabati yang belum banyak diteliti adalah minyak biji lengkeng. Lengkeng adalah buah kecil berbentuk bulat yang berasal dari daratan Cina yang masih satu famili dengan rambutan dan leci,

yaitu termasuk famili *Sapindaceae*. Lengkeng (*Dimocarpus longana*) merupakan tanaman yang sedang dibudidayakan di Indonesia, terutama daerah Sumatera, Jawa, dan Kalimantan. Di Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah, lengkung merupakan salah satu buah unggulan nasional dan identitas daerahnya, dengan produksi sebesar 1.210 ton/panen. Lengkeng cukup disukai masyarakat di Indonesia, karena rasanya enak, manis dan menyegarkan. Tanaman lengkung banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan, obat dan kosmetik, serta industri lainnya. Daging lengkung enak dimakan segar dan dapat dibuat minuman dalam kaleng (canning). Kayunya dimanfaatkan sebagai kayu bakar, dalam bidang *furniture* dan konstruksi. Daun dan biji-nya mengandung polifenol dan saponin, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai antioksidan dan industri kosmetik seperti *shampoo*. Selain itu, bijinya juga berkhasiat sebagai obat sakit kulit dan daging buahnya untuk obat penenang².

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mempelajari potensi dari tanaman lengkung. Baru-baru ini, para peneliti dari Thailand mengemukakan pemanfaatan kayu dari pohon lengkung sebagai sumber energi biomassa³. Para peneliti Thailand juga telah mempelajari aktivitas antioksidan dari tanaman lengkung⁴. Biji lengkung merupakan salah satu sumber minyak nabati yang belum diketahui sifat fisiko-kimianya, sehingga pemanfaatan biji lengkung belum maksimal dan hanya merupakan limbah pertanian.

1.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini akan diisolasi minyak yang dihasilkan dari ekstraksi biji lengkung dengan pelarut organik *n*-heksana. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode sokhletasi. Minyak lengkung hasil ekstraksi akan dimurnikan untuk dibandingkan perbedaan sifat fisiko-kimia minyak sebelum dengan setelah proses pemurnian. Selanjutnya, minyak biji lengkung murni diteliti kandungan trigliseridanya. Kandungan trigliserida dapat diketahui dengan menyuntikkan cairan metil ester dari minyak tersebut ke peralatan kromatografi gas untuk dianalisis.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis minyak lengkung hasil ekstraksi biji lengkung dan mengetahui sifat-sifat fisiko-kimia serta komposisi asam lemak trigliseridanya.

1.4 Hipotesis

Biji lengkung diduga mengandung minyak atau lemak yang dapat mengandung trigliserida dan asam tertentu yang dapat dimanfaatkan dalam bidang industri. Sifat fisiko-kimia minyak akan bergantung pada komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi^{2,5}

Berdasarkan taksonominya, tanaman lengkung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheophyta
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Sapindales
Famili	: Sapindaceae
Genus	: <i>Dimocarpus</i>
Jenis	: <i>Dimocarpus longana</i>
Sinonim	: <i>Dimocarpus longana</i> , <i>Euphoria longana</i> , <i>Euphorbia longana</i> , <i>Nephelium longana</i> , <i>Nephelium longan</i> .
Nama Umum	: longan, lungan, dragon eye (Inggris) longán, longana (Spanyol) longanier, oeil de dragon (Prancis)

mata kucing (Malaysia)

lengkeng (Jawa, Indonesia)

guiyuan (China)

kyet mouk (Burma)

mien (Kamboja)

lam nhai, nam nhai (Laos)

lamiyai pa (Thailand)

nhan (Vietnam)

2.2 Morfologi Tanaman⁶

Pohon lengkeng dapat tumbuh hingga ketinggian 10-20 m. Batangnya tegak, berkayu, bulat ($d=76,2$ cm), percabangan simpodial, permukaan kasar, dan berwarna coklat. Daunnya majemuk menyirip, berseting, dengan anak daun berbentuk lonjong, tepi rata, ujung runcing, pangkal runcing, panjang 4-9 cm, lebar 2-4 cm, pertulangan menyirip, permukaan licin, dan berwarna hijau. Daun-daun tumbuh di setiap ujung dahan, $\pm 6-9$ daun. Bunganya kecil-kecil, berwarna coklat kekuningan, kelopaknya terbelah 3-5 yang panjang cupingnya 2-5 mm x 1-3 mm. Daun bunga 1,5-6 mm x 0,6-2mm. Bunga lengkeng dengan sebuah *panicle*, terdiri dari bunga jantan (putik tidak berfungsi), bunga betina (benang sari tidak berfungsi), dan bunga berkelamin ganda (*hermaphrodite*). Bunga jantan mempunyai ± 8 benang sari. Bunga betina memiliki *anther* yang steril dan tidak berfungsi. Bunga *hermaphrodite*

terdiri dari dua *carpel* dan induk telur. Secara normal, hanya satu *carpel* yang berkembang menjadi buah. Jumlah benang sari pada bunga *hermaphrodite* juga 8. Buahnya berbentuk bola, garis tengah 1-2 cm, permukaan kasar, dan berwarna coklat. Bijinya berbentuk bulat, keras, licin, dan berwarna hitam. Akarnya tunggang dan berwarna coklat. Daging buah berlendir, berwarna bening agak keputihan, rasanya manis tetapi tidak semanis lychee.



Gambar 2.1 Pohon Lengkeng (*longan*)



Gambar 2.2 Daun, buah, dan biji Lengkeng (*longan*)

2.3 Ekologi dan Penyebarannya

2.3.1 Habitat Alami

Sejak zaman dahulu (disebutkan dalam literatur yaitu sejak periode kekaisaran Cheng Tang tahun 1223), masyarakat China telah mengembangkan tanaman lengkeng khususnya di daerah selatan China di provinsi Kwangtung, Kwangsi, Schezwan dan Fukien, antara ketinggian 500 dan 1.500 ft (150-450 m). Lengkeng diperkenalkan ke India pada tahun 1798, tetapi dalam literatur India menyatakan bahwa lengkeng tidak hanya berasal dari China, tetapi juga dari India bagian selatan di hutan Assam dan bukit Garo, dan di tanam di Bengal⁷.

Selain di China dan India, lengkeng juga berkembang di daerah Indochina (Thailand, Kamboja, Laos, Indonesia, Vietnam dan Taiwan). Tanaman Lengkeng diperkenalkan ke Florida dari China oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (*United States Department of Agriculture*) pada tahun 1903 dan telah menyebar ke beberapa wilayah; salah satunya di *Federal Experiment Station* di Mayaguez, Puerto Rico, setinggi 10 ft (3 m) pada tahun 1926, 23 ft (7 m) pada tahun 1929. Pohon lengkeng juga tumbuh di *Atkins Garden* di Cuba. Di Hawaii, lengkeng tumbuh sangat subur melebihi lychee⁷.

2.3.2 Batasan Biofisika⁵

Seperti lychee, lengkung tumbuh di lingkungan subtropik. Meskipun begitu, lengkung tidak dapat tumbuh pada suhu di bawah 32 °F (0 °C), dan pada suhu 26-28 °F (-2 sampai -3 °C) dapat merusak atau menghambat pertumbuhan pohonnya. Di wilayah tropik, lengkung dapat tumbuh pada permukaan laut sampai ketinggian 1.800 ft (549 m). Lengkung mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah, kecuali tanah yang memiliki kadar garam (toleransi kadar garam NaCl 1-2%) dan air tinggi. Pertumbuhannya baik pada pH 5,5-6. Pohon-pohonnya harus ditanam dengan jarak pemisahan 18-25 ft (5,5-7,6 m). Di Thailand, suhu terbaik untuk pertumbuhan bunga dan buah adalah 20–25 °C.

2.3.3 Reproduksi/ Perkembangan Biologis⁵

Lengkung dikembangbiakkan dengan penanaman biji, *cuttings*, *air layers* atau cangkok. Penanaman biji membutuhkan kelembaban yang tepat. Sistem *air layer* merupakan metode yang paling umum untuk pengembangbiakkan lengkung, namun pohon yang dihasilkan memiliki akar yang lemah dan mudah tergoyahkan oleh angin. Penanaman bijinya membutuhkan waktu 7 tahun untuk pembuahan, sementara metode *air layer* atau cangkok membutuhkan waktu kurang dari 3-4 tahun.

Tanaman lengkeng termasuk mudah tumbuh, tetapi sukar berbunga. Oleh karena itu, diperlukan stimulasi pembungaan dengan jalan mengikat kencang batang yang berada satu meter di atas permukaan tanah. Batang dililit melingkar sebanyak 2-3 kali dengan kawat baja. Tanaman mulai berbunga pada umur 4-6 tahun. Biasanya, tanaman ini berbunga pada bulan Juli-Oktober. Buah matang lima bulan setelah bunga mekar. Musim panen lengkeng di bulan Januari-Februari, dengan produksi 300-600 kg per pohon. Di China, pohon dengan ketinggian sekurangnya 12 m menghasilkan 180-225 kg buah per tahun. Di Florida, pohon dengan ketinggian sekurangnya 6 m menghasilkan 22,5-225 kg buah per tahun.

Lengkeng termasuk buah nonklimakterik, sehingga harus dipanen matang di pohon karena tidak dapat diperam. Pemanenan dilakukan dengan alat yang dapat memotong tangkai rangkaian buah. Alat panen berupa gunting bertangkai panjang yang tangkainya dapat diatur dari bawah. Tanda-tanda buah matang adalah warna kulit buah menjadi kecokelatan gelap, licin, dan mengeluarkan aroma. Rasanya manis harum, sedangkan buah yang belum matang rasanya belum manis.

2.4 Manfaat

Buah lengkeng sebaiknya dimakan dalam keadaan *fresh*, karena mudah rusak. Agar lebih awet, buah lengkeng dapat didinginkan (disimpan dalam lemari es), diawetkan menjadi makanan kaleng, atau dikeringkan. Di

China, sebagian besar lengkung dijadikan makanan kalengan, sebagai sirup, ataupun dikeringkan. Hasil olahannya diekspor ke Hongkong, Taiwan, bahkan ke Amerika Serikat⁷.

Daging buah lengkung juga bermanfaat menyehatkan jantung dan bisa mengobati jantung berdebar keras, memperkuat limpa, meningkatkan produksi darah merah, menambah nafsu makan, menambah tenaga, menyehatkan usus dan memperbaiki proses penyerapan makanan, melancarkan buang air kecil, mengatasi cacingan, menyehatkan mata, mengobati sakit kepala, keputihan dan hernia. Akar lengkung berkhasiat sebagai peluruh kencing dan melancarkan sirkulasi darah. Daun berkhasiat sebagai antiradang dan pereda demam. Daun-daun dan bunga lengkung yang dikeringkan, mengandung *quercetin* dan *quercitrin*, digunakan sebagai antioksidan, pengobatan kanker, diabetes, dan sebagai komponen dalam obat-obatan herbal China. Kayunya digunakan untuk pembuatan *furniture*, konstruksi, peralatan pertanian, kotak pos, dan lain sebagainya. Kandungan saponin dalam bijinya dimanfaatkan sebagai komponen produk *shampoo*. Di Vietnam, biji lengkung dipercaya dapat menyerap bisa gigitan ular^{7,8}.

2.5 Minyak dan Lemak

Lipid didefinisikan sebagai senyawa organik yang terdapat dalam alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik nonpolar, seperti suatu hidrokarbon atau eter. Secara umum lipid dapat dikelompokkan

menjadi dua bagian besar, yaitu lipid tidak tersabunkan dan lipid tersabunkan. Lipid tidak tersabunkan adalah lipid yang tidak dapat bereaksi dengan KOH, sedangkan lipid tersabunkan adalah lipid yang dapat bereaksi dengan KOH membentuk garam kalium dari asam lemak (RCOOK), yang secara umum disebut sabun. Lipid tersabunkan adalah kelompok lipid turunan asam lemak terutama dari kelompok gliseridik seperti trigliserida, asam lemak bebas, dan fosfolipid. Sedangkan lipid tidak tersabunkan adalah lipid non-gliseridik seperti hidrokarbon dan sterol. Lipid juga sering dikelompokkan sebagai lipid netral dan lipid polar. Contoh lipid netral adalah gliserol, hidrokarbon, ester kolesterol dan karoten. Sedangkan yang termasuk lipid polar adalah fosfolipid dan asam karboksilat. Komponen utama lemak/minyak adalah trigliserida yang termasuk dalam lipid tersabunkan dan lipid netral⁹.

Minyak dan lemak termasuk salah satu anggota dari golongan lipid, yaitu merupakan lipid netral. Pada suhu kamar, lemak berbentuk padat dan minyak berbentuk cair. Lemak merupakan lipid yang tersusun oleh relatif banyak asam lemak jenuh. Sedangkan minyak relatif banyak mengandung asam lemak tidak jenuh, baik tunggal maupun poli tidak jenuh (polyunsaturated, polienu).

2.5.1 Sumber Minyak dan Lemak¹⁰

Kebanyakan lemak dan minyak yang terdapat dalam alam merupakan trigliserida campuran, artinya ketiga bagian asam lemak dari gliserida itu

tidaklah sama. Lemak dan minyak yang dihasilkan oleh alam dapat bersumber dari bahan nabati atau hewani. Minyak nabati terdapat dalam buah-buahan, kacang-kacangan, biji-bijian, akar tanaman, dan sayur-sayuran. Sebagian besar minyak nabati bersumber dari biji-bijian (*oil crops*). Dalam jaringan hewan, lemak terdapat di seluruh badan, tetapi jumlah terbanyak dalam jaringan adipose dan tulang sumsum.

Minyak dan lemak dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, sebagai berikut:

1. Bersumber dari tanaman
 - a. Biji-bijian palawija: minyak jagung, biji kapas, kacang, wijen, kedelai, bunga matahari.
 - b. Kulit buah tanaman tahunan: minyak zaitun dan kelapa sawit.
 - c. Biji-bijian dari tanaman tahunan: kelapa, coklat, inti sawit, dan sejenisnya.
2. Bersumber dari hewani
 - a. Susu hewan peliharaan: lemak susu, dan sebagainya.
 - b. Daging hewan peliharaan: lemak sapi, lemak babi, dan sebagainya.
 - c. Hasil laut: minyak ikan sardin, minyak udang, dan sebagainya.

Minyak/ lemak nabati juga diklasifikasikan berdasarkan sifat fisiknya:

1. Lemak (berwujud padat): lemak biji coklat, inti sawit, tengkawang, dan sebagainya.

2. Minyak (berwujud cair)

- a. Tidak mengering (*non drying oil*): minyak zaitun, kelapa, kacang tanah, almond, inti alpukat, inti plum, dan sebagainya.
- b. Setengah mengering (*semi drying oil*): minyak dari biji kapas, kapok, jagung, gandum, biji bunga matahari, dan sebagainya.
- c. Mengering (*drying oil*): minyak kacang kedelai, *walnut*, biji karet, dan sebagainya.

Jenis minyak mengering (*drying oil*) adalah minyak yang mempunyai sifat dapat mengering jika teroksidasi, dan akan berubah menjadi lapisan tebal, bersifat kental dan membentuk sejenis selaput jika dibiarkan di udara terbuka. Istilah minyak setengah mengering berupa minyak yang mempunyai daya mengering lebih lambat.

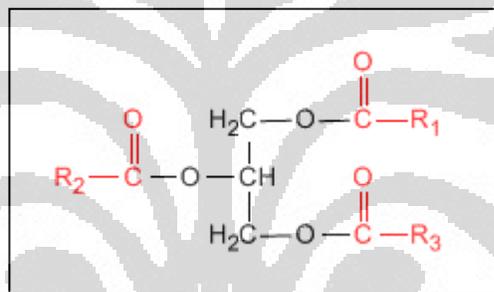
Klasifikasi lemak hewani berdasarkan sifat fisiknya, yaitu:

1. Lemak (berwujud padat)
 - a. Lemak susu (*butter fat*): lemak dari susu sapi, kerbau, kambing, dan domba.
 - b. Hewan peliharaan (golongan mamalia): lemak babi, lemak tulang, lemak/gemuk wool.
2. Minyak (berwujud cair)
 - a. Hewan peliharaan: minyak *neats foot*.
 - b. Ikan (*fish oil*): minyak ikan paus, salmon, sardin, dan sebagainya.

2.5.2 Komposisi Minyak dan Lemak

2.5.2.1 Triglicerida

Triglicerida atau triasilgliserol merupakan komponen utama dari minyak dan lemak alami. Triglicerida (atau lebih tepatnya triasilgliserol atau triasilgliserida) adalah sebuah gliserida, yaitu ester dari gliserol dan tiga asam lemak.



Gambar 2.3 Struktur kimia triglicerida

Rumus kimia triglicerida seperti terlihat pada gambar di atas, dimana R_1 , R_2 dan R_3 masing-masing adalah sebuah rantai alkil yang panjang. Ketiga asam lemak $R_1\text{COOH}$, $R_2\text{COOH}$ dan $R_3\text{COOH}$, bisa jadi semuanya sama, atau semuanya berbeda ataupun hanya dua di antaranya yang sama. Kebanyakan minyak dan lemak alami memiliki campuran dari berbagai macam triglicerida; karena itu, minyak dan lemak mencair pada suhu yang berbeda-beda.

Sifat fisik trigliserida sangat ditentukan oleh sifat asam lemak penyusunnya, yaitu:⁹

1. Panjang rantai karbon: semakin panjang rantai karbon penyusun asam lemak tersebut, maka titik leleh akan semakin tinggi, semakin mudah membeku dan juga semakin sukar larut di dalam air.
2. Derajat ketidakjenuhan dan isomerinya: semakin banyak jumlah ikatan rangkap pada asam lemak penyusunnya akan menyebabkan semakin rendah titik lelehnya. Hal ini juga dipengaruhi oleh konfigurasi (*cis* atau *trans*) dan posisi ikatan rangkap itu.
3. Susunan asam lemak terhadap gugus hidroksil gliserolnya: susunan yang berbeda akan memberikan sifat fisik yang berbeda pula.

2.5.2.2 Asam Lemak

Asam lemak adalah asam karboksilat dengan jumlah atom karbon tertentu. Biasanya asam lemak mempunyai jumlah atom karbon genap dari 2–30 atau lebih, umumnya berkisar 12-22, dan mempunyai satu gugus karboksil. Bagian alkil dari asam lemak bersifat nonpolar, sedangkan gugus karboksil bersifat polar. Bila bagian alkil asam lemak mengandung ikatan rangkap, maka dinamakan asam lemak tidak jenuh, contohnya asam oleat. Sebaliknya, bila tidak memiliki ikatan rangkap dinamakan asam lemak jenuh, seperti pada asam stearat dan asam palmitat.

Beberapa contoh asam lemak jenuh dan tak jenuh terdapat pada tabel berikut ini:

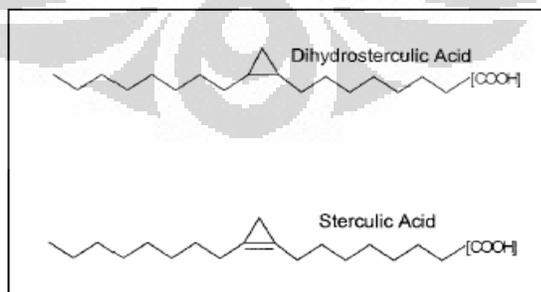
Tabel 2.1 Jenis-jenis asam lemak jenuh

No.	Nama IUPAC	Nama Trivial	Rumus Molekul	Ringkasan	Titik Leleh (°C)
1	Asam Butanoat	As. Butirat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	(C4:0)	-5,3
2	Asam Heksanoat	As. Kaproat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	(C6:0)	-3,2
3	Asam Oktanoat	As. Kaprilat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	(C8:0)	16,5
4	Asam Dekanoat	As. Kaprat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	(C10:0)	31,6
5	Asam Dodekanoat	As. Laurat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	(C12:0)	44,8
6	Asam Tetradekanoat	As. Miristat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	(C14:0)	54,4
7	Asam Heksadekanoat	As. Palmitat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	(C16:0)	62,9
8	Asam Oktadekanoat	As. Stearat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	(C18:0)	70,1
9	Asam Eikosanoat	As. Arakhidat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	(C20:0)	76,1
10	Asam Dokosanoat	As. Behenat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	(C22:0)	80

Tabel 2.2 Jenis-jenis asam lemak tidak jenuh

No.	Nama IUPAC	Nama Trivial	Rumus Molekul	Ringkasan	Titik Leleh (°C)
1	Asam Tetradek-9c-enoat	Asam Miristoleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(C14:1)	-4
2	Asam Heksadek-9c-enoat	Asam Palmitoleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(C16:1)	0,5
3	Asam Oktadek-9c-enoat	Asam Oleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(C18:1)	11
4	Asam Oktadeka-9c-12c-dienoat	Asam Linoleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-}$ $\text{CH=CH-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(C18:2)	-5
5	Asam Oktadeka-9c,12c,15c-trienoat	Asam Linolenat	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(C18:3)	-11,9
6	Asam Eikosa-5c,8c,11c,14c-tetraenoat	Asam Arakhidonat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-}$ $(\text{CH=CH-CH}_2\text{)}_4\text{-}$ $(\text{CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$	(C20:4)	-49,5

Beberapa asam lemak mengandung cincin siklopropana (terdapat dalam lipid bakteri) atau cincin siklopropena (terdapat dalam beberapa minyak biji tumbuhan). Asam lemak yang terdiri dari sebuah cincin siklopropena pertama-tama di isolasi dari minyak biji kepuh (*Sterculia foetida* L.) dan dikarakteristikan sebagai asam-8-(2-oktil-siklopropen-1-il)-oktanoat (*9,10-methylene-octadec-9-enoate* atau 'asam sterkulat'). Asam lemak ini sekarang telah ditemukan dalam jumlah besar dari minyak biji tanaman *family Malvales* (*Sterculiaceae, Malvaceae, Bombaceae dan Tiliaceae*)¹¹. Umumnya, asam lemak ini muncul bersamaan dalam konsentrasi yang beragam sampai 60%, tergantung spesiesnya, dan biasanya didampingi dengan sejumlah kecil analog *cyclopropanoid*, seperti asam dihidrosterkulat. Mereka juga ditemukan di daun-daun dan akar-akar tumbuhan¹². Minyak biji lychee (*Litchi chinensis*) dan lengkung (*Dimocarpus longana*) diketahui juga mengandung asam siklis ini^{13,14}. Biosintesis asam lemak siklis ini melibatkan konversi dari oleat ke dihidrosterkulat, melalui penambahan gugus metilen dari *S-adenosylmethionine*, dan kemudian ke sterkulat¹⁵.



Gambar 2.4 Struktur asam dihidrosterkulat dan asam sterkulat

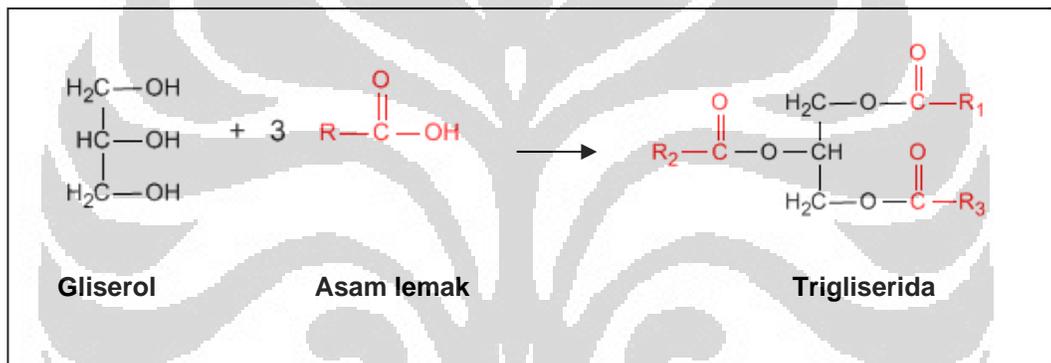
Asam dengan cincin siklopropena telah diketahui bahwa jika termakan akan menyebabkan efek biologis tertentu yang kurang menguntungkan, contohnya adalah mengakibatkan akumulasi dari asam lemak jenuh¹¹. Namun, ada penelitian yang menyebutkan bahwa Asam sterkulat dapat dikonversi menjadi asam lemak bercabang metil oktadekanoat (C₁₉H₃₈O₂)¹⁶. Asam-asam lemak bercabang ini memiliki sifat-sifat yang sangat berbeda dari asam-asam lemak berantai lurus, sehingga zat-zat ini atau turunannya dapat digunakan sebagai komponen racikan/ramuan yang melahirkan karakteristik unggul pada berbagai produk seperti kosmetik, sabun, shampoo, pelembut kain, pelumas, cat dan plastik. Ester isopropilnya diharapkan dapat digunakan sebagai bubuhan (*additive*), penurun titik tuang (*pour point depressant*) pada produk-produk seperti pelumas dan biodiesel¹⁶.

2.5.3 Pembentukan Minyak dan Lemak pada Tumbuhan¹⁷

Asam lemak pada tumbuhan umumnya terdapat dalam bentuk lemak dan minyak. Lemak dan minyak yang tergolong lipida, berfungsi sebagai pembentuk struktur membran sel, sebagai bahan cadangan dan sebagai sumber energi. Selain dalam bentuk minyak dan lemak, asam lemak juga terdapat dalam bentuk senyawa lapisan pelindung pada epidermis batang, daun dan buah. Sebagian besar reaksi sintesis asam lemak terjadi di kloroplas daun, di proplastid biji dan akar. Proses pengikatan menjadi lipida umumnya terjadi pada sitoplasma, dan minyak (atau lemak) disimpan pada

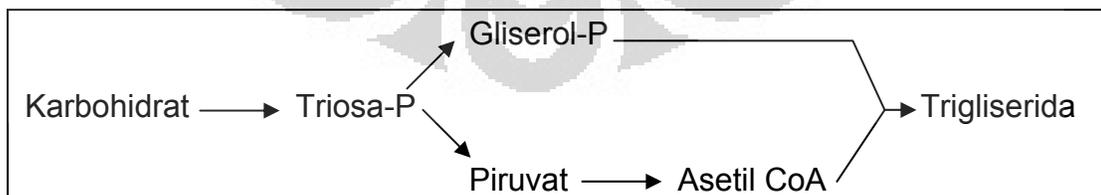
oleosom. Banyak spesies tumbuhan menyimpan lemak pada bijinya (biasanya pada bagian kotiledon) yang ditransfer dari daun dan organ berkloroplas lain.

Secara keseluruhan, pembentukan minyak dan lemak pada tumbuhan terdiri dari tiga tahap: pembentukan gliserol, pembentukan molekul asam lemak, kondensasi asam lemak dengan gliserol. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Reaksi Pembentukan Trigliserida

Secara sederhana, pembentukan minyak dan lemak dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.6 Proses Pembentukan Minyak dan Lemak

Pengubahan karbohidrat menjadi lemak memerlukan produksi asam lemak dan gliserol sebagai rangka sehingga asam teresterifikasi. Asam lemak dibentuk oleh kondensasi berganda unit asetat dari asetil CoA. Asetil CoA yang digunakan untuk membentuk lemak di kloroplas sering dihasilkan oleh piruvat dehidrogenase dengan menggunakan piruvat yang dibentuk pada glikolisis di sitosol. Sumber lain asetil CoA pada kloroplas beberapa tumbuhan adalah asetat bebas dari mitokondria. Asetat ini diserap oleh plastid dan diubah menjadi asetil CoA, untuk digunakan membentuk asam lemak dan lipid lainnya.

2.5.4 Pengolahan Minyak dan Lemak¹⁰

2.5.4.1 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Cara ekstraksi ini bermacam-macam, yaitu *rendering* (*dry rendering* dan *wet rendering*), *mechanical expression* dan *solvent extraction*.

1. *Rendering*, merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air yang tinggi, melalui proses pemanasan. Menurut pengerjaannya *rendering* dibagi dalam dua cara, yaitu:

- a. *Dry rendering*, adalah cara *rendering* tanpa penambahan air selama proses berlangsung. Biasanya dipakai untuk mengekstraksi minyak babi dan lemak susu.
 - b. *Wet rendering*, adalah proses *rendering* dengan penambahan sejumlah air panas selama proses tersebut. Proses *wet rendering* dengan suhu rendah kurang populer, sedangkan proses *wet rendering* dengan suhu tinggi disertai tekanan uap air, digunakan untuk menghasilkan minyak atau lemak dalam jumlah yang besar.
2. Pengepresan Mekanis (*Mechanical Expression*), merupakan cara ekstraksi minyak atau lemak terutama untuk bahan yang berasal dari biji-bijian. Cara ini dilakukan untuk memisahkan minyak dari bahan yang berkadar minyak tinggi (30-70%). Terdapat dua cara dalam pengepresan mekanik, yaitu:
- a. Pengepresan hidraulik (*Hydraulic Pressing*); banyaknya minyak atau lemak yang dapat diekstraksi tergantung dari lamanya pengepresan, tekanan yang digunakan dan kandungan minyak dalam bahan asal.
 - b. Pengepresan berulir (*Expeller Pressing*); cara ini juga memerlukan perlakuan pendahuluan yang terdiri dari proses pemasakan.
3. Ekstraksi dengan Pelarut (*Solvent Extraction*), adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak atau lemak. Pelarut

yang biasa digunakan adalah petroleum eter, gasoline karbon disulfida, karbon tetraklorida, benzene, dan *n*-heksana. Minyak dalam bahan dilarutkan dengan pelarut menggunakan alat soxhlet. Minyak yang diperoleh selanjutnya dipisahkan dari pelarutnya dengan cara diuapkan, sedangkan ampasnya harus dipisahkan dari pelarut yang tertahan, sebelum ampas tersebut dibuang atau dijadikan pupuk.

2.5.4.2 Pemurnian Minyak

Tujuan utama dari proses pemurnian minyak adalah untuk menghilangkan bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik, dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum di konsumsi atau digunakan sebagai bahan mentah dalam industri.

Pada umumnya, minyak dimurnikan melalui tahap proses sebagai berikut:¹⁰

1. Pemisahan bahan berupa suspensi dan dispersi koloid dengan cara penguapan, *degumming*, dan pencucian dengan asam. Pemisahan dilakukan dengan sentrifugasi atau penyaringan.
2. Pemisahan asam lemak bebas dengan cara netralisasi, yaitu reaksi asam lemak dengan alkali/basa atau disebut reaksi penyabunan (*saponification*). Reaksi ini bertujuan untuk memisahkan senyawa-senyawa terlarut seperti fosfatida dan asam lemak bebas. Asam lemak

yang membentuk sabun akan terikut dalam fasa air dan terpisah dari lemaknya.

3. Dekolorisasi dengan proses pemucatan (*Bleaching*), untuk menghilangkan zat-zat warna dalam minyak. Setelah penyerapan warna, lemak disaring dalam keadaan vakum. Beberapa metode pemucatan, di antaranya:¹⁸
 - a. Pemucatan dengan adsorpsi (penambahan *adsorbing agent*); cara ini dilakukan dengan menggunakan bahan pemucat seperti tanah liat (clay) dan karbon aktif.
 - b. Pemucatan dengan oksidasi; oksidasi ini bertujuan untuk merombak zat warna yang ada pada minyak tanpa menghiraukan kualitas minyak yang dihasilkan, proses pemucatan ini banyak dikembangkan pada industri sabun.
 - c. Pemucatan dengan panas; pada suhu yang tinggi zat warna akan mengalami kerusakan, sehingga warna yang dihasilkan akan lebih pucat. Proses ini selalu disertai dengan kondisi hampa udara.
 - d. Pemucatan dengan hidrogenasi. Hidrogenasi bertujuan untuk menjenuhkan ikatan rangkap yang ada pada minyak, tetapi ikatan rangkap yang ada pada rantai karbon karotena akan terisi atom H. Karotena yang terhidrogenasi warnanya akan bertambah pucat.

2.6 Karakteristik¹⁰

Beberapa analisis yang dilakukan untuk menentukan karakterisasi minyak/ lemak adalah sebagai berikut:

1. Berat jenis, yaitu perbandingan volume dari suatu volume sample pada suhu 25 °C dengan berat air pada volume yang sama. Berat jenis minyak sangat dipengaruhi oleh ketidakjenuhan komponen asam lemaknya, tetapi akan turun nilainya dengan makin kecilnya berat molekul komponen asam lemaknya.
2. Indeks bias, yaitu derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias dipakai untuk pengujian kemurnian minyak.
3. Titik leleh, adalah suatu suhu pada saat suatu zat berubah dari fasa padat menjadi fasa cair. Titik leleh minyak atau lemak berbanding lurus dengan panjang rantai karbon asam-asam lemak penyusunnya, dan berbanding terbalik dengan derajat ketidakjenuhan asam lemak.
4. Bilangan asam, adalah jumlah mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu g minyak atau lemak. Bilangan asam dipergunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak.
5. Bilangan penyabunan, adalah jumlah mg KOH yang diperlukan untuk menyabunkan satu g minyak atau lemak. Semakin pendek rantai asam

lemak, semakin besar nilai bilangan penyabunan; semakin panjang asam lemak, maka semakin kecil bilangan penyabunan.

6. Bilangan peroksida, adalah banyaknya meq oksigen aktif yang terdapat dalam 1000 g minyak atau lemak. Makin besar bilangan peroksida, maka makin besar pula derajat kerusakan minyak atau lemak akibat reaksi oksidasi.
7. Bilangan iod, adalah jumlah (g) iod yang dapat diikat oleh 100 g minyak atau lemak. Ikatan rangkap yang terdapat dalam asam lemak tidak jenuh akan bereaksi dengan iod atau senyawa-senyawa iod. Trigliserida dengan tingkat ketidakjenuhan tinggi akan mengikat iod dalam jumlah yang lebih besar. Ada empat cara dalam penentuan bilangan iod yang bergantung pada jenis pereaksinya, yaitu:
 - a. Cara Wijs, dengan menggunakan iod dalam asam asetat glasial yang dialiri gas klor sehingga membentuk ICl.
 - b. Cara Hannus, dengan menggunakan IBr dalam asam asetat glasial sebagai pereaksinya.
 - c. Cara Kaufmann, dengan menggunakan larutan Brom murni (Br_2) dalam metanol dan dijenuhkan dalam Na-bromida.
 - d. Cara von Hubl, dengan menggunakan campuran iod dalam metanol dan HgCl_2 dalam etanol yang selanjutnya digabung ketika akan digunakan.
8. Materi tidak tersabunkan, adalah senyawa-senyawa yang sering larut dalam minyak, namun tidak dapat disabunkan dengan larutan alkali

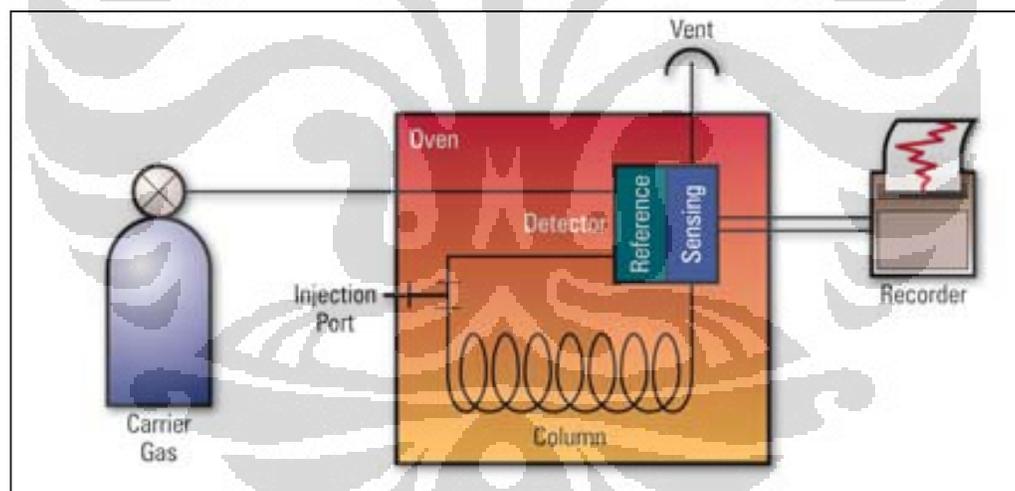
(KOH atau NaOH). Termasuk di dalamnya, yaitu alkohol suku tinggi, sterol, zat warna, dan hidrokarbon. Cara pengujian ini digunakan untuk semua minyak dan lemak hewani dan nabati, tetapi tidak sesuai untuk minyak dan lemak dengan kadar materi tidak tersabunkan relatif tinggi, misalnya seperti minyak dari hewan laut.

2.7 Penentuan Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida (metode kromatografi gas)^{9,19}

Proses kromatografi gas mirip dengan peristiwa gabungan antara ekstraksi dan destilasi. Proses pemisahannya dapat dipandang sebagai serangkaian peristiwa ekstraksi, dimana sampel masuk dalam fasa cair, dan dalam beberapa waktu akan teruapkan kembali. Berbeda dengan jenis kromatografi lainnya, dalam kromatografi gas, fasa gerak tidak berinteraksi dengan analit, fungsinya hanya sebagai gas pembawa yang menyebabkan analit dapat berinteraksi dengan fasa diamnya. Interaksi antara sampel dengan fasa diam sangat menentukan berapa lama komponen-komponen sampel akan ditahan. Komponen-komponen yang mempunyai afinitas lebih rendah (tidak suka) terhadap fasa diam, akan keluar dari kolom lebih dahulu. Sebaliknya, komponen-komponen yang afinitasnya lebih besar (larut dengan baik) terhadap fasa diam, akan keluar dari kolom belakangan.

Prinsip identifikasi sampel dengan kromatografi gas adalah sebagai berikut: Sampel diinjeksikan, sehingga sampel tersebut masuk ke dalam

Sample Injection Port. Gerbang injeksi dipanaskan, sehingga sampel-sampel cair akan menguap dengan cepat. Sampel sebanyak beberapa mikroliter dalam bentuk cairan, dimasukkan dengan menggunakan syringe. Uap yang terjadi, dibawa masuk ke dalam kolom oleh gas pembawa. Setelah analit terelusi dalam kolom, tahap selanjutnya adalah deteksi analit dengan menggunakan detektor. Detektor yang digunakan dalam penentuan trigliserida adalah detektor ionisasi nyala (*flame ionization detector*). Kelebihan detektor ini adalah kuat dan sangat peka, waktu responnya singkat, cukup stabil, linearitas cukup lebar, tidak memberi respon terhadap air, N₂, O₂, dan senyawa anorganik, serta tidak peka terhadap suhu sampai 400 °C .



Gambar 2.7 Skema alat GC

Dalam kromatografi dikenal istilah waktu retensi (t_r), yaitu waktu yang diperlukan komponen sampel untuk ditahan oleh kolom/fasa diam. Waktu retensi setiap komponen dalam sampel berbeda-beda (spesifik), dan dapat dipergunakan untuk penentuan analisis kualitatif suatu komponen. Hasil

pengukuran dicatat dalam bentuk puncak-puncak yang disebut kromatogram, dan luas area kromatogram yang dihasilkan digunakan untuk penentuan analisis kuantitatif suatu sampel.

Penentuan asam lemak yang ada dalam trigliserida merupakan bagian yang sangat penting dalam menentukan struktur trigliserida. Metode analisis yang paling banyak dipakai adalah kromatografi gas dimana fasa diam yang digunakan bisa polar maupun non polar.

1. Fasa polar, akan mengelusi ester dari asam lemak tidak jenuh keluar pada waktu retensi yang lebih lama dari asam jenuhnya. Contoh fasa ini antara lain golongan poliester (dimetilglisikol suksinat, butadienol suksinat, dll).
2. Fasa non polar, akan mengelusi ester asam lemak tak jenuh sebelum jenuhnya. Contoh fasa ini adalah hidrokarbon rantai panjang seperti kolom Apiezon L.

Umumnya analisis asam lemak menggunakan kromatografi gas tidak dilakukan langsung dari asam lemak hasil hidrolisis trigliseridanya, tetapi dianalisis dalam bentuk derivatnya yang akan memberikan senyawa baru yang lebih *volatile*, biasanya dalam bentuk metil ester asam lemaknya. Banyak metode penyiapan metil ester asam lemak. Namun yang paling banyak digunakan adalah metode AOAC (No. 28.057) dengan pereaksi borontrifluorida dalam metanol ($\text{BF}_3/\text{CH}_3\text{OH}$). Pereaksi tersebut juga digunakan pada metode IUPAC II.D.19, metode ISO No. 5509-1978 dan metode OICC⁹.

BAB III
PERCOBAAN

3.1 Alat dan Bahan

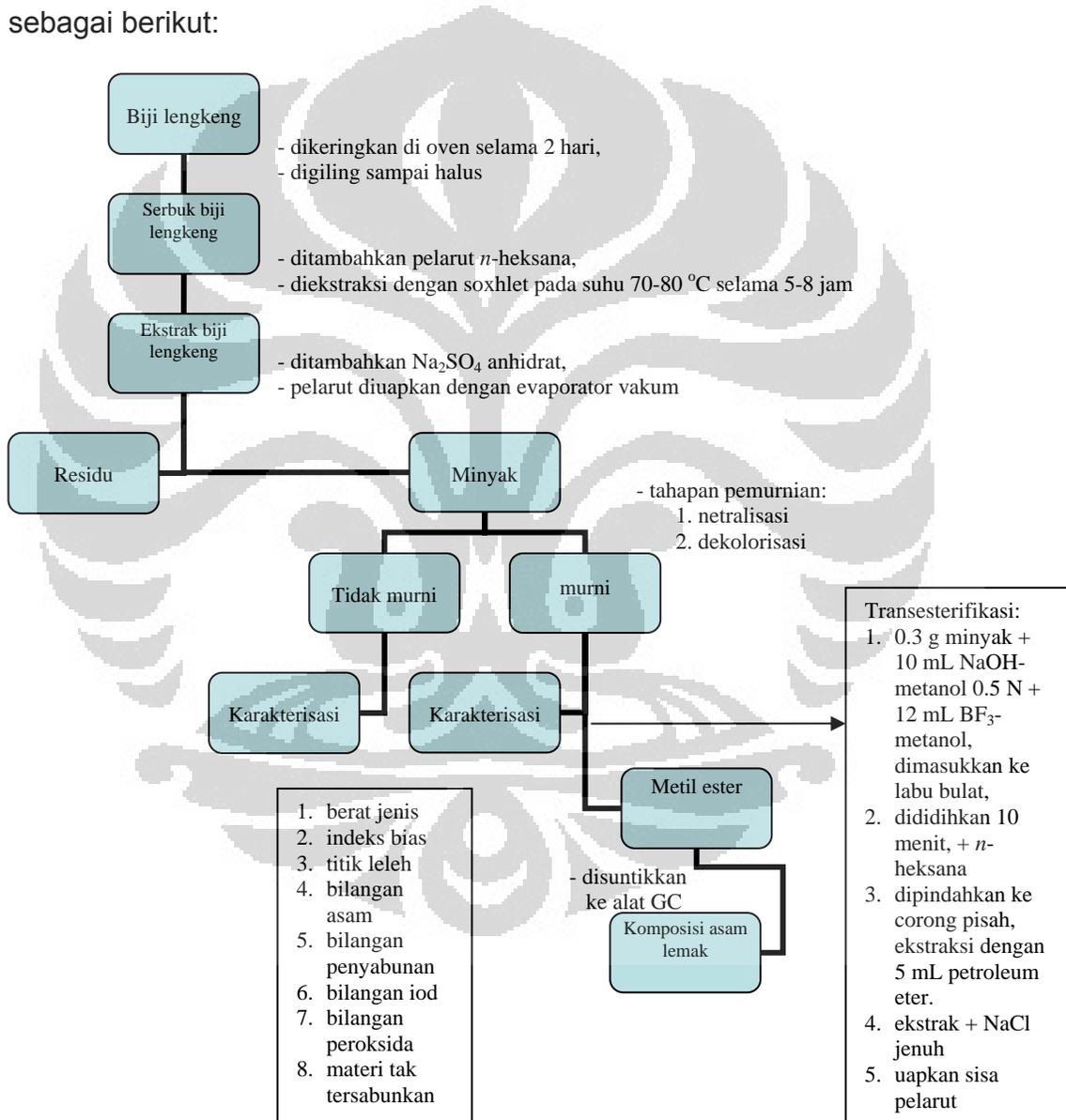
3.1.1 Alat

- 
1. Timbangan
 2. Oven
 3. *Hot plate*
 4. Penangas air
 5. Pendingin
 6. Pengaduk magnet
 7. Alat penggiling
 8. Botol timbang
 9. Gelas kimia
 10. Labu erlenmeyer
 11. Labu ukur
 12. Tabung reaksi
 13. Corong pisah
 14. Peralatan ekstraksi *sokhlet*
 15. Peralatan distilasi
 16. Evaporator vakum
 17. Piknometer 10 mL
 18. Buret
 19. *Ring stand*
 20. Refraktometer Abbe
 21. Gelas ukur
 22. Pipet ukur
 23. Pipet volumetric
 24. Termometer
 25. Kertas saring
 26. Lakmus/indikator pH
 27. Kromatografi

3.2 Prosedur Kerja

3.2.1 Skema Kerja

Alur kerja pada ekstraksi dan analisis minyak dari biji lengkung sebagai berikut:



3.1.2 Ekstraksi Minyak Biji Lengkeng¹¹

Biji lengkung dikeluarkan dari kulit dan buahnya, kemudian dikeringkan di dalam oven sampai kering pada suhu 60-70 °C selama 2 hari. Selanjutnya biji lengkung digiling sampai halus, dan ditimbang berat kering serbuk biji lengkung untuk menghitung berat minyak. Berikutnya dilakukan ekstraksi dengan menggunakan peralatan Sokhlet menggunakan pelarut *n*-heksana pada suhu 70-80 °C, dengan waktu ekstraksi kurang lebih selama 5-8 jam. Hasil ekstraksi (ekstrak) yang diperoleh, dihilangkan kandungan airnya dengan penambahan Na₂SO₄ anhidrat dan dilakukan penyaringan untuk menghilangkan pengotor dan gum (getah), kemudian pelarut diuapkan menggunakan evaporator vakum (*rotatory evaporator*).

$$\text{Kadar minyak lengkung} = \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat serbuk lengkung kering}} \times 100\%$$

3.1.3 Pemurnian Minyak Biji Lengkeng Hasil Ekstraksi

3.1.3.1 Tahap Netralisasi

Sampel minyak dilarutkan dalam larutan etanol 95% dengan perbandingan minyak:etanol = 1:5. Kemudian ditambahkan larutan KOH sesuai dengan nilai bilangan asam yang diperoleh. Campuran dipanaskan

pada suhu 65 °C sambil diaduk dengan magnetik stirrer hingga homogen. Campuran ditempatkan dalam corong pisah kemudian ditambahkan 50 mL larutan *n*-heksana, dan selanjutnya dikocok.

3.1.3.2 Tahap Pemucatan Warna (*Dekolorisasi*)

Setelah proses netralisasi selesai, larutan *n*-heksana diambil dan ditambahkan tanah pemucat (*bleaching earth*) sebesar 2% dari berat minyak dan karbon aktif sebesar 5% dari berat minyak. Larutan diaduk sambil dipanaskan selama 10 menit, dan didinginkan selama 5 jam atau sampai campuran tanah pemucat-karbon aktif mengendap sempurna. Larutan disaring berulang kali dengan kertas saring sampai warna coklat kehitaman dari bekas campuran tanah pemucat-karbon aktif tidak terlihat, selanjutnya pelarut *n*-heksana diuapkan dengan evaporator vakum (*rotatory evaporator*).

3.1.4 Karakterisasi Minyak Biji Lengkeng^{11,20}

3.1.4.1 Penentuan Berat Jenis

Piknometer dengan ukuran 10 mL digunakan untuk penentuan berat jenis minyak hasil ekstraksi biji lengkung. Piknometer diisi dengan air suling yang telah didinginkan pada suhu 20-30 °C sampai tidak terbentuk gelembung udara. Setelah ditutup dengan penutup piknometer yang

dilengkapi termometer, piknometer direndam dalam bak air bersuhu 25 °C selama 30 menit. Piknometer diangkat dari bak dan dikeringkan dengan kertas penghisap, kemudian piknometer beserta isinya ditimbang. Berat air adalah selisih piknometer dengan isinya dikurangi berat piknometer kosong.

Sampel minyak didinginkan sampai suhu 20-30 °C. Selanjutnya sampel minyak dimasukkan ke dalam piknometer sampai meluap dan tidak terbentuk gelembung udara. Piknometer ditutup dengan penutup yang dilengkapi termometer, direndam dalam bak air bersuhu 25 °C selama 30 menit. Piknometer diangkat dari bak dan dikeringkan dengan kertas penghisap, kemudian piknometer dengan isinya ditimbang. Berat jenis minyak dapat dihitung dari persamaan berikut:

$$\frac{(\text{Berat Piknometer} + \text{Minyak}) - \text{Berat Piknometer kosong}}{\text{Berat Air}}$$

3.1.4.2 Penentuan Indeks Bias

Sebelum dilakukan pengukuran indeks bias, refraktometer harus distandarkan dengan air murni ($n = 1.333$), dan untuk lemak dilakukan pada suhu 40 °C, sedangkan untuk minyak pada suhu 25 °C. Satu tetes minyak diletakkan pada kaca prisma refraktometer, kemudian kaca prisma ditutup dan didiamkan selama 2 menit. Lampu refraktometer dinyalakan dan langsung dilihat pada skala pembacaan. Nilai indeks bias suatu jenis minyak

atau lemak dipengaruhi oleh suhu. Indeks bias pada suhu tertentu dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$R = R' + K(T_1 - T_0)$$

Dimana:

R = Pembacaan skala pada suhu T_0 ($25\text{ }^\circ\text{C}$)

R' = Pembacaan skala pada suhu T_1 (suhu kerja)

K = Faktor koreksi (0,000365 untuk lemak dan 0,00385 untuk minyak)

3.1.4.3 Penentuan Titik Leleh

Sampel minyak dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian 3 buah pipa kapiler dicelupkan, hingga minyak naik setinggi 1 cm dan ujung pipa yang lain dibuat tertutup. Pipa-pipa kapiler tersebut dimasukkan ke dalam gelas pipa dan disimpan dalam lemari pendingin pada suhu sekitar $-5\text{ }^\circ\text{C}$. Setelah disimpan selama 16 jam, pipa-pipa kapiler tersebut dikeluarkan dari lemari pendingin dan masing-masing dikaitkan dengan termometer sedemikian rupa, sehingga ujung pipa kapiler yang terbawah sejajar dengan ujung reservoir air raksa dari termometer. Bersama-sama dengan termometer, pipa-pipa kapiler tersebut dicelupkan pada gelas piala 600 mL yang berisi bongkahan es dan garam dapur. Bagian terbawah dari termometer harus direndam sedalam 3 cm. Sambil diaduk, suhu air dinaikkan rata-rata $0,5\text{ }^\circ\text{C}$

setiap menit. Suhu dicatat pada saat minyak mulai mencair, dan saat itulah merupakan titik leleh dari sampel minyak yang ditentukan.

3.1.4.4 Penentuan Bilangan Asam

Sebanyak 1 g minyak dimasukkan ke dalam gelas piala 200 mL, kemudian ditambahkan etanol 95% sebanyak 50 mL. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 65 °C sambil diaduk, sampai membentuk larutan. Larutan ini dititrasi dengan KOH 0,1 N dengan indikator fenolftalein 1% sampai terlihat warna merah jambu. Setelah itu, dilakukan perhitungan jumlah mg KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 g sampel minyak.

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{V_s \times N \times 56,107}{G}$$

dimana:

V_s = jumlah mL KOH yang dibutuhkan untuk mentitrasi sample

N = normalitas larutan KOH

G = berat sampel

56,107= berat ekivalen KOH

3.1.4.5 Penentuan Bilangan Penyabunan

Sebanyak 1 g sampel minyak dimasukkan ke dalam labu bulat 250 mL, kemudian ditambahkan secara perlahan-lahan 12,5 mL KOH-alkoholis 0,5 N. Selanjutnya, labu bulat dihubungkan dengan pendingin balik dan dididihkan sampai semua sampel tersabunkan dengan sempurna, yaitu jika butiran minyak tidak terlihat lagi. Larutan didinginkan dan bagian dalam dari pendingin balik dibilas dengan sedikit air. Kemudian dilakukan titrasi dengan HCl 0,5 N dengan indikator fenolftalein 1% sampai warna merah jambu menghilang. Hasil titrasi ini dibandingkan dengan hasil titrasi blanko untuk mendapatkan bilangan penyabunan, yang merupakan selisih antara jumlah yang digunakan titrasi sampel, dengan yang digunakan untuk titrasi blanko.

$$\text{Bilangan Penyabunan} = \frac{(V_b - V_s) \times N \times 56,107}{G}$$

dimana:

V_b = jumlah mL HCl 0,5 N yang dibutuhkan untuk mentitrasi blanko

V_s = jumlah mL HCl 0,5 N yang dibutuhkan untuk mentitrasi sampel

N = normalitas larutan KOH 0,5 N

G = berat sampel minyak

56,107 = berat ekivalen KOH

3.1.4.6 Penentuan Bilangan Iod

Sebanyak 0,5 g sampel minyak dilarutkan dalam 10 mL kloroform, kemudian ditambahkan 25 mL larutan Wijs dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan 10 mL larutan KI 15% dan dikocok. Larutan dititrasikan dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N sampai larutan berwarna kuning muda pucat. Ke dalam larutan ditambahkan 1 mL larutan kanji 0,5% (larutan menjadi biru), kemudian dititrasikan lagi sampai warna biru hilang. Bilangan iod adalah selisih antara jumlah titrasi sampel dengan jumlah titrasi blanko.

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(V_b - V_s) \times N \times 12,69}{G}$$

Dimana:

A = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

B = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi sampel

N = normalitas larutan tiosulfat

G = berat sampel minyak

$$12,69 = \frac{\text{berat ekuivalen Iod}}{10}$$

$\frac{1}{10}$ adalah faktor konversi agar satuan menjadi g iod/100 g minyak.

3.1.4.7 Penentuan Bilangan Peroksida

Sebanyak 1 g sampel minyak ditambahkan 30 mL campuran pelarut, yang terdiri dari asam asetat glasial dan kloroform, dengan perbandingan 3:2 (v/v). Bila minyak sudah larut seluruhnya, sebanyak 0.5 mL KI jenuh ditambahkan sambil dikocok dan dipanaskan selama 2 menit. Selanjutnya ditambahkan 50 mL air suling. Setelah itu, dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N dengan menggunakan indikator kanji 0,5%. Hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Hasil yang didapat dinyatakan dalam meq O_2/kg sampel.

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 1000}{G}$$

Dimana:

V_b = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

V_s = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi sampel

N = normalitas larutan tiosulfat

G = berat sampel minyak

1000 adalah faktor konversi agar satuan menjadi meq O_2/kg sampel.

3.1.4.8 Penentuan Materi Tidak Tersabunkan

Sebanyak 2 g sampel minyak dimasukkan ke dalam labu bulat 250 mL. Selanjutnya ke dalam labu ditambahkan 25 mL larutan KOH-alkoholis 0,5 N. Kemudian dipanaskan di bawah pendingin balik selama 1 jam atau sampai semua minyak tersabunkan secara sempurna. Bagian dalam dari pendingin balik dibilas dengan larutan alkohol-air 10%. Sabun yang terbentuk dipindahkan ke dalam corong pisah, kemudian hasil pencucian labu bekas dengan *n*-heksana dimasukkan ke dalam corong pisah. Labu bekas penyabunan juga dibilas lagi dengan alkohol 10% untuk mengangkat larutan semi polar. Corong pisah dan isinya didinginkan sampai suhu kamar, kemudian diekstraksi dengan 25 mL *n*-heksana sedikitnya 3 kali sambil dikocok pada setiap kali ekstraksi.

Gabungan ekstrak (fasa organik) ini dicuci 2 x dalam corong pisah, masing-masing dengan 25 mL alkohol 10% sambil dikocok. Setelah pencucian, lapisan alkohol ini dibuang dengan hati-hati, sehingga lapisan *n*-heksana tidak ikut terbuang. Ekstrak *n*-heksana dipindahkan ke dalam gelas piala dan diuapkan sampai kering di atas penangas air. Pengeringan disempurnakan sampai bobot tetap, dan sebaiknya dilakukan dalam oven hampa udara pada suhu 75-80 °C. Kemudian didinginkan ke dalam desikator dan ditimbang. Setelah penimbangan, residu ini dilarutkan dalam 50 mL alkohol 95% yang hangat (50 °C) dan mengandung indikator fenolftalein. Selanjutnya dititrasi dengan larutan KOH 0,02 N sampai tepat terbentuk

warna merah jambu. Berat asam lemak hasil ekstraksi (gram) sama dengan jumlah mL KOH 0,02 N x Normalitas KOH x 0,056. Perhitungan banyaknya bahan yang tidak tersabunkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Materi tidak tersabunkan} = \frac{(BR - BA)}{B} \times 100\%$$

Dimana:

BR = berat residu (gram)

BA = berat asam lemak (gram)

B = berat sampel (gram)

$$0,0561 = \frac{\text{berat ekuivalen KOH}}{1000}$$

3.1.5 Penentuan Komposisi Asam Lemak

Sebanyak 0,3 g minyak biji lengkung ditambahkan 10 mL larutan NaOH-metanolat 0,5 N dan larutan BF₃-metanolat 12 mL. Campuran dimasukkan ke dalam labu bulat yang dilengkapi dengan pendingin balik. Setelah dididihkan selama 10 menit, campuran ditambahkan beberapa mL *n*-heksana dan dipanaskan kembali. Campuran reaksi yang telah dingin, dipindahkan ke corong pisah, diekstraksi dengan 5 mL petroleum eter sebanyak tiga kali. Kemudian hasil ekstraksi tersebut ditambahkan NaCl

jenuh sampai batas, dan dipisahkan lapisan organiknya. Hasil ekstraksi dipindahkan dengan pelarutnya menggunakan *rotatory evaporator*. Ekstrak yang telah bebas pelarut ditambahkan sedikit *n*-heksana untuk mengencerkan, kemudian disuntikkan ke alat kromatografi gas.

Penentuan komposisi asam lemak penyusun minyak biji lengkung dilakukan dengan menggunakan alat kromatografi gas di laboratorium Balai Besar Industri Bogor. Kondisi instrumen sebagai berikut:

1. Nama Alat : GC – Shimadzu 2010
2. Detektor : FID (Flame Ionization Detector)
3. Kolom
 - a. Panjang kolom : 30 m
 - b. Diameter kolom : 0,25 mm
 - c. Inner diameter : 0,25 mm
 - d. *Film thickness* : 0,25 μ m
 - e. Kecepatan alir : 1,00 mL/menit
4. Fasa diam : PEG (Poli Etilen Glikol)
5. Gas Pembawa : He
6. Suhu awal : 100 °C
7. Suhu akhir : 250 °C
8. Suhu injektor : 200 °C
9. Suhu detektor (FID) : 250 °C

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ekstraksi Minyak Biji Lengkeng

Buah lengkung berbentuk bulat dengan ukuran kurang lebih sebesar kelereng. Kulit buahnya berwarna coklat muda sampai kehitaman dengan permukaan agak berbintil-bintil. Daging buahnya berwarna putih bening dan berair. Rasanya sangat manis dengan aroma harum yang khas. Bijinya berbentuk bulat, terdiri dari dua keping, dan dilapisi kulit biji yang berwarna hitam. Daging bijinya sendiri berwarna putih. Untuk menentukan kandungan lipid dalam biji lengkung, maka terlebih dulu harus dilakukan proses pemisahan terhadap buah lengkung menjadi kulit dan biji, serta daging buah. Dari hasil pemisahan, biji dan daging buah lengkung merupakan bahan kedua terbesar setelah kulit buah. Proses selanjutnya adalah proses pengeringan terhadap biji lengkung untuk menghilangkan kadar air dan memudahkan pemisahan biji lengkung dengan kulit bijinya. Biji kering tersebut selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan blender untuk memperluas kontak permukaan sampel dan pelarut, sehingga memudahkan proses isolasi minyak.



**Gambar 4.1 Biji lengkung kering (kiri)
dan serbuk lengkung kering (kanan)**

Dalam penelitian ini dilakukan proses isolasi minyak dengan proses ekstraksi. Berdasarkan sifat minyak yang nonpolar, maka dilakukan ekstraksi minyak menggunakan pelarut nonpolar, yaitu *n-heksana* dengan alat *Sokhlet*. Metode sokhletasi merupakan metode yang baik untuk senyawa yang tidak terpengaruh oleh panas. Selain itu, metode ini dapat menghemat pelarut karena terjadinya sirkulasi pelarut yang selalu membasahi sampel. Pada proses pemanasan secara sokhletasi ini, pelarut yang menguap akan masuk ke dalam kondensor sehingga terjadi pengembunan uap pelarut, lalu akan mencair dan turun ke dalam tabung sokhlet untuk mengekstrak serbuk biji lengkung sampai pelarut mencapai *siphon arm*, yang kemudian kembali turun ke labu. Siklus ini berlangsung berulang-ulang sampai jangka waktu yang ditetapkan. Proses isolasi dilakukan pada suhu 70-80 °C selama 5-8 jam dalam satu kali ekstraksi. Kondisi suhu dipilih berdasarkan pertimbangan titik didih pelarut dan kestabilan minyak, sedangkan parameter waktu didasarkan pada prosedur umum untuk penentuan kadar minyak. Peralatan sokhlet digambarkan pada Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2. Proses ekstraksi minyak biji lengkung dengan sokhlet

Larutan hasil ekstraksi ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat untuk menarik air yang kemungkinan masih ada dalam larutan. Kemudian pelarut *n*-heksana diuapkan sehingga diperoleh minyak kasar biji lengkung dengan kadar berkisar antara 2-3 %, yaitu sebesar 2,7 %: 56,7269 g minyak dari 2.098,5932 g serbuk biji lengkung. Minyak kasar biji lengkung yang diperoleh berwarna jingga kecoklatan dan berbau biji lengkung.

4.2 Proses Pemurnian Minyak Biji Lengkung

4.2.1 Tahap Netralisasi

Proses netralisasi ini menggunakan pelarut etanol 95 % dan larutan KOH 0,1 N yang disesuaikan dengan bilangan asamnya. Penambahan KOH disesuaikan dengan bilangan asamnya untuk menetralkan kandungan asam

lemak bebas dengan membentuk sabun. Untuk menghindari sabun berbentuk padatan, maka digunakan KOH dalam bentuk larutan. Campuran tersebut dipanaskan di bawah titik didih etanol sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* untuk mempercepat reaksi sampai terbentuk larutan yang homogen. Suhu pemanasan dijaga agar tidak melebihi 65 °C, sehingga tidak mendorong reaksi ke arah pembentukan sabun yang dapat merusak asam lemak dalam trigliserida dan mencegah pemutusan asam lemak trigliserida menjadi asam lemak bebas yang dapat membentuk sabun dan mengurangi rendemen minyak.

Untuk menarik minyak dari campuran tersebut, maka campuran tadi ditempatkan dalam corong pisah dan ditambahkan pelarut *n*-heksana. Selanjutnya, campuran tersebut akan terpisah membentuk dua lapisan. Lapisan atas berwarna kuning merupakan campuran *n*-heksana dan minyak, sedangkan lapisan bawah merupakan campuran etanol dan sabun. Lapisan atas diambil untuk dimurnikan melalui proses pemucatan warna (*dekolorisasi/bleaching*).

4.2.2 Tahap Pemucatan Warna (*Dekolorisasi*)

Warna pada minyak biji lengkung merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi standar mutu suatu minyak. Zat warna dalam minyak biji lengkung terdiri dari dua macam, yaitu zat warna alamiah dan zat warna hasil

degradasi zat warna alamiah. Warna kuning-kecoklatan dari minyak biji lengkung diduga berasal dari zat warna alami karotenoid atau pun berasal dari proses ekstraksi maupun penyimpanan minyak.

Tahap yang terpenting dalam pemurnian minyak biji lengkung adalah penghilangan bahan berwarna yang tidak diinginkan, yang disebut proses pemucatan warna (dekolorisasi)¹⁸. Cara pemucatan minyak biji lengkung yang digunakan adalah pemucatan adsorben dan pemucatan panas. Adsorben yang digunakan adalah bentonit dan karbon aktif. Karbon aktif sangat baik digunakan sebagai adsorben pada larutan yang mengandung gugus karboksil, fenol, karbonil, normal lakton, dan anhidrida asam, sehingga baik digunakan pada minyak yang mengandung klorofil dan tokoferol¹⁸. Pencampuran bentonit dan karbon aktif dengan perbandingan tertentu akan menaikkan kemampuan daya pemucatan bila dibandingkan dengan bentonit dan karbon aktif yang digunakan sendiri-sendiri. Sedangkan proses pemanasan dapat mendegradasi zat warna, sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih pucat¹⁸. Pada gambar berikut ini terlihat jelas, bahwa setelah tahap pemurnian, warna minyak biji lengkung menjadi lebih jernih, yaitu berwarna kuning.



Gambar 4.3. Minyak biji lengkung tanpa pemurnian (kiri) dan dengan pemurnian (kanan)

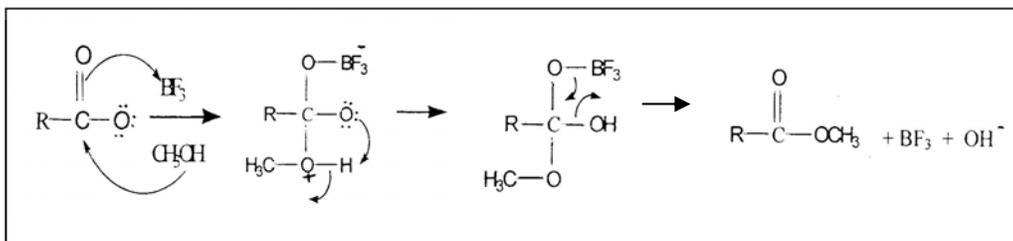
4.3 Komposisi Asam Lemak Penyusun Minyak Biji Lengkeng

Metoda analisis yang paling banyak digunakan dalam penentuan asam lemak trigliserida adalah kromatografi gas. Umumnya analisis asam lemak tidak dilakukan langsung dari asam lemak trigliseridanya, tetapi dianalisis dalam bentuk derivatnya yang akan memberikan senyawa baru lebih *volatile*, biasanya dalam bentuk metil ester asam lemaknya. Selain itu, analisis langsung asam lemak ternyata tidak memberikan kromatogram maupun pemisahan yang baik. Hal ini disebabkan, karena pada analisis langsung, asam lemaknya masih dalam bentuk trigliserida. Sebaliknya, bentuk metil ester ternyata memberikan pemisahan jauh lebih baik⁹.

4.3.1 Pembuatan Metil Ester

Sintesis metil ester dari minyak biji lengkung menggunakan reaksi transesterifikasi. Transesterifikasi (alkoholisis) adalah reaksi suatu ester asam lemak (trigliserida) dengan alkohol yang membentuk alkil ester dan gliserol. Proses ini bertujuan untuk mengubah (tri, di, mono) gliserida menjadi metil ester asam lemak (FAME: Fatty Acid Methyl Esther), dengan metanol sebagai alkoholnya. Suatu katalis digunakan untuk meningkatkan laju reaksi dan jumlah produk.

Metoda umum dalam penyiapan metil ester asam lemak adalah metoda AOAC (No. 28.057), dengan katalis borontrifluorida dalam metanol ($\text{BF}_3/\text{CH}_3\text{OH}$). BF_3 adalah salah satu asam lewis terkuat yang bereaksi dengan kebanyakan basa lewis seperti eter, alkohol, amina, atau air. Penentuan komposisi asam lemak penyusun trigliserida adalah dengan membebaskan asam lemak dari trigliseridanya, kemudian diubah menjadi bentuk metil esternya. Kelebihan katalis asam yang digunakan adalah mempercepat reaksi, memiliki sifat dehidrasi yang baik, dan lebih kuantitatif. Reaksi transesterifikasinya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4. Reaksi transesterifikasi

4.3.2 Hasil Asam Lemak Penyusun Trigliserida dari Minyak Biji Lengkeng

Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa minyak biji lengkung mengandung 57,40 % asam lemak tidak jenuh dengan komponen terbesar adalah asam linoleat (26,73 %) dan oleat (22,08 %). Sedangkan asam lemak jenuh sebesar 24,00 % dengan komposisi asam palmitat (19,78 %) yang lebih dominan.

Tabel 4.1. Komposisi asam lemak penyusun minyak biji lengkung

Asam lemak	Komposisi (%)
Asam kaprilat (C8:0)	0,48
Asam kaprat (C10:0)	0,06
Asam laurat (C12:0)	0,18
Asam miristat (C14:0)	0,09
Asam palmitat (C16:0)	19,78
Asam stearat (C18:0)	3,41
Asam oleat (C18:1)	22,08
Asam linoleat (C18:2)	26,73
Asam linolenat (C18:3)	8,59

Dalam penelitian ini diperoleh total kandungan asam lemak yang sesuai dengan standar, sebesar 81,4 %. Komponen lain yang belum terdeteksi sebesar 18,6 %. Beberapa komponen tersebut diduga merupakan asam lemak siklis, yaitu asam sterkulat dan asam dihidrosterkulat^{13,14}.

4.4 Sifat Fisiko-Kimia Minyak Biji Lengkeng

Sifat fisiko-kimia minyak biji lengkung, baik tanpa dan dengan pemurnian, dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2. Sifat fisiko-kimia minyak biji lengkung

Sifat Fisiko-Kimia	Tanpa Pemurnian	Dengan Pemurnian
Sifat Fisika		
1. Berat Jenis (g/mL)	0,8851	0,8770
2. Indeks Bias (n)	1,454	1,428
3. Titik Leleh (°C)	11-15	7-10
Sifat Kimia		
4. Bilangan Asam (mg KOH/g sampel)	29,29	1,01
5. Bilangan Penyabunan (mg KOH/g sampel)	190,89	176,57
6. Bilangan Iod (g iod/100 g sampel)	67,06	62,42
7. Bilangan Peroksida (meq O ₂ /kg sampel)	4,96	2,95
8. Materi Tidak Tersabunkan (%)	5,68	2,52

Komposisi asam lemak penyusun trigliserida sangat mempengaruhi sifat fisiko-kimia suatu minyak. Sebagai komponen pangan, maka minyak atau lemak dipersyaratkan mengandung trigliserida dengan jumlah > 98 %, sedangkan sisanya berupa asam lemak dengan jumlah < 1,5 %, serta materi tidak tersabunkan dengan kadar < 0,5 %⁹. Standard Industri Indonesia (SII.0003-72) menetapkan mutu minyak goreng adalah sebagai berikut: bilangan iod maksimum 10 g iod/100 g, bilangan penyabunan maksimum 251 mg KOH/g, bilangan peroksida maksimum 1,0 meq O₂/kg, asam lemak bebas (sebagai asam laurat) maksimum 0,3 %, logam berbahaya negatif, keadaan

(bau, rasa, warna) normal. Hal ini didasarkan pada kondisi dimana pada tahun 1970-an bahan baku minyak masih didominasi oleh minyak kelapa yang tergolong minyak jenuh²¹.

4.4.1 Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari suatu volume sampel minyak atau lemak pada suhu tertentu, dengan berat air pada suhu dan volume yang sama¹⁰. Berat jenis minyak atau lemak dipengaruhi oleh berat molekul dan komponen-komponen dalam minyak atau lemak, serta ketidakjenuhan komponen asam lemak minyak atau lemak. Semakin banyak komponen yang terkandung dalam minyak atau lemak, maka akan semakin besar berat molekul minyak atau lemak, sehingga berat jenisnya pun akan semakin tinggi. Ketidakjenuhan komponen asam lemak yang tinggi, juga akan menaikkan nilai berat jenis minyak.

Dari hasil penelitian ini diperoleh, bahwa berat jenis minyak lengkung dengan proses pemurnian lebih rendah dibandingkan dengan minyak lengkung tanpa pemurnian, yaitu 0,8851 g/mL dan 0,8770 g/mL. Hal tersebut menunjukkan bahwa minyak lengkung tanpa pemurnian memiliki komponen yang lebih banyak dibanding minyak lengkung dengan pemurnian, karena melalui proses pemurnian akan mengurangi komponen asam lemak bebas dan komponen lainnya. Jadi, nilai berat jenis berguna untuk menentukan kemurnian minyak atau lemak.

4.4.2 Indeks Bias

Indeks bias adalah perbandingan antara sinus sinar jatuh dengan sinus sinar bias dari cahaya melalui medium cair, misalnya minyak atau lemak. Refraksi atau pembiasan ini disebabkan adanya interaksi antara gaya elektrostatik dan gaya elektromagnetik dari atom-atom di dalam molekul cairan. Menurut Ketaren¹⁰, semakin bertambah rantai karbon maka indeks bias akan semakin besar. Indeks bias juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kadar asam lemak bebas, proses oksidasi dan suhu¹⁰.

Kerapatan medium minyak mempengaruhi nilai indeks bias. Kerapatan medium yang tinggi menyebabkan sinar yang menembus minyak sulit diteruskan. Semakin sulit sinar diteruskan dalam suatu medium (minyak), maka nilai indeks bias semakin tinggi. Dari data pengamatan terlihat, bahwa nilai indeks bias minyak lengkung dengan pemurnian lebih rendah dari minyak lengkung tanpa pemurnian, yaitu 1,454 dan 1,428. Hal ini menunjukkan bahwa minyak lengkung tanpa pemurnian memiliki kerapatan lebih besar karena memiliki komponen lebih banyak. Selain itu, minyak lengkung dengan pemurnian, telah kehilangan beberapa asam lemak bebas, sehingga mengurangi komponen dan rantai karbon.

4.4.3 Titik Leleh

Titik leleh adalah suatu suhu pada saat lemak mulai berubah dari fasa padat menjadi fasa cair. Nilai titik leleh merupakan suatu kisaran suhu tertentu, ini disebabkan karena minyak atau lemak merupakan campuran trigliserida yang kompleks, dan masing-masing trigliserida terdiri dari asam lemak yang beragam yang mempunyai titik leleh yang berbeda-beda.

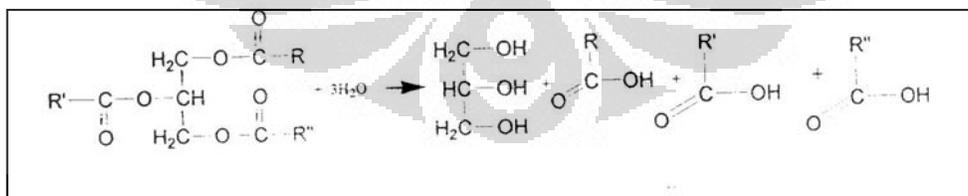
Titik leleh dipengaruhi oleh panjang rantai karbon penyusun trigliserida dan ketidakjenuhan asam lemak minyak atau lemak. Titik leleh akan naik dengan semakin panjang rantai karbon dan semakin rendahnya ketidakjenuhan asam lemak minyak atau lemak. Asam lemak jenuh mempunyai titik leleh lebih tinggi daripada asam lemak tidak jenuh, misalnya titik leleh asam palmitat yaitu 64 °C, dan titik leleh asam oleat yaitu 14 °C. Jadi, nilai titik leleh berguna untuk mengetahui komponen asam lemak terbanyak yang terkandung dalam suatu minyak atau lemak.

Dari data pengamatan, minyak biji lengkung memiliki titik leleh berkisar 7-10 °C. Hal ini diduga sesuai dengan komponen asam lemaknya. Minyak biji lengkung mengandung asam lemak tidak jenuh yang lebih besar, yaitu asam linoleat, asam oleat, dan asam linolenat, sehingga cenderung mencair pada suhu ruang dan memiliki titik leleh yang rendah. Asam lemak tidak jenuh dengan posisi *cis* memiliki efek sterik yang membuat strukturnya sulit untuk membentuk padatan, sehingga titik lelehnya rendah. Sebaliknya, ikatan jenuh membentuk rantai "zig-zag", memiliki gaya tarik yang tinggi

karena itu sulit membentuk struktur cair¹. Minyak biji lengkung yang dimurnikan telah kehilangan beberapa komponennya, termasuk asam lemak bebas, sehingga memiliki fraksi berat lebih kecil dan kisaran titik leleh yang rendah. Kerapatan minyak biji lengkung murni pun juga lebih rendah, sehingga cenderung mudah untuk berstruktur cair.

4.4.4 Bilangan Asam

Bilangan asam menunjukkan banyaknya asam lemak bebas dalam minyak, dan dinyatakan dengan mg basa per 1 g minyak. Bilangan asam juga merupakan parameter penting dalam penentuan kualitas minyak. Bilangan ini menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang ada dalam minyak, akibat reaksi hidrolisis, akibat reaksi kimia, pemanasan, proses fisika atau reaksi enzimatik. Hidrolisis lemak atau minyak sering dikatalisis oleh enzim lipase yang terdapat dalam bakteri di udara¹.



Gambar 4.5 Reaksi hidrolisis minyak

Penentuan bilangan asam dalam sampel minyak biji lengkung, dilakukan dengan menggunakan metode titrimetri. Minyak lengkung yang telah dilarutkan dalam etanol dititrasi dengan larutan alkali-KOH, asam lemak bebas dalam minyak lengkung akan bereaksi dengan KOH membentuk sabun kalium yang larut dalam alkohol. Titrasi dilakukan dengan indikator fenolftalein sampai terlihat perubahan warna dari larutan kuning keruh menjadi larutan merah muda.

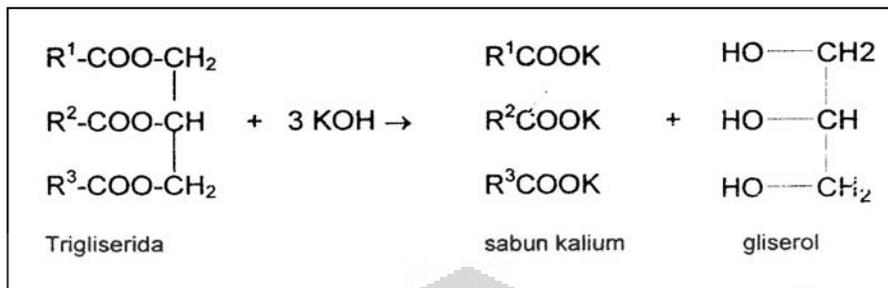
Semakin tinggi bilangan asam, maka semakin banyak minyak yang telah terhidrolisis. Data analisis menunjukkan bahwa bilangan asam minyak lengkung tanpa pemurnian sebesar 29,29 mg KOH/g minyak. Besarnya bilangan ini diduga karena telah terjadi proses hidrolisis pada minyak lengkung terutama pada saat proses ekstraksi. Minyak lengkung yang telah dimurnikan, memiliki bilangan asam yang lebih kecil, yaitu sebesar 1,01 mg KOH/g minyak. Jadi, melalui proses pemurnian akan mengurangi kadar asam lemak bebas, dimana semakin rendah bilangan asam minyak, maka semakin tinggi tinggi kualitas/nilai ekonomis minyak atau lemak karena minyak atau lemak semakin mendekati sifat netral.

4.4.5 Bilangan Penyabunan

Bilangan penyabunan menunjukkan banyaknya basa (mg KOH) yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 g minyak. Besarnya bilangan penyabunan bergantung dari massa molekul minyak, semakin besar massa molekul, maka

semakin rendah bilangan penyabunannya. Hal ini dapat dijelaskan, dengan semakin panjang rantai hidrokarbon suatu minyak, maka akan semakin kecil proporsi molar gugus karboksilat yang akan bereaksi dengan basa.

Pada reaksi penyabunan dibutuhkan tiga molekul basa untuk setiap molekul trigliserida. Agar sabun yang terbentuk tidak berupa padatan, maka basa yang digunakan harus berupa larutan dalam alkohol: KOH-alkoholis, dengan demikian tidak akan mengganggu dalam penentuan bilangan penyabunan. Reaksi penyabunan ini dilakukan dengan pemanasan dalam sistem refluks, sehingga reaksi akan lebih cepat dan jumlah pereaksi tetap sama karena tidak menguap ke luar sistem. Larutan alkali berlebih akan bereaksi dengan semua asam lemak dalam minyak, baik asam lemak bebas maupun asam lemak yang terikat dalam trigliserida. Untuk mengetahui sisa larutan alkali yang tidak bereaksi, maka dilakukan metode titrimetrik. Larutan sabun yang terbentuk berwarna jingga kekuningan ditambahkan dengan indikator fenolftalein, sehingga berubah warna kemerahan. Sisa KOH dititrasi dengan suatu asam: HCl, sampai warna larutan kembali menjadi kekuningan. Jumlah KOH yang bereaksi membentuk sabun diketahui dengan mengetahui selisih volume HCl untuk titrasi larutan blanko (seluruh larutan KOH) dengan volume HCl untuk mentitrasi larutan KOH sisa.



Gambar 4.6 Reaksi penyabunan minyak

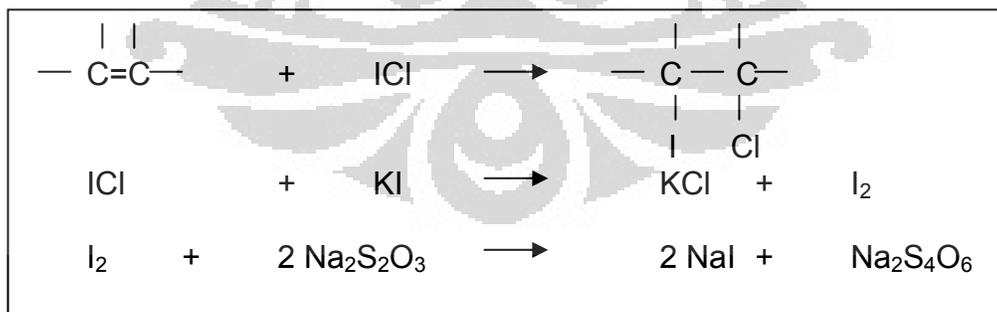
Minyak lengkung hasil ekstraksi menunjukkan bilangan penyabunan sebesar 190,89 mg KOH/g minyak, sedangkan bilangan penyabunan minyak lengkung hasil pemurnian sebesar 176,57 mg KOH/g minyak. Proses pemurnian minyak menurunkan nilai bilangan penyabunan, karena asam lemak bebas pada minyak telah berkurang melalui proses netralisasi. Dari kromatogram menunjukkan, bahwa minyak lengkung banyak mengandung asam lemak C18. Bila dibandingkan dengan minyak sawit dengan komponen terbesar asam palmitat C16, maka minyak sawit memiliki bilangan penyabunan lebih tinggi yaitu 196-202 mg KOH/g minyak.

4.4.6 Bilangan Iod

Bilangan iod menunjukkan banyaknya molekul iod yang dapat mengadisi ikatan rangkap pada minyak, dinyatakan dalam g iod per 100 g contoh minyak. Bilangan ini sangat penting dalam menentukan kualitas minyak berdasarkan banyaknya ikatan rangkap dalam asam lemaknya.

Semakin besar bilangan iod, maka berarti semakin banyak ikatan rangkap yang ada dalam asam lemak suatu minyak. Sedangkan semakin banyak ikatan rangkap dalam suatu minyak, maka minyak tersebut akan semakin mudah rusak, karena sifatnya yang mudah teroksidasi oleh oksigen dalam udara, senyawa kimia atau proses pemanasan.

Penentuan bilangan iod berdasarkan titrasi iodometrik dengan larutan Wijs. Larutan Wijs, berwarna coklat pekat, mengandung ICl yang akan mengadisi ikatan rangkap dalam asam lemak suatu minyak. Sisa ICl yang tidak mengadisi ikatan rangkap akan bereaksi dengan KI membentuk iod (I_2), kemudian sejumlah iod tersebut dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat sampai larutan berwarna kuning pucat. Penambahan indikator kanji akan membentuk kompleks berwarna. Titik akhir titrasi dicapai bila warna kompleks tersebut hilang. Jumlah iod yang terikat pada ikatan rangkap asam lemak suatu minyak, diketahui dari selisih volume titran larutan blangko dengan volume titran larutan sampel.



Gambar 4.7 Reaksi adisi asam lemak tak jenuh dengan pereaksi wijs

Bilangan iod dari minyak biji lengkung tanpa dan dengan pemurnian adalah 67,06 dan 62,42 g iod/100 g minyak. Nilai ini menunjukkan bahwa penurunan kadar asam lemak bebas juga mempengaruhi bilangan iod.

Dari komponen asam lemak menunjukkan bahwa minyak yang mengandung asam lemak jenuh tinggi akan memiliki bilangan iod yang rendah, dan sebaliknya. Berikut adalah tabel yang berisi tentang perbandingan dari bilangan iod dari beberapa jenis minyak nabati.

Tabel 4.3 Bilangan iod beberapa minyak nabati²⁰

Jenis minyak	Asam lemak (%)	Bilangan iod
Minyak sawit	Asam Palmitat 40-47 %	46-56
Minyak kedelai	Asam Linoleat: 50%	120-143
Minyak lengkung	Asam Palmitat: 7-10 % Asam Oleat-Asam Linoleat: 40%	62-67

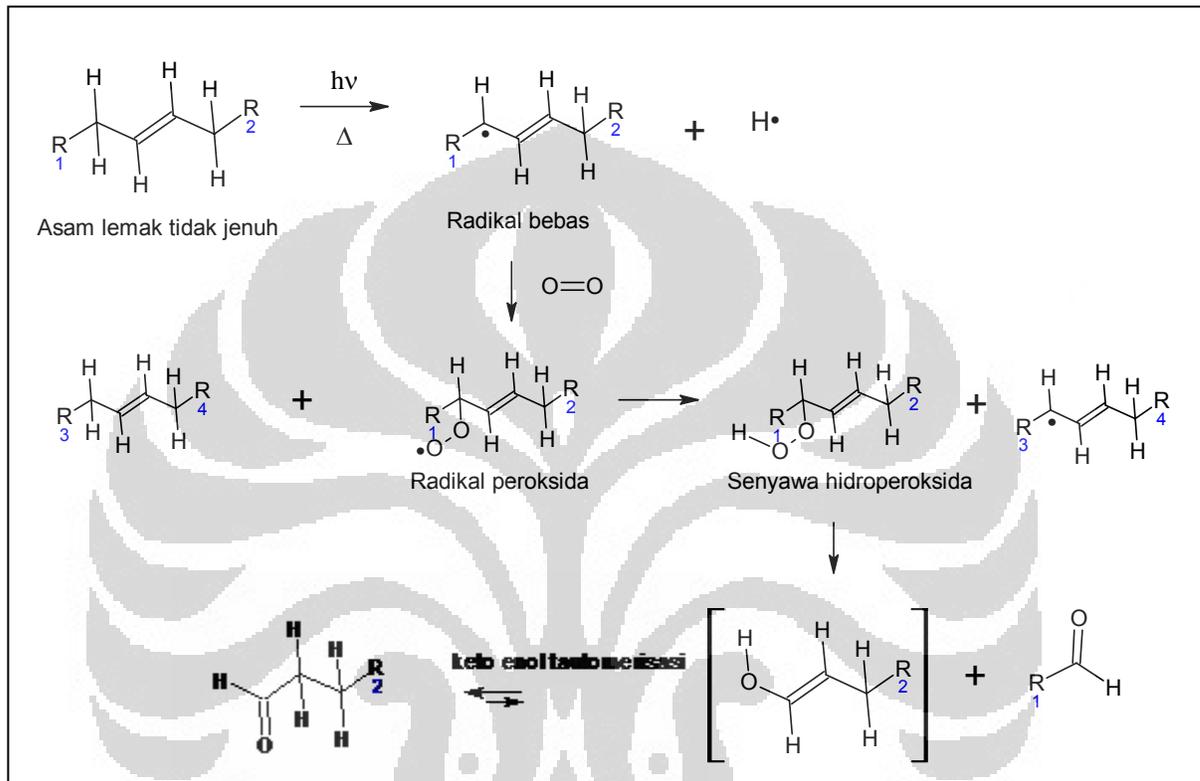
4.4.7 Bilangan Peroksida

Proses oksidasi selalu terjadi pada minyak atau lemak. Akibatnya adalah penurunan kualitas dan ketahanan minyak atau lemak tersebut. Proses oksidasi dapat berlangsung dari tahap pengolahan, penggunaan, dan penyimpanan minyak atau lemak. Proses oksidasi dari minyak atau lemak terutama berlangsung pada asam lemak tidak jenuh penyusun trigliseridanya. Produk utama (primer) oksidasi adalah senyawa hidroperoksida yang tidak berbau. Produk antara oksidasi senyawa hidroperoksida adalah senyawa

yang tidak stabil, sehingga dengan adanya proses oksidasi lebih lanjut akan mudah berubah menjadi senyawa lain yang disebut produk sekunder oksidasi. Produk sekunder mempunyai rantai karbon lebih pendek, sehingga mudah menguap seperti senyawa aldehida, keton, alkohol, hidrokarbon. Produk *volatile* ini menyebabkan aroma yang tidak enak dan disebut sebagai ketengikan (*rancidity*)⁹.

Mekanisme oksidasi lipida tidak jenuh diawali dengan tahap inisiasi, yaitu terbentuknya radikal bebas ($R\bullet$) bila lipida kontak dengan panas, cahaya, ion metal dan oksigen. Reaksi ini terutama terjadi pada gugus metilen yang berdekatan dengan ikatan rangkap $-C=C-$ ²². Ditambahkan oleh Gordon²³, tahap inisiasi terjadi karena bantuan sumber energi eksternal, seperti panas, cahaya atau energi tinggi dari radiasi, inisiasi kimia dengan terlarutnya ion logam. Tahap selanjutnya adalah tahap propagasi, dimana oksidasi berawal ketika radikal lipida ($R\bullet$) hasil tahap inisiasi bertemu dengan oksigen membentuk radikal peroksida ($ROO\bullet$). Reaksi oksigenasi ini terjadi sangat cepat dengan energi aktivitas hampir nol, sehingga konsentrasi $ROO\bullet$ yang terbentuk jauh lebih besar dari konsentrasi $R\bullet$ ²³. Radikal peroksida yang terbentuk akan mengekstrak ion hidrogen dari lipida lain (R_1H) membentuk hidroperoksida ($ROOH$) dan molekul radikal lipida baru ($R_1\bullet$). Selanjutnya reaksi oksidasi ini akan berulang sehingga merupakan reaksi berantai. Tahap terakhir oksidasi lipida adalah tahap terminasi, yaitu pembentukan produk senyawa netral, dimana hidroperoksida yang sangat tidak stabil terpecah menjadi senyawa organik berantai pendek, seperti

aldehida, keton, alkohol dan asam. Berikut ini merupakan salah satu contoh reaksi oksidasi pada asam lemak tidak jenuh:



Gambar 4.8 Reaksi pembentukan hidroperoksida

Bilangan peroksida merupakan salah satu parameter mutu dan derajat kerusakan dari suatu minyak atau lemak, terutama jika digunakan untuk pangan. Untuk menentukan banyaknya senyawa hidroperoksida yang terbentuk, maka dilakukan metode iodometrik. Gugus hidroperoksida akan mengoksidasi iodida (I^-) dari KI menjadi iodin (I_2). Iodin (I_2) yang sebanding dengan senyawa hidroperoksida ditentukan dengan natrium tiosulfat. Untuk

mengetahui besarnya iodida yang dioksidasi oleh udara dilakukan titrasi blangko.

Dari hasil pengukuran, bilangan peroksida dari minyak biji lengkung cukup tinggi, yaitu: bilangan peroksida minyak lengkung tanpa pemurnian dan dengan pemurnian adalah 4,96 dan 2,95 meq O₂/kg minyak lengkung. Hal ini di antaranya disebabkan oleh komponen asam lemak tidak jenuh yang dominan pada minyak biji lengkung, sehingga mudah teroksidasi. Bilangan peroksida minyak dengan pemurnian mengalami penurunan, karena berkurangnya ikatan rangkap dari asam lemak tidak jenuh. Hal ini sesuai dengan bilangan iodnya.

4.4.8 Materi Tidak Tersabunkan

Minyak atau lemak mengandung materi yang tersabunkan (*saponifiable matter*) dan materi tidak tersabunkan (*unsaponifiable matter*). Materi yang tersabunkan akan bereaksi dengan KOH membentuk garam kalium dan termasuk kelompok lipid turunan asam lemak, yaitu asam lemak bebas, trigliserida, fosfolipid. Materi tidak tersabunkan tidak bereaksi dengan KOH dan termasuk kelompok lipid nongliseridik, antara lain: hidrokarbon rantai panjang, sterol, vitamin yang larut dalam lemak, antioksidan alami, alkohol, aldehid, keton, serta senyawa eter rantai panjang⁹.

Penetapan materi tidak tersabunkan dilakukan berdasarkan prinsip *like dissolve like*. Senyawa nonpolar akan tertarik pada pelarut nonpolar, dan

sebaliknya, senyawa polar akan tertarik pada pelarut polar. Proses pendahuluannya adalah memisahkan materi tidak tersabunkan dengan materi tersabunkan melalui reaksi penyabunan menggunakan larutan KOH sebagai basa. Lalu sabun yang terbentuk dipisahkan secara ekstraksi menggunakan pelarut nonpolar *n*-heksana. Pelarut nonpolar ini akan menarik materi yang tidak tersabunkan. Selanjutnya pelarut nonpolar ini diuapkan untuk mendapatkan residu berupa campuran dari materi tidak tersabunkan dan sisa asam lemak. Untuk mengetahui kandungan materi tidak tersabunkan, maka residu ini dititrasi dengan larutan KOH, sehingga sisa asam lemak yang masih ada dalam residu dapat diketahui. Jadi, materi tidak tersabunkan adalah selisih berat residu dengan berat sisa asam lemak dalam satu gram minyak atau lemak.

Dalam penelitian ini diperoleh materi tidak tersabunkan untuk minyak biji lengkung tanpa pemurnian sebesar 5,68 %. Persentase ini mengalami penurunan dengan proses pemurnian, menjadi sebesar 2,52 %.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian sifat fisiko-kimia serta penentuan komposisi asam lemak dari minyak biji lengkung menyimpulkan bahwa:

1. Minyak biji lengkung yang diperoleh dengan metode sokhletasi adalah sebesar 2,7 % dari berat serbuk biji lengkung kering dan berbentuk cair berwarna jingga kecoklatan.
2. Komposisi terbesar minyak biji lengkung adalah asam lemak tidak jenuh sebesar 57,4 %, yaitu terdiri dari asam linoleat (26,73 %), asam oleat (22,08 %), dan asam linolenat (8,59 %).
3. Komposisi asam lemak tidak jenuh minyak biji lengkung adalah asam palmitat (19,78 %), asam stearat (3,41 %), asam kaprilat (0,48 %), asam laurat (0,18 %), asam miristat (0,09 %), dan asam kaprat (0,06 %). Selain itu, minyak biji lengkung mengandung 18,6 % komponen lain, diantaranya diduga merupakan asam lemak siklis, yaitu asam sterkulat dan asam dihidrosterkulat.
4. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak biji lengkung mempengaruhi sifat fisiko-kimianya.

5.2 Saran

Penelitian sifat fisiko-kimia dan asam lemak penyusun minyak biji lengkung ini merupakan studi pendahuluan. Namun, dari kadar minyak yang dihasilkan, maka minyak lengkung kurang ekonomis untuk digunakan sebagai bahan bakar. Pemanfaatan minyak biji lengkung lebih diutamakan bagi komponen asam lemaknya untuk industri oleokimia. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, bisa dilakukan metode lain yang lebih cepat dalam mengekstrak minyak dan mengidentifikasi kandungan asam lemak lain (asam lemak siklis) dari minyak biji lengkung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tambun, R. *Buku Ajar Teknologi Oleokimia*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. 2006. Diakses dari <http://www.library.usu.ac.id>., 30 Mei 2008, 10:45.
2. *Dimocarpus longan – Lower Risk Near Threatened*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Diakses dari <http://www.iucnredlist.org>., 23 November 2007, 9:42.
3. Nagle, M, dkk. *Availability and Potential of Local Biomass Resources as Fuels for Drying of Tropical Fruits in Northern Thailand*. University of Kassel-Witzenhausen and University of Gottingen, Tropentag. 2007.
4. Rangkadilok, N. *Identification and Quantification of Polyphenolic Compounds in Longan (Euphoria longana Lam.) Fruit*. Mahidol University, 2005.
5. *Dimocarpus longan (Sapindaceae)*. Diakses dari http://www.montosogardens.com/dimocarpus_longan.htm., 23 November 2007, 9:42.
6. Choo, W. K. *Longan Production In Asia*. Food and Agriculture Organization of The United Nations Regional Office For Asia and The Pacific Bangkok, Thailand. 2000. Diakses dari <http://www.fao.org/DOCREP/003/X6908E/X6908e00.htm>., 23 November 2007, 9:42.

7. Morton, J. *Fruits of Warm Climates: Longan*. p. 259–262. Miami, FL. 1987.
Diakses dari <http://www.hort.purdue.edu>, 23 November 2007, 9:43.
8. Diakses dari <http://www.solusiherbal.blogspot.com/2008/01/khasiat-lengkeng.htm>., 9 April 2008, 9:00.
9. Hudiyono, S. *Lipid: Kimia, Biokimia dan Pangan*. Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. 2005. hal: 24-25, 86-87.
10. Ketaren, S. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta. 1986. hal: 6-8, 12-14, 30-53, 188-219.
11. Laela, A.N. *Studi Ekstraksi dan Penentuan Sifat Fisiko-Kimia serta Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida dari Minyak Biji Kepuh (Sterculia Foetida)*. Karya Utama Sarjana Kimia. Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Indonesia. 2006.
12. Christie, W.W. *Fatty Acids: Natural Alicyclic, Structures, Occurances, and Biochemistry*. Diakses dari http://www.Lipidlibrary.co.uk/Lipids/fa_eic.html, 14 Desember 2007, 12:11.
13. Vickery, J.R. *The Fatty Acid Composition of Seed Oils from Ten Plant Families with Particular Reference to Cyclopropene and Dihydrosterculic Acids*. J Amer Oil Chem Soc. CSIRO Division of Food Research, North Ryde, Australia. 1980.
14. Kleiman, R., Earle F.R., Wolff I.A. *Lipids* 4:317. 1969.
15. Bao, X., Katz, S., Pollard, M., Ohlrogge, J.B. *Carbocyclic fatty acids in plants: Biochemical and molecular genetic characterization of*

- cyclopropane fatty acid synthesis of Sterculia foetida*. Department of Plant Biology, Michigan State University. 2002.
16. Pasae, Y. *Pembuatan Asam Lemak Bercabang dari Minyak Kepoh*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Bandung. 2006. Diakses dari <http://www.lib.itb.ac.id>, 20 juni 2008, 12:13.
17. Sipayung, R. *Biosintesis Asam Lemak pada Tanaman*. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. 2003. Diakses dari <http://www.library.usu.ac.id>, 18 Desember 2007, 5:29.
18. Pasaribu, N. *Minyak Buah Kelapa Sawit*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. 2004. Diakses dari <http://www.library.usu.ac.id>, 14 Desember 2007, 12:23.
19. Sunardi. *Penuntun Praktikum Kimia Analisa Instrumentasi*. Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Indonesia. 2006.
20. Linda, I.R. *Studi Ekstraksi dan Penentuan Sifat Fisiko-Kimia serta Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida dari Minyak Biji Duku (Lansium domesticum)*. Karya Utama Sarjana Kimia. Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Indonesia. 2005.
21. *Perubahan Minyak Goreng Selama Pemanasan*. 2005. Diakses dari <http://www.ntfp.or.id>, 2 Juli 2008, 9:39.
22. Buck, D.F. *Antioxidants: Food Additive User's*. 1991.
23. Gordon, M.H. *Food Antioxidants: The mechanism of antioxidants action in vitro*. Elsevier Applied Science, London. 1990.



Lampiran I: Hasil analisis komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak biji lengkung

H A S I L
TEST RESULT

Nomor Seri : 3866
Serial Number

Nomor / Number : 3866/LHU/Bd/ABICAL.1/VI/2008

Nomor Analisis : 4945
Analysis Number

Halaman / Page : 2 Dari / of 2

Parameter	Satuan	Hasil	Metoda Uji/Teknik
Asam lemak jenuh			GC
Asam kaprilat, (C ₈)	%	0,48	
Asam kaprat, (C ₁₀)	%	0,06	
Asam laurat, (C ₁₂)	%	0,18	
Asam miristat, (C ₁₄)	%	0,09	
Asam palmitat, (C ₁₆₋₀)	%	19,8	
Asam stearat, (C ₁₈₋₀)	%	3,41	
Asam lemak tidak jenuh			GC
Asam oleat, (C ₁₈₋₁)	%	22,1	
Asam linoleat, (C ₁₈₋₂)	%	26,7	
Asam linolenat, (C ₁₈₋₃)	%	8,59	

ASLI
ORIGINAL

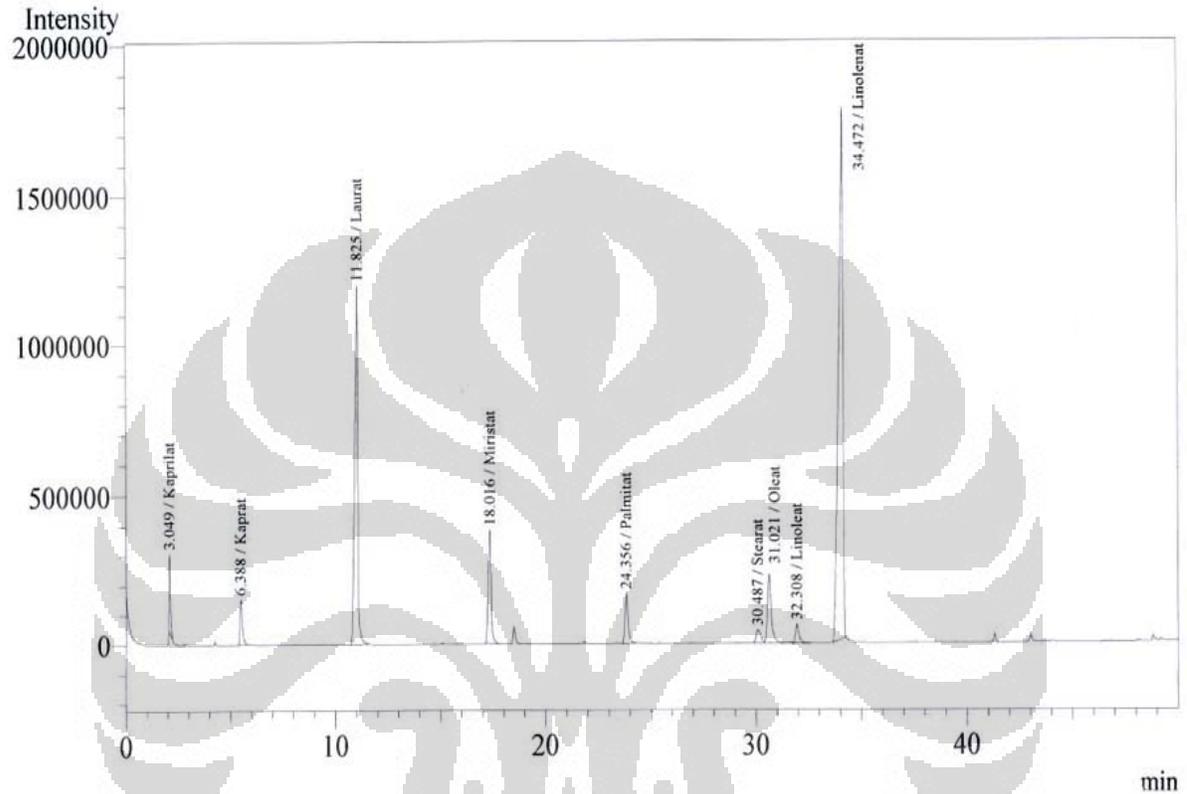
Laboratorium Analisis dan Kalibrasi
Balai Besar Industri Agro



HASIL PENGUJIAN INI TIDAK UNTUK DIGANDAKAN
DAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH-CONTOH
TERSEBUT DIATAS.
PENGAMBILAN CONTOH BERTANGGUNG JAWAB
ATAS KEBENARAN TANDING BARANG.

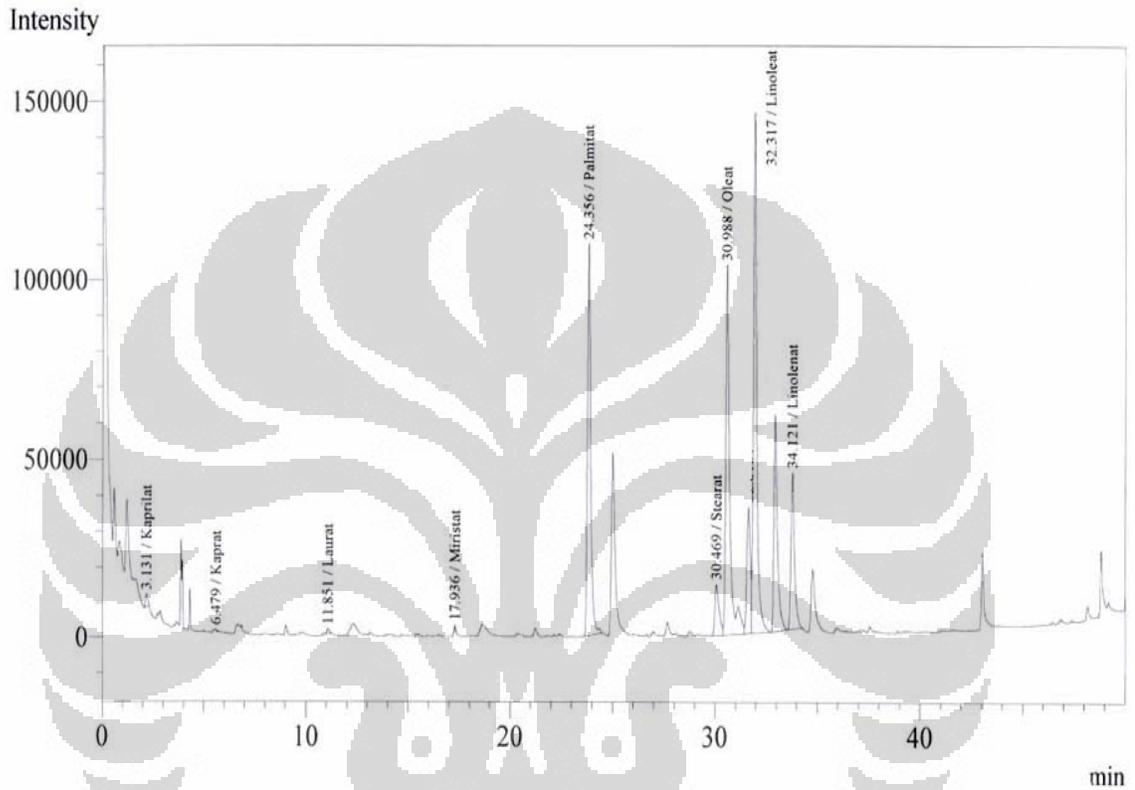
FAD.04a

Lampiran II: Kromatogram gas standar asam lemak



Peak#	Cmpd Name	Ret. Time	Area	Height	Area%	Height%
1	Kaprilat	3.049	1134441	265361	2.3428	6.2104
2	Kaprat	6.388	1153931	152710	2.3830	3.5739
3	Laurat	11.825	11764192	1196413	24.2949	28.0003
4	Miristat	18.016	3560125	380484	7.3522	8.9047
5	Palmitat	24.356	1695876	168490	3.5022	3.9433
6	Stearat	30.487	662637	45069	1.3684	1.0548
7	Oleat	31.021	2938304	231530	6.0681	5.4186
8	Linoleat	32.308	701698	63718	1.4491	1.4912
9	Linolenat	34.472	24811270	1769084	51.2392	41.4028
Total			48422474	4272859	100.0000	100.0000

Lampiran III: Kromatogram gas minyak biji lengkung murni



Peak#	Cmpd Name	Ret. Time	Area	Area%	Height
	Kaprilat	3.131	28963	0.4767	3637
	Kaprat	6.479	3724	0.0613	511
	Laurat	11.851	10792	0.1776	1295
	Miristat	17.936	5789	0.0953	1392
	Palmitat	24.356	1202214	19.7854	109632
	Stearat	30.469	206978	3.4063	14682
	Oleat	30.988	1341811	22.0828	103412
	Linoleat	32.317	1623945	26.7260	145462
	Linolenat	34.121	521731	8.5864	43935

Lampiran IV: Perhitungan dalam analisa sifat fisiko-kimia minyak biji lengkung

1. Berat Jenis Minyak Biji Lengkung

- Berat jenis minyak tanpa pemurnian

Berat piknometer kosong = 11,5833 g

Berat piknometer + air = 21,7750 g

Berat air = 10,1917 g

Berat piknometer + minyak tanpa pemurnian = 20,6042 g

Berat minyak tanpa pemurnian = 9,0209 g

Berat jenis minyak tanpa pemurnian = 0,8851 g/mL

- Berat jenis minyak dengan pemurnian

Berat piknometer kosong = 8,7121 g

Berat piknometer + air = 17,9622 g

Berat air = 9,2501 g

Berat piknometer + minyak pemurnian = 16,8245 g

Berat minyak dengan pemurnian = 8,1124 g

Berat jenis minyak dengan pemurnian = 0,8770 g/mL

2. Bilangan Asam Minyak Biji Lengkung

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{V_s \times N \times 56,107}{G}$$

Dimana: V_s = jumlah mL KOH yang dibutuhkan untuk titrasi sample

N = normalitas larutan KOH

G = berat sample minyak

56,107 = berat ekivalen KOH

- Bilangan asam minyak tanpa pemurnian

Larutan KOH 0,1 N dibuat dengan melarutkan 1,2190 g KOH dalam aquadest menjadi 250 mL. Standarisasi KOH dilakukan dengan membuat larutan KHP 0,1 N, yaitu dengan melarutkan 2,0422 g KHP dalam aquadest menjadi 100 mL. Lalu diambil 10 mL larutan KHP 0,1 N tersebut untuk dititrasi dengan KOH.

$$V_1 \text{ KOH} = 12,00 \text{ mL}$$

$$V_2 \text{ KOH} = 12,10 \text{ mL}$$

Diperoleh normalitas KOH adalah 0,0830 N.

$$G_1 = 0,9932 \text{ g}$$

$$V_{s1} = 6,25 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan asam 1} &= \frac{6,25 \text{ mL} \times 0,0830 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{0,9932 \text{ g}} \\ &= 29,3048 \text{ mg KOH/g sample} \end{aligned}$$

$$G_2 = 1,0103 \text{ g}$$

$$V_{s2} = 6,35 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan asam 2} &= \frac{6,35 \text{ mL} \times 0,0830 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{1,0103 \text{ g}} \\ &= 29,2697 \text{ mg KOH/g sample} \end{aligned}$$

Bilangan asam minyak biji lengkung tanpa pemurnian = 29,29 mg KOH/g sample.

- Bilangan asam minyak biji lengkung dengan pemurnian

Larutan KOH 0,1 N dibuat dengan melarutkan 1,5074 g KOH dalam aquadest menjadi 250 mL. Standarisasi KOH dilakukan dengan membuat larutan KHP 0,1 N, yaitu dengan melarutkan 2,0422 g KHP dalam aquadest menjadi 100 mL. Lalu diambil 10 mL larutan KHP 0,1 N tersebut untuk dititrasi dengan KOH.

$$V1 \text{ KOH} = 10,70 \text{ mL}$$

$$V2 \text{ KOH} = 10,60 \text{ mL}$$

Diperoleh normalitas KOH adalah 0,0939 N.

$$G1 = 0,5144 \text{ g}$$

$$Vs1 = 0,10 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan asam 1} &= \frac{0,10 \text{ mL} \times 0,0939 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{0,5144 \text{ g}} \\ &= 1,0242 \text{ mg KOH/g sample} \end{aligned}$$

$$G2 = 0,5294 \text{ g}$$

$$Vs2 = 0,10 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan asam 2} &= \frac{0,10 \text{ mL} \times 0,0939 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{0,5294 \text{ g}} \\ &= 0,9952 \text{ mg KOH/g sample} \end{aligned}$$

Bilangan asam minyak biji lengkung dengan pemurnian = 1,01 mg KOH/g sample.

3. Bilangan Penyabunan Minyak Biji Lengkeng

$$\text{Bilangan Penyabunan} = \frac{(V_b - V_s) \times N \times 56,107}{G}$$

Dimana: V_b = jumlah mL HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

V_s = jumlah mL HCl yang dibutuhkan untuk titrasi sample

N = normalitas larutan KOH

G = berat sample minyak

56,1 = berat ekivalen KOH

- Bilangan penyabunan minyak biji lengkung tanpa pemurnian

Larutan HCl 0,5 N dibuat dengan mengencerkan 10,40 mL HCl pekat (12 M) dalam aquadest menjadi 250 mL. Standarisasi HCl dilakukan dengan membuat larutan Na_2CO_3 , yaitu dengan melarutkan 2,6496 g Na_2CO_3 dalam aquadest menjadi 50 mL. Lalu diambil 10 mL larutan Na_2CO_3 tersebut untuk dititrasi dengan HCl.

$$V_1 \text{ HCl} = 9,40 \text{ mL}$$

$$V_2 \text{ HCl} = 9,55 \text{ mL}$$

Diperoleh normalitas HCl adalah 0,5277 N.

Maka normalitas KOH adalah 0,5277 N.

$$G_1 = 1,0086 \text{ g}$$

$$V_b = 11,00 \text{ mL}$$

$$V_{s1} = 4,50 \text{ mL}$$

$$\text{Bilangan penyabunan 1} = \frac{(11,00 - 4,50) \text{ mL} \times 0,5277 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{1,0086 \text{ g}}$$

$$= 190,8089 \text{ mg KOH/g sample}$$

$$G2 = 0,9922 \text{ g}$$

$$Vb = 11,00 \text{ mL}$$

$$Vs2 = 4,60 \text{ mL}$$

$$\text{Bilangan penyabunan 2} = \frac{(11,00 - 4,60) \text{ mL} \times 0,5277 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{0,9922 \text{ g}}$$

$$= 190,9787 \text{ mg KOH/g sample}$$

**Bilangan penyabunan minyak biji lengkung tanpa pemurnian =
190,89 mg KOH/g sample.**

- Bilangan penyabunan minyak biji lengkung dengan pemurnian
Larutan HCl 0,5 N dibuat dengan mengencerkan 10,40 mL HCl pekat (12 M) dalam aquadest menjadi 250 mL. Standarisasi HCl dilakukan dengan membuat larutan Na_2CO_3 , yaitu dengan melarutkan 2,6498 g Na_2CO_3 dalam aquadest menjadi 50 mL. Lalu diambil 5 mL larutan Na_2CO_3 tersebut untuk dititrasi dengan HCl.

$$V1 \text{ HCl} = 4,60 \text{ mL}$$

$$V2 \text{ HCl} = 4,60 \text{ mL}$$

Diperoleh normalitas HCl adalah 0,5435 N.

Maka normalitas KOH adalah 0,5435 N.

$$G1 = 0,5099 \text{ g}$$

$$Vb = 5,00 \text{ mL}$$

$$Vs1 = 2,05 \text{ mL}$$

$$\text{Bilangan penyabunan 1} = \frac{(5,00 - 2,05) \text{ mL} \times 0,5435 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{0,5099 \text{ g}}$$

$$= 176,4224 \text{ mg KOH/g sample}$$

$$G2 = 0,5004 \text{ g}$$

$$Vb = 5,00 \text{ mL}$$

$$Vs2 = 2,10 \text{ mL}$$

$$\text{Bilangan penyabunan 2} = \frac{(5,00 - 2,10) \text{ mL} \times 0,5435 \text{ N} \times 56,107 \text{ mg/mek}}{0,5004 \text{ g}}$$

$$= 176,7247 \text{ mg KOH/g sample}$$

**Bilangan penyabunan minyak biji lengkung dengan pemurnian =
176,57 mg KOH/g sample.**

4. Bilangan Iod Minyak Biji Lengkeng

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(Vb - Vs) \times N \times 12,69}{G}$$

Dimana: Vb = jumlah mL Na_2SO_3 yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Vs = jumlah mL Na_2SO_3 yang dibutuhkan untuk titrasi sample

N = normalitas larutan Na_2SO_3

G = berat sample minyak

$$12,69 = \frac{\text{berat ekivalen Iod}}{10}$$

Larutan Na_2SO_3 0,1 N dibuat dengan melarutkan 12,4112 g $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam aquadest menjadi 500 mL. Standarisasi Na_2SO_3 dilakukan dengan membuat larutan KIO_3 , yaitu dengan melarutkan 0,3579 g KIO_3 dalam aquadest menjadi 100 mL. Lalu diambil 20 mL larutan KIO_3 tersebut untuk dititrasi dengan Na_2SO_3 .

$$V1 \text{ Na}_2\text{SO}_3 = 20,30 \text{ mL}$$

$$V2 \text{ Na}_2\text{SO}_3 = 20,10 \text{ mL}$$

Diperoleh normalitas Na_2SO_3 adalah 0,0993 N.

- Bilangan iod minyak biji lengkung tanpa pemurnian

$$Vb = 43,75 \text{ mL}$$

$$Vs1 = 16,72 \text{ mL}$$

$$G1 = 0,5046 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan iod 1} &= \frac{(43,75 - 16,72) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 12,69 \text{ mg/mek}}{0,5046 \text{ g}} \\ &= 67,5009 \text{ g Iod/100 g sample} \end{aligned}$$

$$Vs2 = 16,80 \text{ mL}$$

$$G2 = 0,5097 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan iod 2} &= \frac{(43,75 - 16,80) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 12,69 \text{ mg/mek}}{0,5097 \text{ g}} \\ &= 66,6277 \text{ g Iod/100 g sample} \end{aligned}$$

Bilangan iod minyak biji lengkung tanpa pemurnian = 67,06 g

Iod/100 g sample.

- Bilangan iod minyak biji lengkung dengan pemurnian

$$V_b = 40,05 \text{ mL}$$

$$V_{s1} = 15,18 \text{ mL}$$

$$G_1 = 0,5024 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan iod 1} &= \frac{(40,05 - 15,18) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 12,69 \text{ mg/mek}}{0,5024 \text{ g}} \\ &= 62,3788 \text{ g Iod/100 g sample} \end{aligned}$$

$$V_{s2} = 14,70 \text{ mL}$$

$$G_2 = 0,5115 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan iod 2} &= \frac{(40,05 - 14,70) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 12,69 \text{ mg/mek}}{0,5115 \text{ g}} \\ &= 62,4515 \text{ g Iod/100 g sample} \end{aligned}$$

Bilangan iod minyak biji lengkung dengan pemurnian = 62,42 g

Iod/100 g sample.

5. Bilangan Peroksida Minyak Biji Lengkeng

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 1000}{G}$$

Dimana: V_s = jumlah mL Na_2SO_3 yang dibutuhkan untuk titrasi sample

V_b = jumlah mL Na_2SO_3 yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

N = normalitas larutan Na_2SO_3

G = berat sample minyak

- Bilangan peroksida minyak biji lengkung tanpa pemurnian

$$V_{s1} = 0,25 \text{ mL}$$

$$V_b = 0,20 \text{ mL}$$

$$G_1 = 1,0024 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan peroksida 1} &= \frac{(0,25 - 0,20) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 1000}{1,0024 \text{ g}} \\ &= 4,9531 \text{ meq O}_2/\text{kg sample} \end{aligned}$$

$$V_{s2} = 0,25 \text{ mL}$$

$$V_b = 0,20 \text{ mL}$$

$$G_2 = 0,9999 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan peroksida 2} &= \frac{(0,25 - 0,20) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 1000}{0,9999 \text{ g}} \\ &= 4,9655 \text{ meq O}_2/\text{kg sample} \end{aligned}$$

Bilangan peroksida minyak biji lengkung tanpa pemurnian = 4,96 meq $\text{O}_2/\text{kg sample}$.

- Bilangan peroksida minyak biji lengkung dengan pemurnian

$$V_{s1} = 0,13 \text{ mL}$$

$$V_b = 0,10 \text{ mL}$$

$$G_1 = 1,0063 \text{ g}$$

$$\text{Bilangan peroksida 1} = \frac{(0,13 - 0,10) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 1000}{1,0063 \text{ g}}$$

$$= 2,9603 \text{ meq O}_2/\text{kg sample}$$

$$V_{s2} = 0,13 \text{ mL}$$

$$V_b = 0,10 \text{ mL}$$

$$G_2 = 1,0143 \text{ g}$$

$$\text{Bilangan peroksida 2} = \frac{(0,13 - 0,10) \text{ mL} \times 0,0993 \text{ N} \times 1000}{1,0143 \text{ g}}$$

$$= 2,9370 \text{ meq O}_2/\text{kg sample}$$

Bilangan peroksida minyak biji lengkung dengan pemurnian = 2,95 meq O₂/kg sample.

6. Materi Tidak Tersabunkan Minyak Biji Lengkeng

$$\text{Materi Tidak Tersabunkan} = \frac{(BR - BA)}{B} \times 100 \%$$

Dimana: BR = berat residu

BA = berat asam lemak = $V \text{ KOH} \times 0,0561 \times N \text{ KOH}$

B = berat sample

Larutan KOH dibuat dengan mengencerkan 20 mL KOH 0,1 N dalam aquadest menjadi 100 mL. Standarisasi KOH dilakukan dengan membuat larutan KHP 0,02 N, yaitu dengan melarutkan 0,2047 g KHP dalam aquadest menjadi 50 mL. Lalu diambil 10 mL larutan KHP 0,02 N tersebut untuk dititrasi dengan KOH.

$$V1 \text{ KOH} = 12,30 \text{ mL}$$

$$V2 \text{ KOH} = 12,40 \text{ mL}$$

Diperoleh normalitas KOH adalah 0,0162 N.

- Materi tidak tersabunkan minyak biji lengkung tanpa pemurnian

$$B = 2,0367 \text{ g}$$

$$BR = 0,1179 \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = 2,50 \text{ mL}$$

$$BA = 2,50 \text{ mL} \times 0,0561 \text{ mg/mek} \times 0,0162 \text{ N} = 2,27 \text{ E-3 g}$$

$$\text{Materi tidak tersabunkan} = \frac{(0,1179 - 2,27 \text{ E-3}) \text{ g}}{2,0367 \text{ g}} \times 100 \%$$

Materi tidak tersabunkan minyak biji lengkung tanpa pemurnian = 5,68 %

- Materi tidak tersabunkan minyak biji lengkung dengan pemurnian

$$B = 2,0388 \text{ g}$$

$$BR = 0,0528 \text{ g}$$

$$V \text{ KOH} = 1,50 \text{ mL}$$

$$BA = 1,50 \text{ mL} \times 0,0561 \text{ mg/mek} \times 0,0162 \text{ N} = 1,36 \text{ E-3 g}$$

$$\text{Materi tidak tersabunkan} = \frac{(0,0528 - 1,36 \text{ E-3}) \text{ g}}{2,0388 \text{ g}} \times 100 \%$$

Materi tidak tersabunkan minyak biji lengkung dengan pemurnian = 2,52 %