

**KESAN MASA PENGGORENGAN KE ATAS KESTABILAN
OKSIDATIF TERMA MINYAK MASAK**

LING KING HAR

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT UNTUK
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2007**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KESAN MASA PENGGORENGAN TERHADAP KESTABILAN OKSIDATIF TERMA MINYAK MASAK.

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)

SESI PENGAJIAN: 2004/05

NAMA: LING KING HAR

(HURUF BESAR)

Menyatakan membenarkan tesis (LPS/ Sarjana/ Doktor Falsafah) ini di simpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. ** Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

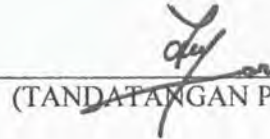
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 21 Taman Mas 1,

Kampung Keh, 32000 Sitiawan,

Perak.

En. Sharifudin Md. Shaarani.

Nama Penyelia

Tarikh: 4/5/07.

Tarikh: 4/5/07.

PETAKATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran surat daripada pihak berkuasa/organsia berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

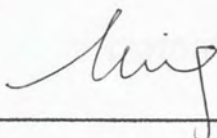
* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali segala nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

21 MAC 2007

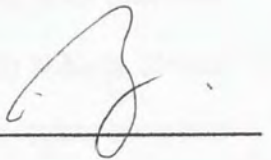


(LING KING HAR)

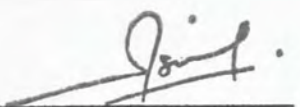
HN2004-2222



PENGAKUAN PEMERIKSA**DIPERAKUI OLEH****TANDATANGAN****1. PENYELIA****(En. Sharifudin Md Shaarani)**

2. PEMERIKSA – 1**(Dr. Lee Jau Shya)**

3. PEMERIKSA – 2**(En. Mansoor Abd Hamid)**

4. DEKAN**(Prof. Madya Dr. Mohd. Ismail Abdullah)**

PENGHARGAAN

Saya amat bersyukur dapat menyempurnakan projek tesis ini pada masa yang ditetapkan. Dengan mengambil kesempatan ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam menjayakan projek penyelidikan ini.

Terlebih dahulu ribuan terima kasih diucapkan kepada Encik Sharifudin, selaku penyelia projek penyelidikan saya yang telah memberikan banyak tunjuk ajar, bimbingan, nasihat dan sokongan dalam menghasilkan projek ini. Saya juga terhutang budi kepada semua pensyarah yang telah banyak mengajar sepanjang pengajian saya di Universiti Malaysia Sabah. Selain itu, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pembantu makmal di Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang selalu memberi bantuan dalam melaksanakan aktiviti makmal.

Tidak lupa juga keluarga saya yang tercinta yang selalu memberi sokongan kepada saya. Akhir sekali juga kepada rakan-rakan seperjuangan saya yang tidak jemu memberi dorongan dan semangat kepada saya dalam menjayakan projek ini.

Segala jasa dari semua pihak adalah amat dihargai. Semoga kajian ini dapat memberi manfaat kepada semua. Sekian, terima kasih.

LING KING HAR,

MAC 2007



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menentukan kesan masa penggorengan ke atas kualiti minyak masak. Sebanyak 9 sampel masing-masing untuk minyak kelapa sawit, minyak kacang soya, minyak bunga matahari dan minyak jagung untuk diuji. 9 sampel ini adalah minyak segar, minyak yang dipanas selama 15 minit, 30 minit, 45 minit dan 60 minit serta minyak yang digoreng selama 15 minit, 30 minit, 45 minit dan 60 minit. Analisis kimia yang dijalankan adalah penentuan nilai iodin, nilai peroksida, asid lemak bebas dan titik asap. Minyak kelapa sawit mengalami penurunan yang paling kecil dalam nilai iodin apabila mula penggorengan selama 15 minit dengan penurunan sebanyak 3.2 sahaja. Ini diikuti oleh minyak bunga matahari dengan penurunan sebanyak 8.9, minyak kacang soya sebanyak 13.0 dan minyak jagung sebanyak 13.2. Manakala dalam penentuan nilai peroksida pula, minyak jagung mengalami peningkatan yang paling kecil apabila penggorengan untuk 15 minit dengan nilainya meningkat sebanyak 2.9 meq per kg. Ini diikuti oleh minyak kelapa sawit yang meningkat sebanyak 3.2 meq per kg, minyak kacang soya sebanyak 7.6 meq per kg dan minyak bunga matahari sebanyak 7.8 meq per kg. Peningkatan asid lemak bebas selepas minyak digoreng adalah hampir sama untuk keempat-empat jenis minyak, iaitu minyak kelapa sawit dan minyak kacang soya masing-masing meningkat 0.02%, manakala minyak bunga matahari dan minyak jagung masing-masing meningkat 0.01%. Penurunan titik asap bagi minyak kelapa sawit adalah paling ketara iaitu menurun 18.7°C semasa penggorengan minyak untuk 15 minit. Minyak kacang soya, bunga matahari dan jagung pula mengalami penurunan yang hampir sama iaitu menurun 4.7°C.



ABSTRACT

EFFECT OF FRYING TIME ON THE QUALITY OF COOKING OIL

This research was conducted to determine the effect of frying time on the quality of cooking oil. There were 9 samples for each of the palm oil, soybean oil, sunflower oil and corn oil to be tested. These 9 samples consist of fresh sample, heated oils for 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes and 60 minutes, and frying oils for 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes and 60 minutes. Chemical analyses were carried out such as iodine value, peroxide value, free fatty acid and smoke point. Palm oil decreased the least in the iodine value when it was frying for 15 minutes which was only 3.2. This followed by sunflower oil which was decreasing 8.9, soybean oil was 13.0 and corn oil was 13.2. While for the peroxide value, corn oil increased the least when it was frying for 15 minutes which was increasing only 2.9 meq per kg. This followed by the palm oil with its increasing of 3.2 meq per kg, soybean oil was 7.6 meq per kg and sunflower oil was 7.8 meq per kg. The increasing of free fatty acids after frying were almost the same for all four types of oils, with the increasing of 0.02% in palm oil and soybean oil, increasing of 0.01% in sunflower oil and corn oil. Palm oil was decreasing the most in its smoke point which was decreasing 18.7°C with the frying for 15 minutes. Soybean oil, sunflower oil and corn oil were decreasing for almost the same in their smoke point with the decrease of 4.7°C.



KANDUNGAN

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI PERSAMAAN	xiii
SENARAI SIMBOL / SINGKATAN	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	4
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	5
2.1 Minyak dan Lemak	5
2.2 Minyak Penggorengan	6
2.3 Perubahan Minyak Penggorengan	7
2.3.1 Perubahan Warna	8



2.3.2	Pengoksidaan	8
2.3.3	Pempolimeran	9
2.3.4	Hidrolisis	9
2.4	Kepentingan Proses Penggorengan	10
2.5	Minyak Kelapa Sawit	11
2.5.1	Ciri-ciri Minyak Kelapa Sawit	11
2.5.2	Pemprosesan Minyak Kelapa Sawit	14
2.5.2.a	Pensterilan	14
2.5.2.b	Peleraian	14
2.5.2.c	Pencernaan	15
2.5.2.d	Pengekstrakan Minyak	15
2.5.2.e	Klarifikasi Minyak	16
2.5.2.f	Penapisan	16
2.5.2.g	Pemeringkatan	17
2.6	Minyak Kacang Soya	20
2.6.1	Ciri-ciri Minyak Kacang Soya	21
2.6.2	Pemprosesan Minyak Kacang Soya	23
2.6.2.a	Pengendalian Biji	23
2.6.2.b	Pengekstrakan Minyak	25
2.6.2.c	Penapisan Minyak	26
2.7	Minyak Bunga Matahari	27
2.7.1	Ciri-ciri Minyak Bunga Matahari	27
2.7.2	Pemprosesan Minyak Bunga Matahari	29
2.7.2.a	Pengendalian Biji	30
2.7.2.b	Pengekstrakan Minyak Mentah	30
2.7.2.c	Penapisan	31



2.8	Minyak Jagung	33
2.8.1	Ciri-ciri Minyak Jagung	33
2.8.2	Pemprosesan Minyak Jagung	34
2.8.2.a	Pengisaran Jagung	34
2.8.2.b	Pengekstrakan Minyak	35
2.8.2.c	Penapisan	35
2.9	Ciri-ciri Fizikokimia Minyak	37
2.9.1	Nilai Iodin	37
2.9.2	Titik Asap	37
2.9.3	Ketumpatan	38
2.9.4	Nilai Peroksida	38
2.9.5	Asid Lemak Bebas	39
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	40
3.1	Pengenalan	40
3.2	Bahan	41
3.3	Kaedah Penyediaan Sampel	41
3.3.1	Penyediaan Kentang	41
3.3.2	Pemanasan Sampel	42
3.3.3	Penggorengan Sampel	42
3.4	Kaedah Analisis Kimia	42
3.4.1	Penentuan Nilai Iodin	43
3.4.2	Penentuan Titik Asap	44
3.4.3	Penentuan Nilai Peroksida	44
3.4.4	Penentuan Asid Lemak Bebas	45



BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	46
4.1	Penentuan Nilai Iodin	46
4.2	Penentuan Nilai Peroksida	50
4.3	Penentuan Asid Lemak Bebas	55
4.4	Penentuan Titik Asap	59
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Cadangan	64
RUJUKAN		66
LAMPIRAN A		72
LAMPIRAN B		74



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
Rajah 2.1	Carta Alir Pemprosesan Minyak Sawit Merah	18
Rajah 2.2	Carta Alir Pemeringkatan Minyak Kelapa Sawit	19
Rajah 2.3	Carta Alir Pemprosesan Minyak Bunga Matahari	31
Rajah 2.4	Proses Penapisan Minyak Jagung	36



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Sifat Fizikokimia Minyak Kelapa Sawit	13
2.2	Komposisi Asid Lemak Bagi Minyak Kelapa Sawit Malaysia	13
2.3	Tipikal Analisis Untuk Trigliserida Dalam Minyak Kelapa Sawit	13
2.4	Kandungan Asid Lemak Dalam Minyak Kacang Soya	21
2.5	Sifat Fizikokimia Minyak Kacang Soya	23
2.6	Sifat Fizikokimia Minyak Bunga Matahari	29
2.7	Komposisi Asid Lemak Minyak Bunga Matahari	29
2.8	Sifat-sifat Fizikal Dan Kimia Minyak Jagung	34
3.1	Nama Jenama Minyak Masak Dan Syarikat Pengeluarannya	40
3.2	Nama Bahan Kimia Dan Jenamanya	41
4.1	Keputusan Bagi Nilai Iodin Minyak Kelapa Sawit, Kacang Soya, Bunga Matahari Dan Jagung Yang Dikaji	50
4.2	Keputusan Bagi Nilai Peroksida Minyak Kelapa Sawit, Kacang Soya, Bunga Matahari Dan Jagung Yang Dikaji	55
4.3	Keputusan Bagi Asid Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit, Kacang Soya, Bunga Matahari Dan Jagung Yang Dikaji	59
4.4	Keputusan Bagi Titik Asap Minyak Kelapa Sawit, Kacang Soya, Bunga Matahari Dan Jagung Yang Dikaji	62



SENARAI PERSAMAAN

No. Persamaan		Halaman
3.1	Penentuan Nilai Iodin	43
3.2	Penentuan Nilai Peroksida	44
3.3	Penentuan Asid Lemak Bebas (Asid Palmitik)	45
3.4	Penentuan Asid Lemak Bebas (Asid Oleik)	45



SENARAI SIMBOL / SINGKATAN

&	Dan
%	Peratus
±	Tambah atau Tolak
:	Nisbah
~	Kira-kira
>	Lebih daripada
<	Kurang daripada
°C	Darjah selsius
°F	Darjah Fahrenheit
AOCS	American Oil Chemists' Society
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ASTM	American Society for Testing Materials
C	Karbon
cm	Sentimeter
GS3	Gliserides Trisaturated
GS2U	Gliserides Disaturated
GSU2	Gliserides Monosaturated
GU3	Gliserides Triunsaturated
g	Gram
kg	Kilogram
KOH	Kalium Hidroksida
m	Meter
meq	Miliequivalen
mg	Miligram



ml	Mililiter
N	Normaliti
OH	Hidroksi
ppm	Part per million
PORIM	Palm Oil Research Institute of Malaysia
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acid
RBD	Refined, Bleached and Deodourised



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran		Halaman
A	Gambar	72
B	Analisis Varians (ANOVA)	74



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Definisi minyak masak mengikut Peraturan 189(1) Akta Makanan 1983 adalah minyak makan yang digunakan untuk tujuan masakan dan termasuklah minyak makan yang piawainya ditetapkan dalam peraturan 190 hingga 207, samada dalam bentuk tunggalnya tanpa sebatian atau diperolehi dengan menyebatkan dua atau lebih minyak makanan (Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan Makanan 1985).

Minyak bunga matahari ialah minyak politaktepu dan ia adalah didapati daripada biji bunga matahari. Minyak ini mempunyai titik asap 485-490°F (252-254°C) yang mana sesuai digunakan dalam pemasakan dan penggorengan. Ia juga digunakan sebagai minyak salad. Dalam bentuk penghidrogenan, ia digunakan dalam margarin dan lelemak (Igoe & Hui, 2001).

Minyak kacang soya pula didapati daripada biji kacang soya. Ia mengandungi kira-kira 86% asid lemak tidak tepu dengan asid linoleik dan asid oleik adalah 2 asid lemak yang utama. Ia senang menghasilkan bau dan rasa yang tidak diingini apabila ia terdedah kepada udara atau apabila ia dipanaskan ke suhu penggorengan (Igoe & Hui, 2001).



Minyak jagung didapati daripada germina tumbuhan jagung. Daripada jumlah asid lemak dalam minyak jagung, terdapat 80-85% ialah asid poliataktepu linoleik dan oleik. Kandungan tokoferol menghalang asid daripada teroksida dengan cepat. Ia digunakan dalam mayonis, marjerin, minyak salad dan produk bakeri (Igoe & Hui, 2001).

Minyak kelapa sawit adalah diekstrak daripada perikarp atau pulpa luar yang di bawah kulit luaran biji minyak kelapa sawit (*Elaeis guineensis*). Warna minyak kelapa sawit adalah kemerahan disebabkan oleh ia tinggi dalam alpha-karotina (24mg/100g) dan beta-karotina (30mg) serta juga kira-kira 60mg tokoferols. Hanya 5-12% asid lemak poliataktepu (asid linoleik). Minyak ini digunakan secara meluas dalam penggorengan dan margarin (Shelton, 1998).

Penggorengan menggunakan minyak yang secukupnya untuk menutupi keseluruhan makanan yang hendak digoreng. Minyak adalah cukup panas untuk membentuk kerak pada permukaan makanan. Suhu penggorengan biasanya dalam lingkungan 160°C hingga 200°C (Sikorski *et al.*, 2003).

Minyak masak dan makanan goreng menjadi semakin penting dalam diet, disebabkan kenaikan dalam pengambilan makanan goreng dan bilangan restoran makanan konvenien. Semasa proses penggorengan, minyak adalah secara berterusan terdedah kepada kepada suhu yang tinggi dengan kehadiran oksigen dan kelembapan. Di bawah keadaan ini, banyak tindak balas kompleks berlaku iaitu pengoksidaan, pempolimeran dan hidrolisis. Sesetengah tindak balas ini akan mempengaruhi rasa, warna dan tekstur makanan goreng serta juga akan mengubah kualiti, nutrisi dan penghasilan toksik dalam makanan (Sikorski *et al.*, 2003).



Nilai pengoksidaan yang tinggi dalam minyak yang dipanaskan mungkin mengandungi karsinogen yang merupakan bahan toksik. Walaubagaimanapun, bila praktik penggorengan yang baik dilakukan, minyak masak boleh dikurangkan dari kehilangan nutrien dan vitamin dalam kandungannya (Moreira *et al.*, 1999). Tujuan kajian ini ialah untuk mengkaji kesan suhu penggorengan ke atas kualiti minyak masak kelapa sawit, bunga matahari, kacang soya dan jagung serta kesan penggorengan kentang terhadap kualiti minyak masak.



1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah:

- i. Mengkaji kesan masa penggorengan ke atas pengoksidaan terma minyak masak kelapa sawit, bunga matahari, jagung dan kacang soya semasa pemanasan dan penggorengan.
- ii. Membanding pengoksidaan terma yang berlaku pada minyak masak kelapa sawit, bunga matahari, jagung dan kacang soya selepas didedahkan kepada masa penggorengan yang berlainan.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Minyak dan Lemak

Asasnya, minyak dan lemak terdiri daripada trigliserida. Molekul gliserol mengandungi 3 atom karbon and 3 kumpulan hidroksi (OH). Setiap atom karbon mempunyai 4 ikatan yang mengikat kepada atom atau molekul lain. Apabila 3 asid lemak bergabung dengan dengan 1 molekul gliserol akan membentuk 1 trigliserida (Lawson, 1995).

Jika terdapat dua asid lemak yang mengikat kepada molekul gliserol, digliserida akan terbentuk manakala jika hanya asid lemak yang mengikat kepada molekul gliserol, monogliserida terbentuk. Semua asid lemak yang tidak mengikat kepada molekul gliserol atau molekul lain dalam minyak atau lemak dikenali sebagai asid lemak bebas. Komponen utama semua minyak dan lemak ialah trigliserida dan ia mewakili lebih daripada 95% daripada berat minyak dan lemak (Lawson, 1995).

Trigliserida mewakili lebih daripada 95% daripada berat semua jenis lemak makanan dan minyak. Komponen kecil minyak termasuk monogliserida, digliserida, asid lemak bebas, sterol, fosfatida, alkohol lemak dan vitamin larut lemak. Asid lemak bebas hanya hadir dalam kuantiti yang kecil dalam minyak atau lemak segar, walaupun kuantiti mereka akan ditingkatkan apabila diproses, penyimpanan dan pemasakan (Kamel &

Kakuda, 1994). Semua trigliserida mempunyai komponen gliserol yang agak sama, ciri-ciri yang berbeza antara minyak disumbangkan oleh perbezaan dalam asid lemak. Asid lemak boleh dibezakan dari 3 segi, iaitu panjang rantai, bilangan dan posisi ikatan ganda dua serta posisi asid lemak dalam molekul gliserol. Asid lemak tepu yang penting adalah seperti asid butirik (C4:0), asid laurik (C12:0), asid miristik (C14:0), asid palmitik (C16:0), asid stearik (C18:0) dan asid arakidik (C20:0). Asid lemak politaktepu mempunyai lebih daripada satu ikatan ganda dua seperti asid linoleik (C18:2) dan asid linolenik (C18:3) (O'Brien, 2004).

2.2 Minyak Penggorengan

Proses penggorengan ialah cara yang sangat umum digunakan dalam industri snek. Secara jelasnya, konsumer lebih suka rasa dan tekstur makanan goreng (Singh, 1995). Minyak atau lemak yang digunakan dalam penggorengan menentukan penerimaan makanan goreng oleh konsumer. Walaupun minyak penggorengan bertindak sebagai medium pemindahan haba, minyak selalunya mempengaruhi kuantiti akhir produk, boleh mencapai sebanyak 45% daripada jumlah produk (Saguy & Pinthus, 1995).

Dalam proses penggorengan, minyak dipanaskan ke suhu 180°C dan ke atas dalam keadaan kehadiran oksigen untuk masa yang lama (Baixauli *et al.*, 2002). Terdapat beberapa garis panduan yang menunjukkan ciri-ciri minyak yang sesuai untuk proses penggorengan. Pertama ialah selain memilih media penggorengan berdasarkan nilai Rancimat, komposisi asid lemak juga harus diambil kira. Kedua, untuk mengelakkan proses pempolimeran, media penggorengan harus tidak mengandungi terlalu banyak asid linolenik. Sesetengah negara mengizinkan kandungan asid linolenik yang rendah iaitu sebanyak 2% sahaja. Ketiga, minyak yang tinggi dalam asid lemak



tepu seperti palmitik dan stearik harus dielakkan kerana akan mempengaruhi sensori makanan goreng. Akhirnya ialah minyak campuran harus dielakkan kecuali ia sudah diuji tidak akan menyebabkan pembuihan (Sikorski & Kolakowska, 2003).

Terdapat banyak jenis minyak dan lemak yang dapat digunakan sebagai minyak penggorengan. Pada masa sekarang di United Kingdom dan sesetengah negara Eropah, minyak sayuran alternatif seperti minyak biji sesawi (rapeseed oil) terproses, minyak kelapa sawit, campuran minyak biji sesawi dan minyak kacang soya, minyak sawit olein atau 'super' olein digunakan dalam penggorengan. Bagi sesetengah produk, lemak haiwan masih digunakan sebagai media pemasakan. Bagi kes luar biasa, minyak bunga matahari juga digunakan sebagai medium penggorengan. Biasanya, minyak kelapa sawit atau minyak kelapa sawit yang dihidrogen digunakan untuk penghasilan kentang goreng dan lain-lain makanan mudah (Rossell, 2001).

2.3 Perubahan Minyak Penggorengan

Minyak sayuran mengalami perubahan keadaan oksidatif yang besar semasa penyimpanan, pemasaran dan penggorengan. Perubahan yang berlaku akan mempengaruhi rasa, aroma, kandungan nutrien dan kualiti makanan. Faktor utama yang mempengaruhi kerosakan minyak ialah tindak balas pengoksidaan dan tindak balas antara minyak dan makanan pada suhu yang tinggi (Chang *et al.*, 1978).

Perubahan oksidatif dalam minyak panas berlaku dengan ketara iaitu pengoksidaan akan bertambah dua kali ganda dengan setiap penambahan dalam 15°C. Sumber asid lemak monotaktepu seperti minyak zaitun kestabilan haba adalah lebih



RUJUKAN

- Akta Makanan 1983 (Akta 281) dan Peraturan-peraturan Makanan 1985. Kuala Lumpur: International Law Book Services.
- AOCS. 1998. *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS*. (5th edition). Champaign, IL: American Oil Chemists' Society.
- Baixauli, R., Salvador, A., Fiszman, S.M. & Calvo, C. 2002. Effect of Oil Degradation During Frying on the Color of Fried, Battered Squid Rings. *Journal of American Oil Chemists' Society* **79**: 1127-1131.
- Bredeson, D.K. 1983. Mechanical Oil Extraction. *Journal of American Oil Chemists' Society* **60**: 211-213.
- Chang, S.S., Peterson, R.J. & Ho, C.T. 1978. Chemical Reactions Involved in the Deep-Fat Frying of Foods. *Journal American Oil Chemists' Society* **55**: 718-727.
- Dunlap, F.G., White, P.J., Pollak, L.M. & Brumm, T.J. 1995. Fatty Acid Composition of Oil from Adapted, Elite Corn Breeding Materials. *Journal of American Oil Chemists' Society* **72**: 981-987.
- Fatemi, S.H. & Hammond, G. 1980. Analysis of Oleate, Linoleate and Linolenate Hydroperoxides in Oxidized Ester Mixtures. *Lipids* **15**: 379-385.
- Geoffrey J.Q. 1990. *Vegetable Oils and Oil Seeds: A Trader's Guide*. Vol 2. Geneva: International Trade Centre UNCTAD/GATT.
- Guinn, J.M. 2002. Domestic Quality Standards and Trading Rules and Recommended Export Contract Specifications for U.S. Soybeans and Products. (atas talian) [http://www.asasoya.org/Import/Guinn Quality Standard Trading Rules2002.htm](http://www.asasoya.org/Import/Guinn%20Quality%20Standard%20Trading%20Rules2002.htm)
- Gunstone, F.D. 2004. *The Chemistry of Oils and Fats: Sources, Composition, Properties and Uses*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Gunstone, F.D., Harwood, J.L. & Padley, F.B. 1994. *The Lipid Handbook*. (2nd edi). London: Chapman & Hall.



- Hahm, T.S. & Min, D.B. 1995. Peroxide Values and Headspace Oxygen: Methods to Assess Quality and Stability of Oils and Fat-Containing Foods. *Journal of American Oil Chemists' Society* **72**: 146-158.
- Hamilton, R.J. & Bhati, A. 1980. *Fats and Oils: Chemistry and Technology*. Essex: Science Publishers Ltd.
- Hamilton, R.J. (ed.). 1995. *Developments in Oils and Fats*. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- Hui, Y.H. (ed.). 1996a. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products – Edible Oil & Fat Products: General Applications..* (5th edition). Vol 1. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- Hui, Y.H. (ed.). 1996b. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products – Edible Oil & Fat Products: Oils and Oil Seeds*. (5th edition). Vol 2. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- Igoe, S.R. & Hui, Y.H. 2001. *Dictionary of Food Ingredients*. (4th edition). Maryland: An Aspen Publication.
- Inglett, G.E. 1970. *Corn: Culture, Processing, Products*. Westport: AVI Publishing Co., Inc.
- Jaswir, I., Che Man, Y. & Kitts, D.D. 2000. Optimization of Physicochemical Changes of Palm Olein with Phytochemical Antioxidants During Deep-Fat Frying. *Journal of American Oil Chemists' Society* **77**: 1161-1168.
- Johnson, L.A. & Lusas, E.W. 1983. Comparison of Alternative Solvents for Oil Extraction. *Journal of American Oil Chemists' Society* **60**: 229-242.
- Kamel, B.S. & Kakuda, Y. (ed.). 1994. *Technological Advances In Improved And Alternative Sources Of Lipids*. Glasgow: Blackie Academic & Professional.
- Karabulut, I., Kayahan, M. & Yaprak, S. 2003. Determination of Changes in Some Physical and Chemical Properties of Soybean Oil during Hydrogenation. *Food Chemistry* **81**(3): 453-456.
- Lawson, H. 1995. *Foods Oils and Fats: Technology, Utilization and Nutrition*. New York: Chapman & Hall.



- Lin, S., Akoh, C.C. & Reynolds, A.E. 1998. The Recovery of Used Frying Oils with Various Adsorbents. *Journal of Food Lipids* **5**: 1-16.
- Liu, Keshun. 1999. *Soybeans: Chemistry, Technology and Utilization*. Maryland: An Aspen Publication.
- Mamat, H., Nor Aini, I., Said, M. & Jamaludin, R. 2005. Physicochemical Characteristics of Palm Oil and Sunflower Oil Blends Fractionated at Different Temperatures. *Food Chemistry* **91**(4): 731-736.
- Melton, S.L., Jafar, S., Sykes, D. & Trigiano, M.K. 1994. Review of Stability Measurements for Frying Oils and Fried Food Flavor. *Journal of American Oil Chemists' Society* **71**: 1301-1308.
- Merwe, G.H., Plessis, L.M. & Taylor, J.R. 2003. Changes in Chemical Quality Indices during Long-Term Storage of Palm-Olein Oil Under Heated Storage and Transport-Type Conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **84**: 52-58.
- Moreira, R.G., Castell-Perez, M.E. & Barrufet, M.A. 1999. *Deep-fat Frying: Fundamentals and Applications*. Maryland: An Aspen Publication.
- Moore, N.H. 1983. Oilseed Handling and Preparation Prior to Solvent Extraction. *Journal of American Oil Chemists' Society* **60**: 189-192.
- Nawar, W.W. (ed.). 1996. *Food Chemistry: Lipids*. (3rd edition). New York: Marcel Dekker.
- Naz, S., Siddiqi, R., Sheikh, H. & Sayeed, S.A. 2005. Deterioration of Olive, Corn and Soybean Oils due to Air, Light, Heat and Deep-Frying. *Food Research International* **38**(2): 127-134.
- O'Brien, R.D. 2004. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. (2nd edition). New York: CRC Press.
- Parker, R. 2003. *Introduction To Food Science*. New York: Thomson Learning, Inc.
- Perkins, E.G. & Erickson, M.D. (ed.). 1996. *Deep Frying: Chemistry, Nutrition, and Practical Applications*. Illinois: AOCS Press.



- Perretti, G., Finotti, E., Adamuccio, S., Della Sera, R. & Montanari, L. 2004. Composition of Organic and Conventionally Produced Sunflower Seed Oil. *Journal of American Oil Chemists' Society* **81**: 1119-1123.
- Petukhov, I., Malcolmson, L.J., Przybylski, R. & Armstrong, L. 1999. Storage Stability of Potato Chips Fried in Genetically Modified Canola Oils. *Journal of American Oil Chemists' Society* **76**: 889-896.
- PORIM. 1994. *Selected Readings on Palm Oil and Its Uses*. Kuala Lumpur: Palm Oil Research Institute of Malaysia.
- PORIM. 1995. *PORIM Test Methods*. Bandar Baru Bangi: Palm Oil Research Institute of Malaysia, Ministry of Primary Industries.
- Quiles, J.L., Ramirez-Tortosa, M.C., Gomez, J.A., Huertas, J.R. & Mataix, J. 2002. Role of Vitamin E and Phenolic Compounds in the Antioxidant Capacity, Measured by ESR, of Virgin Olive, Olive and Sunflower Oils After Frying. *Food Chemistry* **76**(4): 461-468.
- Rajah, K.K. (ed.). 2002. *Fats in Food Technology*. Sheffield: Academic Press Ltd.
- Rehman, Z., Habib, F. & Shah, W.H. 2004. Utilization of Potato Peels Extract as a Natural Antioxidant in Soybean Oil. *Food Chemistry* **85**(2): 215-220.
- Rossell, J.B. (ed.). 2001. *Frying: Improving Quality*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Saguy, I.S. & Dana, D. 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of Food Engineering* **56** (2-3): 143-152.
- Saguy, I.S. & Pinthus, E.J. 1995. Oil Uptake during Deep-Fat Frying: Factors and Mechanism. *Food Technology* **49**:142-145
- Salunkhe, D.K., Chavan, J.K., Adsule, R.N. & Kadam, S.S. 1992. *World Oilseeds: Chemistry, Technology, and Utilization*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Sanibal, E.A.A. & Mancini-Filho, J. 2004. Frying Oil and Fat Quality Measured by Chemical, Physical, and Test Kit Analyses. *Journal of American Oil Chemists' Society* **81**: 847-852.



- Seppanen, C.M. & Csallny, A.S. 2002. Formation of 4-Hydroxynonenal, a Toxic Aldehyde, in Soybean Oil at Frying Temperature. *Journal of American Oil Chemists' Society* **79**:1033-1037.
- Shelton, D. 1998. *Dictionary of Food Science and Nutrition*. Kuala Lumpur: Golden Books Centre Sdn.Bhd.
- Sikorski Z.E. & Kolakowska, A. (ed.). 2003. *Chemical and Functional Properties of Food Lipids*. Washington: CRC Press.
- Singh, R.P. 1995. Heat and Mass Transfer in Foods during Deep-Fat Frying. *Food Technology* **49**: 134-137.
- Souci, S.W., Fachmnn, W. & Kraut, H. 1994. *Food Composition and Nutrition Tables*. (5th edi). Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers.
- Stevenson, S.G., Vaisey-Genser, M. & Eskin, N.A.M. 1984. Quality Control in the Use of Deep Frying Oils. *Journal of American Oil Chemists' Society* **61**: 1102-1108.
- Su, C.P., Gupta, M. & White, P. 2003. Oxidative and Flavor Stabilities of Soybean Oils with Low- and Ultra-Low-Linolenic Acid Composition. *Journal of American Oil Chemists' Society* **80**: 171-176.
- Takeoka, G., Perrino, C. & Buttery, R. 1996. Volatile Constituents of Used Frying Oils. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **44**: 654-660.
- Tan, C.P. & Che Man, Y.B. 1999. Differential Scanning Calorimetric Analysis for Monitoring the Oxidation of Heated Oils. *Food Chemistry* **67**(2): 177-184.
- US Department of Agriculture. 1973. *Potential for Oilseed Sunflowers in The United States*. Washington: US Government Printing Office.
- Valls, V., Goicoechea, M., Muniz, P., Saez, G.T. & Cabo, J.R. 2003. Effect of Corn Oil and Vitamin E on the Oxidative Status of Adipose Tissues and Liver in Rat. *Food Chemistry* **81**(2): 281-286.
- Warner, K., Frankel, E.N. & Mounts, T.L. 1989. Flavor and Oxidative Stability of Soybean, Sunflower, and Low Erucic Acid Rapeseed Oils. *Journal of American Oil Chemists' Society* **66**: 558-564.



- Warner, K. & Gupta, M. 2003. Frying Quality and Stability of Low- and Ultra-Low-Linolenic Acid Soybean Oils. *Journal of American Oil Chemists' Society* **80**: 275-280.
- Weiss, T.J. 1983. *Food Oils and Their Uses*. Westport: The AVI Publishing Co.
- White, P.J. 1991. An Overview of Methods for Measuring Changes in Deep-fat Frying Oils. *Food Technology* **45**(8): 75-80.
- Yeoh, G.H. 1975. *Palm Oil Quality Tests: A Simple Guide*. Seremban: Chemara Research Station.
- Zhang, W.B. & Addis, P.B. 1992. Evaluation of Frying Oil Filtration Systems. *Journal of Food Science* **57**(3): 651-654.

