# KAJIAN SIFAT FIZIKOKIMIA TERHADAP MINYAK DEDAK BERAS MR159 DAN TQR2 DI SABAH HASIL PENSTABILAN PENYEJUKAN DAN GELOMBANG MIKRO

**CHAW SIEW WEN**

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN**
**UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**
**2010**

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PUMS 99:1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

:: KAJIAN SIFAT FIZIKOKIMIA TERHADAP MINYAK DEDAK BERAS MR159 DAN TQR2 DI SABAH HASIL PENSTABILAN PENYEJUKAN DAN GELOMBANG MIKRO

H: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DGN KEPUJIAN ( TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES )

SESI PENGAJIAN: 06 - 10

CHAW SIEW WEN

(HURUF BESAR)

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

Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
** 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 ditentukakan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan) |
| [✓] | TIDAK TERHAD | |

Disahkan oleh
JAMIUN MICHEAL
LIBRARIAN
LIBRARY
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Tetap: 17, JALAN GAMBUS 4,
TAMAN DESAWAN,
41200 KLANG, SELANGOR

FAN HUI YIN
Nama Penyelia

18/5/2010

Tarikh: 18/5/2010

N: * Potong yang tidak berkenaan.
* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran surat daripada pihak berkuasa/organsasi 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).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SA

## PENGAKUAN

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

16 April 2010

(CHAW SIEW WEN)
HN2006-3853



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGESAHAN

| | | |
|---|---|---|
| NAMA | : | **CHAW SIEW WEN** |
| NOMBOR MATRIKS | : | **HN2006-3853** |
| TAJUK | : | **KAJIAN SIFAT FIZIKOKIMIA TERHADAP MINYAK DEDAK BERAS MR159 DAN TQR2 DI SABAH HASIL PENSTABILAN PENYEJUKAN DAN GELOMBANG MIKRO** |
| DARJAH | : | **IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)** |
| TARIKH VIVA | : | **12 MEI 2010** |

## DIPERAKUI OLEH

| | | TANDATANGAN |
|---|---|---|
| **1.** | **PENYELIA**<br>FAN HUI YIN | |
| **2.** | **PEMERIKSA 1**<br>DR. MUHAMMAD IQBAL HASHIMI | |
| **3.** | **PEMERIKSA 2**<br>PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD. SHAARANI | |
| **4.** | **DEKAN**<br>PROF. MADYA DR. MOHD ISMAIL ABDULLAH | |



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGHARGAAN

Saya bersyurkur kerana dapat menyiapkan projek penyelidikan tahun akhir yang merupakan syarat untuk memperoleh Ijazah Sarjana Muda Sains. Walaupun pelbagai cabaran yang diharungi, namun hasil dorongan dan galakan daripada keluarga dan rakan-rakan telah membantu saya mengatasi segala kesulitan dan masalah. Oleh itu, ribuan terima kasih kepada mereka terutamanya ayah, ibu dan ahli keluarga serta rakan-rakan yang lain yang telah memberikan sokongan moral dan kewangan.

Selain itu, saya ingin memberi setinggi-tinggi penghargaan kepada Puan Fan Hui Yin selaku penyelia saya yang telah banyak memberikan panduan dan nasihat yang amat berharga untuk memastikan projek penyelidikan ini berjalan dengan lancar. Tidak lupa juga kepada pensyarah-pensyarah dan pemeriksa-pemeriksa yang banyak memberikan tunjuk ajar dan kerjasama. Tambahan pula, saya ingin memberi sekalung penghargaan kepada syarikat Guan On Rice Mill Sdn. Bhd. Kerana telah menyumbang bahan mentah iaitu dedak beras untuk menjayakan projek ini.

Akhirnya, ucapan terima kasih sekali lagi ditujukan kepada kakitangan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan serta mereka yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam proses penyiapan projek ini.

Sekian, terima kasih.

CHAW SIEW WEN
16 April 2010



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## ABSTRAK

## KAJIAN SIFAT FIZIKOKIMIA TERHADAP MINYAK DEDAK BERAS MR159 DAN TQR2 DI SABAH HASIL PENSTABILAN PENYEJUKAN DAN GELOMBANG MIKRO

Dua jenis varieti dedak beras (*oryza sativa)* di Sabah iaitu MR159 dan TQR2 telah dikaji. Dedak beras distabilkan dengan menggunakan kaedah gelombang mikro dan penyejukan untuk menyahaktifkan aktiviti lipase. Pengekstrakan minyak daripada dedak beras dilakukan dengan menggunakan kaedah Soxhlet dan pelarut hexana. Nilai peratusan minyak kasar yang diperolehi adalah masing-masing 17.73%, 18.00%, 20.00% dan 19.73% untuk dedak beras spesis MR159 yang distabilkan dengan ketuhar gelombang mikro dan penyejukan serta dedak beras spesis TQR2 yang distabilkan dengan ketuhar gelombang mikro dan penyejukan. Analisis menunjukkan bahawa dedak beras spesis TQR2 menghasilkan lebih minyak daripada dedak beras spesls MR159 yang dirawat dengan kaedah sama. Walau bagaimanapu, kaedah penstabilan yang berlainan tidak memberi kesan ke atas kuantiti minyak yang dapat diestrak. Minyak kasar yang terhasil itu mengalami penapisan sebelum ujian-ujian fizikokimia dilakukan. Minyak dedak beras spesis MR159 menunjukkan nilai peroksida dan nilai asid lemak bebas yang lebih rendah daripada minyak dedak beras spesis TQR2 yang dirawat dengan kaedah sama. Selain itu, dedak beras yang distabilkan dengan ketuhar gelombang mikro juga mempunyai nilai asid lemak bebas dan nilai peroksida yang lebih rendah daripada dedak beras yang dirawat secara penyejukan. Spesis dedak beras dan kaedah penstabilan yang berlainan tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan dalam nilai iodin (69.6-70.7), nilai indeks biasan (1.4606-1.4649) dan titik asap (201.7-203.3°C) antara minyak dedak beras yand dikaji. Analisis ini menunjukkan bahawa minyak dedak beras spesis MR159 adalah lebih rintang terhadap pengoksidaan dan kaedah penstabilan yang menggunakan ketuhar gelombang mikro adalah lebih efektif dalam penstabilan dedak beras daripada kaedah penyejukan.




UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## ***ABSTRACT***

*Two rice bran (oryza sativa) varieties MR159 and TQR2 in Sabah have been studied. Rice bran was stabilized to inactivate lipase activity by using microwave heating and refrigeration. Extraction of rice bran oil was conducted by using Soxhlet apparatus and hexane as the solvent. The percent of total lipid extracted were 17.73%, 18.00%, 20.00% and 19.73% for rice bran species MR159 stabilized by microwave heating and refrigeration and rice bran species TQR2 stabilized by microwave heating and refrigeration respectively. Results showed that rice bran TQR2 has a higher yield of oil compared with rice bran MR159. However, different stabilization methods have no effect on the oil yield. The crude oil was subjected to refining process before different physicochemical tests were carried out. Rice bran oil species MR159 showed lower peroxide value and free fatty acid value than rice bran oil species TQR2. Besides, oil extracted from rice bran being treated by microwave heating showed lower peroxide value and free fatty acid value than the oil extracted from rice bran being refrigerated. Nevertheless, different species and stabilization method showed no significant difference on iodine value (69.6-70.7), refractive index (1.4606-1.4649) and smoke point (201.7-203.3°C) between test samples. Analysis showed that refined oil from rice bran MR159 is more resistant to oxidation than rice bran oil TQR2. Furthermore, analysis of free fatty acid content and peroxide value in the refined oil showed that microwave heating is a more effective method of bran stabilization than refrigeration.*




UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## ISI KANDUNGAN


| | Halaman |
|---|---|
| TAJUK | i |
| PENGAKUAN | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| *ABSTRACT* | vi |
| SENARAI ISI KANDUNGAN | vii |
| SENARAI JADUAL | ix |
| SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL | x |
| SENARAI LAMPIRAN | xi |
| **BAB 1: PENDAHULUAN** | 1 |
| 1.1 Pengenalan | 1 |
| 1.2 Objektif Kajian | 3 |
| **BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN** | 4 |
| 2.1 Beras | 4 |
| 2.1.1 Penanaman Padi Di Sabah | 4 |
| 2.1.2 Jenis Varieti Dedak Beras TQR2 | 5 |
| 2.1.3 Jenis Varieti Dedak Beras MR159 | 5 |
| 2.2 Dedak Beras | 6 |
| 2.2.1 Komposisi Dedak Beras | 6 |
| 2.2.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Komposisi Dedak Beras | 7 |
| 2.2.3 Masalah Penyimpanan Dedak Beras | 7 |
| 2.3 Penstabilan Dedak Beras | 8 |
| 2.4 Pengekstrakan Minyak Dedak Beras | 9 |
| 2.5 Penapisan Minyak Dedak Beras | 11 |
| 2.5.1 Komposisi Minyak Dedak Selepas Proses Penapisan | 12 |
| 2.6 Minyak Dedak Beras | 13 |
| 2.6.1 Komposisi Lemak | 13 |
| 2.6.2 Gamma *Oryzanol* | 15 |
| 2.6.3 Tokoferol Dan Tokotrienol | 16 |
| 2.7 Sifat Fisiologi Minyak Dedak Beras | 17 |
| 2.8 Sifat Fizikokimia Minyak Dedak Beras | 17 |
| 2.8.1 Nilai Indeks Biasan | 18 |
| 2.8.2 Nilai Iodin | 18 |
| 2.8.3 Nilai Peroksida | 19 |
| 2.8.4 Nilai Asid Lemak Bebas | 19 |
| 2.8.5 Titik Asap | 20 |
| **BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH** | 21 |
| 3.1 Persampelan | 21 |
| 3.2 Penstabilan Dedak Beras | 21 |
| 3.2.1 Kaedah Gelombang Mikro | 21 |
| 3.2.2 Kaedah Penyejukan | 22 |




UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

3.3 Pengekstrakan Minyak Dedak Beras 22
3.4 Penapisan Minyak Dedak Beras Mentah 22
3.5 Ujian Fizikokima 23
3.5.1 Penentuan Nilai Asid Lemak Bebas 23
3.5.2 Penentuan Nilai Peroksida 24
3.5.3 Penentuan Nilai Iodin 24
3.5.4 Penentuan Nilai Indeks Biasan 25
3.5.5 Penentuan Titik Asap 25
3.6 Analisis Statistik 26

**BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN** 27
4.1 Ujian Fizikokimia Antara Dua Jenis Varieti Minyak Dedak Beras 27
4.1.1 Kandungan Lemak 27
4.1.2 Nilai Asid Lemak Bebas 28
4.1.3 Nilai Peroksida 30
4.1.4 Nilai Iodin 30
4.1.5 Nilai Indeks Biasan 31
4.1.6 Titik Asap 32
4.2 Ujian Fizikokimia Antara Minyak Dedak Beras Yang Distabilkan Dengan Keadah Berlainan 33
4.2.1 Kandungan Lemak 33
4.2.2 Nilai Asid Lemak Bebas 34
4.2.3 Nilai Peroksida 35
4.2.4 Nilai Iodin 36
4.2.5 Nilai Indeks Biasan 37
4.2.6 Titik Asap 38

**BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN** 40
5.1 Kesimpulan Penyelidikan 40
5.2 Cadangan 41

**RUJUKAN** 43

**LAMPIRAN** 50



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI JADUAL


| | | Muka Surat |
|---|---|---|
| Jadual 1.1 | Sumber tanah dan keluasan tanaman di Sabah 2004 | 5 |
| Jadual 1.2 | Kuantiti dan jenis asid lemak dalam minyak dedak beras | 14 |
| Jadual 4.1 | Purata kandungan lemak yang dapat diekstrak daripada dedak beras spesis MR159 dan TQR2 yang distabilkan dengan kaedah ketuhar gelombang mikro dan penyejukan | 28 |
| Jadual 4.2 | Purata analisis fizikokimia minyak dedak beras spesis MR159 dan TQR2 yang distabilkan dengan kaedah ketuhar gelombang mikro dan penyejukan | 29 |




UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

| | |
|---|---|
| °C | Darjah Selsius |
| α | Alpha |
| β | Beta |
| γ | Gamma |
| δ | Delta |
| µl | Mikroliter |
| AOAC | Association of Official Analytical Chemists |
| cm | Sentimeter |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| FFA | Asid lemak bebas |
| FP | Kandungan lemak |
| g | Gram |
| GC | Kromatografi gas |
| HPLC | High-performance liquid chromatography |
| IV | Nilai iodin |
| KI | Kalium iodida |
| MHz | Megahertz |
| ml | Mililiter |
| mm | Milimeter |
| N | Normaliti |
| $Na_2S_2O_3$ | Natrium tiosulfat |
| NaOH | Natrium hidroksida |
| PORIM | Palm Oil Research Institute of Malaysia |
| ppm | Parts per million |
| PV | Nilai peroksida |
| RI | Nilai indeks biasan |
| RP-HPLC | Reversed-phase high performance liquid chromatography |
| rpm | Pusingan per minit |
| SFE | Supercritical fluid extraction |
| SP | Titik asap |
| SPSS | Statistical Package for the Social Sciences |
| TQR2 | Tuaran Quality Rice 2 |
| *v/v* | Isipadu/isipadu |
| *w/w* | Berat/berat |
| W | Watt |



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI LAMPIRAN


| | | Muka Surat |
|---|---|---|
| Lampiran A | Bilangan Sampel Dan Purata Hasil Padi Basah Mengikut Varieti Padi, Sabah, Musim Utama 2008/2009 | 50 |
| Lampiran B | Keputusan Analisi Ujian-*t* Antara Dua Kaedah Penstabilan Bagi Minyak Dedak Beras MR159 | 51 |
| Lampiran C | Keputusan Analisi Ujian-*t* Antara Dua Kaedah Penstabilan Bagi Minyak Dedak Beras TQR2 | 53 |
| Lampiran D | Keputusan Analisi Ujian-*t* Antara Dua Jenis Varieti Minyak Dedak Beras Yang Distabilkan Dengan Keadah Ketuhar Gelombang Mikro | 55 |
| Lampiran E | Keputusan Analisi Ujian-*t* Antara Dua Jenis Varieti Minyak Dedak Beras Yang Distabilkan Dengan Keadah Penyejukan | 57 |




UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# BAB 1

# PENDAHULUAN

## 1.1 Pengenalan

Dedak beras adalah lapisan luar isirong beras perang yang dibuang ketika mengilang beras perang untuk menghasilkan beras putih. Dedak beras ini terdiri daripada perikarpa, lapisan aleuron dan subaleurone isirong dan lazimnya termasuk embrio atau germa dan sejumlah kecil endosperma berkanji (Tahira *et al.,* 2007). Dedak beras amat berkhasiat kerana mengandungi lipid, protein, mineral dan vitamin (Amarasinghe dan Gangodavilage, 2004). Komposisi dedak beras ini akan berubah berdasarkan jenis beras, keadaan iklim dan kaedah pemprosesan beras (Grist, 1985). Dedak beras membentuk 10% daripada berat bijian padi (Azrina *et al.,* 2008) dan mengandungi kandungan lembapan yang rendah (6-7%) serta kandungan lemak yang tinggi iatiu sebanyak 12-25% terutamanya asid lemak tidak tepu di mana lebih kurang 95-98% daripada kandungan minyak ini dapat diekstrakkan (Saunders, 1985; Pillaiyar, 1980). Penyelidikan Amarasinghe dan Gangodavilage (2004) menunjukkan bahawa spesis lipid utama dalam dedak beras adalah lipid neutral iaitu lebih kurang 20g dalam 100g sampel dan 80-90% daripada amaun tersebut terdiri daripada trigliserol. Komponen utama asid lemak dalam minyak dedak beras pula terdiri daripada asid linoleik, asid oleik dan asid palmitik (Amarasinghe dan Gangodavilage, 2004).

Dedak beras merupakan satu hasil sampingan bijian yang terkaya dengan sumber minyak (Saunders, 1990). Dedak beras berpotensi untuk diproses sebagai minyak masak serta bahan makanan (McCaskill dan Zhang, 1999). Minyak dedak beras yang tidak boleh dimakan biasanya digunakan dalam produk seperti kosmetik, cat, sabun dan detergen (Thirumala, 1961). Minyak dedak beras yang digunakan untuk masak merupakan satu pengganti minyak sayuran yang bagus (Sayre *et al.*, 1985; Goenka, 1987).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Komposisi, profil pemakanan dan ciri-ciri fungsian minyak dedak beras menyebabkan penggunaannya yang luas dalam diet sihat kerana mengandungi lemak tepu yang rendah (Hragrove, 1994). Minyak dedak beras ini telah menjadi satu minyak masak yang lebih digemari berbanding dengan minyak sayuran lain yang lebih biasa digunakan seperti minyak jagung dan minyak *safflower* untuk meningkatkan tahap kolesterol serum dan profil lipoprotein. Selain itu, minyak dedak dapat merendahkan kolesterol plasma dengan lebih efektif berbanding dengan minyak sayuran yang lain (Rukmini dan Raghuram, 1991). Kesan hipokolesterolemik minyak dedak beras ini disebabkan oleh kehadiran komponen seperti γ-*oryzanol* dan tokotrienol (Sugano dan Tsuji, 1997). Tan (1989) juga melaporkan bahawa minyak dedak beras kaya dengan tokotrienol iaitu 72-612ppm. Tahap ini setanding dengan kuantiti tokotrienol yang terkandung dalam minyak sawit di mana minyak kelapa sawit merupakan satu sumber tokotrienol yang kaya (Tan, 1989). Terdapat penyelidikan yang telah menunjukkan bahawa γ-*oryzanol* dapat merendahkan penyerapan kolesterol (Rong *et al.,* 1997.) dan menyekat pengoksidaan asid lenoleik dan kolesterol (Xu dan Godber, 2001; Xu *et al.*, 2001).

Profil asid lemak yang sedia ada dalam minyak dedak menyebabkan ia sesuai digunakan untuk menggoreng tanpa sebarang penghidrogenan diperlukan, di mana proses penggorengan selalunya diikuti dengan penghasilan *trans* lemak (Tahira *et al.*, 2007). Tahira *et al.* (2007) juga melaporkan bahawa minyak dedak akan memberi nilai nutrisi yang tinggi apabila digunakan sebagai minyak masak. Akan tetapi, kebanyakan dedak beras yang dihasilkan dibuang atau digunakan sebagai makanan ternakan, hanya sejumlah kecil dedak padi yang dihasilkan ini digunakan untuk pengeluaran minyak (Tahira *et al.*, 2007).

Kelemahan utama dedak beras adalah tindak balas pengoksidaan yang cepat. Oleh itu, dedak beras mestil distabilkan serta-merta selepas proses pengilangan untuk menyekat tindak balas pengoksidaan oleh enzim lipase. Hal ini kerana tindak balas lipase akan menyebabkan peningkatan kandungan asid lemak bebas lalu merosotkan kualiti minyak dedak beras (Yokochi, 1974; Burns dan Cassedy, 1952; Panduranga Rao *et al.,* 1967; Enochain *et al.*, 1981). Oleh itu, teknik yang digunakan untuk mengawal aktiviti enzim lipase adalah sangat penting.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Pengeringan dan pengukusan adalah dua teknik yang banyak digunakan untuk menstabilkan dedak beras (Prabhakar, 1987). Walau bagaimanapun, teknik lain seperti penyejukan, penstabilan secara kimia dan pemanasan dengan menggunakan ketuhar gelombang mikro juga boleh digunakan (Prabhakar dan Venkatesh, 1986; Ramezanzadeh *et al.*, 2000). Dedak beras penuh lemak sepatutnya dirawat selepas mengilang untuk menyahaktifkan enzim lipase (Sugano dan Tsuji, 1997). Hal ini kerana jika dedak beras tidak dirawat, aktiviti enzim ini akan merosotkan kualiti minyak dalam dedak beras dengan cepat.

Terdapat banyak jenis varieti padi yang ditanam di Sabah. Antara varieti-varieti itu, spesis TQR2 dan MR159 digunakan dalam kajian ini. Kerja penyelidikan ini adalah penting dalam mengumpul data tentang sifat fizikokimia minyak dedak beras Sabah kerana kurang kajian yang pernah dilakukan ke atas minyak dedak padi di Sabah walaupun kajian ini telah dilakukan di Universiti Putra Malaysia oleh Azrina *et al.* (2008). Selain itu, kajian ini juga dapat menyediakan data tentang minyak dedak beras Sabah untuk kegunaan dalam kajian yang dilakukan pada masa akan datang. Lebih-lebih lagi, melalui kerja penyelidikan ini, satu sumber minyak masak yang tidak tradisional iaitu pengekstrakan minyak masak daripada dedak beras dapat diterokai untuk memenuhi keperluan para pengguna di Sabah dan lebih-lebih lagi di seluruh Malaysia. Akhirnya, kerja penyelidikan ini dapat menerokai penggunaan baru dedak beras selain daripada digunakan sebagai makanan ternakan. Justeru, nilai sisa hasil sampingan pengilangan beras dapat ditingkatkan.

## 1.2 Objektif Kajian

i. Menganalisis dan membanding sifat fizikokimia minyak dedak beras MR159 dan TQR2 di Sabah.

ii. Mengkaji kesan penstabilan yang berlainan ke atas sifat fizikokimia minyak dedak beras Sabah.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# BAB 2

# ULASAN KEPUSTAKAAN

## 2.1 Beras

Beras ialah biji benih tumbuhan *oryza sativa*, iaitu padi yang telah diproses dan dibuang kulitnya. Beras merupakan bijian yang kedua banyak dihasilkan di dunia ini selepas jagung. Hal ini kerana beras adalah salah satu bijirin yang paling penting di dunia ini yang digunakan sebagai makanan manusia. Beras merupakan makanan ruji yang paling penting di negara-negara Asia seperti China, India, Indonesia, Malaysia, Japan, Korea, Sri Lanka dan sebagainya. Sebanyak 80% daripada pengambilan kalori harian oleh penduduk di negara-negara ini datang daripada beras. Beras perlu dimasak sebelum dimakan iaitu direbus dengan penambahan air. Beras akan mengembang apabila dimasak. Beras yang sudah dimasak dan sedia untuk dimakan dikenali sebagai nasi. Jika air yang ditambah itu agak banyak, maka bubur akan dihasilkan. Beras juga akan diproses untuk menghasilkan makanan lain iaitu mee, tapai nasi dan makanan ringan. Selain itu, beras juga digunakan untuk menghasilkan bir, wain beras dan cuka (Luh, 1991).

### 2.1.1 Penanaman Padi di Sabah

Sektor pertanian merupakan tulang belakang utama kepada ekonomi negeri Sabah. 70 peratus daripda penduduk negeri Sabah menetap di luar bandar di mana mereka terlibat secara lansung dan tidak lansung dengan sektor pertanian. Penanaman padi merupakan salah satu penanaman yang penting di Sabah. Keluasan tanaman padi di Sabah pada tahun 2004 adalah 40,822 hektar iaitu 3.1% daripada jumlah keluasan tanaman seperti yang disenaraikan dalam Jadual 1.1 (Kementerian Pertanian dan Industri Makanan Sabah, 2010).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**Jadual 1.1: Sumber tanah dan keluasan tanaman di Sabah 2004**

| Tanaman | Hektar | % |
|---|---|---|
| Sawit | 1,133,409 | 86.9 |
| Getah | 64,593 | 4.9 |
| Padi | 40,822 | 3.1 |
| Kelapa | 21,085 | 1.6 |
| Koko | 21,020 | 1.6 |
| Buah-buahan | 15,606 | 1.2 |
| Sayur-sayuran | 2,008 | 0.2 |
| Tanaman kontan | 2,183 | 0.2 |
| Rempah | 1,475 | 0.1 |
| Lain-lain** | 4,880 | 0.4 |
| Jumlah | 1,307,081 | 100.0 |

** Tebu, teh, tembakau dan sago

Sumber: Kementerian Pertanian dan Industri Makanan Sabah (2010)

### 2.1.2 Jenis Varieti Dedak Beras TQR2

Varieti padi Tuaran Quality Rice 2 (TQR2) merupakan hasil penyelidikan selama enam tahun daripada Tuaran Agriculture Research Centre. Varieti TQR2 dapat menghasilkan 14-16 tan metrik beras per hektar dan berpotensi untuk menampung keperluan pengguna domistik. Padi TQR2 merupakan varieti yang berkualiti tinggi dan rintang terhadap penyakit 'Rice Tungro'. Umur matang varieti ini adalah sekitar 115 hingga 125 hari dan ditanam di sekitar tempat yang mempunyai perairan yang bai (Kementerian Pertanian dan Industri Makanan Sabah, 2010).

### 2.1.3 Jenis Varieti Dedak Beras MR159

Padi spesis MR159 merupakan kacukan antara baka Y 833 dan baka IR 5491. Baka Y 833 adalah baka berhasil tinggi tetapi rentan terhadap lelompat daun hijau dan benah perang. Manakala baka IR 5491 adalah varieti dari IRRI yang sangat rintang terhadap vektor virus penyakit merah. Umur matang varieti ini adalah sekitar 124 hingga 139 hari. Perbezaan umur matang ini bergantung pada musim dan kaedah penanaman. Varieti ini mempunyai ketinggian batang antara 75-92 cm. Selain itu, varieti ini rintang terhadap karah, hawar bakteria dan penyakit merah. Walau bagaimanapun, ia rentan terhadap hawar seludang dan benah perang. Varieti MR 159 mempunyai biji beras yang panjang iaitu 6.75$\pm$0.31 mm (Pejabat Pertanian Daerah Manjung, 2009).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## 2.2 Dedak Beras

Dedak beras didefinasikan oleh FAO sebagai hasil sampingan daripada pengilangan beras perang yang mengandungi perikarpa, lapisan aleuron, embrio dan beberapa endosperma (FAO, 1996). Dedak beras tidak digunakan sepenuhnya di banyak negara-negara termasuk Malaysia, walaupun ia merupakan satu sumber vitamin dan nutrien lain yang baik. Dedak beras dapat digunakan sebagai bahan makanan dan sumber minyak (McCaskill dan Zhang, 1999) tetapi banyak dedak beras hanya digunakan dalam makanan ternakan, pengeluaran baja atau bahan api. Azizah *et al.* (2007) telah melakukan analisis ke atas nilai pemakanan dedak beras memandangkan nilai pemakanannya yang berpotensi dan potensi untuk mendapatkan semula minyak berharga dan protein atau bahan-bahan fungsian untuk diet manusia. Penghalang utama dalam penggunaan dedak beras adalah kemerosotan dedak beras yang cepat. Oleh itu adalah mustahak untuk menggunakan satu kaedah yang baik untuk mencegah kemerosotan dedak beras supaya ia sesuai untuk pemprosesan selanjutnya. Penstabilan dedak beras oleh pemanasan mikrogelombang merupakan satu kaedah yang popular dan berkesan (Ramezanzadeh *et al.*, 2000).

### 2.2.1 Komposisi Dedak Beras

Kira-kira 10% daripada jumlah berat bijian beras terdiri daripada dedak. Dedak beras ini kaya dengan minyak, protein, serabut and nutrien-nutrien seperti vitamin dan mineral yang penting untuk kesihatan. Dedak beras mengandungi kelembapan yang rendah iaitu 6-7% dan mengandungi 18-22% minyak mentah terutamanya asid lemak tidak tepu. Lemak mentah ini termasuk kira-kira 1.8% gam dan 0.4% lilin. Komposisi asid lemak dalam minyak dedak terdiri daripada 20% tepu, 40% mono tak tepu dan 40% poli tak tepu (Nicolosi *et al.*, 1994). Hal ini menjadikannya satu hasil sampingan bijian yang kaya dengan sumber minyak (Saunders, 1990). Selain itu, dedak beras juga mengandungi serat pemakanan dan vitamin B kompleks yang tinggi (Kadam dan Bhowmick, 2006). Dedak beras mengandungi 20-27% jumlah serat pemakanan (*Total Dietary Fiber*) di mana kurang daripada 2% adalah serat pemakanan terlarut (Kahlon dan Chow, 2001). Pecahan-pecahan dedak beras seperti detergen serat yang neutral (*neutral detergent fiber*), hemiselulosa, minyak dedak dan *unsaponifiable matter* mempunyai kesan



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

hipokolesterolemik (Nicolosi *et al.*, 1991; Visser *et al.*, 2000). Minyak dedak beras mengandungi *unsaponifiable matter* yang tinggi iaitu 4% berbanding dengan minyak kacang tanah yang hanya mengandungi 0.3-1%. *Unsaponifiable matter* ini terdiri daripada 43% sterols tumbuhan (*campestrerol, stigmasterol, β-sitosterol* dan lain-lain), 28% alkohol triterpena (24 metilena cicloartanol dan sikloartenol), 10% 4-metil sterols dan 19% *less polar compounds* seperti alkohol alifatik dan hidrokarbon lain (Kahlon dan Chow, 2001).

Salah satu sifat unik minyak dedak adalah ia mengandungi *oryzanol*. *Oryzanol* adalah satu campuran asid ferulic ester daripada alkohol triterpenoid yang mempunyai kegiatan hipokolesterolemik, sedia ada pada kira-kira 20-30% daripada *unsaponifiable matter* atau 1.1-2.6% daripada minyak (Kahlon dan Chow, 2001). Komposisi-komposisi dedak beras berbeza bergantung kepada jenis varieti beras, keadaan iklim dan keadah pemprosesan beras serta lokasi geografi (Grist, 1985).

### 2.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruh Komposisi Dedak Beras

Kualiti kimia dan pemakanan bijian beras selalu berubah dan ini mungkin berpunca daripada faktor-faktor seperti genetik, pengaruh persekitaran, rawatan baja, keadaan proses pengilangan dan penyimpanan. Akibatnya, dedak yang diperolehi dari jenis-jenis beras berbeza akan menunjukkan komposisi kimia dan kualiti pemakanan yang berbeza (Houston, 1972). Faktor utama yang berkaitan dengan bijian beras termasuk kultivar dan perubahan persekitaran, ketebalan lapisan-lapisan anatomi, saiz dan bentuk bijian, serta kerintangan bijian beras terhadap retakan dan lelasan. Manakala faktor utama yang berkaitan dengan proses pengilangan yang akan mempengaruh darjah pengilangan adalah kaedah pemprosesas, jenis mesin dan keadaan pengilangan (Luh *et al*, 1991).

### 2.2.3 Masalah Penyimpanan Dedak Beras

Kandungan lemak yang tinggi dalam dedak beras menjadikannya senang mengalami ketengikan iaitu pengoksidaan lemak. Pengoksidaan ini berlaku disebakan oleh kehadiran enzim lipase. Di bawah keadaan pengilangan beras perang yang biasa untuk menghasilkan beras putih, minyak dan enzim-enzim



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

dalam pecahan lapisan dedak akan berinteraksi dan mengakibatkan degradasi minyak yang cepat kepada gliserol dan asid lemak bebas. Pengoksidaan lemak yang cepat ini akan meningkatkan kandungan asid lemak bebas (Yokochi, 1974; Panduranga Rao *et al.*, 1967) dalam dedak dan merosotkan kualiti dedak serta minyak yang dihasilkan. Dedak yang dihasilkan ini adalah tidak sesuai untuk kegunaan manusia dan biasanya akan dibuang atau digunakan sebagai makanan ternakan. Bagaimanapun, jika penstabilan dedak dilakukan, *lipase*, *peroksidase* dan enzim-enzim lain akan dinyahaktifkan. Jangka hayat simpanan dedak itu dianggarkan kira-kira 6 bulan pada suhu 29°C atau lebih panjang jika disimpan pada suhu yang lebih rendah (Saunders, 1990). Oleh itu, dedak mestilah distabilkan dengan serta-merta selepas dipisahkan daripada bijian beras sebelum disimpan dan diproses selanjutnya dengan teknik yang betul dan sesuai untuk mengawal aktiviti lipase.

## 2.3 Penstabilan Dedak Beras

Kaedah-kaedah yang dapat digunakan untuk menstabilkan dedak termasuklah pengeringan dengan menggunakan udara panas (100°C untuk 1 jam), pengukusan (100°C untuk 30 minit), penyejukan pada suhu 2°C, pengering dengan menggunakan matahari (maksimum 47°C 7 jam sehari untuk 2 hari), *fluidized bed drying* (84°C untuk 1 hari) and penstabilan secara kimia dengan semburan 1000ppm larutan asid hidroklorida (Amarasinghe dan Gandovilage, 2004; Prabhakar dan Venkatesh, 1986) dan pemanasan secara gelombang mikro (Ramezanzadeh *et al.*, 2000). Pengeringan dan pengukusan merupakan kaedah yang banyak digunakan untuk menstabilkan dedak (Prabhakar, 1987). Kesan kaedah penstabilan dapat diukur dengan menentukan kandungan asid lemak bebas dalam minyak dedak.

Penyelidikan-penyelidikan telah menunjukkan bahawa kehadiran lembapan akan mempengaruhi kandungan asid lemak bebas dalam minyak yang diekstrakkan kerana aktiviti lipase adalah lebih tinggi dengan kehadiran lembapan (Gangodavilage, 2002). Perbandingan telah dilakukan antara minyak yang diekstrakkan daripada dedak beras yang telah dirawat dan tidak dirawat. Kesemua kaedah penstabilan menunjukkan penurunan kandungan asid lemak bebas dalam



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

minyak dedak beras berbanding dengan dedak beras yang tidak dirawat. Menurut Amarasinghe dan Gandovilage (2004), walaupun pengeringan dengan menggunakan udara panas adalah efektif tetapi pemanasan dedak beras yang tidak seragam dalam dulang akan mengehadkan aplikasinya. Kaedah pembendaliran (*fluidization*) memberi pemanasan dedak beras yang seragam tetapi halaju udara yang tinggi diperlukan dan hal ini menjadikan kaedah ini mahal. Penyejukan juga merupakan satu teknik yang mahal dan tidak sesuai digunakan di kawasan luar bandar. Bahan kimia yang digunakan dalam penstabilan secara kimia akan mengakibatkan kontaminasi minyak dedak. Kaedah pengukusan juga sesuai untuk digunakan dalam penstabilan dedak. Hal ini kerana kaedah ini bukan sahaja dapat mengawal kandungan asid lemak bebas dalam minyak dedak malah sesuai digunakan dalam industri skala kecil. Ramezanzadeh *et al.* (2000) melaporkan bahawa penstabilan dedak dengan menggunakan pemanasan mikrogelombang tidak akan menyebabkan sebarang kerosakan terhadap nutrisi utama dalam dedak.

Penyelidikan Amarasinghe and Gangodavilage (2009) juga menunjukkan bahawa dedak yang dirawat dengan kaedah penyejukan akan menghasilkan minyak dedak yang mengandungi peratus asid lemak bebas yang paling rendah berbanding dengan kaedah penstabilan yang lain. Peratus asid lemak bebas dalam minyak dedak meningkat dari kaedah penyejukan, pengukusan, pengeringan dengan menggunakan udara panas, pembendaliran, pengeringan dengan menggunakan matahari dan dedak yang tidak dirawat. Kaedah pengukusan hanya akan mengurangkan penghasilan minyak sebanyak 3% selepas 50 hari berbanding dengan dedak yang tidak dirawat di mana penghasilan minyak mengalami kekurangan sebanyak 89%.

## 2.4 Pengekstrakan Minyak Dedak Beras

Minyak akan diekstrak daripada dedak untuk diproses sebagai minyak masak. Kuantiti minyak yang diekstrak akan dipengaruh oleh keadaan padi dan beras serta kaedah yang digunakan. Dedak daripada padi separa rebus (*parboiled*) akan menghasilkan kuantiti minyak yang lebih tinggi berbanding dengan minyak yang dihasilkan daripada dedak mentah bagi semua varieti beras. Hal ini kerana proses *parboiling* akan mengeluarkan minyak dari bijian dan mengakibatkan penghijrahan



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

minyak ke luar (Amarasinghe dan Gangodavilage, 2004). Kira-kira 95-98% minyak dapat diekstrak keluar daripada dedak dengan menggunakan pengekstrakan normal (Pillaiyar, 1980).

Terdapat pelbagai kaedah yang boleh digunakan untuk mengekstrak minyak daripada dedak beras. Penekanan dan pengekstrakan (Proctor dan Bowen, 1996; Proctor *et al.,* 1994) merupakan dua kaedah yang biasa digunakan untuk memisahkan minyak daripada dedak. Pelarut organik atau *supercritical carbon dioxide* digunakan sebagai pelarut dalam proses pengekstrakan (Hanmoungjai *et al.*, 2000; Amarasinghe dan Gangodavilage, 2001).

Minyak dedak komersil biasanya diekstrak dengan menggunakan pelarut organik (Amarasinghe dan Gangodavilage, 2001). Hexana biasanya digunakan sebagai pelarut organik dalam pengekstrakan minyak dedak oleh penyelidik-penyelidik dan industri kerana hexana mudah didapatkan, dapat menghasilkan minyak yang banyak (98%) dan senang untuk digunakan (Amarasinghe dan Gangodavilage, 2004; Johnson dan Lusas, 1983). Selain itu, hexana dapat dikeluarkan daripada minyak semasa proses pengekstrakan dan pemulihan. Akan tetapi, penggunaan hexana akan mengakibatkan masalah terhadap kualiti minyak. Minyak mentah (*crude oil)* yang dihasilkan dengan menggunakan hexana mengandungi kandungan asid lemak bebas, lilin dan *unsaponifiable matter* yang tinggi serta berwarna perang-kehijauan yang gelap (Krishna, 1992; Yoon dan Kim, 1994). Dengan ini, minyak yang dihasilkan ini perlu dilakukan proses penapisan. Hexana juga merupakan bahan pencemar udara kerana ia akan bertindak balas dengan pencemar lain dalam atmosfera untuk menghasilkan ozon dan fotokimia oksida (*photochemical oxidants)* (Hanmoungjai *et al.,* 2001).

Kadar pengekstrakan minyak daripada dedak beras yang telah dikukus adalah lebih tinggi berbanding dengan kadar pengekstrakan dedak beras yang dikeringkan dengan menggunakan udara panas. Keputusan itu menunjukkan bahawa proses pengukusan akan meningkatkan jumlah minyak yang dihasilkan. Pengukusan adalah kaedah paling berkesan untuk pra-rawatan dedak dalam



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

mengawal peningkatan asid lemak bebas dan meningkatkan penghasilan minyak (Amarasinghe dan Gangodavilage, 2004).

Kaedah pengekstrakan secara akueus dapat menghilangkan masalah-masalah yang dihasilkan dengan menggunakan hexana serta meningkatkan kualiti minyak. Minyak dedak yang dihasilkan melalui proses pengekstrakan secara akueus menunjukkan peratus asid lemak bebas yang rendah iaitu 0.01% berbanding dengan minyak yang dihasilkan dengan menggunakan hexana (Amarasinghe dan Gangodavilage, 2009). Walau bagaimanapun, pengekstrakan secara akueus adalah kurang efisien berbanding dengan pengekstrakan dengan menggunakan hexane kerana keterlarutan minyak dalam air adalah rendah.

## 2.5 Penapisan Minyak Dedak Beras

Minyak dedak mentah yang diekstrak akan ditapis untuk meningkatkan penstabilan minyak dedak (Yoon dan Kim, 1994; Krishna, 1992; Bhattacharyya *et al.*, 1983). Minyak dedak mentah mengandungi bahan-bahan yang tidak diinigin yang akan mengganggu pemprosesan minyak yang selanjutnya serta menyebabkan warna minyak menjadi lebih gelap, membentuk buih, asap, mendakan dan rasa yang tidak diingini serta menjejaskan kualiti minyak semasa penyimpanan. Bahan dibahagikan kepada dua kategori iaitu bahan larut dan tidak larut dalam minyak. Bahan yang tidak larut dalam minyak termasuklah kandungan air yang berlebihan dan pecahan lilin manakala bahan yang larut minyak pula termasuklah *phosphatides*, asid lemak bebas, gum, pigmen, tokoferol, sterol, hidrokarbon, *ketones* dan *aldehydes*. Proses penapisan akan mengeluarkan kebanyakan bahan tersebut daripada minyak dedak mentah dan menjadikan minyak dedak ini satu minyak gred makanan dengan kerosakan minimum ke atas unsur-unsur yang dikehendaki. Penapisan melibatkan beberapa operasi unit di mana setiap operasi unit direka untuk mengeluarkan sebatian tertentu daripada minyak mentah. Operasi unit itu termasuklah penyahlilinan, penyahguman, peneutralan secara alkali, pelunturan dan penyahbauan (Liu, 1997).

Penyahlilinan melibatkan proses pengeluaran lilin daripada minyak mentah. Lilin merupakan ester alkohol lemak yang mempunyai takat lebur tinggi dan asid



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

lemak yang berkelarutan rendah dalam minyak. Lilin ini akan memejal dan membentuk bahan mendakan dalam minyak. Penyahguman merupakan proses pengeluaran fosfolipid iaitu phosphatides, lekitin atau gum. Fosfolipid akan berkelakuan sebagai surfaktan (*surfactant*) dan menyebabkan pembentukan emulsi. Kehadiran fosfolipid dalam minyak mentah akan menyebabkan pengurangan trigliserida semasa proses penapisan. Peneutralan bertujuan untuk meneutralkan semua asid lemak bebas dalam minyak dedak. Terdapat dua jenis peneutralan iaitu peneutralan secara kimia and peneutralan secara fizikal. Peneutralan secara kimia melibatkan pengeluaran asid lemak bebas melalui tindakan kimia dengan menggunakan alkali seperti natrium hidroksida manakala peneutralan secara fizikal melibatkan penyulingan pada suhu tinggi. Pelunturan akan mengeluarkan bahan pewarna seperti pigmen klorofil dan karotenoid dengan memanaskan campuran minyak dedak dan bahan jerap (*adsorbent*) pada suhu tinggi iaitu lebih kurang 85°C. Bahan jerap yang digunakan termasuklah *fuller earth* dan karbon yang diaktifkan. Bahan jerap ini akan dikeluarkan selepas proses pelunturan secara penapisan. Sebatian meruap yang mempunyai rasa yang tidak diingin biasanya hasil daripada tindakan pengoksidaan minyak. Proses penyahbauan melibatkan pengeluaran sebatian-sebatian tersebut dengan menggunakan kaedah penyulingan secara kukus (Nawar, 1996).

### 2.5.1 Komposisi Minyak Dedak Selepas Proses Penapisan

Minyak dedak beras tertapis mengandungi 2.5–3.2% *unsaponifiable matter*, 48–70mg kandungan tokoferol dan 0.14–0.55% nilai asid lemak bebas (Krishna *et al.*, 2006). Minyak dedak juga menunjukkan nilai unit *Lovibond* yang tinggi iaitu 7.6-15.5. Selain itu, minyak dedak beras tertapis juga mengandungi *oryzanol* yang agak tinggi dalam julat 0.14-1.60% (Tabassum *et al.*, 2005). Kandungan *oryzanol* yang tinggi ini mengakibatkan nilai asid lemak bebas yang tinggi. Kandungan *partial acylglycerol* dalam minyak dedak beras adalah lebih tinggi berbanding dengan minyak sayuran lain seperti minyak kacang tanah, minyak bunga matahari dan minyak *safflower*. Hal ini kerana kandungan trigliserida dalam minyak dedak beras adalah 79.9-92% manakala kandungan trigliserida dalam ketiga-tiga minyak itu adalah >95% (Krishna *et al.*, 2006).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## RUJUKAN


Aibara, S., Ismail, A.I., Yamashita, H., Ohta, H., Sekiyama, F. and Morita, Y. 1986. Changes in rice bran lipids and free amino acids during storage. *Agricultural and Biological Chemistry.* **50**(3):665-673.

Amarasinghe, B.M.W.P.K. and Gangodavilage, N.C. 2001. *Effect of solvents on rice bran oil extraction.* SLAAS Symposium. University of Moratuwa. Sri Lanka. December.

Amarasinghe, B.M.W.P.K. and Gangodavilage, N.C. 2004. Rice bran oil extraction in Sri Lanka: Data for process equipment design. *Food and Bioproducts Processing.* **82**(C1):54-59.

Amarasinghe, B.M.W.P.K., Kumarasiri, M.P.M. and Gangodavilage, N.C. 2009. Effect of method of stabilization on aqueous extraction of rice bran oil. *Food and Bioproducts Processing.* **87**:108-114.

AOAC. 1997. Official Methods of Analysis. (16th edition). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists International.

Azizah, A.H., Raja Sulaiman, R.R., Osman, A. and Saari, N. 2007. Preliminary study of the chemical composition of rice milling fractions stabilized by microwave heating. *Journal of Food Composition and Analysis.* **20**:627-637.

Azrina, A., Maznah, I. and Azizah, A.H. 2008. Extraction and determination of oryzanol in rice bran of mixed herbarium UKMB; AZ 6807: MR 185, AZ 6808: MR 211, AZ 6809:MR 29. *ASEAN Food Journal.* **15**(1):89-96.

Bhattacharyya, D.K., Chakrabarty, M.M., Vaidyanathan, R.S. and Bhattacharyya, A.C. 1983. A critical study of the refining of rice bran oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **60**(2):467.

Bergman, C.J., and Xu, Z. 2003. Genotype and environment effects on tocopherols, tocotrienols and gamma-oryzanol contents of Sourthern US rice. *Cereal Chemistry.* **80**:446-449.

Burns, H. and Cassedy, M.M. 1952. Method of treating rice bran and rice polish. Us patent no. 2610, 914.

Chen, M.H., and Bergman, C.J. 2005. A rapid procedure for analyzing rice bran tocopherol, tocotrienol and γ-oryzanol contents. *Journal of Food Composition and Analysis.* **18**:319-331.

DeMan, J.M. 2008. Chemical and physical properties of fatty acids. *In* Chow, C.K. (ed.). *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*, pg. 41. (3rd edition). Boca Raton: CRC Press.


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Enochain, R.V., Saunders, R.M., Schultz, W.G., Beagle, E.C., and Crowley, P.R. 1981. Stabilization of rice bran with extruder cookers and recovery of edible oil: A preliminary analysis of operational and financial feasibility. Marketing Research Report No. 120. USDA.

FAO. 1996. Draft Definition and Classification of Commodities, W2979.

Gangodavilage, N.C. 2002. *Optimal operating conditions and equilibrium characteristics of rice bran oil extraction.* M.Sc. Thesis. University of Moratuwa, Sri Lanka.

Garcia, A., de Lucas, A., Rincon, J., Alvarez, A., Gracia, I. and Garcia, M.A. 1996. Supercritical carbon dioxide extraction of fatty and waxy material from rice bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **73**:1127-113.

Goenka, O.P. 1987. Nutritional significance of RBO. *In Hand Book on Rice Bran-Processing and Utilization of Products.* Section ix. India: Solvent Extractors Association of India.

Grist, D.H. 1985. *Rice.* (5th edition). London: Longman.

Guendex, R., kallithraka, S., Makris, D.P. and Kefalas, P. 2005. Determination of low molecular weight polyphenolic constituents in grape (*Vitis vinifera* sp.) seed extract: Correlation with antiradical activity. *Food Chemistry.* **89**:1-9.

Hanmoungjai, P., Pyle, L. and Niranjan, K. 2000. Aqueous extraction of rice bran oil. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology.* **75**:348-352.

Hanmoungjai, P., Pyle, L. and Niranjan, K. 2001. Enzymatic process for extracting oil and protein from rice bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **78**:817-821.

Hiramitsu, T. and Armstrong, D. 1991. Preventive effect of antioxidants on lipid peroxidation in the retina. *Ophthalmic Research.* **23**:196-203.

Hood, R.L. and Sidhu, G.S. 1992. Effect of guar gum and tocotrienols on cholesterol metbolism in the Japanese quail. *Nutrition Research.* **S12**:116-127.

Houston, D.F., 1972. Rice bran and polish. *In* Houston, D.F.E. (ed.). *Rice: Chemistry and Technology.* Minnesota: AACC Publications.

Hragrove, K.L.J. 1994. Processing and utilization of rice bran oil in the United States. *In* Marshall, W.E. and Mardsworth, J.I. (eds.). *Rice Sciences and Technology.* Marcill and Dekkar, USA.

Iqbal, S., Bhanger, M.I., and Anwar, F. 2005. Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chemistry.* **93**:265-272.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Johnson, L.A. and Lusas, E.W. 1983. Comparison of alternative solvents for oil extraction. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **60**(2):229-242.

Kadam, M. and Bhowmick, D.N. 2006. HPLC analysis of rice bran oil. *Journal of Food Lipids.* **13**(4):354-361

Kaneko, R. and Tsuchiya, T. 1955. New compound in rice bran and germ oils. *Chemical Abstracts.* 49: 4897b.

Kim, S.J., Han, D., Moon, K.D. and Rhee, J.S. 1995. Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants. *Bioscience Biotechnology Biochemistry.* **59**:822-826.

Krishna, G.A.G. 1992. A method of bleaching rice bran oil with silica gel. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **69**:1257–1259.

Krishna, G.A.G., Hemakumar, K.H. and Khatoon, S. 2006. Study on the composition of rice bran oil and its higher free fatty acids value. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **83**(2):117-120.

Kuk, M.S. and Dowd, M.K. 1998. Supercritical extraction of rice bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **75**:623-628.

Lakkakula, N.R., Lima, M. and Walker, T. 2004. Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Bioresource Technology.* **92**:157-161.

Lichtenstein, A.H., Ausman, L.M., Carrasco, W., Gualtieri, L.J., Jenner, J.L., Ordovas, J.M., Nicolosi, R.J., Goldin, B.R. and Schaefer, E.J. 1994. Rice bran oil consumption and plasma lipid levels in moderately hypercholesterolemic humans. *Arteriosclerosis and Thrombosis.* **14**:549-556.

Liu, K.S. 1997. *Soybeans: Chemistry, Technology and Utilization.* Gaithersburg: An Aspen Publication.

Luh, B.S. 1991. *Rice Utilization.* (2nd edition). New York: Van Nostrand Reinhold.

McCaskill, D.R. and Zhang, F. 1999. Use of rice bran oil in foods. *Food Technology.* **53**(2):50-52.

Moreau, R.A. and Powell, M.J. 1999. *Quantitative analysis of triacylglycerols and other lipid classes in edible oils and fats via HPLC.* New York: American Chemical Society.

Nanua, J.N., McGregor, J.U. and Godber, J.S. 2000. Influence of high-oryzanol rice bran oil on the oxidative stability of whole milk powder. *Journal of Dairy Science.* **83**:2426-2431.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Nawar, W.W. 1996. Food chemistry. *In* Fennema, O.R. (ed.). *Lipids*, pp. 299-300. (3rd edition). New York: Marcel Dekker, Inc.

Nicolosi, R.J., Ausman, L.M., and Hegsted, D.M. 1991. Rice bran oil lowers serum total and low density lipoprotein cholesterol and apo B levels in nonhuman primates. *Atherosclerosis*. **88**:133-142.

Nicolosi, R.J., Rogers, E.J., Ausman, L.M. and Orthoefer, F.T. 1994. Rice bran oil and its health benefits. *In* Marshall, W.E. and Wadsworth, J.I. (eds.). *Rice Science and Technology*, pp. 421-437. New York: Marcel Dekker, Inc.

Norton, R.A. 1995. Quantitation of steryl ferulate and p-coumarate esters from corn and rice bran. *Lipids*. **30**:269-274.

O'Brien, R.D. 2004. Fats and oils analysis. *In Fats and Oils: Formulating and Processing for Application,* pp. 187-196. (2nd edition). Boca Raton: CRC Press.

O'Brien, R.D. 2009. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. (3rd edition). Boca Raton: CRC Press.

Panduranga Rao, B., Ansar Ahmed, S. and Thirumala Rao, S.D. 1967. Factors affecting the free fatty acid changes in rice bran. *Indian Oil and Soup Journal*. **32**(7):203-210.

Pearce, B.C., Parker, R.A., Deason, M.E., Quereshi, A.A. and Wright, J.J.K. 1992. Hypocholesterolemic activity of synthetic and natural tocotrienols. *Journal of Medicinal Chemistry*. **35**:3595-3606.

Pillaiyar, P. 1980. Deoiled bran paste for rice bran pelletization. *Journal of the Oil Technologists' Association of India*. **XII**(2):42-44.

PORIM. 1995. *Methods of Test for Palm Oil and Palm Oil Products*. Vol. 1. Siew, W.L., Tang, T.S. and Tan, Yew Ai (eds.). Kajang: Palm Oil Research Institute of Malaysia.

Prabhakar, J.V. 1987. Stabilization of bran. *In Handbook on Rice Bran*. Solvent Extractors Association of India, India.

Prabhakar, J.V. and Venkatesh K.V.L. 1986. Chemical stabilization of rice bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. **63**:644.

Proctor, A. and Bowen, D.J. 1996. Ambient-temperature extraction of rice bran oil with hexane and isopropanol . *Journal of the American Oil Chemists' Society*. **73**:811-813.

Proctor, A., Jackson, V.M., Scott, M. and Clark, P.K. 1994. Rapid equilibrium extraction of rice bran oil at ambient temperature. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. **71**:1295-1296.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SAB

Qureshi, A.A., Qureshi, N. and Wright, J.K. 1991. Lowering of serum cholesterol in hypercholesterolemic humans by tocotrienols (palmvitee). *American Journal of Clinical Nutrition.* **S53**:1021-1026.

Ramezanzadeh, F.M., Rao, R.M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W.E. and Windhauser, M. 2000. Effects of microwave heat, packaging and storage temperature on fatty acids and proximate compositions in rice bran. *Journal Agricultural and Food Chemistry.* **48**(2):464-467.

Raghuram, T.C. and Rukmini, C. 1991. Nutritional and biochemical aspects of the hypolipidemic action of rice bran oil: a review. *Journal of American College of Nutrition.* **10**:593-601.

Raghuram, T.C. and Rukmini, C. 1995. Nutritional significance of rice bran oil. *Indian Journal of Medical Research.* **102**:241- 244.

Rogers, E.J., Rice, S.M., Nicolosi, R.J., Carpenter, D.R., McClelland, C.A. and Romanczyk, L.J. 1993. Identification and quantitation of γ-oryzanol components and simultaneous assessment of tocols in rice bran oil. *Journal of American Oil Chemists' Society.* **70**:301-307.

Rong, N., Ausman, L.M. and Nicolosi, R.J. 1997. Oryzanol decreases cholesterol absorption and aortic fatty streaks in hamsters. *Lipids.* **32**:303-309.

Rudan-Tasic, D. and Klofutar, C. 1999. Characteristic of vegetable oils of some slovene manufacturers. *Acta Chimica Slovenica.* **46**(4):511-521.

Saunders, R.M. 1985. Rice bran: composition and potential food sources. *Food Rev. Int.* **1**(3):465-495.

Saunders, R.M. 1990. The properties of rice ran as a food stuff. *Cereal Food World.* **35**:632-635.

Sayre, R.N., Nayyar, D.K. and Saunders, R.M. 1985. Extraction and refining of edible oil from extrusion stabilized rice bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **62**:1040.

Seetharamaiah, G.S. and Prabhakar, J.V. 1986. Oryzanol content of Indian rice bran oil and its extraction from soap stock. *Journal of Food Science and Technology.* **23**:207-274.

Shin, T.S. and Godber, J.S. 1994. Isolation of four tocopherols and four tocotrienols from a variety of natural sources by semi-preparative high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A.* **678**:49-58.

Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Rižner Hraš, A., Simonič, M., and Knez, Ž. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry.* **89**:191-198.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

"Status Sektor Pertanian". Kementerian Pertanian dan Industri Makanan Sabah. (atas talian) http://www.sabah.gov.my/madfi/status_sektor.html. Dikemaskini March 2010.

Sugano, M. and Tsuji, E. 1997. Rice bran oil and cholesterol metabolism. *The Journal of Nutrition.* **127**:521S-524S.

Supatra L., Cholticha, T., Kornkanok, A., Sumalee, K., Salisa, C. and Kanit K. 2008. Partial extraction method for the rapid analysis of total lipids and γ-oryzanol contents in rice bran. *Food Chemistry.* **106**:752-759.

Tabassum, S., Aggarwal, S., Ali, S.M., Beg, Z.H., Khan, A.S. and Afzal, K. 2005. Effect of rice bran oil on the lipid profile of steroid responsive nephrotic syndrome. *Indian Journal of Nephrology.* **15**:10-13.

Tahira, R., Ata-ur-Rehman and Muhammad, A.B. 2007. Characterization of rice bran oil. *Journal of Agricultural Research.* **45**(3):225-230.

Tajima, K., Sakamoto, M., Okada, K., Ishizu, K., Sarukai, H. and Mori, H. 1983. Reaction of biologic phenolic antioxidants with superoxide generated by P-450 systems. *Biochemistry and Biophysics Research in Community.* **115**:1002-1008.

Tan, B. 1989. Palm carotenoids, tocopherols and tocotrienols. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **66**:770-776.

Thirumala Rao, S.D. 1961. A survey of ric bran oil industry invarious countries. *India Oilseed Research Journal.* **26:**121-132.

"Varieti-varieti Padi dari Laman Rasmi Pejabat Pertanian Daerah Manjung" (atas talian) http://pertanianmjg.perak.gov.my/bahasa/varieti.htm. Dicetak 09 Julai 2009.

Visser, M.N., Zock, P.L., Meijer, G.W. and Katan, M.B. 2000. Effect of plant sterols from rice bran oil and triterpene alcohols from sheanut oil on serum lipoprotein concentrations in humans. *American Journal of Clinical Nutrition.* **72**:1510-1515.

Watkins, T., Lenz, P., Gapor, A., Struck, M., Tomeo, A. and Bierenbaum, M. 1993. γ-tocotrienol as a hypocholesterolemic and antioxidant agent in rats fed atherogenic diets. *Lipids.* **28**:1113-1118.

Xu, Z. and Godber, J.S. 1999. Purification and identification of components of γ-oryzanol from rice ran using a linoleic acid model. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* **78**:645-649.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SAB

Xu, Z. and Godber, J.S. 2000. Comparison of supercritical fluid and solvent extraction methods in extracting γ-oryzanol from rice bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. **77**:547-551.

Xu, Z. and Godber, J.S. 2001. Antioxidant activities of major components of γ-oryzanol from rice bran using a linoleic acid model. *Journal of American Oil Chemists' Society*. **78**:645-649.

Xu, Z., Hua, N. and Godber, J.S. 2001. Antioxidant acitivity of tocopherols, tocotrienols and γ-oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-Azobis (2-methylpropionamidine) dihydrochloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **49**:2077-2081.

Yilmaz, Y. and Toledo, R.T. 2004. Major flavonoids in grape seeds and skins: antioxidant capacity of catechin, epicatechin and gallic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **52**:255-260.

Yokochi, K. 1974. Rice processing for the production of rice bran oil, Status report, in *Rice By Products Conference*. Valencia, Spain.

Yoon, S.H. and Kim, S.K. 1994. Oxidative stability of high FFA rice bran oil at different stages of refining. *Journal of American Oil Chemists' Society*. **71**:224–229.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH