

# **CIRI-CIRI FIZIKOKIMIA DAN KANDUNGAN NUTRIEN UNTUK EMPAT VARIETI BERAS MODEN DI SABAH**

**KOK LI TING**

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**LATIHAN ILMIAH DIKEMUKAKAN UNTUK  
MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT  
UNTUK IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM SAINS  
MAKANAN DAN PEMAKANAN**

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

**2012**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

UL: CIRI-CIRI FIZIKOKIMIA DAN KANDUNGAN NUTRIEN UNTUK EMPAT VARIETI  
BERAS MODEN DI SABAH

ZAH: SASTANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM SAINS MAKANAN DAN  
PEMAKANAN  
SESI PENGAJIAN: 2008/2012

a KOK LI TING

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hak milik 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: 57, Jalan Murni Toman

Jman, 35800 Slim River, Perak

Dr. Lee Jau Shya

Nama Penyelia

Tarikh: 18/7/2012

Tarikh: 18/7/2012

TATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan 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 SABAH

## **PENGAKUAN**

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

21 Mei 2011



Kok Li Ting

BN08110125



## PENGESAHAN

NAMA : **KOK LI TING**  
NO. MATRIKS : **BN08110125**  
TAJUK : **CIRI-CIRI FIZIKOKIMIA DAN KANDUNGAN NUTRIEN  
UNTUK EMPAT VARIETI BERAS MODEN DI SABAH**  
IJAZAH : **SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN  
(SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)**  
TARIKH VIVA : **26 JUN 2012**

### DISAHKAN OLEH

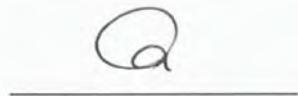
#### 1. PENYELIA

Dr. Lee Jau Shya



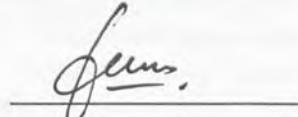
#### 2. PEMERIKSA 1

Pn. Fan Hui Yin



#### 3. PEMERIKSA 2

Dr. Noorakmar Ab. Wahab



#### 4. DEKAN

Prof. Madya. Dr. Sharifudin Md. Shaarani



## PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih dan penghargaan terhadap penyelia saya, Dr. Lee Jau Shya dari Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah yang banyak memberi bimbingan, didikan serta tunjuk ajar dengan sabar dalam projek penyelidikan tahun akhir saya sepanjang tahun ini. Dorongan serta sokongan beliau kepada saya semasa menjalankan kajian telah membuatkan tugas serta kerja saya menjadi lebih mudah dan membantu saya menjadi lebih yakin untuk menghadapi masalah yang timbul sepanjang penyediaan, pelaksanaan serta penyiapan projek penyelidikan saya ini.

Penghargaan saya juga ditujukan kepada Dr. Hasmadi, pensyarah Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang memberi panduan serta maklumat kepada saya terutamanya dalam perkara-perkara yang berkaitan dengan beras dimana ia merupakan kepakaran beliau. Tidak lupa juga pihak sekolah yang memberi sokongan penuh kepada saya dalam proses menjalankan kajian terutamanya dari segi peralatan makmal dan pemohonan penggunaan makmal dan instrument di sekolah lain dan para pembantu makmal Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan seperti Pn.Doreen, En.Wiltor, Pn.Marni serta En.Masran yang telah membantu saya semasa kajian dijalankan dalam makmal-makmal sekolah.

Selain itu, setinggi-tinggi ucapan terima kasih juga diberikan kepada En. Janie Tating daripada Pusat Penyelidikan Pertanian Sabah, Tuaran yang sudi memberi rumpai laut kepada saya sebagai sampel dan berkongsi pengalaman serta tunjuk ajar terutamanya tentang informasi beras di Sabah. Tanpa sokongan dan kerjasama daripada beliau, saya akan menghadapi masalah yang besar terutamanya dari segi proses pensampelan untuk kajian saya.

Saya juga amat bersyukur kerana mempunyai sokongan dan dorongan daripada keluarga saya terutamanya ibu-bapa serta adik-beradik saya. Walaupun mereka tidak berada di sisi saya, namun demikian mereka masih ambil berat terhadap kehidupan saya dalam menempuh cabaran tahun akhir. Akhir sekali, terima kasih juga saya tujukan kepada kawan-kawan dan rakan-rakan saya yang membantu saya sepanjang saya membuat kajian ini. Segala kesilapan serta masalah yang timbul amatlah dikesali dan terima kasih kerana bersabar dengan saya.

## ABSTRAK

Objektif kajian ini adalah untuk menentukan beberapa ciri-ciri fizikokimia dan kesan memasak ke atas empat varieti beras moden di Sabah (TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak). Analisis yang telah dijalankan termasuk penentuan kandungan proksimat, makromineral (fosfurus, kalsium, kalium dan magnesium), jumlah kanji, amilosa dan kanji rintang. Warna beras dan sifat pempesan beras turut dikaji. Tekstur nasi juga diukur menggunakan Penganalisis Tekstur. Sebelum dimasak, varieti TR8 mempunyai protein kasar, fosfurus, kalium dan kanji rintang yang tertinggi. Sementara itu, varieti IR72 pula mengandungi abu, lemak kasar, amilosa dan kalium yang paling tinggi ( $p<0.05$ ). Kandungan serat kasar dan kanji rintang didapati tertinggi ( $p<0.05$ ) dalam varieti Kelopak. Selepas dimasak, TR8 merupakan varieti beras mengandungi kebanyakan nutrien dalam kuantiti paling tinggi, iaitu kandungan abu, protein kasar, serat kasar, kanji rintang, fosfurus, kalium dan kalsium ( $p<0.05$ ). Varieti IR72 adalah beras paling putih ( $p<0.05$ ) antara empat varieti beras dikaji, manakala varieti Kelopak cederung kepada warna kemerahan. Berdasarkan sifat pempesan, varieti TQR2 menunjukkan kapasiti memegang air dan kestabilan pes yang baik serta mempunyai kelekitan yang paling tinggi ( $p<0.05$ ) dalam tekstur nasi. Sebaliknya, kandungan amilosa yang tinggi dalam varieti IR72 menyebabkanya paling tidak melekit dan mempunyai nilai *setback* tertinggi ( $p<0.05$ ) antara semua sampel. Proses memasak menggunakan periuk nasi menyebabkan penurunan kepada kandungan abu, lemak kasar, fosfurus, kalsium dan magnesium untuk semua varieti beras ( $p<0.05$ ), di mana penurunan kebanyakan kandungan nutrien tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh langkah pencucian. Di samping itu, proses memasak turut meningkatkan kandungan lembapan, serat kasar dan kanji rintang dalam semua varieti beras ( $p<0.05$ ). Peningkatan nilai  $L^*$  ( $p<0.05$ ) dan penurunan nilai  $a^*$  dan  $b^*$  ( $p<0.05$ ) dalam semua varieti beras juga diperhatikan selepas beras dimasak. Varieti TR8 dan Kelopak boleh dikatakan sebagai varieti beras berkualiti tinggi berdasarkan kandungan nutrien, namun, kedua-dua varieti beras ini mempunyai tekstur yang kurang melekit. Sementara itu, warna IR72 paling putih ( $p<0.05$ ), tetapi teksturnya paling tidak melekit ( $p<0.05$ ). Walaupun kandungan kanji rintang dan protein dalam varieti TQR2 adalah paling rendah ( $p<0.05$ ), varieti ini sebaliknya menunjukkan kelekitan yang paling tinggi serta kapasiti memegang air dan kestabilan pes yang baik.

## **ABSTRACT**

### **PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES AND NUTRIENT CONTENT OF FOUR VARIETIES OF MODERN RICE IN SABAH**

The main objective of this research is to determine a few physicochemical properties and the effect of cooking on four varieties of modern rice in Sabah (TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak). The analysis carried out inclusive determination of proximate, macromineral (phosphorus, calcium, potassium and magnesium), total starch, amylose and resistant starch content. The colour of rice and pasting properties of rice were also studied. The texture of rice was determined using Texture Analyzer. Before cooking, TR8 contained highest crude protein, phosphorus, potassium and resistant starch, meanwhile, IR72 contained highest ash, crude fat, amylose and potassium ( $p<0.05$ ). The highest amount of crude fiber and resistant starch was found in Kelopak. After cooking, TR8 is the rice variety that contained most nutrients in highest quantity, namely ash, crude protein, crude fiber, resistant starch, phosphorus, potassium and calcium ( $p<0.05$ ). IR72 is the whitest rice among all rice varieties ( $p<0.05$ ) while Kelopak was found reddish in colour. TQR2 showed good water holding capacity and paste stability with the most sticky texture ( $p<0.05$ ). On the other hand, the high amylose content in IR72 resulted in the least sticky rice and highest setback ( $p<0.05$ ) among all samples. Cooking using rice cooker reduced the content of ash, crude fat, phosphorus, calcium and magnesium for all rice varieties ( $p<0.05$ ) in which washing was the most probable step caused reduction of these nutrient. Besides that, cooking process also increased the content of moisture, crude fiber and resistant starch in all rice varieties ( $p<0.05$ ). Increment of  $L^*$  value and reduction of  $a^*$  and  $b^*$  values were observed after cooking. TR8 and Kelopak can be defined as good quality rice based on their nutrient content, however, they were less sticky in texture. Meanwhile, the colour of IR72 was the whitest but with the least sticky texture ( $p<0.05$ ). Although the lowest protein and resistant starch content ( $p<0.05$ ) were found in TQR2, this variety showed great water holding capacity and paste stability with highest stickiness ( $p<0.05$ ).

## SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	x
<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xii
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiii
<b>BAB 1: PENDAHULUAN</b>	1
1.1    Pengenalan	1
1.2    Kepentingan Kajian	4
1.3    Objektif Kajian	5
<b>BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	6
2.1    Beras	6
2.1.1  Struktur Beras dan Komposisi Kimia	7
2.2    Pengeluaran Beras di Malaysia dan Sabah	8
2.2.1  Varieti Beras Moden di Sabah	12
2.3    Kualiti Beras	14
2.3.1  Ciri-ciri Fizikal Beras	15
2.3.2  Komposisi Kimia Beras	17

2.4	Faktor-faktor Mempengaruhi Ciri-ciri Fizikokimia Beras	19
2.4.1	Varieti Beras	19
2.4.2	Keadaan Agronomik Semasa Pertumbuhan	20
2.4.3	Pengendalian	20
2.4.4	Kesan Proses Memasak	22
<b>BAB 3: BAHAN DAN KAEADAH</b>		24
3.1	Bahan	24
3.2	Reka Bentuk Eksperimen	24
3.3	Penyediaan Sampel	24
3.4	Analisis Proksimat	26
3.4.1	Kandungan Lembapan	26
3.4.2	Kandungan Abu	26
3.4.3	Kandungan Protein Kasar	27
3.4.4	Kandungan Lemak Kasar	28
3.4.5	Kandungan Serat Kasar	29
3.5	Analisis Mineral	30
3.5.1	Kaedah Spektroskopi Penyerapan Atom (AAS)	30
3.5.2	Kaedah UV-Vis Spektfotometer	32
3.6	Penentuan Jumlah Kanji	33
3.7	Penentuan Kandungan Amilosa	34
3.8	Penentuan Kandungan Kanji Rintang	34
3.9	Analisis Fizikal	36
3.9.1	Analisis Tekstur	36
3.9.2	Penentuan Warna	36
3.9.3	Penentuan Sifat Pempesan	36
3.9	Analisis Statistik	37

<b>BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	38
4.1    Komposisi Proksimat	38
4.1.1    Kandungan Lembapan	38
4.1.2    Kandungan abu	40
4.1.3    Kandungan Protein Kasar	42
4.1.4    Kandungan Lemak Kasar	43
4.1.5    Kandungan Serat Kasar	45
4.2    Kandungan Mineral	47
4.3    Kandungan Jumlah Kanji dan Amilosa	49
4.4    Kandungan Kanji Rintang	52
4.5    Tekstur Nasi	53
4.6    Warna	55
4.7    Sifat Pempesan	57
<b>BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	62
5.1    Kesimpulan	62
5.2    Cadangan	64
<b>RUJUKAN</b>	66
<b>LAMPIRAN</b>	81

## **SENARAI JADUAL**

	Muka Surat
Jadual 2.1 Keluasan berhasil padi negari Sabah tahun 2003 hingga 2010 (hektar)	9
Jadual 2.2 Pengeluaran padi dan beras negeri Sabah bagi tahun 2003-2010	11
Jadual 2.3 Varieti padi yang telah diperkenalkan oleh Jabatan Pertanian Sabah, 1965 – 2009	12
Jadual 3.1 Senarai kepekatan larutan piawai yang digunakan untuk graf kalibrasi.	31
Jadual 4.1 Kandungan fosfurus, kalsium, kalium dan magnesium dalam keempat-empat beras dikaji	48
Jadual 4.2 Kekerasan dan kelekitan dalam empat varieti beras dikaji	53
Jadual 4.3 Nilai $L^*$ , $a^*$ dan $b^*$ untuk empat varieti beras	55
Jadual 4.4 Suhu pempesan, kelikatan puncak, <i>through</i> , <i>breakdown</i> , kelikatan akhir dan nilai <i>setback</i> dalam varieti beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak.	58

## **SENARAI RAJAH**

	Muka Surat	
Rajah 2.1	Struktur biji beras	7
Rajah 2.2	Keluasan fizikal sawah padi mengikut daerah pengeluar padi negeri Sabah (hektar)	10
Rajah 3.1	Carta aliran eksperimen dijalankan dalam kajian	25
Rajah 4.1	Perbandingan kandungan lembapan beras sebelum dan selepas dimasak (dalam berat basah)	39
Rajah 4.2	Kandungan abu dalam empat varieti beras sebelum dan selepas dimasak (dalam berat kering)	41
Rajah 4.3	Kandungan protein kasar dalam empat varieti beras sebelum dan selepas dimasak (dalam berat kering)	42
Rajah 4.4	Kandungan lemak kasar dalam empat varieti beras sebelum dan selepas dimasak (dalam berat kering)	44
Rajah 4.5	Kandungan serat kasar dalam empat varieti beras sebelum dan selepas dimasak (dalam berat kering)	46
Rajah 4.6	Kandungan jumlah kanji varieti beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak (dalam berat kering)	49
Rajah 4.7	Kandungan amilosa varieti beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak (dalam berat kering)	50
Rajah 4.8	Kandungan kanji rintang varieti beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak (dalam berat kering)	52
Rajah 4.9	Sifat pempesan dalam empat varieti beras dikaji	59

## SENARAI SINGKATAN

%	Peratus
<	Kurang daripada
>	Lebih daripada
°C	Darjah Celsius
-	Hingga
AOAC	<i>Association of Analytical Communities</i>
ARC	Pusat Penyelidikan Pertanian Sabah
BLB	<i>Bacterial Leaf blight</i>
cP	<i>Centa Poise</i>
cm	Sentimeter
DSC	<i>Differential scanning calorimetry</i>
FAO	<i>Federal Agriculture Organization</i>
g	Gram
IRRI	<i>International Rice Research Institution</i>
kg	Kilogram
mg	Milligram
ml	Mililiter
nm	Nanometer
PM	<i>Penyakit Merah</i>
ppm	<i>Part per million</i>
RM	Ringgit Malaysia
Rpm	Putaran per minit
RVA	<i>Rapid Visco-Analyzer</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
µg	Mikrogram

## **SENARAI LAMPIRAN**

	Muka Surat
Lampiran A	Kandungan lembapan, abu dan protein varieti beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak (dalam berat kering) 81
Lampiran B	Perbandingan kandungan lembapan beras sebelum dan selepas dimasak (dalam berat basah) dan kandungan lemak kasar dan serat kasar varieti beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak (dalam berat kering) 82
Lampiran C	Kandungan jumlah kanji, amilosa dan kanji rintang dalam varieti beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak (dalam berat kering) 83
Lampiran D	Lengkuk Piawai Amilosa 84
Lampiran E	Lengkuk Piawai Mineral 85
Lampiran F	Warna Varieti Beras TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak dan Bentuk Biji Beras Varieti TR8, TQR2, IR72 dan Kelopak 87
Lampiran G	Profil Pempesan Beras 88
Lampiran H	Analisis Statistik 90

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Beras (*Oryza sativa L.*) adalah salah satu tanaman yang paling penting di dunia (Ohtsubo *et al.*, 1998), dan banyak ditanam di rantau tropikal dan subtropikal. Majoriti penduduk Asia menganggap beras sebagai makanan ruji, oleh itu, pengeluaran beras dipentingkan berbanding dengan bijirin lain (Cantral dan Reeves, 2002). Antara banyak jenis beras, beras moden yang telah dikisar dan diputihkan merupakan jenis beras yang banyak dimakan oleh penduduk Asia (Sinelli *et al.*, 2006). Beras moden adalah hasilan daripada kacukan dua atau lebih baka tradisi dan mempunyai kualiti yang lebih baik daripada varieti tradisi (Herdt dan Capule, 1983).

Ciri-ciri fizikokimia menentukan kualiti beras dan kegemaran pengguna. Ciri-ciri fizikokimia beras yang biasa ditentukan termasuk komposisi kimia, warna, sifat pemipesan, tekstur serta ciri-ciri fizikal lain (Kang *et al.*, 2006). Varieti beras mempengaruhi ciri-ciri fizikokimia telah lama dicadangkan oleh penyelidik beras (Juliano *et al.*, 1964) dan masih dikaji oleh banyak penyelidik beras pada zaman ini (Simi dan Abraham, 2008; Oko dan Ugwu, 2010). Kualiti beras amat dipengaruhi oleh ciri-ciri fizikokimia. Antara komposisi kimia beras, amilosa adalah satu komponen kimia yang paling penting untuk menentukan kualiti beras (Juliano, 1972). Kandungan amilosa berhubung rapat dengan tekstur beras selepas dimasak, di mana tekstur adalah parameter utama menentukan kegemaran beras pengguna (Suwansri dan Meullenet, 2004). Umumnya, semakin tinggi kandungan amilosa dalam sesuatu beras, semakin keras tekstur nasi (Lorenz *et al.*, 1978; Sowbhagya, 1987).

Selain kandungan amilosa, ciri-ciri fizikokimia lain juga lazim digunakan untuk membuat anggaran atas kualiti beras (Matsue dan Ogata, 1998) seperti warna, saiz, bentuk dan sifat pempesan. Sebahagian besar pengguna menentukan kualiti beras melalui warnanya. Biasanya, pengguna gemar beras yang lebih putih dan cerah. Keputihan beras diletakkan sebagai kriteria gred beras dalam Jabatan Pertanian Amerika Syarikat (USDA, 2009). Beras yang kekuningan dianggapkan sebagai beras bergred rendah. Selain itu, saiz dan bentuk juga faktor penting untuk pilihan pengguna. Kegemaran saiz dan bentuk bijirin adalah berlainan dalam kumpulan pengguna yang berlainan (Khush *et al.*, 1979).

Seterusnya, sifat pempesan juga adalah satu faktor yang amat penting dalam kajian kualiti untuk memasak seperti dicadangkan dalam kajian Randanelli *et al.* (2011), Kawaljit *et al.* (2010), Elessandra *et al.* (2010), Han *et al.* (2009) dan Aboubacaretal *et al.* (2006). Dalam kajian-kajian tersebut, sifat pempesan digunakan untuk memastikan kualiti masak. Melalui sifat ini, perubahan kelikatan beras semasa pemanasan, pemegangan dan penyejukan sluri beras dengan air boleh ditentukan. Sifat ini menjelaskan bagaimana beras berkelakuan semasa dimasak dan diproses. Perubahan kelikatan ini biasanya diukur oleh RVA (*Rapid Visco-Analyzer*). RVA telah menjadi satu kaedah piawai untuk mengkaji sifat pempesan. Kaedah ini luas digunakan oleh banyak penyelidikan beras. Sebagai contoh, RVA digunakan oleh Leelayuthsoontorn *et al.* (2006) untuk mengkaji beras *Jasmine* di Thailand di Thai; Kaedah ini juga digunakan oleh Zhao *et al.* (2003) dan Elessandra *et al.* (2003) untuk kajian kesan penyimpanan beras terhadap sifat pempesan di Pakistan serta penyelidikan kesan pemanasan lembap terhadap kanji yang berlainan kandungan amilosa masing-masing. Di samping itu, kandungan amilosa juga didapati membawa kesan atas pempesan beras. Kandungan amilosa adalah berkadar songsang dengan tahap pembengkakan granul kanji beras (Cheng *et al.*, 1996).

Keraguan perubahan komposisi kimia dan ciri-ciri fizikal selepas proses memasak telah lama dicadangkan oleh penyelidik beras (Cross dan Fung, 1982).

Nasi digunakan selepas masak sejak beberapa abad lepas seperti dilaporkan oleh Matsumoto (2005) dalam kajiannya atas sejarah beras. Proses memasak beras yang biasa digunakan adalah seperti pendidihan, pengukusan dan pemasakan dengan ketuhar (Natcha *et al.*, 2011). Di Malaysia, periuk nasi elektrik luas digunakan dalam kalangan penduduk (Farah *et al.*, 2011). Beras didapati mengalami perubahan struktur kanji, ciri-ciri fizikal, komposisi kimia dan kualiti nutrisi semasa proses memasak (Mahadevanman dan Tharananthan, 2007). Banyak kajian lepas berhubungan dengan kesan proses memasak kepada komposisi kimia dan ciri-ciri fizikal telah dijalankan seperti Cheigh *et al.* (1977) yang mengkaji kesan proses memasak dan pencucian terhadap kehilangan mineral; di samping Deka dan rakan-rakannya (2000) yang mengkaji perubahan komposisi kimia beras Basmati selepas dimasak. Namun, penyelidikan kesan proses memasak dan varieti terhadap ciri-ciri fizikokimia tidak pernah dijalankan kepada varieti beras ditanam di Sabah (Tating, 2011).

Di Sabah, pelbagai varieti beras ditanam oleh petani tempatan termasuk varieti beras tradisi atau bukit. Sehingga kini, beras moden yang mempunyai hasil yang tinggi masih tidak dapat mengambil alih kedudukan varieti tradisi. Keadaan ini dipercayai berpunca daripada kepercayaan dalam kalangan petani tempatan dan sikap tidak bersedia untuk mengalami perubahan (Tating, 2011). Walau bagaimanapun, keadaan ini semakin diperbaiki dengan usaha daripada pihak pengawal kuasaan, termasuk Pusat Penyelidikan Pertanian Sabah (ARC) di Tuaran. Pusat ini bertanggungjawab untuk mengkaji pelbagai varieti moden dan cara penanaman untuk menghasilkan beras yang berkualiti tinggi dan seterusnya memperkenalkan varieti-varieti tersebut kepada petani tempatan.

Sejak tahun 1965, sebanyak 20 varieti padi telah dikenalpasti dan diperkenalkan oleh Jabatan Pertanian Sabah kepada petani tempatan (Tating, 2011). Baka-baka varieti tersebut berasal dari Filipina atau Indonesia dan diperkenalkan oleh Jabatan Pertanian Sabah di Sabah kerana pretasi varieti yang baik dari segi hasil, sifat-sifat agronomi serta cita rasa. Empat varieti yang paling

baru diperkenalkan kepada petani pada 6 tahun lepas, termasuk varieti TR8, TQR-2, IR 72 dan Kelopak (Tating, 2011).

Setakat ini, rekod di Pusat Penyelidikan Pertanian (ARC), Tuaran menunjukkan hanya penilaian deria dan penentuan dimensi beras telah dilakukan kepada varieti beras moden. Penilaian deria dilaksanakan dengan pengedaran soal selidik kepada subjek untuk mendapat data kegemaran ciri-ciri fizikal dan deria beras, seperti warna, bentuk, aroma, tekstur, kelekitan dan rasa (Tating, 2011).

## **1.2 Kepentingan Kajian**

Menurut rekod Jabatan Pertanian Sabah (2011), data ciri-ciri fizikokimia sebelum dan selepas masak untuk beras moden di Sabah tidak pernah dijalankan dan didokumenkan. Ini menunjukkan sememangnya kekurangan maklumat tentang kualiti beras yang dikaji. Oleh itu, kajian ini adalah penting supaya infomasi tentang komposisi kimia dan ciri-ciri fizikal varieti beras Sabah sebelum atau selepas dimasak boleh didokumenkan untuk memberi gambaran kualiti beras yang lebih menyeluruh. Seterusnya, data kajian ini mungkin boleh digunakan sebagai rujukan kepada pihak Jabatan Pertanian Sabah atau penyelidik lain yang ingin mengkaji beras moden di Sabah.

Data sifat beras semasa pemanasan seperti tenaga yang diperlukan untuk memasak nasi serta sifat pes semasa penyejukan juga memberi gambaran kepada industri berdasarkan beras atas pretasi beras semasa proses. Melalui kajian ini, pengguna juga boleh mengetahui kesan memasak ke atas kandungan nutrisi beras. Pengetahuan kandungan beras selepas masak memberi maklumat lebih tepat tentang pengambilan zat makanan harian melalui beras dikaji kepada penduduk tempatan. Selain itu, kajian ini turut mengkaji kesan pemasakan menggunakan periuk nasi ke atas varieti beras Sabah dipilih. Maklumat ini amat penting memadangkan beras adalah makanan ruji penduduk tempatan.

### **1.3      Objektif Kajian**

Objektif-objektif utama dalam kajian ini disenaraikan seperti berikut:

1. Menentukan beberapa ciri-ciri fizikokimia (ciri-ciri fizik seperti warna, sifat pemipesan dan tekstur serta ciri-ciri kimia seperti proksimat, jumlah kanji, amilosa, kanji rintang, kalsium, fosfurus, kalium dan magnesium) empat varieti beras moden di Sabah, iaitu IR72, TQR2, TR8 dan Kelopak.
2. Menentukan kesan proses memasak terhadap beberapa ciri-ciri fizikokimia (warna, kandungan proksimat, jumlah kanji, kanji rintang, amilosa, kalsium, fosfurus, kalium dan magnesium) untuk varieti beras IR72, TQR2, TR8 dan Kelopak.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Beras

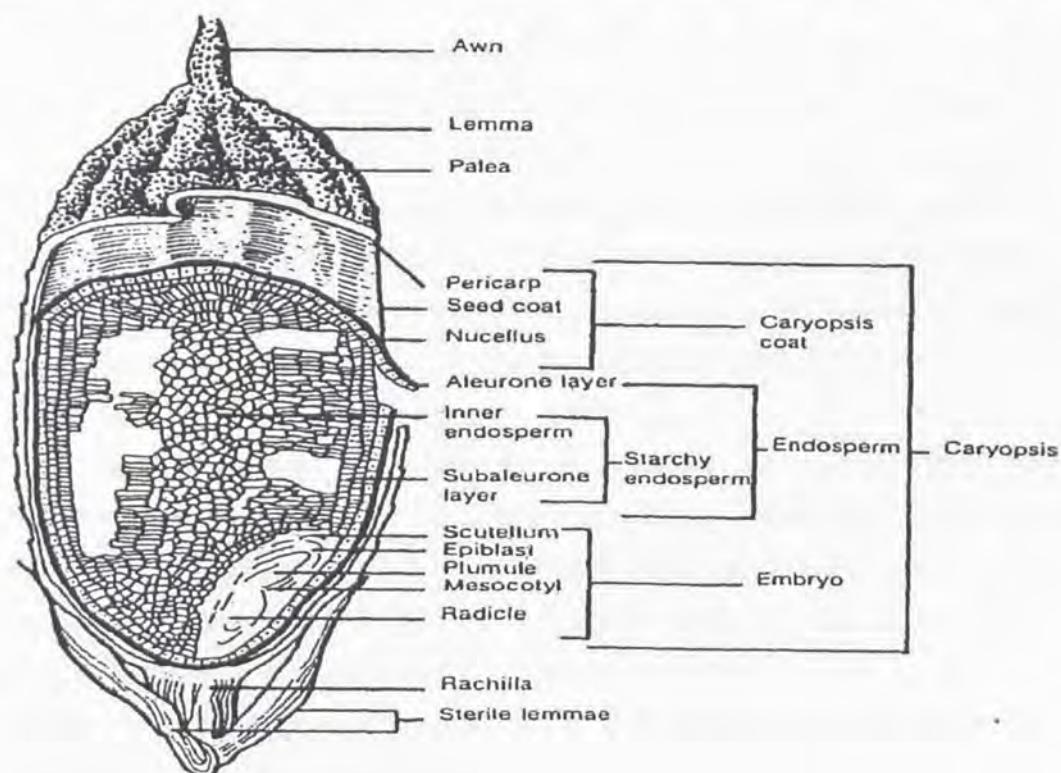
Beras dipercayai berasal dari China dan India (Zuxun *et al.*, 2004). Ia diperolehi oleh manusia lebih daripada 5000 tahun dan berkembang dalam sejarah manusia. Dua spesies beras dijumpai sejak dahulu, iaitu *Oryza sativa* dan *Oryza Berrima* (Khush, 1997). Antaranya, *Oryza sativa* lebih ditanam secara luas. *Oryza Sativa* berada di keluarga *Graminaee* dan boleh menyesuaikan diri ke dalam pelbagai alam sekitar. Kultivar ini menampung dua pertiga populasi dunia sekarang. (Zhou *et al.*, 2002). *Oryza Sativa* mempunyai 2 subspesies yang penting, *indica* dan *japonica*. Beras *indica* berbentuk panjang dan banyak dijumpai di rantau tropika dan subtropika (Ohtsubo *et al.*, 1998). Manakala, *japonica* berasal dari China banyak didapati di rantau subtropika atau zon-zon iklim serderhana, seperti Jepun (Arthur *et al.*, 2002).

Beras merupakan salah satu bijirin yang dimakan setiap hari oleh 75% populasi di dalam dunia (Roy *et al.*, 2011). Laporan daripada FAO pada 2001 menunjukkan sebanyak 75% kalori harian penduduk Asia adalah didapati daripada nasi. Penggunaan beras di global semakin bertambah, iaitu daripada 102 juta tan pada tahun 2000 meningkat kepada 472 juta tan pada tahun 2011 (FAO, 2011). Keadaan ini juga diperhatikan dalam Malaysia, permintaan beras di pasaran tempatan terus berkembang pada 10 tahun lepas. Laporan daripada Tating dan Amit (2011) menunjukkan bahawa jumlah permintaan beras akan mencapai 2.4 juta tan pada 2011. Rakyat didapati makan lebih kurang 80.4kg per kapita (Norimah *et al.*, 2008). Data ini menunjukkan 97% rakyat Malaysia makan nasi dua kali sehari dan putara jumlah nasi dimakan adalah sebanyak 2.5 pinggan sehari (Norimah *et al.*, 2008).

### 2.1.1 Struktur Beras dan Komposisi Kimia

Bijirin beras seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.1. Bijirin beras terdiri daripada hul (16-28% berat kering) dan kariopsis (Juliano, 1985). Penyingkiran hul menghasilkan beras perang semasa pengisaran. Pengagihan kariopsis adalah perikarpa, 1-2%; aleurone dan kulit biji serta nucellus, 4-6%; embrio, 2-3%; dan endosperma berkanji, 89-94% (Hinton dan Shaw, 1954). Lapisan aleurone berbeza daripada satu hingga lima lapisan sel dan lebih tebal pada dorsal daripada sisi ventral. Selain itu, lapisan aleurone yang lebih tebal biasa dijumpai di beras berbentuk pendek daripada panjang (del Rosario *et al.*, 1968).

Pengisaran selanjutnya membuangkan perikarpa, kulit biji, lapisan aleurone dan embrio untuk menghasilkan beras kilang atau dikenali sebagai beras putih. Pengisaran tersebut menyebabkan kehilangan tidak berkadar protein, lemak,



Rajah 2.1 Struktur biji beras

Sumber: Blankney (1984)

serat, gula penurun dan jumlah gula, abu serta sesetengah komponen kecil seperti vitamin, asid amino bebas dan asid lemak bebas (Singh *et al.*, 1998; Park *et al.*, 2001). Aktiviti diaststik dan proteolitik juga dipengaruhi oleh pengisaran. Sebaliknya, karbohidrat tersedia lebih tinggi di beras putih daripada beras perang. Kanji adalah komponen utama dalam beras putih, iaitu sebanyak 90% berat kering. Selain kanji, kandungan protein dan lemak juga signifikan dalam beras. Sel-sel endosperma adalah berdinding nipis dan dibungkus oleh amiloplasts dengan sebatian butir kanji yang tersebar sama rata (Azhakanandam *et al.*, 2000) walaupun mereka adalah saiz kecil berhampiran periferi endosperma. Dua lapisan paling luar beras (lapisan sub-aleurone) kaya dengan protein dan lemak. Lapisan-lapisan ini juga tidak mengandungi banyak amiloplast dan sebatian butir kanji seperti lapisan dalaman.

## 2.2 Pengeluaran Beras di Malaysia dan Sabah

Penyesuaian beras dalam pelbagai persekitaran menyebabkan tanaman ini kini ditanam luas seluruh dunia. Di Asia, negara yang menanam padi dan terkenal di dunia, termasuk China, India, Bangladesh, Thailand, Vietnam dan lain-lain. Produktiviti beras Asia meningkat setiap tahun. Menurut kertas kerja daripada FAO pada tahun 2011, negara Asia telah mengeluarkan lebih 2.5% beras berbanding dengan tahun lepas, iaitu sekurang-kurang 649.8 juta tan. Antaranya, 433.3 juta tan adalah beras kilang atau dikenali sebagai beras putih (FAO, 2011).

Apabila perhatian fokus balik kepada Malaysia, penanaman beras kekal diutamakan dalam pertanian. Disebabkan permintaan yang terlalu tinggi oleh penduduk tempatan, produktiviti beras tempatan tidak cukup untuk membekalkan kepada semua pengguna. Oleh itu, pada 10 tahun lepas, 77% penggunaan beras tempatan disokong oleh pengeluaran tempatan, manakala 23% lagi diimport dari pasaran antarabangsa (Adullahi *et al.*, 2011). Kebelakangan ini, kerajaan melalui Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani memperuntukkan sejumlah RM1.6 bilion untuk memajukan sektor pertanian termasuk di Sabah dan Sarawak dalam usaha meningkatkan pengeluaran padi dan beras negara. Secara tidak langsung, usaha tersebut mampu mempertingkatkan pendapatan rakyat di luar bandar

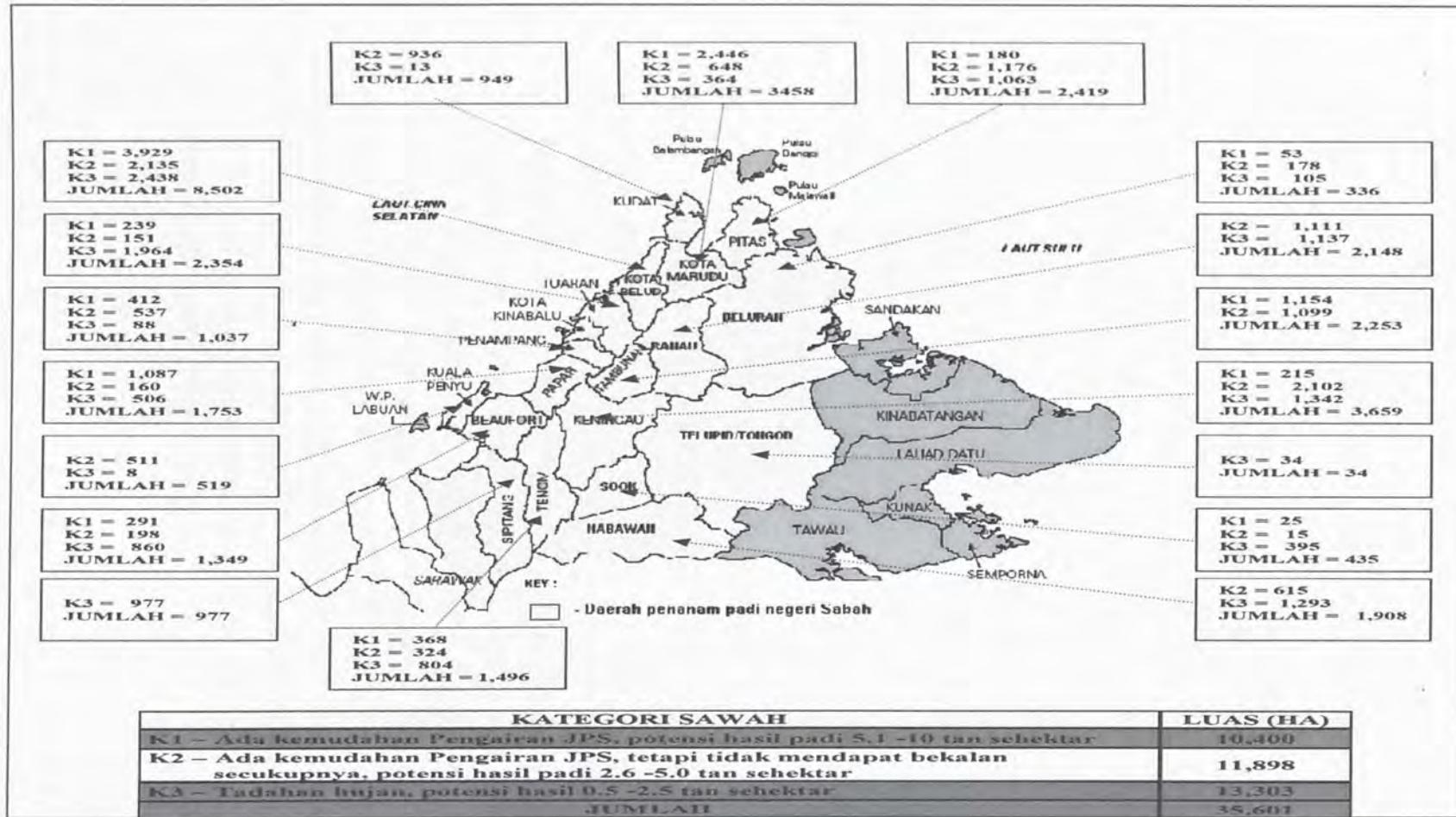
seterusnya meringankan beban yang ditanggung oleh rakyat akibat keadaan ekonomi global yang tidak menentu ketika ini (Utusan, 2011). Oleh demikian, usaha dalam kajian beras adalah penting untuk masa depan industri beras.

Di Sabah, keluasan fizikal sawah padi adalah sekitar 35,601 hektar. Penyebaran kawasan padi di negeri Sabah ditunjukkan dalam rajah 2.2. Pada masa ini, keluasan kawasan padi (kawasan padi sawah dan padi tanah kering) yang mengeluarkan hasil padi dalam tempoh 2003 – 2010 adalah sekitar 37,000 hingga 42,000 hektar. Tanah-tanah sawah pada musim utama menyumbang antara 22,000 hingga 27,000 hektar, luar musim pula antara 8,000 hingga 12,000 hektar sementara kawasan padi tanah kering antara 3,000 hingga 5,800 hektar (Jadual 2.1).

**Jadual 2.1: Keluasan berhasil padi negeri Sabah tahun 2003 hingga 2010 (hektar)**

Kawasan	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (p)
Musim Utama	26,718	27,334	25,231	25,755	25,170	22,694	22,460	23,293
Luar Musim	9,012	10,772	10,067	8,934	10,172	11,286	12,134	12,377
Padi Tanah Kering	5,847	4,869	4,819	3,809	5,467	3,468	5,759	5,100
<b>JUMLAH</b>	<b>41,577</b>	<b>42,975</b>	<b>40,117</b>	<b>38,498</b>	<b>40,809</b>	<b>37,448</b>	<b>40,353</b>	<b>40,916</b>

Sumber: Tating dan Amit (2011)



Rajah 2.2: Keluasan fizikal sawah padi mengikut daerah pengeluar padi negeri Sabah (hektar).

## RUJUKAN

- AACC. 2000. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists.
- Aboubacar , A., Moldenhauer , K. A. K., McClung, A. M., Beighley, D. H., Hamaker, B. R. 2006. Effect of Growth Location in the United States on Amylose Content, Amylopectin Fine Structure, and Thermal Properties of Starches of Long Grain Rice Cultivars. *Journal of Cereal Science* **83**(1):93-98.
- Adair, C. R, Bollich, C.N., Bowman, D.H., Jodon, T.H., Webb, B.D. and Atkins, J.G. 1973. Rice Breeding and testing Method in the United States. In *Rice in the United States: Varieties and Production*, pp: 22-27. United State Department of Agriculture Handbook.
- Adom, K.K. and Liu, R.H. 2002. Antioxidant Activity of Grains. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **50**(21): 6182-6187.
- Adullahi, F.A., Zainalabidin, M. and Ismail, A.L. 2011. The Influence of Socio-demographic Factors and Product Attributes on Attitudes toward Purchasing Special Rice among Malaysian Consumer. *International Food Research Journal* **18**(3):1135-1142.
- Alary, R., Laignelet, B. and Feillet, P. 1977. Effect of Amylase Content on Some Characteristics of Parboiled Rice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **25**(2): 261-269.
- Ali. M.A, Hasan, S.M.K, Islam, M.N. and Islam, M.N. Study on the period of acceptability of cooked rice. *Journal of Bangladesh Agriculture University* **6**(2):401-408.
- Alizadeh, M. R. 2011. Effect of Paddy Husked Ratio on Rice Breakage and Whiteness during Milling Process. *Australia Journal of Crop Science* **5**(5):562-565.
- AOAC. 1997. *Official Method of Analysis*. Washington: Association of Official Analytical Chemist.
- Araullo, K., Padua, D. B. and Graham; M. 1976. *Rice: Post Harvest Technology*. International Development Research Centre Postal.
- Arthur, F.H., Takahashi, K., Hoernemann, C.K. and Soto, N. 2003. Potential for Autumn Aeration of Stored Rough Rice and the Potential Number of Generations of *Sitophilus Zeamais Motschulsky* in milled rice in Japan. *Journal of stored Products Research* **39**:471-487.



- Anonymous. 1997. *Annual Report for 1997*. Gazipur: Bangladesh Rice Research Institute. 24-25.
- Azhakanandam, K., Power, J. B. and Lowe, K. C. 2000. Qualitative Assessment of Aromatic Indica Rice *Oryza sativa* L. Proteins, Lipids and Starch in Grain From Somaticembryo- and Seed-derived Plants. *Journal of Plant Physiology* **156**:783–789.
- Azzi, A and Stocker, A. 2000. Vitamin E: non-antioxidant roles. *Progress in Lipid Research* **39**(3): 231-255.
- Banjong, O., Viriyapanich, T. and Chitchang, U. 1995. *Handbook for Dietary Evaluation*. Thailand: Mahidol University.
- Billiaderis, C.G, Page, C.M., Maurice, T.J. dan Juliano, B.O. 1986. Thermal Characterization of Rice Straches. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **34** (2): 6-14.
- Bergman, C. J., Bhattacharya, K. R. and Ohtsubo, K. 2004. Rice End-use Quality Analysis. In *Rice Chemistry and Technology*, 3<sup>rd</sup> Edition. Champagne, E. K. (ed.). St. Paul: AACC International.
- Begum, M. and Bhattacharya, R. 2000. Fat Contents in Raw and Cooked Assam rice Varieties. *Journal of Food Science and Technology* **37**: 58–60.
- Bett-Garber, K. L., Champagne, E. T., Ingram, D. A. and McClung, A. M. 2007. Influence of Water-to-Rice Ratio on Cooked Rice Flavor and Texture. *Cereal Chemistry* **84**(6):614-619.
- Bhattacharjee, P., Singhal, R.S. and Kulkarni, P.R. 2002. Basmati Rice: A Review. *International Journal of Food Science and Technolgy* **37**:1-12.
- Bhattacharya, S. 1996. Kinetics on Colour Changes in Rice due to Parboiling. *Journal of Food Engineering* **29**(1): 99-106.
- Bhattacharya, K. R. 2009. Physicochemical Basis of Eating Quality of Rice. *Cereal Foods World* **54**:18-28.
- Brumovsky, J.O and Thompson, D.B. 2001. Production of Boiling-stable Granular Resistant Starch by Partial Acid Hydrolysis and Hydrothermal Treatments of High Amylase Maize Starch. *Cereal Chemistry* **78**:680-689.
- Buleon, A., Colonna, P., Planchet, V. and Ball, S. 1998. Starch Granules-Structure and Biosynthesis. *International Journal of Biological Macromolecules* **23**:85–112.
- Cantral, R.P. and Reeves, T.G. 2002. The Cereal of the World's Poor Takes Center Stage. *Science* **296**: 53.

- Champagne, E. T., Bett-Garber, K. L., Fitzgerald, M. A., Grimm, C. C., Lea, J., Ohtsuba, K., Jongdee, S., Xie, L., Bassinello, P. Z., Resurreccion, A., Ahmad, R., Habibi, F. and Reike, R. 2010. Important Sensory Properties Differentiating Premium Rice Varieties. *Rice* **3**:270–281
- Champagne, E. T., Marshall, W. E., and Goynes, W. R. 1990. Effects of degree of milling and lipid removal on starch gelatinization in the brown rice kernel. *Cereal Chemistry* **67**:570-574.
- Chang, T. T. 1976. The Origin, Evolution, Cultivation, Dissemination and Diversification of Asian and African rices. *Euphytica* **25**:435–444.
- Cheigh, H.S., Cheigh, J.H., Ryu, J.S.J. and Kwon, T.W. Nutritional Losses during Washing and Cooking of Rice. 1982. *Grains Journal* **6**(4):36–42.
- Cheigh, H.S., Ryu, C.H., Jo, J.S. and Kwon, T.W. 1977. Effect of Washing on the Loss of Nutrients of Rice. *Korean Journal of Food Science Technology* **9**: 170-174 (in Korean).
- Chen, H., Siebenmorgen, T. and Griffin, K. 1998. Quality Characteristics of Long-Grain Rice Milled in Two Commercial Systems. *Cereal Chemistry* **75**(4):560-565.
- Chrastil, J. 1994. Effect of Storage on the Physicochemical Properties and Quality Factors of Rice. In Marshall, W.E. and Wadsworth, J.I. (ed.). *Rice Science and Technology*. Boca Raton: CRC Press.
- Chrastil, J. and Zarins, Z.M. 1992. Influence of Storage on Peptide Subunit Composition of Rice Oryzenin. *Journal of Agriculture Food Chemistry* **40**:927–930.
- Chimezie, A., Ibukun, A., Teddy E. and Francis O. 2008. HPLC Analysis of Nicotinamide, Pyridoxine, Riboflavin and Thiamin in Some Selected Food Products in Nigeria. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* **2**(2):29-36.
- Chung, H.J., Liu, Q., Hoover, R. 2009. Impact of Annealing and Heat-moisture Treatment on Rapidly Digestable, Slowly Digestible and Resistant Starch Level in Native and Gelatinized Corn, Pea and Lentil Starches. *Carbohydrate Polymer* **75**: 503-513.
- Courtine, R.J. 1988. *Larousse Gastronomique*. London: Hamlyn.
- Cross, C.A. and Fung, D.Y.C. 1982. The Effect of Microwave on Nutrient Value of foods. *CRC Critical Review in Food Science and Nutrition* **16**: 355-381.
- David, J.M., William, R.C. and Dennis, P.G. 1996. *Rainfed Lowland Rice Improvement*. IRRI, Philipine.
- Daniel, R. S., Ismail and Wan Suriati. 2009. *Determination Of The Glycaemic Index Of Selected Malaysian Foods*. Working Paper. Universiti Sains Malaysia.

- Deepa, G., Singh, V. and Naidu, K.A. 2008. Nutrient Composition and Physicochemical Properties of Indian Medicinal Rice Njavara. *Food Chemistry* **106**:165–171.
- Deffenbaugh, L.B. and Walker, C.E. 1989. Comparison of Starch Pasting Properties in the Brabender Visco Amylograph and the Rapid Visco-Analyzer. *Cereal Chemistry* **66**: 493-499.
- del Rosario, A.R., Briones, V.P., Vidal, A.J. and Juliano, B.O. 1968. Composition and Endosperm Structure of Developing and Mature Rice Kernel. *Cereal Chemistry* **45**: 225 – 235.
- Dipti, S.S., Hossain, S.T., Bari, M.N., Kabir, K.A. 2002. Physicochemical and Cooking Properties of Some Fine Rice Varieties. *Pakistan Journal of Nutrition* **1**(4):188-190.
- Ebuehi, O.A. and Oyewole, A.C. 2007. Effect of Cooking and Soaking on Physical Characteristics, Nutrient Composition and Sensory Evaluation of Indigenous and Foreign Rice Varieties in Nigeria. *Nigerian Africa Journal of Biotechnology* **6**(8): 1016-1020.
- Edeogu, C.O., Ezeonu, F.C., Okaka, A.N.C., Ekuma, C.E., EIom, S.O. 2007. Proximate Compositions of Staple Food Crops in Ebonyi State, South Eastern Nigeria. *International Journal Biotechnology Biochemistry* **1**:1-8.
- Elessandra, D. R. Z., Cátia, R. S., Luis, C., Manoel, A, S. and Alvaro, R. G. 2010. Effect of Heat-moisture Treatment on Rice Starch of Varying Amylose Content. *Food Chemistry* **121**(2): 358-365.
- Eliasson, A. 2006. Carbohydrates in Food. (2<sup>nd</sup> edition). Boca Raton: CRC press.
- Elizabet, R., Mc Call, Julian, F., Jurgens, Carroll, L., Hoffpaulir, Walter, A. P., Stark, M. and Alva, F. C. Influence of Variety and Environment on Physical and Chemical Composition. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **1**(16):988-994.
- Farah, A., Zainalabidin, A. and Ismail, A.L. 2011. The Influence of Social-demographic Factor and Product Attribute on Attitude toward Purchasing Special Rice among Malaysia Consumers. *International Food Research Journal* **18**(3):1135-1140.
- FAO, 1993. *Rice in Human Nutrition*. Juliano, B. O. (ed.). Publication of a Joint of FAO/INPhO. Rome: FAO. <http://www.fao.org/docrep/t0567e/T0567E00.htm#Contents>. Retrieved 6 April 2012.
- FAO, 1994. *African Experience in the Improvement of Post-harvest Techniques. Synthesis Based on the Workshop held in Accra, Ghana, 4-8 July 1994*. Agricultural Support Systems Division of Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy.

- FAO. 2001. Rice in the World. In *Report of the Fifth External Programme and Management Review of the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)*. FAO, Rome.
- FAO. 2002. Nutrition Contribution of Rice: Impact of Biotechnology and Biodiversity in Rice Consuming Countries. *Paper present in the Rice International Rice Commission*. Bangkok, Thailand, 23-26 July.
- FAO. 2004. Rice Post-harvest System: An Efficient Approach In *Rice Is Life*. Rome: FAO.
- Frei, M. and Becker, K. 2003. Studies on the *in vitro* Starch Digestibility and the Glycemic Index of six Different Indigenous Rice Cultivars from the Philippines. *Food Chemistry* **83**: 395-402.
- Garber, K.L., Champagne, E. T., Thomson, J. L. and Lea, J. 2011. Relating Raw Rice Colour and Composition to Cooked Rice Colour. *Journal of Science Food Agriculture*. DOI 10.1002/jsfa.4573.
- Gibson, T. S., Solah, V. A. and McCleary, B. V. 1996. A Procedure to Measure Amylose in Cereal Starches and Flours with Con A. *Journal of Cereal Science* **25**:111-119.
- Graham, R., Senadhira, D., Beebe, S., Iglesias, C and Monasterio, I., 1999. Breeding for Micronutrient Density in Edible Portions of Staple Food Crops: Conventional Approaches. *Field Crops Research* **60**:57-80.
- Grosvenor, M. B., Smolin, L. A. 2002. *Nutrition From Science To Life*. California: Harcourt Collenge Publiser.
- Han, S. H., Kim, S. W, Lee, C. R. 2009. Influence of Reheating Method and Water Content on Change of the Physicochemical Properties of Retrograded Rice Starch. *Journal of Cereal Science* **61**(9): 520-527.
- Heinemann, R. J. B., Fagundes, P. L., Pinto, E. A., Penteado, M. V. C., & Lanfer-Marquez, U. M. 2005. Comparative Study of Nutrient Composition of Commercial Brown, Parboiled and Milled Rice from Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis* **18**:287–296.
- Herdt, R.W., Capule, C. 1983. Adoption, Spread, and Production Impact of Modern Rice Varieties in Asia. IRRI, Philipine.
- Hinton, J.J.C. and Shaw, B. 1954. The Distribution of Nicotinic Acid in the Rice Grain. *British Journal of Nutrition* **8**, 65 - 71.

- Hoshikawa, K. 1993. Quality and Shape of Rice Grains, In Matsuo, T. and Hoshikawa, k. (ed.) *Science of the Rice Plant, volume 1, Morphology*, pp. 379-380. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center.
- IRRI. 1979. *Proceeding of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality*. Philipine: IRRI.
- IRRI (International Rice Research Institute). 2008. *Rice Quality*. <http://www.knowledgebank.irri.org/riceQuality/riceQuality.doc>. Retrieved 2 May 2012.
- Islam, R.M., Shimizu, N. and Kimura, T. 2001. Quality Evaluation of Parboiled Rice with Physical Properties. *Food Science and Technology Research* **7**:57-63
- Jang, E.H., Lim, S.T. and Kim, S.S. 2009. Effect of Storage Temperature for Paddy on Consumer Perception of Cooked Rice. *Cereal Chemistry* **86**:549-555.
- Johnson, B. H. and Webb, B. D. 1976. *Progress On an Improved Calibration Curve for the Spectrophotometric Analysis of Amylose in Rice*. 16<sup>th</sup> Rice Technical Working Group. Texas: College Station.
- Joseph, C. 1992. Correlations between the Physicochemical and Functional Properties of Rice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **1892**(40): 1683-1686.
- Juliano, B. O. 1971. A Simplified Assay for Milled-rice Amylose. *Cereal Science Today* **16**:334-360.
- Juliano, B.O. 1972. Physicochemical Properties of Starch and Protein in Relation to Grain Quality and Nutritional Value of Rice. In *Rice breeding*. pp. 389-405. Los Banos, Philippines: International Rice Research Institute.
- Juliano, B.O., Onate, L. U., del Mundo, A. M. 1972. Amylose and Protein Content of Milled Rice as Eating Quality Factor. *Philipine Agriculture* **56**:390-393.
- Juliano, B. O. 1993. *Rice in Human Nutrition*. pp.162. Rome: The Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Juliano, B.O. 1998. Varietal Impact on Rice Quality. *Cereal Foods World* **43**: 207-220.
- Juliano, B. O. 2003. *Rice Chemistry and Quality*. pp. 480. Philipine Rice Research Institute.
- Juliano, B.O. and Bechtel, D.B. 1985. The Rice Grain and Its Gross Composition. In Juliano, B.O. (ed). *Rice Chemistry and Technology* 2<sup>nd</sup> edition. pp. 17-57. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists.

- Juliano, B.O., Bautista, G. M., Lugay, J. C. and Reyes, A. C. (ed.). 1964. *Studies on the Physicochemical Properties of Rice*. Philipine: The International Rice Research Institute.
- Juliano, B. O., Pascaul, C. G. 1990. Quality Characteristics of Milled Rice Grown In Different Countries. *IRRI Research Paper Series* **48**: 112-117.
- Juliano, B., Perez, C. M., Blakeney, A. B., Castillo, D. T., Kongseret, N., Laignelet, B., Lapis, E. T., Murty, V.S., Paule, C.M., Webb, B.D. 1981. International Cooperative Testing on the Amylase Content of Milled Rice. *Starch/Staerke* **33**:157-162
- Kang, H. J., Hwang, I. K., Kim, K. S. and Choi, H. C. 2006. Comparison of the Physicochemical Properties and Ultrastructure of Japonica and Indica Rice Grains. *Journal of Agriculture Food Chemistry* **54**:4833-4838
- Kawaljit, S. S., Maninder, R. and Mukesh. 2010. Studies on Noodle Quality of Potato and Rice Starches and Their Blends in Relation to Their Physicochemical, Pasting and Gel Textural Properties. *LWT - Food Science and Technology* **43**(8): 1289-1293.
- Kent, N.L. 1984. *Technology of Cereals*. (3<sup>rd</sup> edition). Oxford: Pergamon Press.
- Khan, T.N. and Reddy, N.S. 1991. Quality Attributes of Four Rice Varieties. *International Journal of Food Science and Technology* **26**: 153-156.
- Khatoon, N. and Prakash, J. 2006. Nutritional Quality of Microwave and Pressure Cooked Rice (*Oryza sativa*) Varieties. *Food Science and Technology International* **12**:297-306.
- Khush, G.S. 1997. Origin, Dispersal, Cultivation and Variation of rice. *Plant Molecule Biology* **35**:25-34.
- Khush, G. S., Paule, C. M. and Dela Cruz, N. M. 1979. Rice Grain Quality Evaluation and Improvement at IRRI. In *Proceedings of thaw on Chemical Aspect of Rice Grain Quality*. pp: 21-31. Philipine: The International Rice Research Institute.
- Kim, K. A. and Jeon, E. R. 1996. Physicochemical properties and hydration of rice on various polishing degrees. *Korea Journal of Food Science and Technology* **28**:959-964.
- Kim, D.O., Lee, K.W., Lee, H.J. and Lee, C.Y. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **50**(13): 3713-3717.
- Kutos, T., Golob, T., Kac, M., Plestenjak, A. 2003. Dietary Fiber content of Dry and Processed Beans. *Food Chemistry* **80**:231-235.

- Kwon, Y. W., and Jeon, W. B. 1991. Effect of period and store house grade in grain storage and degree of milling on the sensory taste of cooked rice. *Korea Journal of Crop Science* **36**:271-279.
- Lamberts, L., De Bie, E., Wandequette, G. E., Veraverbeke, W. S. and Derycke, V. 2007. Effect of Milling on Colour and Nutritional Properties of Rice. *Food Chemistry* **100**:1496-1503
- Leelayuthsoontorn, P., Thipayarat, Aluck. 2006. Textural and Morphological Changes of Jasmine Rice under Various Elevated Cooking Conditions. *Journal of Cereal Science* **96**(4): 606-613
- Lee, H.J., Byun, S.M. and Kim, H.S. 1988. Studies on the Lipid Content and Neutral Lipid Composition of Brown Rice and Milled Rice. *Korean Journal of Food Science and Technology* **20**: 585-593.
- Lee, J.H., Kim, S.S., Suh, D.S. and Kim, K.O. 2001. Effects of Storage Form and Period of Refrigerated Rice on Sensory Properties of Cooked Rice and on Physicochemical Properties of Milled and Cooked Rice. *Korean Journal of Food Science and Technology* **33**:427-436.
- Lima, C.F., Fernandes-Ferreira, M. and Pereira-Wilson, C. 2006. Phenolic compounds protect HepG2 cells from oxidative damage: Relevance of glutathione levels. *Life Science* **79**(21): 2056-2068.
- Lisle, A.J., Martin, M. and Fitzgerald, M.A. 2000. Chalky and Translucent Rice Grains Differ in Starch Composition and Structure and Cooking Properties. *Cereal Chemistry* **77**: 627-632.
- Lloyd, B.J., Siebenmorgen, T.J. and Beers, K.W. 2000. Effects of Commercial Processing on Antioxidants in Rice Bran. *Cereal Chemistry* **77**(5): 551-555.
- Lorenz, K. J., Fong, R. Y., Mossman, A.P., Saunders, R. M. 1978. Studies on Cereal. IX. Sulphydryl and Disulfide Contents of Milled rice. *Cereal Chemistry* **55**:830-841.
- Mahadevamma, J. and Tharanathan, R. N. 2007. Processed Rice Starch Characteristics and Morphology. *European Food Research and Technology* **225**: 603-612.
- Malik, S. and Chaudhry, P. 2002. Non-conventional Tools in the Improvement of Aromatic Rices. In *Specialty Rices of the World: breeding, production and marketing*. pp. 207-222. Enfield: Science Publishers.
- Marsono, Y. and Topping, D.L. 1993. Complex Carbohydrates in Australian Rice Products—Influence of Microwave Cooking and Food Processing. *Food Science and Technology* **26**: 364-370.

- Marshall, W.E. 1993. Starch Gelatinisation In Brown and Milled Rice: A study using Differential Scanning Calorimetry. In Marshall and Wadsworth (ed.). *Rice Science and Technology*, pp. 205–27. New York: Marcel Dekker.
- Matsue, Y. and Ogata, T. 1998. Studies on Palatability of Rice Grown in Northern Kyushu – Comparison of Palatability Between Old and New Types of Rice Cultivars. *Japanese Journal of Crop Science* **67**: 312–317
- Matsuzaki, A., Takano T., Sakamoto, S. and Koboyama, T. 1992. Relation Between Eating Quality and Chemical Components in Milled Rice and Amino Acid Contents in cooked rice. *Japanese Journal of Crop Science* **61**:561–576.
- Matsumoto, K.I. 2005. The Power of Settle Life: Rice Farming as a Lifestyle. In Toriyama, K., Heong, K.L. and Bardy, B. (ed.). *Rice is Life: Scientific Prospective for the 21<sup>st</sup> Century*. Los Banos, Philipine: Internation Rice Research Institution.
- McCready, R. M. and Hassid, W. Z. 1943. The Separation and Quantitative Estimation of Amylose and Amylopectin in Potato Starch. *Journal of the America Chemical Society* **65**:1154-1157.
- Ministry of Agriculture. 1995. Malaysia: *Country report to the FAO international technical conference on plant genetic resources*.
- Meussdoerffer, F. and Zarnkow, M. 2009. Starchy Raw Material. In Eblinger, H.M. (ed.). *Handbook of Brewing*, pp. 64. Weinheim: Wiley-VCH.
- Montilla, P., Espejo, I., Muñoz, M.C., Bujalance, I., Muñoz-Castañeda, J.R. and Tunez, I. 2006. Protective effect of red wine on oxidative stress and antioxidant enzyme activities in the brain and kidney induced by feeding high cholesterol in rats. *Clinical Nutrition* **25**(1): 146-153.
- Natcha, D., Anuchita, M. and Angkana, N. 2011. Effect of Cooking Method on Physiochemical Properties of Brown Rice. *International Conference on Environmental Science and Technology* **6**(1):1-4.
- Nikuni, Z., Hizukuri, S., Kumagai, K., Hasegawa, H., Moriwaki, T., Fukui, T., Dol, K., Nara, S. and Maeda, I. 1969. The Effect of Temperature during the Maturation Period on the Physio-chemical Properties of Potato and Rice Starches. *Memoirs of the Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University* **26**:1-27.
- Nyman, M., Siljeström, M., Pederson, B., Bachknudsen, K.E., Asp, N.G., Johansson, C.G. and Eggum, B.O. 1984. Dietary Fiber Content and Composition in Six Cereals at Different Extraction Rates. *Cereal Chemistry* **61**: 14–19.
- Norimah, Safiah, Jamal, Siti Haslinda, Zuhaida, Rohida, Fatimah, Siti Norazlin, Poh, Kandiah, Zalilah, Wan Manan, Fatimah and Azmi. 2008. Food Consumption Patterns: Findings from the Malaysian Adult Nutrition Survey (MANS). *Malaysia Nutrition Journal* **14**(1):25-39.

- Ohtsubo, K., Kobayashi, A. & Shimizu, H. 1993. Quality Evaluation of Rice in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* **27**:95–101.
- Ohtsubo K., Toyoshima H. and Okadome H. 1998. Quality Assay of Rice using Traditional and Novel Tools. *Cereals Foods World* **43**: 203–219.
- Oko, A. O. and Ugwu, S. I. 2010. The Proximate and Mineral Compositions of Five Major Rice varieties in Abakaliki, South-Eastern Nigeria. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry* **3**(2):25-27.
- Panlasigui, L.N. 1989. *Glycemic response to rice*. Master Thesis. University of Toronto.
- Perez, C. M., and Juliano, B. O. 1978. Modification of the Simplifie Amylose Test for Milled Rice. *Starch/Staerke* **30**:424-426.
- Perez, C.M., Juliano, B.O., Pascual, C.G. and Novenario, V.G 1987. Extracted lipids and carbohydrates during washing and boiling of milled rice. *Starch* **39**: 386-390.
- Park, J. K., Kim, S. S. and Kim, K. K. 2001. Effect of Milling Ratio on Sensory Properties of Cooked Rice and on Physicochemical Properties of Milled and Cooked Rice. *Cereal Chemistry* **78**(2):151–156.
- Poritosh, R., Daisuke, N., Takahiro, O., HiroshiI, O., Manasikan, T., Nobutaka, N. and Takeo, S. 2010. Cooking Properties of Different Forms of Rice Cooked with an Automatic Induction Heating System Rice Cooker. *Asian Journal of Food and Agro-Industry* **3**(4):373-388.
- Poritosh, R., Takahiro, O., Hiroshi, O., Nobutaka, N. and Takeo. S. 2011. Processing Conditions, Rice Properties, Health and Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **8**:132-142.
- Potter, N. N. 1986. *Food Science*. (4<sup>th</sup> edition). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Punna, R., Paruchuri, U. R. 2003. Total, Insoluble and Soluble Dietary Fiber Contents of Indian Fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* **16**:677-685.
- Ranganna S. 1986. *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products*, 2<sup>nd</sup> edition, pp. 87–96. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Co. Ltd.
- Ramulu O. and Rao U. 1997. Effects of Processing on Dietary Fiber Content of Cereals and Pulses. *Plant Foods for Human Nutrition* **50**: 249–257.
- Ren, X. and Ma, X. 2004, Research Advances of Agricultural Product Grain Shape Identification and Current Situation of Its Application in the Engineering Field. *Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering* **20**(3):276-280.

*Report of Seminar on Findings of MANS. 2007. Ministry of Health. 5-9.*

- Rondanelli, M., Opizzi, A., Monteferrario, F., Cazzola, R., Cestaro, B. 2011. Extrusion-Cooking Properties of White and Coloured Rice Varieties with Different Amylose Content. *Starch-Stärke* **65**:864-871.
- Roos, Y.H. 1995. *Phase Transitions in Foods*. Chicago: Academic Press.
- Roschevitz, R.J. 1931. A Contribution to the Knowledge of Rice. *Bull Application Botanic Genetic Plant Breed* **27**(4):1–133 (Russian with English Summary).
- Ross, A. S., Walker, C. E., Booth, R. I., Orth, R. A. and Wrigley, C. W. 1987. The Rapid Visco Analyser: A New Technique for the Estimation of Sprout Damage. *Cereal Foods World* **32**:827–829.
- Roy, P., Shimizu, N. and Kimura, T. 2004. Energy Conservation in Cooking of Milled Raw and Parboiled rice. *Food Science and Technology Research* **10**:121-126.
- Sagum, R. and Arcot, J. 2000. Effect of Domestic Processing Methods on the Starch, Non Starch Polysaccharides and *in vitro* Starch and Protein Digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. *Food Chemistry* **70**: 107–111.
- Sallet, M and Meullet, J.F. Effect of Long Grain Rice in Degree of Milling, Moisture Uptake, and Solid Leach During Cooking on Rice Textural Properties. *Rice Quality and Processing* **560**:251-260.
- Sandhu, K.S. and Singh, N. and Malhi, N.S. 2007. Some Properties of Corn Grains and their Flours I: Physicochemical, Functional and Chapati-making Properties of Flours. *Food Chemistry* **101**: 938-946.
- Saunders, R. and Betschart, A. 1979. In Inglett, G. E. and Charalambous, G. (Ed.). *Tropical Foods: Chemistry and Nutrition*, pp. 191-216. San Diego: Academic Press.
- Scott, D. 1989. FoodFax. *Here's Health* **391**:51–2.
- Senadhira, D., Gregorio, G. and Graham, R., 1998. Paper presented at the international Workshop on Micronutrient Enhancement of Rice for Developing Countries. Rice Research and Extension Center, Stuttgart, 3 September.
- Shao, Y.Y., Tseng, Y.H., Chang, Y.H., Lin, J.H., Lii, C.Y. 2007. Rheological Properties of Rice Amylose Gels and Their Relationships to the Structures of Amylose and its Subfractions. *Cereal Chemistry* **103**(4): 1324-1329.
- Shayo, N.B., Mapiro, P., Nyaruhucha, C.N.M. and Mamboleo, T. 2009. Physico-Chemical and Grain Cooking Characteristics of Selected Rice Cultivar Grown in Morogoro. *Tanzania Journal of Science* **32**(1): 29-36.

- Shimizu, N., Kimura, T., Ohtsubo, K. and Toyoshima, H. 1997. Development of Rice Quality Evaluating Technique based on Physical Properties of Cooked Rice (Part 1). *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery* **59**:75-82 (in Japanese).
- Siebenmorgen, T. J., Cooper, N.T.W., Bautista, R.C., Counce, P.A., Wailes, E. and Watkins. 2008. Estimating the Economic Value of Rice (*Oryza sativa L.*) as a Function of Harvest Moisture Content. *Applied Engineering in Agriculture* **24**(3):359-369.
- Simi, C. K. and Abraham, T. E. 2008. Physicochemical Rheological and Thermal Properties of Njavara Rice (*Oryza sativa*) Starch. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **56**: 12105-12113.
- Sinelli, N., Benedetti, S., Bottega, G., Riva, M., Buratti, S. 2006. Evaluation of the Optimal Cooking Time of Rice by Using FT-NIR Spectroscopy and an Electronic Nose. *Cereal Chemistry* **44**(2): 137-143.
- Singh, S., Dhaliwal, Y.S., Nagi, H.P.S. and Kalia, M. 1998. Quality Characteristics of Six Rice Varieties of Himachal Pradesh. *Journal of Food Science and Technology Mysore* **35**: 74-78.
- Singh, N., Kaur, L., Sodhi, N.S., Sekhon, K. S. 2005. Physiochemical, Cooking and Textural Properties of Milled Rice From Different Indian Rice Cultivars. *Food Chemistry* **89**:253-259.
- Sison, M., Gregorio, G. and Mendioro, M. 2006. The Effect of Different Milling Times on Grain Iron Content and Grain Physical Parameters Associated with Milling of Eight Genotypes of Rice (*Oryza sativa L.*). *Philippine Journal of Science* **135**(1): 9-17.
- Snow, P., O'Deo, K. 1981. Factor Affecting the Rate of Hydrolysis of Starch in Food. *America Journal of Clinical Nutrition* **34**: 2721-2727.
- Sotelo A., Sousa V., Montalvo I., Hernandez M. and Hernandez A. 1990. Chemical Composition of Different Fractions of 12 Mexican Varieties of Rice Obtained During milling. *Cereal Chemistry* **67**: 209-212.
- Sowbhagya, C. M., Ramesh, B. S., Bhattacharya, K. R. 1987. The Relationship Between Cooked Rice Texture and the Physiochemical Characteristics of Rice. *Journal of Cereal Science* **5**:287-297.
- Steenson, D.F. and Sathe, S.K. 1995. Characterization and Digestibility of Basmati Rice Storage Proteins. *Cereal Chemistry* **72**: 275-280.
- Suwannalert, P., Boonsiri, P., Khampitak, T., Khampitak, K., Sriboonlue, P. and Yongvanit, P. 2007. The levels of lycopene, alpha-tocopherol and a marker of oxidative stress in healthy Northeast Thai elderly. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition* **16**(1): 27-30.

- Suwansri, S. and Meullenet, J.F. 2001. Prediction of Consumer Texture Attributes of Jasmine Rice using Multiple Parameters from a Double Compression Test. *AACC Annual Meeting*. 14-18 Oct.
- Suwansri, S. dan Meullenet, J.E. 2004. Physicochemical Characterization and Consumer Acceptance by Asian Consumers of Aromatic Jasmine Rice. *Journal of Food Science* **69**(1):30-37.
- Svanberg S.J.M., Suorti T. and Nyman E.M.G.L. 1997. Physicochemical Changes in Dietary Fiber of Green Beans after Repeated Microwave Treatments. *Journal of Food Science* **62**(5): 245-254.
- Tating, J. Ketua Penyelidik Bahagian Padi, Pusat Penyelidikan Pertanian Sabah, Tuaran. 16 September 2011.
- Tating, J. and Amit, A. L. (ed.). 2011. *Rice Industry in Sabah: Prospect and Challenge*. Kota Kinabalu, Sabah: Jabatan Pertanian Sabah.
- Tian, Z.X., Qian, Q., Liu, Q.Q., Yan, M.X., Liu, X.F., Yan, C.J., Liu, G.F., Gao, Z.Y., Tang, S.Z., Zeng, D.L., Wang, Y.H., Yu, J.M., Gu, M.H. and Li, J.Y. 2009. Allelic Diversity in Rice Starch Biosynthesis Pathway Leads to a Diverse Array of Rice Eating and Cooking Qualities. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**(5):21760-21765.
- Tran, T. U., Suzuki, K., Okadome, H., Ikezaki, H., Homma, S. and Ohtsuba, K. 2005. Detection of Changes in Taste of *Japonica* and *Indica* Brown and Milled Rice (*Oryza sativa* L.) during Storage Using Physicochemical Analyses and a Taste Sensing System. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **53**:1108-1118.
- Toriyama, K., Heong, K.L. and Hardy, B. 2005. *Rice Is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century*. Philippine: International Rice Research Institute.
- Tulyathan, V., Leharatanaluk, B. 2007. Changes in quality of rice (*Oryza Sativa* L.) CV. Khao Dawk Mali 105 during storage. *Journal of Food Biochemistry* **31**:415-425.
- USDA. 2009. *United State Standards For Rice*. United States Department of Agriculture.
- Utusan. 2011. *10,124 Hektar Sawah Mampu Sumbang Bekalan Beras Sabah*. 25 Nov: 12.
- Vandepitte, G.E., Derycke, V., Geeroms, J., Delcour, J. A. 2003. Rice Starches. II. Structural Aspects Provide Insight Into Swelling and Pasting Properties. *Journal of Cereal Science* **37**:1-7.

- Vanna, T. and Leeharatanaluk, B. 2007. Change In Quality of Rice (*Oryza Sativa L.*) CV. Khao Dawk Mali 105 During Storage. *Journal of Food Biochemistry* **31**:415-425.
- Van Eck, J. W. 1998, Accurate Measurement of Size and Shape of Cucumber Fruits with Image Analysis. *Journal of Agricultural Engineering Research* **70**:335-343.
- Verycke, V., Veraverbeke, W.S., Vandepitte, G.E., De Man, W., Hoseney, R.C., Delcour, J.A. 2005. Impact of Proteins on Pasting and Cooking Properties of Nonparboiled and Parboiled Rice. *Cereal Chemistry* **82**(4):468-474
- Velioğlu, Y.S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B.D. 1998. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **46**(10): 4113-4117.
- Vidya, R.H. and Sheth, M.K. 2011. Processing and Storage of Indian Cereal and Cereal Products alter its resistant starch content. *Journal of Food Science Technology* **48**(5):622-627.
- Walker, C. E., Ross, A. S., Wrigley, C. W., McMaster, G. J. 1988. Accelerated Starch Paste Characterization with the RVA. *Cereal Foods World* **33**:491-493.
- Wang, Y.J. and Wang, L.F. 2002. Structures of Four Waxy Starches in Relation to Thermal, Pasting and Textural Properties. *Cereal Chemistry* **79**(2):252-256.
- Wasserman, T. and Calderwood, D.L. 1972. Rough Rice Drying. In D.F. Houston (ed.). *Rice chemistry and Technology*. pp. 166-187. Saint Paul: America Association Cereal Chemistry.
- Welsh, L. A., Blakeney, A. B. and Bannon, D.R. 1991. Modified RVA for Rice Flour Viscometry. *Paper presented at the Proceedings of the 40th Australian Chemistry Conference*. Royal Australia Chemists Institute. Melbourne, Australia.
- Williams, V. R., Wu, W. T., Tsai, H. Y. and Bates, H. G. 1958. Rice starch, Varietal Differences in Amylose Content of Rice Starch. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **6**:47-48.
- Windham, W. R., Lyon, B. G., Champagne, F. E., Barton, F.E., Webb, B.D., McCiung, A. M., Moldenhauer, S., Mckenzie, K. S. 1997. Prediction of Cook Rice Texture Quality Using Near-Infrared Reflectance Analysis of Whole-grain Milled Sampel. *Cereal Chemistry* **74**(5): 626-632.
- Wolever, T.M.S., Jenkins, D.J.A., Kalmusky, J., Jenkins, A., Giordano, C., Guidici, S., Josse, R.G. & Wong, G.S. 1986. Comparison of Regular and Parboiled Rices: Explanation of Discrepancies Between Reported Glycemic Responses to Rice. *Nutrition Research* **6**: 349-357.

- Wood, J.F. 2002. Food Processing and Preservation: Flour. In Golob, P., Farrell, G. and Orchard, J. E. (ed.). *Crop Post-Harvest: Science and Technology Principles and Practice, volume 1*. London: Blackwell Publishing.
- Xheng, X. and Lan, Y. 2007. Effects of Drying Temperature and Moisture Content on Rice Taste Quality. *Agriculture Engineering International* **49**: 24-277.
- Yu, S., Ma, Y., Menager, L. and Sun, D.W. 2010. Physiochemical Properties of Strach and Flour from Different Rice Cultvar. *Food Bioproses Technol DOI* 10.1007/s11947-010-0330-8
- Zhang, Z., Li, M., Fang, Y., Liu, F., Lu, Y., Meng, Q., Peng, J., Yi X., Gu, M. and Yan, C. Diversification of the Waxy Gene is Closely Related to Variations in Rice Eating and Cooking Quality. *Plant Molecule Biology* **20**:123-145.
- Zhou, Z.K., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard. 2002. Review: Composition and Functional Properties of Rice. *International Journal of Food Science and Technology* **37**:849-868.
- Zhou, Z.K., Kevin, R., Stuart. H., Chris, B. 2003. Effect of Rice Storage on Pasting Properties of Rice Flour. *Pakistan Journal of Nutrition* **36**: 625-634
- Zhou, X. J., Li, J., Cheng, W., Liu, H., Li, M.M., Zhang, Y., Li, W. B., Han, S. C. and Wang, Y. D. 2010. Gene Structure Analysis of Rice ADP-ribosylation Factors (OsARFs) and their mRNA Expression in Developing Rice Plants. *Plant Molecule Reporter* **28**:692-703.
- Zuxun, J., Weifen, Q., Seo, Y., Darby and Bowman, R. 2004. Rice. In Hodges, R. and Farrell, G. (ed.). *Crop Post-Harvest: Science and Technology, volume 2, pp. 1-25*. Australia: Blackwell Publishing.