

**KESAN SEJUKBEKU DAN PEMANASAN SEMULA  
KE ATAS CIRI KUALITI NASI PULUT**

**AHMAD FAIZ FARHAN BIN MUHAMAD SIDEK**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2012**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KEKESAN SEYUKBERU KE ATAS CIRI KUALITI NASI PULUTDAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN  
TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES  
SESI PENGAJIAN: 2011/2012 2008/2012Saya AHMAD FAIZ FARHAN B. MUHAMMAD SIDER  
(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

M/S  
(TANDATANGAN PENULIS)Abuluis  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)Alamat Tetap: BARIS DLM KEMUNING  
16800, PASIR PUTEH, KELANTANPROF. MADYA. DR. MOHD ISMAIL  
Nama Penyalia  
B. ABDULLAHTarikh: 8/7/2012Tarikh: 8/7/2012

CATATAN: \* 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.

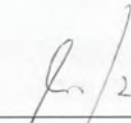
\* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENGAKUAN

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

26 Jun 2012



---

Ahmad Faiz Farhan bin Muhamad Sidek  
BN08110111





## PENGESAHAN

NAMA : **AHMAD FAIZ FARHAN BIN MUHAMAD SIDEK**  
NO. MATRIK : **BN08110111**  
TAJUK : **KESAN SEJUKBEKU DAN PEMANASAN SEMULA KE  
ATAS CIRI KUALITI NASI PULUT**  
IJAZAH : **IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN  
KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**  
TARIKH VIVA : **26 JUN 2012**

## DISAHKAN OLEH

Tandatangan

**1. PENYELIA**

(PROF. MADYA DR. MOHD ISMAIL B. ABDULLAH)



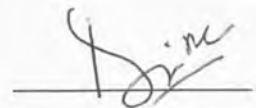
**2. PEMERIKSA 1**

(PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN B. MD. SHAARANI)




**3. PEMERIKSA 2**

(EN. MOHD NAZRI B. ABDUL RAHMAN)



**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN B. MD. SHAARANI)



## PENGHARGAAN

Syukur kehadiran ALLAH s.w.t. kerana dengan rahmatNYA penulisan ilmiah ini berjalan dengan lancar. Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih saya yang tidak terhingga kepada Prof. Madya. Dr. Mohd Ismail b. Abdullah selaku penyelia saya yang telah banyak memberi tunjuk ajar yang membina kepada saya bagi memastikan penulisan latihan ilmiah ini berjalan dengan lancar dan seterusnya membolehkan saya menyiapkan latihan ilmiah ini seperti yang telah dirancang.

Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani dan penarah-pensyarah SSMP yang lain yang turut memberi bimbingan dan tunjuk ajar yang membina semasa melakukan projek penyelidikan ini.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua kakitangan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah iaitu pembantu-pembantu makmal yang telah banyak membantu saya sepanjang menjalankan tesis ini.

Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak memberikan bantuan dari segi mencari maklumat dan bahan rujukan serta berkongsi pendapat dan buah fikiran. Akhir sekali, penghargaan ini saya tujukan buat kedua ibubapa saya serta keluarga yang sentiasa memberikan sokongan dan motivasi dalam usaha saya menyiapkan penulisan ilmiah ini. Tanpa sokongan dan dorongan mereka, penulisan ilmiah ini sudah pasti sukar untuk disiapkan. Kepada semua pihak yang membantu, budi kalian akan tetap saya ingati dan jutaan terima kasih sebagai pengakhir kata.

Ahmad Faiz Farhan Bin Muhamad Sidek  
26 Jun 2012



## ABSTRAK

Tesis ini dibuat adalah untuk mengenalpasti samada terdapat hubungan perubahan kualiti dengan penyimpanan nasi pulut yang disimpan pada suhu sejukbeku ( $-20^{\circ}\text{C}$ ). Empat ujian telah dijalankan (penentuan tahap retrogradasi, analisis tekstur, ujian sensori deskriptif, dan penentuan kandungan kelembapan), untuk mengkaji perubahan kualiti selepas penyimpanan. Terdapat beberapa perubahan berlaku semasa penyimpanan dari hari 0 hingga hari ke-30 iaitu nilai entalpi retrogradasi ( $\Delta H_r$ ) bertambah dengan pertambahan masa dari  $0.04 \pm 0.41$  J/g hingga  $0.56 \pm 0.28$  J/g. Hasil daripada ujian penentuan tekstur pula menunjukkan kekerasan nasi pulut bertambah dari ( $1.65 \pm 0.07$  kg.s<sup>-1</sup>) hingga ( $3.89 \pm 0.87$  kg.s<sup>-1</sup>) manakala kelekitan berkurang dari ( $0.87 \pm 0.11$  kg.s<sup>-1</sup>) hingga ( $0.33 \pm 0.16$  kg.s<sup>-1</sup>). Ujian sensori deskriptif menunjukkan ahli panel menilai kekerasan pada hari 0 ( $1.97 \pm 1.71$ ) sebagai nilai terendah dan bertambah sehingga hari ke-30 ( $2.77 \pm 1.61$ ) manakala bagi kelekitan ahli panel menilai sampel pada hari 0 ( $5.00 \pm 1.41$ ) sebagai kelekitan yang tertinggi dan berkurang sehingga hari ke-30 ( $3.83 \pm 1.57$ ). Pemalar korelasi Pearson untuk mengenalpasti hubungan antara nilai retrogradasi dengan kekerasan dan kelekitan nasi pulut secara instrumen dan secara sensori telah dilakukan. Hasil menunjukkan korelasi positif antara nilai retrogradasi dengan kekerasan yang diukur secara instrumen dan sensori ( $r = 0.940$ ,  $r = 0.937$ ;  $p < 0.01$ ) dan korelasi negatif dengan kelekitan nasi pulut yang diukur secara instrumen ( $r = -0.994$ ,  $p < 0.01$ ) dan secara sensori ( $r = -0.732$ ,  $p > 0.05$ ). Pemalar korelasi Pearson untuk mengenalpasti hubungan antara kandungan kelembapan dengan kekerasan dan kelekitan nasi pulut menunjukkan kekerasan dan kelekitan, ( $r = -0.660$ ,  $r = 0.445$ ) menunjukkan nilai yang tidak signifikan ( $p > 0.05$ ) dengan kelembapan nasi pulut. Pertambahan masa penyimpanan menunjukkan pertambahan nilai entalpi retrogradasi, pertambahan kekerasan, dan pengurangan kelekitan. Kandungan kelembapan tidak menunjukkan hubungan dengan kekerasan dan kelekitan nasi pulut.





## ABSTRACT

### **EFFECT OF FREEZING AND REHEATING ON QUALITY CHARACTERISTICS OF GLUTINOUS RICE**

*The main objective of this thesis is to determine whether there are relationship between quality changes of glutinous rice and storage period under frozen temperature (-20°C). Four test have been done (degree of retrogradation test, texture analysis, descriptive sensory test, and determination of moisture content) to investigate quality changes. From the results obtained, there are several changes occurred during storage from day 0 to day 30 which is enthalpy of retrogradation ( $\Delta H_r$ ) increased from  $(0.04 \pm 0.41 \text{ J/g})$  to  $(0.56 \pm 0.28 \text{ J/g})$ . From texture analysis, hardness of sticky rice increased from  $1.65 \pm 0.07 \text{ kg.s}^{-1}$  to  $3.89 \pm 0.87 \text{ kg.s}^{-1}$  meanwhile stickiness decreased  $0.87 \pm 0.11 \text{ kg.s}^{-1}$  to  $0.33 \pm 0.16 \text{ kg.s}^{-1}$ . For descriptive sensory analysis, mean score shows increasing in hardness value from  $1.97 \pm 1.71$  to  $2.77 \pm 1.61$  meanwhile stickiness value decreased from  $5.00 \pm 1.41$  to  $3.83 \pm 1.57$ . Pearson correlation coefficient for determining interaction between retrogradation and textural changes (hardness and stickiness) shows positive correlation for hardness measured by instrument and sensory ( $r = 0.940$ ,  $r = 0.937$ ;  $p \leq 0.01$ , respectively) meanwhile negative correlation are shown for stickiness evaluated by instrument ( $r = -0.994$ ,  $p \leq 0.01$ ) and sensory ( $r = -0.732$ ,  $p > 0.05$ ). Pearson correlation coefficient for determining interaction between moisture content and textural changes (hardness and stickiness) shows no significance interaction ( $r = -0.660$ ,  $r = 0.445$ ,  $p > 0.05$ ) between them. At longer storage time, retrogradation enthalpy increase, hardness increased and stickiness were decreased. Moisture content does not directly affecting hardness and stickiness of glutinous rice.*



## ISI KANDUNGAN

	Halaman
<b>TAJUK</b>	
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	ix
<b>SENARAI RAJAH</b>	x
<b>SENARAI PERSAMAAN</b>	xi
<b>SENARAI SIMBOL</b>	xii
<b>SEBARAI SINGKATAN</b>	xiii
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiv
<b>BAB 1: PENGENALAN</b>	
1.1    Pendahuluan	1
1.2    Objektif Kajian	3
1.3    Rasional Kajian	4
<b>BAB 2: KAJIAN KEPUSTAKAAN</b>	
2.1    Beras Pulut	5
2.1.1    Struktur	6
2.1.2    Pengkelasan Beras	7
2.1.3    Kandungan Kasar Nutrien	7
2.2    Kualiti	8
2.3    Memasak	10
2.4    Sejukbeku	11
2.5    Pemanasan Semula	12
2.5.1    Gelombang Mikro	13
2.6    Kanji	14
2.6.1    Amilosa	16
2.6.2    Amilopektin	17
2.6.3    Pengembangan dan Kelarutan Granul Kanji	19
2.6.4    Penggelatinan, <i>Pasting</i> dan Retrogradasi	19
<b>BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH</b>	
3.1    Bahan-bahan Mentah	23
3.2    Radas	23
3.3    Kaedah Penyediaan	23





3.3.1	Pemasakan Nasi Pulut	23
3.3.2	Penyimpanan	24
3.3.3	Pemanasan Semula Nasi Pulut	24
3.4	Ujian Penentuan Retrogradasi	23
3.4.1	Darjah Retrogradasi	25
3.5	Analisis Tekstur	26
3.6	Ujian Penilaian Sensori	27
3.6.1	Ujian Deskriptif	28
3.7	Analisis Kandungan Lembapan	28

#### **BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN**

4.1	Ujian Penentuan Retrogradasi	29
4.2	Analisis Tekstur	32
4.2.1	Kekerasan Pulut	32
4.2.2	Kelekitan Nasi Pulut	33
4.3	Analisis Sensori	35
4.3.1	Kekerasan	36
4.3.2	Kelekitan	37
4.4	Penentuan Kandungan Lembapan	39

#### **BAB 5: KESIMPULAN** 42

<b>RUJUKAN</b>	44
<b>LAMPIRAN</b>	51



## SENARAI JADUAL

		Halaman
Jadual 4.1	Nilai retrogradasi nasi pulut pada hari penyimpanan 0, 1, 3, 7, 11, 14, dan 30 hari pada suhu sejukbeku (-20°C)	29
Jadual 4.2	Perubahan kekerasan pulut nasi yang disejukbekukan pada suhu sejukbeku (-20°C) pada hari 0, 1, 3, 7, 11, 14, dan 30	32
Jadual 4.3	Perubahan kelekitan pulut nasi yang disejukbekukan pada suhu sejukbeku (-20°C) pada hari 0, 1, 3, 7, 11, 14, dan 30.	34
Jadual 4.4	Keputusan ujian deskriptif bagi kekerasan	35
Jadual 4.5	Keputusan ujian deskriptif bagi kelekitan	37
Jadual 4.6	Pemalar korelasi Pearson untuk mengenalpasti hubungan antara nilai retrogradasi dengan kekerasan dan kelekitan nasi pulut secara instrumen dan secara sensori	38
Jadual 4.7	Kandungan lembapan (%) nasi pulut yang dipanaskan semula	39
Jadual 4.8	Pemalar korelasi Pearson untuk mengenalpasti hubungan antara kandungan lembapan, kekerasan dan kelekitan nasi pulut.	40

## SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1 Struktur amilosa dalam kanji	16
Rajah 2.2 Struktur amilopektin dalam kanji	17





## SENARAI PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan 3.1      Penentuan kandungan lembapan	28



## SENARAI SIMBOL

%	Peratus
cm	Sentimeter
mm	millimeter
N	Newton
cm <sup>3</sup>	sentimeter padu
nm	nanometer
μm	mikrometer
v/v	isipadu per isipadu
w/w	berat per berat
$H_r$ J/g	entalpi retrogradasi
°C	darjah Celsius

## SENARAI SINGKATAN

ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Official Analytical Chemists.
IRRI	International Rice Research Institute
SPSS	Statistical Package for Social Sciences





## SENARAI LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran A	Borang ujian deskriptif	51
Lampiran B	Contoh graf termogram DSC	52
Lampiran C	Contoh graf analisis tekstur	53
Lampiran D	Data SPSS	54



## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Pendahuluan

Penanaman padi melingkupi dua pertiga populasi dunia. Negara-negara di Asia menghasilkan 91.1% beras dunia dan 90.2% daripada penghasilan beras dimakan di Asia. Walaupun terdapat beberapa pasaran untuk beras, tetapi jumlah pertukaran di pasaran adalah kurang daripada 6% daripada jumlah pengeluarannya iaitu 397.2 juta tan. Kebanyakannya dimakan sebagai nasi yang siap dimasak berbanding penggunaanya dalam industry makanan iaitu sebanyak 0.86% di dunia dan 0.67% di Asia, seperti penghasilan kek beras di Korea (Kim *et al.*, 1997) dan beberapa produk lain.

Kebelakangan ini pasaran makanan tersedia telah berkembang secara pesat samada di negara membangun ataupun yang sedang membangun, dan banyak produk makanan yang boleh terus dimakan telah dihasilkan (Ma dan Sun, 2009). Penghasilan produk makanan ini termasuk daripada beras dan beras pulut. Beras merupakan makanan ruji di Malaysia secara khususnya dan juga merupakan makanan ruji bagi masyarakat Asia pada amnya. Beras (*Oryza sativa*) merupakan tanaman makanan yang penting dan dianggarkan sebanyak 90% beras dunia ditanam dan dimakan di rantau Asia (Sleper dan Poehlman, 2006). Antara produk makanan komersil yang dihasilkan daripada beras pulut adalah ketupat pulut, inang-inang, dan dodol. Manakala, antara makanan yang kebiasaannya dimasak dengan menggunakan beras pulut sebagai bahan utama adalah seperti pulut kuning, pulut hitam, leman, kuih muih dan lain-lain makanan.



Terdapat pelbagai jenis beras yang kebiasaanya dimakan iaitu varieti *indica* yang terkenal di seluruh dunia, dimana nasi daripada jenis ini agak keras tetapi tidak melekit; orang Korea dan Jepun lebih menyukai nasi jenis *japonica* kerana ciri elastik dan kelekitan yang sederhana, kandungan amilosa adalah sedikit dan nasi pulut selalunya digunakan dalam penghasilan produk yang boleh terus dimakan seperti biskut beras dan kek nasi kukus (Kang *et al.*, 2006). Jenis beras yang digemari juga berbeza mengikut negara contohnya sesetengah pasaran seperti di India lebih menggemari beras yang lama disimpan tetapi berbeza dengan sesetengah negara yang lain seperti Jepun, Korea dan China lebih menggemari beras yang baharu dituai.

Kandungan amilopektin dan amilosa yang berbeza dari segi struktur molekul kimia dalam kanji. Perbezaan pemakanan juga dipengaruhi oleh kandungan amilosa iaitu beras biasa mengandungi amilosa sebanyak 20% manakala kandungan amilopektin sebanyak 80% manakala beras pulut mengandungi kandungan amilopektin sebanyak 100% (Ahromit *et al.*, 2006).

Apabila suhu dinaikkan sehingga suhu yang spesifik, proses penggelatinan berlaku iaitu melibatkan pengembangan granul kanji, kehilangan struktur pengkristalan dan penyingkiran amilosa daripada granul kanji (Yu *et al.* 2009). Proses penyejubekeuan pula akan menyebabkan proses retrogradasi berlaku yang melibatkan pengaturan semula struktur kanji dalam bentuk yang lebih tersusun dan diikat dengan ikatan hidrogen. Proses ini memberi kesan keatas ciri-ciri nasi seperti menjadi semakin keras kerana kehilangan air. Retrogradasi diperlukan dalam beberapa aspek semasa pemprosesan makanan. Proses ini mampu untuk menyumbang kepada kerangupan pada biskut yang dihasilkan daripada beras dan juga menyumbang kepada kestabilan struktur mihoon hasil daripada ikatan hidrogen yang terbentuk diantara kanji. Akan tetapi terdapat juga kesan yang tidak dikehendaki yang berlaku disebabkan



oleh proses retrogradasi antaranya adalah proses '*staling*' yang berlaku kepada roti.

Kualiti beras dikelaskan berbeza mengikut sektor yang berbeza dalam industri seperti peladang, kilang, pemborong, penjual, pembeli dan pakar nutrisi (Juliano, 1972). Kriteria terhadap kualiti harga dan pasaran bagi nasi tidak berkait secara langsung dengan kualiti pemasakan dan pemakanan dan kualiti nutrisi nasi. Penyimpanan juga memainkan peranan dalam perubahan kualiti beras yang dituai. Beras yang baharu sahaja dituai, mengalami perubahan pada tiga bulan pertama penuaian. Antara kaedah untuk mengukur kualiti adalah dengan mengukur tekstur makanan. Tekstur boleh diterjemahkan sebagai ciri-ciri multidimensi yang mampu diterima, diterjemah, dan dikira oleh manusia (French, 1984). Jadi, penilaian sensori juga memainkan peranan yang penting walaupun pengiraan menggunakan instrumen juga diperlukan.

Walaupun kesan retrogradasi ke atas ciri kualiti nasi telah diketahui, akan tetapi tiada kajian mengenai kesan pemanasan semula nasi yang telah disejukbekukan ke atas ciri kualitinya. Jadi, kajian ini dilakukan untuk mengkaji kesan keatas ciri kualiti nasi pulut dengan mempelbagaikan masa penyimpanan (darjah retrogradasi yang berbeza) dan menyatakan kaitan antara kandungan kelembapan dengan ciri kualiti nasi pulut yang dinilai secara sensori.

## **1.2 Objektif Kajian**

1. Mengetahui kaitan antara tempoh penyejukbekuan (penyimpanan) keatas nilai retrogradasi nasi pulut.
2. Mengkaji kesan retrogradasi keatas perubahan sensori dan perubahan fizikal secara instrumen terhadap kekerasan dan kelekitan nasi pulut.
3. Mengenalpasti hubungan antara kandungan kelembapan dalam nasi dengan penilaian sensori terhadap atribut kekerasan dan kelekitan.



### **1.3 Rasional Kajian**

Kesedaran masyarakat terhadap nutrisi yang diperlukan dalam pemakanan setiap hari dan kesibukan dengan kerja harian telah menyebabkan banyak pengeluar makanan menagambil peluang ini dengan menghasilkan pelbagai jenis makanan yang sesuai dengan kehendak semasa. Rasional kajian ini adalah untuk membantu memberikan garis panduan kepada pengeluar makanan untuk menghasilkan produk makanan berkanji terutamanya nasi pulut yang berkualiti dengan menentukan tempoh penyimpanan yang sesuai. Selain daripada itu, kajian ini juga bertujuan untuk memberikan gambaran awal terhadap perubahan fizikal yang berlaku keatas nasi pulut yang diukur secara sensori dan instrumen dan membantu pengeluar makanan mengawal faktor yang mempengaruhi retrogradasi kanji.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Beras Pulut

Beras merupakan makanan ruji yang terpenting di rantau Asia dan merupakan antara bijirin yang membekalkan nutrien yang mencukupi dalam diet harian. Pada umumnya terdapat dua spesis beras yang mampu membekalkan nutrisi dalam diet manusia iaitu *Oryza sativa*, yang ditanam diseluruh dunia dan *Oryza glaberrima*, ditanam di sesetengah kawasan di Barat Afrika. Spesis *Oryza* liar boleh dikelaskan kepada empat kompleks iaitu, *O. ridleyi*, *O. meyeriana*, *O. officinalis*, *O. sativa* dan juga terdapat dua spesis yang berlainan daripada genus lain iaitu tetraploid *O. schlechteri* dan diploid *O. brachyantha* (Barber, 1972). Beras yang dimakan di kebanyakan kawasan didunia adalah daripada jenis *O. sativa* yang mempunyai beberapa varieti iaitu seperti, sinica (juga dikenali sebagai japonica), indica dan javanica (dikenali sebagai bulu di Indonesia) (Sleper dan Poehlman, 2006). Akan tetapi hanya dua jenis beras yang diterima oleh kebanyakan penduduk di Asia khususnya, iaitu jenis japonica dan indica. Hasil daripada kacukan silang, satu jenis genotaip baharu terhasil iaitu genotaip *wx* yang membawa ciri yang unik iaitu ia mempunyai kandungan amilosa yang sangat sedikit dan sifat kekekitannya berbeza dengan beras yang biasa (Kang *et al.*, 2006).

Kanji daripada beras (*Oryza sativa*) jenis *indica* mengandungi kandungan amilosa sebanyak 17-22% manakala kanji daripada beras nasi jenis *japonica* mengandungi kandungan amilosa sebanyak 14-18% tetapi beras pulut mengandungi kandungan amilosa yang sedikit iaitu sebanyak 0-7% sahaja



(Huang *et al.*, 2007). Tidak seperti beras biasa, beras pulut selalunya dimasak secara stim selepas direndam semalaman. Perbezaan antara beras biasa dengan beras pulut dikenali dengan perbezaan kaedah memasak. Ia juga berbeza dalam kandungan amilopektin dan amilosa yang berbeza dari segi struktur molekul kimia dalam kanji. Beras biasa mengandungi amilosa sebanyak 20% manakala kandungan amilopektin sebanyak 80%. Beras pulut mempunyai ciri genetik yang berbeza berbanding dengan nasi biasa kerana ia mempunyai kandungan amilosa yang sedikit (Ahromit *et al.*, 2006). Terdapat dua jenis beras pulut yang ditanam di Malaysia iaitu beras Pulut Malaysia 1, dan beras Pulut Siding.

### 2.1.1 Struktur

Biji padi terdiri daripada lapisan luar yang melindungi biji iaitu *hull* dan kariopsis beras atau buah. Nasi perang terdiri daripada lapisan luar perikap, lapisan yang melindungi biji dan nusellus; germa embrio; dan endosperma (Sleper dan Poehlman, 1985). Endosperma terdiri daripada lapisan aleuron dan lapisan subaleuron dan lapisan endosperma dalam atau bahagian berkanji manakala lapisan aleuron melitupi embrio (Juliano, 1985).

Lapisan aleuron terdiri daripada lima lapisan sel; ia tebal pada bahagian dorsal daripada sisi ventral dan tebal pada beras berbiji pendek berbanding beras berbiji panjang. Sel aleuron dan embrio kaya dengan kandungan protein, mengandungi globoids atau *phytate*, dan kandungan lipid (del Rosario *et al.*, 1968).

Sel endosperma mempunyai dinding yang nipis dan padat dengan amiloplas yang mengandungi granul kanji. Dua lapisan sel yang paling luar (lapisan subaleuron) adalah kaya dengan protein dan lipid dan mempunyai amiloplas dan granul kanji yang kecil berbanding dengan endosperma bahagian

dalam (Geoffrey, 2009). Protein dalam beras selalunya berbentuk lingkupan sfera bersaiz 0.5 hingga 4  $\mu\text{m}$  didalam endosperma (del Rosario *et al.*, 1968), tetapi protein pengkristalan dan lingkupan protein sfera terdapat dalam lapisan subaleuron.

Beras biasa (mempunyai kandungan amilosa dan amilopektin) mempunyai endosperma yang jelas, manakala beras pulut (0-7 % amilosa) mempunyai endosperma yang legap kerana kehadiran liang diantara dan didalam granul kanji. Maka, biji beras pulut mempunyai berat lebih kurang 95 hingga 98% daripada berat biji beras biasa (Juliano, 1985).

### **2.1.2 Pengkelasan Beras**

IRRI, (1991) menggunakan skala berikut untuk mengkelaskan saiz: sangat panjang, >7.50 mm; panjang, 6.61 hingga 7.50 mm; medium, 5.551 hingga 6.60 mm; dan pendek, 4.50 mm. bentuk beras pula dikelaskan berdasarkan tinggi kepada panjang; runcing, >3.0; medium, 2.1 hingga 3.0; bujur, 1.1 hingga 2.0; dan bulat,

### **2.1.3 Kandungan Kasar Nutrien**

Bahagian bran (dedak) pada beras mempunyai kandungan tenaga dan protein yang tinggi berbanding dengan bahagian *hull*. Proses membuang perikap, lapisan biji, testa, lapisan aleuron dan embrio dalam pemprosesan beras menyebabkan kehilangan lemak, protein, serabut kasar dan neutral, abu, tiamin, riboflavin, niacin dan  $\alpha$ -tocopherol. Karbohidrat yang tersedia terutamanya kanji adalah banyak didalam beras yang diproses berbanding beras perang (IRRI, 1991). Serabut makanan terdapat banyak didalam lapisan dedak (dan *hull*), dan paling rendah dalam beras yang diproses. Vitamin B

terkumpul pada lapisan dedak seperti  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E). Biji beras tidak mempunyai kandungan vitamin A, vitamin D ataupun vitamin C (FAO, 2004).

Embrio mempunyai kandungan keseluruhan *tocopherol* sebanyak 95% dan hampir satu pertiga biji beras (Sleper dan Poehlman, 2006). Dalam perkiraan, beras perang mengandungi sebanyak 65% thiamin, dan 22% dalam beras yang diproses (Juliano, 1985). Manakala kandungan riboflavin dalam beras perang adalah sebanyak 39% dan sebanyak 13% didalam beras yang diproses. Terdapat sebanyak 54% niasin dalam dedak dan 33% dalam beras yang diproses. Mineral (abu) banyak terkumpul di lapisan luar beras perang atau dalam bahagian dedak. Lebih kurang 90% fosforus yang terdapat dalam dedak adalah dalam bentuk *phytin fosforus*. Abu terdapat dalam beberapa bahagian seperti dalam beras perang adalah sebanyak 51%, 10% dalam germa, dan 28% dalam beras yang diproses dimana kandungan zat besi, fosforus dan kalium menunjukkan kandungan yang hampir sama (Ma dan Sun, 2009).

## 2.2 Kualiti

Kualiti makanan banyak berkait dengan tempoh dan suhu penyimpanan sesuatu makanan. Makanan berkanji selalunya disejukkan atau disejukkukan semasa penyimpanan tetapi ia juga memberikan perubahan terhadap kualiti nasi pulut. Kualiti memasak dan pemakanan juga bergantung kepada kepada ciri-ciri fizikal-kimia biji beras seperti kandungan amilosa, kestabilan gel, dan suhu penggelatinan (Little *et al.*, 1958). Nasi yang disimpan dalam masa yang panjang akan mengeras dan kurang melekit berbanding dengan nasi yang baharu dimasak, seperti yang diukur dengan kaedah sensori (Meullenet *et al.*, 1999) dan texturometer (Shibuya *et al.*, 1974). Selain daripada itu, nisbah amilosa terhadap kandungan keseluruhan kanji berbeza dari setiap jenis varieti dengan 20-30% dalam beras jenis indica dan 15-22% dalam beras jenis



japonica dan merupakan penentu kepada kualiti memasak dan pemakanan nasi (Sleper dan Poehlman, 2006).

Komponen rasa (*flavor*) didalam nasi berubah dengan cepat semasa penyimpanan. Kandungan karbonil seperti heksanal, dikenalpasti sebagai penyebab utama perubahan rasa kerana kandungannya meningkat semasa penyimpanan (Villareal *et al.*, 1976). Lipid dihidrolisis dan dioksidakan untuk membebaskan asid lemak atau peroksida seterusnya menyumbang kepada peningkatan tahap keasidan dan merosakkan rasa (Zhou *et al.*, 2002). Terdapat perubahan kecil didalam kandungan kasar komponen bahan kimia dalam nasi semasa penyimpanan; tetapi, kandungan amilosa akan berkurangan kerana ia larut dalam air didih (Indudhara *et al.*, 1978). Kemungkinan terdapat proses hidrolisis semasa penyimpanan nasi yang menyumbang kepada peningkatan monosakarida dan pengurangan disakarida (Cao *et al.*, 2004). Kandungan protein tidak berubah tetapi keterlarutannya berkurang dengan pengurangan kandungan albumin (Barber, 1972). Disamping itu, amino nitrogen bebas yang terdapat pada lapisan luar biji nasi terurai semasa penyimpanan dan ia dikaitkan dengan pemerangan bukan enzimatik Maillard selari dengan kehilangan amino nitrogen bebas dan warna putih nasi (Barber, 1972).

Tekstur makanan juga mempengaruhi kualiti nasi yang dimasak. Tekstur produk boleh dinilai dengan ciri-ciri fizikokimia secara objektif dan juga secara sensori iaitu secara subjektif (Chuang dan Yeh, 2006). Kekerasan diterjemahkan sebagai tenaga yang diperlukan untuk memampatkan bahan diantara gigi yang molar (bagi bahan pepejal) ataupun diantara lidah dan langit (bagi bahan semi-pepejal). Untuk menilai kekerasan bagi makanan dalam bentuk pepejal, makanan tersebut diletakkan antara gigi yang molar (gigi yang selari antara bahagian atas dengan bahagian bawah) dan ahli panel menggigit/mengunyah dengan sekata manakala bagi makanan dalam bentuk



## RUJUKAN

- Ahromit, A., Ledward, D.A., dan Niranjan, K. 2006. High pressure induced water uptake characteristics of Thai glutinous rice. *Journal of Food Engineering*. **72**: 225-233.
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Anderson, A. K., dan Guraya, H. S. 2005. Effects of microwave heat-moisture treatment on properties of waxy and non-waxy rice starches. *Food Chemistry*. **97**:318-323.
- Anderson, A. K., Guraya, H. S., James, C., dan Salvaggio, L. 2002. Digestibility and pasting properties of rice starch heat-moisture treated at the melting temperature (T<sub>m</sub>). *Starch/Starke*. **54**: 401-409.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. (15<sup>th</sup> edition). Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA.
- Atwell, T. E. 1993. Stabilization of paste viscosity of cassava by heat moisture treatment starch. *J. Food Sci*. **4**: 131-135.
- Barber, S. 1972. *Milled rice and changes during aging*. In *Rice: Chemistry and Technology*, (1<sup>st</sup> edition); Houston, D. F. Eds. American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN. pp 215-263.
- Battacharya, K. R., dan Sowbhagya, C. M. 1979. Pasting behavior of Rice: A new Method of Viscography. *J. Food Sci*. **44**: 797-800.
- Biliaderis, C. G., dan Zawistowski, J. 1990. Viscoelectric behavior of aging starch gels. Effect of concentration, temperature, starch hydrolysis on network properties. *Cereal Chem*. **67**: 240-246.

- Bourne, M. C. 2002. *Food Texture and Viscosity: Conceptual and Measurement*. (2<sup>nd</sup> edition). Academic Press: New York. pp 138-339.
- Cao, Y., Wang, Y., Chen, X., dan Ye, J. 2004. Study on sugar profile of rice during aging by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Food Chem.* **86**(1): 131-136.
- Chuang, G.C.C., dan Yeh, A.I. 2006. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes (mochi). *Journal of Food Engineering.* **74**: 314-424.
- Cross, G. A. dan Fung, D. Y. C. 1982. The effect of microwaves on nutrient value of foods. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutrit.* **16**: 355-81.
- Decareau, R. V. dan Peterson, R. A. 1986. *Microwave Processing and Engineering*. Ellis Horwood. Chichester: UK.
- del Rosario, A. R., Briones, V. P., Vidal, A. J., dan Juliano, B. O. 1968. Composition and endosperm structure of developing and mature rice kernel. *Cereal Chem.* **45**: 225-235.
- Eliasson, A. C., Finstad H., dan Ljunger G. 1988. A study of starch-lipid interaction for some native and modified maize starch. *Starch/starke.* **40**: 95-100.
- Englyst, H. N., Kingman, S. M., dan Cummings, J. H. 1992. Classification and measurement of nutritionally important resistant starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition.* **46**: 33-50.
- FAO. 2004. *Food and Population: FAO Looks Ahead*. Food and Agricultural Organization of United Nations.
- French, D. 1984. Organization of starch granules. *Starch Chemistry and Technology.* 183-247.

- Geoffrey, C.-P. 2009. *Food Science & Technology*. Eds. Wiley Blackwell: United Kingdom.
- Greenwood, C. T. 1964. Structure, properties, and amylolytic degradation of starch. *Food Tech.* **18**: 138-141.
- Hill, M. A. 1994. Vitamin retention in microwave cooking and cook-chill food. *Food Chemistry.* **49**: 131-136.
- Huang, M., Kennedy, J. F., Li, B., Xu, X., dan Xie, B. J. 2007. *Carbohydrate Polymer.* **69**: 411.
- Indudhara, S. Y. M., Sowbhagya, C. M., dan Bhattacharya, K. R. 1978. Changes in physicochemical properties of rice with aging. *J. Sci. Food Agric.* **29**: 627-639.
- IRRI. 1991. *Annual report of 1991, Progress Report for 1990*. IRRI. Phillipines, pp 210-212.
- Ji, Y., Zhu, K.X., Qian, H.F., dan Zhou, H.M. 2007. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chemistry.* **104**: 53-58.
- Juliano, B. O. 1979. *The chemical basis of rice grain quality*. Pages 69-90 in Proceedings of the IRRI workshop on chemical aspects of rice grain quality. International Rice Research Institute, Manila, Phillipines.
- Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain quality. *Cereal Chem.* 443-524.
- Juliano, B. O., Oñate, L. U., dan del Mundo, A. M. 1972. Note: Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. *Philippines. Agric.* **56**: 44-47.
- Kang, H.-J., Hwang, I.-K., Kim, K.-S., dan Choi, H.-C. 2006. Comparison of the Physicochemical Properties and Ultrastructure of Japonica and Indica Grains. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* **54**: 4833- 4838.



- Karim, A. A., Norziah, M. H., dan Seow, C. C. 2000. Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chem.* **71**: 9-36.
- Karlsson, M. E., dan Eliasson, A.-C. 2003. Gelatinization and retrogradation of potato (*Solanum tuberosum*) starch in situ as assessed by differential scanning calorimetry (DSC). *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie.* **36**: 735-741.
- Keetels, C.J.A.M., Oostergetel, G.T., dan Vliet, T.V. 1996. Recrystallization of Amylopectin in concentrated starch gels. *Carbohydrate Polymers.* **30**: 61-64.
- Khraisheh, M. A. M., McMinn, W. A. M., dan Magee, T. R. A. 2004. Quality and structural changes in starchy foods during microwave and convective drying. *Food Research International.* **37**: 497-503.
- Kim, J. K., Kim, W. S., dan Shin, M. S. 1997. A comparative study on retrogradation of rice starch gels by DSC, X-ray diffraction, and α-amylase method. *Starch/Starke.* **49**(2): 71-75.
- Leelayuthsoontorn, P., dan Thipayarat, A. 2006. Textural and morphological changes of Jasmine rice under various elevated cooking conditions. *Food Chemistry.* **96**: 606-613.
- Lineback, D. R. 1984. The starch granule organization and properties. *Bakers Digest* **58**: 16-21.
- Little, R. R., Hilder, G. B., dan Dawson E. H. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* **35**: 111-126.
- Lu, W., dan Grant, L. A. 1999. Effects of Prolonged Storage at Freezing Temperatures on Starch and Baking Quality of Frozen Doughs. *Cereal Chem.* **76**(5): 656-662.





- Perry, P.A., dan Donald, A.M. 2000. The effects of low temperatures on starch granule structure. *Polymer*. **41**: 6361–6373.
- Schoch, T. J. 1967. *Properties and uses of rice starch*. In: *starch: Chem and Tech*. R. L. Whistler and E. F. Paschal. Eds. Academic Press: New York.
- Shibuya, N., Iwasaki, T., Yanase, H., dan Chikubu, S. 1974. Studies on deterioration of rice during storage. Part I. Changes of brown rice and milled rice during storage (in Japanese). **21**(12): 597-603.
- Sleper, N., dan Poehlman, J. M. 2006. *Breeding Field Crops*. (5<sup>th</sup> edition). Blackwell Publishing: Iowa. p 239.
- Takeda, H., Hizukuri S., dan Juliano B. O. 1987. Structure of rice amylopectin with low and high affinities for iodine. *Carbohydrate Res.* **168**: 79.
- Tester, R. F., dan Morrison, W. R. 1990. Swelling and gelatinization of cereal starch I. Effect of amylopectin, amylase and lipids. *Cereal chem.* **67**: 551-557.
- Villareal, R. M., Resurreccion, A. P., Suzuki, L. B., dan Juliano, B. O. 1976. Changes in physicochemical properties of rice during storage. *Starch*. **28**: 88-94.
- Yu, S. F., Ma, Y., dan Sun, D.-W. 2009. Impact of amylase content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *Journal of Cereal Science*. **50**: 139-144.
- Yu, S. F., Ma, Y., dan Sun, D.-W. 2010. Effects of freezing rates on starch retrogradation and textural properties of cooked rice during storage. *Food Science and Technology*. **43**: 1138-1143.
- Yu, S., Ma, Y., Zheng, X., Liu, X., dan Sun, D.-W. 2011. Impacts of Low and Ultra-low Temperature Freezing on Retrogradation Properties of Rice Amylopectin During Storage. *Food Bioprocess Technology*. **45**: 121-136.



Zhang, Z. H., dan Sun, D.-W. 2006. Effects of cooling methods on the cooling efficiency and quality of cooked rice. *Journal of Food Engineering*. **77**: 269-174.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, dan S., Blanchard, C. 2002. Aging of stored rice: changes in chemical and physical attributes. *J. Cereal Sci.* **35**: 65-78.