

**PEMBANGUNAN PRODUK ROTI DENGAN HAMPAS
KELAPA**

ANG JO-LYN

**LATIHAN ILMIAH YANG DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA
SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES**

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



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TITEL: * Pembangunan Produk Roti Dengan Hampas Kelapa

JAJAH: Ijazah Sarjana Muda Sains Makanan Dengan kepujian Teknologi Makanan dan Bioproses
 SESI PENGAJIAN: 2009/2010 Sem 2

NAMA: ANG JO-LYN

(HURUF BESAR)

Surat 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

Ang Jo Lyn

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 12, Jalan Azizul
Abd Rahman, 34600 Kamunting,
Perai, Perak.

Tarikh: 18/5/2010

Disahkan oleh JAMIUN MICHEAL
 LIBRARIAN
 LIBRARY
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

PN. FAN HUI YIN

Nama Penyelia

Tarikh: 18/5/2010

- TAMBAHAN: * Potong yang tidak berkenaan.
 * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi 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.

14 Oktober 2010

Ang Jo-Lyn

Ang Jo-Lyn
HN2006-3455

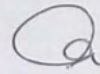


PENGESAHAN

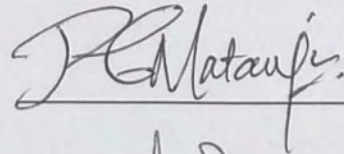
NAMA : ANG JO-LYN
NO. MATRIK : HN2006-3455
TAJUK : PEMBANGUNAN PRODUK ROTI DENGAN HAMPAS
KELAPA
IJAZAH : IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN
KEPUJIAN TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES
TARIKH VIVA : 12 MEI 2010

DISAHKAN OLEH

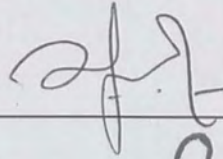
1. **PENYELIA**
Puan Fan Hui Yin



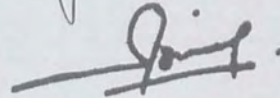
2. **PEMERIKSA 1**
Dr. Patricia Matanjun



3. **PEMERIKSA 2**
Puan Nor Qhairul Izzreen Mohd Noor



4. **DEKAN SEKOLAH**
Prof. Madya Dr. Mohd Ismail Abdullah



PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada penyelia saya, Puan Fan Hui Yin dan Cik Ho Ai Ling dari Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah. Mereka mempunyai dedikasi dan kesabaran yang tinggi dalam membimbing saya di dalam setiap langkah yang diambil semasa penyiapan tesis ini. Selain itu, mereka juga memberi galakan dan motivasi dalam membantu saya menghadapi segala masalah yang didapati. Saya juga ingin berterima kasih atas kesudian mereka dalam meluangkan masa yang lebih untuk melakukan perbincangan dari semasa ke semasa. Kegigihan dan dedikasi serta perkongsian nasihat dan pengalaman mereka adalah amat dihargai.

Di samping itu, saya juga ingin berterima kasih kepada pihak Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan kerana sudi membekalkan perkhidmatan dan peralatan dalam pengendalian aktiviti-aktiviti eksperimen di dalam makmal untuk tujuan penyiapan tesis ini.

Ang Jo-Lyn

ABSTRAK

Hampas kelapa yang digunakan merupakan isi kelapa yang sudah diparut dan ditekankan santannya. Pembangunan produk roti dengan hampas kelapa terlebih dahulu melalui ujian pemerinkatan BIB dilakukan terhadap enam formulasi. Formulasi F2, F3 dan F5 dipilih untuk melalui ujian skala hedonik. Formulasi F3 yang mengandungi 5% hampas kelapa dan 6% marjerin dipilih sebagai formulasi terbaik dengan nilai min skor yang tertinggi dari segi atribut warna, aroma, rasa roti, tekstur kulit roti, kelembutan isi roti dan penerimaan keseluruhan. Analisis kimia menunjukkan ia mengandungi $34.19 \pm 0.03\%$ kelembapan, $1.99 \pm 0.02\%$ abu, $25.02 \pm 0.15\%$ protein, $7.22 \pm 0.13\%$ lemak, $4.16 \pm 0.02\%$ jumlah serabut pemakanan dan 27.42% karbohidrat. Ujian mikrobiologi yang dilakukan menunjukkan bahawa produk hanya selamat dimakan sehingga hari ketiga daripada lima hari tempoh penyimpanannya dengan bilangan koloni 9.80×10^3 cfu/ml bagi kiraan jumlah plat serta 8.32×10^3 cfu/ml bagi yis dan kulat. Ujian sensori perbandingan berganda menunjukkan bahawa kualiti atribut warna, aroma, rasa roti, tekstur kulit roti, kelembutan isi roti dan penerimaan keseluruhan produk adalah semakin menurun dari hari pertama sehingga hari ketiga. Ujian fizikokimia dilakukan di mana nilai pH adalah semakin menurun dari hari pertama sehingga hari ketiga dan menaik semula sehingga hari kelima. Nilai kelembapan air di dalam kulit roti semakin meningkat manakala nilai kelembapan air di dalam isi roti semakin menurun dari hari ke-0 hingga hari kelima. Ujian pengguna yang dilakukan terhadap 100 orang pengguna menunjukkan bahawa sebanyak 59% akan membeli produk ini sekiranya ia adalah di dalam pasaran manakala sebanyak 27% hanya mungkin akan membeli dan 14% tidak akan membelinya.

ABSTRACT

The coconut residue used in the bread is actually the grated coconut flesh which has been pressed out of its milk. The product development of bread using coconut residue is first conducted by using the BIB sensory ranking test towards six formulations. Formulation F2, F3 and F5 was chosen as samples for the hedonic test. Formulation F3 containing 5% coconut residue and 6% margarine was chosen as the best formulation with an overall highest min score based on attributes such as colour, aroma, bread taste, crust texture, crumb softness and overall acceptance. The chemical analysis shows that it contains $34.19 \pm 0.03\%$ moisture, $1.99 \pm 0.02\%$ ash, $25.02 \pm 0.15\%$ protein, $7.22 \pm 0.13\%$ fat, $4.16 \pm 0.02\%$ total dietary fibre and 27.42% carbohydrate. The microbiology test shows that the product is only safe to be eaten until the third day of its five day shelf life test with the colony amount of 9.80×10^3 cfu/ml for Total Plate Count and 8.32×10^3 cfu/ml for yeast and mould. The pH value in the physicochemical test gives a decrease pattern from day one to day three and it increases back until day five. The moisture content of the crust shows an increase whereas there is a decrease of value in the crumb from day zero to day five. The consumer test which has been conducted towards 100 consumers gives a result of which 59% are willing to purchase this product if it is in the market whereas there were 27% whom may purchase it and 14% whom will not purchase it at all.

SENARAI KANDUNGAN

	Muka surat
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1: PENGENALAN	1
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Roti	4
2.2 Jenis-jenis produk roti	4
2.3 Teknik pemprosesan doh	5
2.3.1 Kaedah adun terus	5
2.3.2 Kaedah doh segera	6
2.3.3 Kaedah doh-span	7
2.3.4 Kaedah penggaulan selanjar	8
2.4 Proses pembuatan roti	9
2.4.1 Percampuran bahan	9
2.4.2 Proses pengulian doh	10
2.4.3 Proses pemerapan awal	11
2.4.4 Proses <i>knocking back</i>	13
2.4.5 Proses pembahagian dan pembentukan	14
2.4.6 Proses pemerapan terakhir	14
2.4.7 Proses pembakaran	15
2.4.8 Penyejukan	18
2.5 Formulasi penghasilan roti dan fungsi bahan ramuan	19
2.5.1 Tepung gandum	19
2.5.2 Yis	19
a. Yis cecair	20
b. Yis mampat	20

c.	Yis aktif kering	20
d.	Yis aktif kering segera	21
2.5.3	Gula	21
2.5.4	Garam	22
2.5.5	Air	23
2.5.6	Tepung susu	25
2.5.7	Marjerin	26
2.5.8	Pembaik roti	27
2.6	Serabut diet	28
2.7	Industri pemprosesan kelapa	30
2.7.1	Teknik penghasilan hampas kelapa	30
2.7.2	Jenis produk hampas kelapa	31
a.	Ekstrak protein	31
b.	Tepung kelapa	32
2.7.3	Pra-perlakuan hampas kelapa	33
a.	Perlakuan haba	33
b.	Pengisaran	35
2.8	Kualiti roti	36
2.8.1	Kualiti luaran	36
2.8.2	Kualiti dalaman	38

BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH

		40
3.1	Bahan	40
3.2	Kaedah	41
3.2.1	Kaedah pra-perlakuan hampas kelapa	41
3.2.2	Formulasi roti dengan hampas kelapa	41
3.2.3	Kaedah pembuatan roti hampas kelapa	42
3.3	Ujian penilaian sensori	43
3.3.1	Penyediaan sampel	43
3.3.2	Ujian pemeringkatan	44
3.3.3	Ujian skala hedonik	44
3.4	Analisis kimia	44
3.4.1	Penentuan kandungan kelembapan	45
3.4.2	Penentuan kandungan abu	45
3.4.3	Penentuan kandungan protein	46
3.4.4	Penentuan kandungan lemak	47
3.4.5	Penentuan jumlah serabut pemakanan	48
3.4.6	Penentuan kandungan karbohidrat	50
3.5	Penentuan hayat penyimpanan roti hampas kelapa	51
3.5.1	Penyediaan sampel	51
3.5.2	Ujian mikrobiologi	51
a.	Penyediaan medium PCA dan PDA	51
b.	Penyediaan sampel	52
c.	Kiraan jumlah plat (<i>Total Plate Count</i>)	52
d.	Jumlah kiraan yis dan kulat	52
e.	Pengiraan koloni	53
3.5.3	Ujian sensori	53
a.	Penyediaan sampel	53

	b.	Ujian perbandingan berganda	54
3.5.4		Ujian fizikokimia	54
	a.	Penentuan nilai pH	54
	b.	Penentuan kelembapan air	54
3.6		Ujian pengguna	54
3.7		Analisis statistik	55

BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN 56

4.1		Ujian penilaian sensori	56
	4.1.1	Ujian pemeringkatan	56
	4.1.2	Ujian skala hedonik	58
		a.	Warna
		b.	Aroma
		c.	Rasa roti
		d.	Tesktur kulit roti
		e.	Kelembutan isi roti
		f.	Penerimaan keseluruhan
4.2		Analisis kimia	63
	4.2.1	Kandungan kelembapan	63
	4.2.2	Kandungan abu	64
	4.2.3	Kandungan protein	64
	4.2.4	Kandungan lemak	65
	4.2.5	Kandungan jumlah serabut pemakanan	66
	4.2.6	Kandungan karbohidrat	66
4.3		Penentuan hayat penyimpanan roti hampas kelapa-	67
	4.3.1	Ujian mikrobiologi	67
		a.	Kiraan jumlah plat (<i>Total Plate Count</i>)
		b.	Jumlah kiraan yis dan kulat
	4.3.2	Ujian sensori	71
		a.	Ujian perbandingan berganda
			i.
			ii.
			iii.
			iv.
			v.
			vi.
	4.3.3	Ujian fizikokimia	75
		a.	Nilai pH
		b.	Kelembapan air
4.4		Ujian pengguna	79
	4.4.1	Warna	79
	4.4.2	Aroma	81
	4.4.3	Rasa roti	82
	4.4.4	Tekstur kulit roti	83
	4.4.5	Kelembutan isi roti	84
	4.4.6	Potensi pembelian produk	85

BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Cadangan	89
RUJUKAN	91
LAMPIRAN	98

SENARAI JADUAL

	Muka surat	
Jadual 3.1	Bahan-bahan untuk penghasilan roti dengan hampas kelapa	40
Jadual 3.2	Formulasi Roti Hampas Kelapa	41
Jadual 4.1	Nilai min skor \pm sisihan piawai (n=30) bagi ujian pemeringkatan	56
Jadual 4.2	Nilai min skor \pm sisihan piawai (n=40) bagi ujian hedonik	58
Jadual 4.3	Nilai analisis kimia dalam produk roti dengan hampas kelapa	63
Jadual 4.4	Keputusan kiraan jumlah plat (<i>Total Plate Count</i>)	67
Jadual 4.5	Keputusan jumlah kiraan yis dan kulat	69
Jadual 4.6	Nilai min skor \pm sisihan piawai (n=40) bagi ujian perbandingan berganda	72
Jadual 4.7	Nilai pH roti sampel	75
Jadual 4.8	Nilai kelembapan untuk kulit roti	77
Jadual 4.9	Nilai kelembapan untuk isi roti	77

SENARAI RAJAH

		Muka surat
Rajah 4.1	Produk akhir roti dengan hampas kelapa berdasarkan formulasi terbaik F3 (Bahagian sisi)	62
Rajah 4.2	Produk akhir roti dengan hampas kelapa berdasarkan formulasi terbaik F3 (Bahagian permukaan atas)	63
Rajah 4.3	Tahap penerimaan pengguna terhadap atribut warna produk roti dengan hampas kelapa	80
Rajah 4.4	Tahap penerimaan pengguna terhadap atribut aroma produk roti dengan hampas kelapa	81
Rajah 4.5	Tahap penerimaan pengguna terhadap atribut rasa roti produk roti dengan hampas kelapa	82
Rajah 4.6	Tahap penerimaan pengguna terhadap atribut tekstur kulit produk roti dengan hampas kelapa	84
Rajah 4.7	Tahap penerimaan pengguna terhadap atribut kelembutan isi roti produk roti dengan hampas kelapa	85
Rajah 4.8	Potensi pembelian produk roti dengan hampas kelapa	86

SENARAI LAMPIRAN

	Muka surat
LAMPIRAN A Contoh borang penilaian sensori untuk ujian pemeringkatan	98
LAMPIRAN B Contoh borang penilaian sensori untuk ujian skala hedonik	99
LAMPIRAN C Contoh borang penilaian sensori untuk ujian perbandingan berganda	100
LAMPIRAN D Contoh borang ujian pengguna	103
LAMPIRAN E Keputusan ujian <i>Friedman</i> bagi ujian pemeringkatan	105
LAMPIRAN F Keputusan ANOVA satu hala bagi ujian skala hedonik	107
LAMPIRAN G Keputusan ANOVA satu hala bagi ujian perbandingan berganda	112
LAMPIRAN H Keputusan ANOVA satu hala bagi nilai pH roti dalam ujian fizikokimia	117
LAMPIRAN I Keputusan ANOVA satu hala bagi nilai kelembapan kulit roti dalam ujian fizikokimia	120
LAMPIRAN J Keputusan ANOVA satu hala nilai kelembapan isi roti dalam ujian fizikokimia	123



BAB 1

Pengenalan

Roti merupakan satu makanan ruji untuk kebanyakan budaya di seluruh dunia. Ia merupakan satu makanan yang paling awal dihasilkan dan dimakan oleh manusia. Roti yang difermentasikan pertama dihasilkan oleh orang Mesir lebih daripada 5000 tahun yang lepas. Roti biasanya dihasilkan dengan melembapkan, mengadun dan membakar adunan tepung atau mil. Ciri-ciri roti yang diperbuat daripada tepung gandum adalah berkaitan dengan kehadiran dan sifat gluten. Gluten adalah protein yang terhidrat dalam gandum. Gluten membantu dalam pembentukan sifat elastik dan keregangan filem dalam doh di mana doh itu boleh diregangkan dan mampu untuk mengekalkan gas di dalamnya. Kandungan gas ini adalah daripada udara yang dimasukkan semasa proses percampuran serta gas karbon dioksida daripada tindakan fermentasi yis terhadap sukrosa.

Roti boleh dikategorikan sebagai roti dinaikkan dan roti tidak dinaikkan. Roti dinaikkan diperbuat daripada doh yang mengandungi agen penaik. Agen ini merupakan yis dan serbuk penaik yang terdiri daripada natrium bikarbonat dan asid. Roti yang melalui proses kenaikan atau pengembangan isipadu oleh gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh fermentasi yis atau serbuk penaik. Roti tidak dinaikkan diperbuat tanpa menggunakan sebarang agen penghasilan gas dan proses pembuatan roti ini tidak akan melalui sebarang proses fermentasi. Roti jenis ini biasanya adalah lebih mampat dan tumpat. Dengan itu, roti tidak dinaikkan juga dikenali sebagai roti *fit*.

Roti juga boleh diklasifikasikan sebagai roti yis atau roti segera. Bagi roti yis, doh itu memerlukan proses pemerapan dan pembakaran pada suhu dan kelembapan yang terkawal. Keadaan ini membenarkan yis untuk melalui proses fermentasi pada kadar maksimum. Proses fermentasi akan membantu dalam



peningkatan isipadu roti. Roti yis merangkumi roti putih, roti perang dan roti gandum penuh. Roti segera dihasilkan dengan mencampurkan bahan ramuan dan seterusnya dibakar dengan segera tanpa melalui proses pemerapan. Dengan itu, roti jenis ini dikenali sebagai roti segera. Roti segera boleh dihasilkan dengan atau tanpa serbuk penaik. Apabila serbuk penaik tidak digunakan, roti tersebut masih boleh mengembang dengan bantuan stim tetapi untuk kadar yang tertentu sahaja (Hui *et al.*, 2006).

Produk gandum tulen seperti roti gandum tulen dianggap sebagai produk yang lebih berkhasiat dan semula jadi dan banyak dimakan di kalangan pengguna (Claupein *et al.*, 2007). Di dalam roti gandum tulen, ia dikategorikan sebagai makanan fungsian dengan kehadiran serabut diet, vitamin dan mineral dan kompaun fenolik di dalamnya. Kandungan protein dan lemak juga didapati di dalam roti gandum tulen di mana ia mengandungi kehadiran germa. Roti gandum tulen merupakan sumber serabut diet yang baik dan peningkatan pengambilan roti ini membantu pengguna dalam memenuhi pengambilan rujukan serabut diet pemakanan dalam rutin harian (Gordon and Wrigley, 2004).

Hampas kelapa merupakan satu produk sampingan yang dihasilkan daripada industri pemprosesan santan kelapa. Hampas kelapa merupakan partikel pepejal yang terkumpul selepas pengekstrakan santan kelapa daripada isi kelapa yang sudah dikisarkan. Hampas kelapa merangkumi kira-kira 40% daripada isi kelapa yang segar dan ia mempunyai harga pemasaran yang rendah. Hampas kelapa juga dikenali sebagai *sapal* dan ia biasanya dijadikan sebagai bahan mentah utama dalam pemprosesan tepung kelapa, *nata de coco* dan jem kelapa. *Sapal* mengandungi kuantiti minyak kira-kira 35-45% dalam keadaan kering, berdasarkan keefektifan mesin pengekstrakan (Tey *et al.*, 1995).

Pemakanan produk bijirin berasaskan serabut diet dapat membantu dalam pengaturkawasan fungsi kolon. Serabut diet membantu dalam pengawalan diabetes dengan mengurangkan penyerapan komponen diet glycaemik. Ia juga dapat mengurangkan ciri penyakit kolon. Diet yang kaya dengan serabut juga boleh menyumbangkan kepada kesan perlindungan terhadap kanser kolon. Kesan positif

daripada pemakanan serabut telah menjadi satu isu yang diminati ramai dalam menambahkan kandungan serabut ke dalam pelbagai makanan dan sumber serabut yang digunakan untuk pemprosesan makanan berserat tinggi telah meluas dalam masyarakat (Cauvain, 2005).

Penggunaan hampas kelapa mempunyai potensi untuk digunakan dalam penghasilan produk bakeri. Hampas kelapa yang diperolehi daripada industri kelapa biasanya dijadikan kepada makanan haiwan atau diambil kira sebagai bahan buangan. Oleh itu, aplikasi penggunaan hampas kelapa dapat membantu mengelakkan pembaziran sumber. Selain itu, hampas kelapa digunakan untuk dijadikan sebagai satu alternatif penggunaan serabut dalam pembuatan roti berserat tinggi. Penghasilan roti yang berasaskan hampas kelapa boleh membantu dalam mempelbagaikan jenis roti berserat tinggi dalam pasaran. Antara objektif kajian ini adalah:

1. Memperoleh formulasi terbaik roti dengan hampas kelapa melalui ujian sensori.
2. Menjalankan analisis kimia (kandungan kelembapan, abu, protein, lemak, jumlah serabut pemakanan dan karbohidrat) dalam produk roti dengan hampas kelapa.
3. Menentukan tempoh hayat penyimpanan roti dengan hampas kelapa melalui ujian perubahan sifat fizikokimia, ujian sensori dan ujian mikrobiologi.
4. Menentukan penerimaan pengguna terhadap produk roti dengan hampas kelapa melalui ujian pengguna.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Roti

Roti adalah satu sumber makanan yang berprotein dan berkarbohidrat tinggi (Mohd. Hamim *et al.*, 1997). Menurut Akta Makanan dan Peraturan-peraturan 1983, produk roti dihasilkan melalui proses pembakaran doh naikan yis yang dihasilkan daripada tepung gandum atau mil, ataupun kombinasi kedua-dua tepung tersebut dengan percampuran yis dan air. Bahan pewarna, asid propionik seperti kalsium propionat dan natrium propionat boleh terkandung di dalam roti dalam kuantiti tidak melebihi 2000mg/kg sebagai bahan pengawet yang dibenarkan. Bahan kondisioner seperti ammonium klorida tidak boleh melebihi daripada 2500mg/kg daripada tepung gandum atau mil yang digunakan. Bahan pewarna juga dibenarkan dan roti tidak boleh mengandungi lebih daripada 45% air. Selain itu, roti gandum tulen dihasilkan dengan menggunakan doh naikan yis yang disediakan daripada tepung gandum tulen dan air, ataupun kombinasi tepung gandum tulen dengan tepung gandum dengan air (Peraturan dan Akta Makanan, 2006).

2.2 Jenis-jenis produk roti

Produk roti terdiri daripada produk doh kenyal, doh kaya (*rich dough*) dan doh yis *rolled-in*. Doh yang kenyal adalah rendah dalam lemak dan gula. Doh kenyal boleh dibahagikan kepada tiga jenis berdasarkan kandungan lemak dan gula di dalam produk itu. Jenis yang pertama adalah roti yang berkerak keras serta *roll* yang merangkumi roti Perancis dan Itali, *Kraiser roll* serta pizza. Jenis kedua merangkumi roti dan *roll* lembut adalah seperti roti putih dan gandum tulen (*wholemeal*) serta *dinner roll*. Produk ini mengandungi kandungan lemak dan gula yang lebih tinggi dan kadang-kala mengandungi telur dan pepejal susu. Jenis ketiga adalah roti yang dihasilkan dengan bijirin lain termasuk roti rai.

Doh yang kaya (*rich dough*) mengandungi kandungan lemak, gula atau juga telur yang lebih tinggi berbanding produk doh kenyal. Produk doh kaya merangkumi roti dan *roll* tidak manis yang merangkumi *dinner roll* dan *brioche*s yang kaya dengan lemak tetapi mempunyai kandungan gula yang rendah. *Roll* atau ban manis yang terdiri kek kopi serta *roll* minum petang dan sarapan pagi yang mengandungi kandungan lemak dan gula yang tinggi dan mempunyai isian yang manis.

Doh *rolled-in* diperbuat dengan penambahan lemak dalam bentuk lapisan yang banyak dengan menggunakan teknik penggulungan dan perlipatan. Lapisan lemak dan doh bertindih antara satu sama lain dibentuk untuk menghasilkan tekstur rapuh. Doh *rolled-in* tidak manis seperti *croissant* dan doh *rolled-in* manis seperti pastry *Danish* merupakan dua jenis roti utama yang dihasilkan.

Produk doh khas merangkumi roti yang digorengkan seperti donut serta roti yang dikukuskan seperti roti span. Perbezaan antara kedua-dua jenis roti ini adalah kaedah pemanasan yang digunakan (Hui *et al.*, 2006).

2.3 Teknik pemprosesan doh

Keunikan roti yang dihasilkan adalah bukan hanya bergantung kepada bahan ramuan dan peralatan yang digunakan, tetapi juga teknik pemprosesan yang diaplikasikan untuk pembuatan doh (Moore, 2004). Teknik-teknik pemprosesan yang paling popular digunakan adalah kaedah adun terus, kaedah doh-span dan kaedah penggaulan selanjar. Penggunaan teknik pemprosesan ini adalah berlainan antara satu sama lain dari segi tekstur doh dan jangka hayat penyimpanannya (Prejeans, 2002).

2.3.1 Kaedah adun terus

Kaedah adun terus merupakan teknik yang paling mudah dan biasa digunakan. Di dalam kaedah ini, kesemua bahan ramuan dimasukkan ke dalam mangkuk percampuran mengikut aturan dan dicampurkan dengan sebatl untuk membentuk doh dan diikuti dengan proses fermentasi, pembahagian dan pembentukan, pemerapan terakhir dan pembakaran. Kaedah ini boleh dibahagikan

kepada dua jenis iaitu doh terus dan doh tanpa masa mengikut tempoh masa fermentasi yang diperlukan. Doh dihasilkan dengan mencampurkan kesemua bahan ramuan yang kering seperti tepung, gula, tepung susu, pembaik roti dan yis ke dalam mangkuk dan dicampurkan dengan sebatl pada kelajuan yang perlahan. Kemudian, bahan ramuan basah seperti air, telur dan sebagainya dimasukkan dan proses penggaulan diteruskan. Selepas kesemua bahan ramuan digaulkan dengan sebatl, kelajuan penggaulan ditingkatkan kepada kelajuan sederhana dan penggaulan diteruskan lagi sehingga doh mencapai fasa pengembangan. Lemak dan minyak ditambahkan dan dikacaukan lagi sehingga doh sudah melalui proses percampuran dengan sepenuhnya.

Doh hanya melalui proses percampuran untuk satu kali sahaja. Suhu yang sesuai untuk percampuran doh adalah pada 26-28°C dan suhu fermentasi adalah 27°C dengan kelembapan relatif sebanyak 75% dan tempoh masa fermentasi adalah 1.5-3 jam. Tempoh masa fermentasi adalah bergantung kepada jumlah yis dan suhu yang digunakan. Kuantiti yis dan suhu yang lebih tinggi akan mempercepatkan masa fermentasi. Proses fermentasi memerlukan langkah menumbuk doh. Langkah ini adalah bertujuan untuk menyeragamkan suhu dan fermentasi doh. Pelepasan gas karbon dioksida dan alkohol melalui tindakan penumbukan akan memasukkan lebih oksigen yang diperlukan untuk memperbaiki fungsi fermentasi, mempercepatkan pengembangan gluten dan meningkatkan keupayaan pengekaln gas di dalam doh (Hui *et al.*, 2006). Selepas itu, doh diperap untuk 20-30minit sebelum doh boleh dibentuk. Kandungan peratusan yis yang lebih tinggi adalah diperlukan untuk mengekalkan dan mengimbangkan kadar proses fermentasi yang dijalankan (Prejeans, 2002).

2.3.2 Kaedah doh segera

Menurut Hui *et al.* (2006), pembuatan roti dilakukan dengan kadar yang cepat di mana tempoh masa fermentasi adalah paling singkat. Kaedah ini boleh dipraktikkan apabila kuantiti roti yang besar perlu dihasilkan dalam masa yang singkat. Roti yang dihasilkan melalui kaedah ini mempunyai tekstur yang lebih mampat dan kasar akibat fermentasi yang tidak mencukupi dan roti tersebut akan mempunyai hayat penyimpanan yang pendek. Kuantiti yis yang besar digunakan dalam kaedah

ini untuk memendekkan masa fermentasi. Kuantiti yis adalah dua kali ganda kuantiti yang digunakan di dalam kaedah adunan terus. Tambahan pula, L-cysteine boleh ditambahkan untuk mempercepatkan kematangan gluten serta enzim dan agen pengoksidaan ditambahkan untuk mengatasi masalah isipadu yang kecil dan tekstur roti yang kurang baik yang dihasilkan melalui kaedah ini. Alat pengadun yang mempunyai kelajuan tinggi digunakan untuk melembutkan gluten dan masa fermentasi dipendekkan. Suhu doh yang digaulkan adalah lebih tinggi daripada kaedah adunan terus iaitu pada 28-29°C. Doh perlu diperap pada suhu fermentasi 30°C dan kelembapan relatif 75-80% untuk 15-40minit.

2.3.3 Kaedah doh-span

Dua peringkat fermentasi yang berbeza digunakan untuk kaedah doh span. Pada peringkat pertama, separuh bahan ramuan seperti tepung dan air dengan yis dicampurkan bersama dan kemudian diperap untuk 4-6 jam untuk menghasilkan span. Langkah seterusnya adalah untuk menggaulkan span dengan air, tepung susu, garam, gula dan lemak serta minyak untuk menghasilkan satu doh yang baru yang dikenali sebagai doh-span (Prejeans, 2002).

Sebahagian tepung, air dan yis digaulkan terlebih dahulu untuk menghasilkan span atau pra-doh pada suhu 25°C. Apabila span sudah habis difermentasikan selama 4-6 jam, ia digaulkan dengan baki tepung, air dan bahan ramuan yang lain untuk menghasilkan doh span tpada suhu 26-28°C. Doh-span akan diperap untuk 15-20 minit. Selepas itu, doh dibahagikan, dibentuk dan diperap sekali lagi untuk kali terakhir dan dibakar. Kaedah ini membenarkan penggunaan campuran tepung yang kuat dengan lemah. Tepung yang kuat digunakan untuk menghasilkan span manakala tepung lemah digunakan untuk pembentukan doh-span. Yis yang digunakan dengan 1/4 kepada 1/3 bahagian tepung dan air untuk membentuk pra-doh yang lembut dan suam: Dengan itu, doh akan mengembang dengan lebih baik dan membantu dalam menyesuaikan yis untuk menjalankan aktiviti fermentasi.

Kebaikan kaedah ini membenarkan variasi di dalam proses operasi pembuatan roti dan memperbaiki isipadu, tekstur dan hayat penyimpanan roti. Tambahan pula, masa fermentasi yang lebih panjang akan memperbaiki aroma roti. Doh-span yang dihasilkan adalah lebih bertahan terhadap proses fermentasi yang terlampau. Kuantiti yis yang digunakan adalah lebih rendah daripada kaedah lain.

Keburukan penggunaan kaedah ini adalah ia memerlukan masa fermentasi yang lebih panjang berbanding dengan kaedah adun terus dan adalah lebih sukar untuk dikawal. Selain itu, doh-span yang dihasilkan adalah terlalu teguh lalu menyebabkan proses pengulian, pembahagian dan pembentukan sukar untuk dilakukan (Jeukins, 1975; Collado-Fernandez, 2003).

2.3.4 Kaedah penggaulan selanjar

Cecair pra-fermentasi dihasilkan dengan penggaulan pada kelajuan yang tinggi untuk memastikan aroma yang dikehendaki dihasilkan di dalam produk akhir roti. Ia merupakan larutan yang mengandungi kesemua bahan ramuan seperti gula, yis dan air kecuali tepung dan lemak. Campuran bahan ramuan tersebut dimasukkan ke dalam tangki di mana proses fermentasi yang dijalankan untuk 1-4 jam pada suhu 30-32°C. Cecair pra-fermentasi ini kemudian akan disejukkan pada 4°C dan ia boleh disimpan untuk jangka masa yang panjang. Semasa proses fermentasi, nilai pH akan menurun dan tepung soya dan tepung susu akan ditambahkan. Fasa kedua melibatkan penggaulan cecair pra-fermentasi dengan tepung, lemak dan agen pengoksidaan untuk 30-60 saat dan kemudian campuran ini akan dipindahkan ke dalam tangki penggaulan yang lain untuk pembentukan doh. Doh akan dipamkan keluar ke dalam acuan.

Antara kebaikan yang diperoleh daripada proses ini adalah roti yang dihasilkan mempunyai struktur serdak yang sangat lembut dengan kulit roti yang nipis. Selain itu, kaedah ini memerlukan masa yang lebih pendek semasa fermentasi secara pukal berbanding dengan kaedah yang lain. Keburukan kaedah ini adalah rasa roti yang dihasilkan adalah berbeza daripada roti yang dihasilkan melalui kaedah doh-span. (Collado-Fernandez, 2003).

2.4 Proses pembuatan roti

2.4.1 Percampuran bahan

Percampuran doh mengandungi beberapa objektif iaitu untuk mengadunkan kesemua bahan ramuan dengan sekata, melembapkan bahan ramuan yang kering serta untuk tujuan pembentukan gluten. Pembentukan gluten memerlukan tenaga untuk mencampurkan air dengan tepung gandum. Tindakan percampuran ini perlu dilakukan dengan perlahan-lahan untuk membentuk doh yang sekata dan stabil (Amendola and Rees, 2003). Langkah ini membantu dalam memperbaiki kualiti pengendalian doh dalam pembuatan roti. Tepung akan dilembapkan dengan sepenuhnya dan gluten akan mula dibentuk. Enzim proteolitik di dalam tepung akan mula menyusun struktur gluten kepada bentuk yang lebih kuat dan tersusun (Hui *et al.*, 2006).

Terdapat beberapa fasa yang akan berlaku semasa proses percampuran. Antaranya adalah fasa pengumpulan atau *pick up* di mana doh adalah lekit, sejuk dan berketulan. Kemudian, doh akan menjadi lebih panas, licin dan kering semasa fasa pembangunan awal. Fasa pembersihan atau *clean up* berlaku apabila doh mencapai keteguhan maksimum dan ketulan atau kepingan doh akan menyatu dan membentuk satu jisim yang mampat. Warna kuning doh akan bertukar menjadi lebih putih berkrim. Dalam fasa pembangunan terakhir, doh akan mencapai suhu yang sesuai dan mempunyai kualiti pengulian yang baik. Filem gluten boleh dibentuk dengan mudah dengan meregangkan sekeping doh.

Fasa *let down* adalah di mana doh adalah terlalu panas dan ia menjadi lekit, tidak kenyal dan sukar untuk dibentuk. Doh akan menjadi cair dalam fasa kerosakan atau *breakdown*. Tempoh masa percampuran dipengaruhi oleh beberapa faktor iaitu kelajuan alat mesin pencampur, saiz doh, suhu doh, kualiti tepung, keupayaan doh untuk menyerap air, kuantiti dan jenis agen penurunan dan pengoksidaan serta kuantiti pepejal susu yang digunakan. Kuantiti lemak yang digunakan juga boleh mempengaruhi masa percampuran. Semakin banyak lemak yang digunakan, semakin panjang tempoh masa percampuran yang diperlukan. Selain itu, bahan ramuan kering bersaing untuk penyerapan air. Kuantiti bahan

ramuan kering yang tinggi akan memanjangkan tempoh masa pencampuran kerana air adalah tidak mencukupi untuk pembentukan gluten (Amendola and Rees, 2003).

2.4.2 Proses pengulian doh

Menurut Collado-Fernandez (2003), pengulian doh meliputi percampuran bahan ramuan dengan lebih lengkap. Gluten dan kanji menjadi lebih lembap manakala bahan ramuan yang lain akan terlarut di dalam air. Proses pengulian boleh dilakukan sama ada dengan mesin pengadun atau dengan tangan. Tenaga mekanikal yang dihasilkan semasa tindakan pengulian akan membantu dalam pembentukan gluten serta untuk menghasilkan doh yang mengandungi sifat reologi yang baik dari segi viskositi, kekenyalan, keregangannya dan pengekalannya gelembung udara.

Apabila tepung gandum dicampurkan dengan air dan diuli, glutenin dan protein gliadin akan berinteraksi dengan air untuk membentuk kepingan filem yang kenyal dan kuat yang dikenali sebagai gluten. Udara dan gas yang dihasilkan oleh yis akan diperangkap lalu menyebabkan doh mengembang. Selain itu, proses pengulian membantu dalam mencampurkan sel yis dengan lebih sebatian dan sekata di dalam doh. Apabila gula digunakan oleh yis, satu cecair yang mengandungi alkohol dan karbon dioksida akan dihasilkan. Karbon dioksida yang dibebaskan akan berinteraksi dengan gelembung udara dan ini akan membesarkan saiz gelembung udara. Tambahan pula, kandungan protein menentukan kuantiti air yang boleh diserap. Semakin tinggi kuantiti protein, semakin banyak air yang boleh diserap. Dalam pembuatan roti, tepung berprotein tinggi dan kuantiti air yang banyak digunakan memerlukan masa pengulian yang lebih lama. Hal ini boleh diatasi dengan menguli pada kelajuan yang lebih tinggi, maka masa fermentasi boleh dikurangkan. Doh yang terlebih diuli akan menyebabkan rangkaian gluten menjadi rosak akibat penggunaan tekanan yang melampau. Dengan itu, doh akan terurai kepada jisim yang berair dan lembik (Amendola and Rees, 2003).

Unit alat pengadun menggunakan tindakan *planetary* semasa proses pengulian. Tangkai doh bergerak di dalam mangkuk pengadun sambil membentuk gluten di mana doh diuli secara berulang-ulang kali pada permukaan mangkuk

Rujukan

- Abdullah, A. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM).
- Amendola, J. and Rees, N. 2003. *Understanding Baking: The Art and Science of Baking*. (3rd edition). New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M. and Roessler, E. B. 1965. *Principles of sensory evaluation of food*. New York: Academic Press.
- Asp, N. G., Van Amelsvoort, J. M. M. and Hautvast, J. G. A. J. 1996. Nutritional implication of resistant starch. *Nutr Res Rev.* **9** : 1–31.
- Auffret, A., Ralet, M. C., Guillon, F., Barry, J. L. and Thibault, J. F. 1994. Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibres. *Lebensm Wiss U Technol.* **27** : 166-172.
- Bailey, C. P. and von Holy, A. 1993. *Bacillus* spore contamination associated with commercial bread manufacture. *Food Microbial.* **10** : 287-294.
- Barham, P. 2001. *The Science of Cooking*. United Kingdom: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Cadden, A. M. 1987. Comparative effect of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers. *Journal of Food Science.* **52** : 1595–1599.
- Camire, M. E. 1999. Chemical and physical modification of dietary fibre. In Cho, S. S., Prosky, L. and Dreher, M. (eds) *Complex Carbohydrates in Foods*. New York : Marcel Dekker.
- Cauvain, S. P. 2005. *Bread Making: Improving Quality*. North America : Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Cauvain, S. and Young, L. 2001. *Baking Problems Solved*. Boca Raton : Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Claupein, E., Saba, A. and Shepherd, R. 2007. Consumers' beliefs about whole and refined grain products in the UK, Italy and Finland. *Journal of Cereal Science.* **46** : 197–206.
- Cochran, W. G. and Cox, G. M. 1957. *Experimental Designs*. (2nd edition). New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Collado-Fernandez, M. 2003. *Breadmaking Processes*. New York: Elsevier Ltd.
- Collar, C., Santos, E., Rosell and C. M. 2007. Assessment of the rheological profile of fibre-enriched bread doughs by response surface methodology. *Journal of Food Engineering.* **78**(3) : 820-826.

- Cox, B. and Whitman, J. 1982. *Cooking Techniques: How To Do Anything A Recipe Tells You To Do*. London: Mac Donald Co.
- Doerry, W. T. 1995. *Baking Technology: Breadmaking*. America: Kansas Institute of Baking.
- Egan, H., Kirk, R. S. and Sawyer, R. 1981. *Pearson's Chemical Analysis of Foods*. (8th edition). New York: Churchill Livingstone of Longman Group Limited.
- Farber, J. M. 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology: A review. *Journal of Food Protection*. **54** : 58-70.
- Farmiloe, F. J., Cornford, S. J., Coppock, J. B. M. and Ingram, M. 1954. The survival of *Bacillus subtilis* spores in the baking of bread. *Journal of Science Food Agriculture*. **5** : 292-304.
- Fennema, O. R. 1996. *Food Chemistry*. (3rd edition). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Fisher, E. A. and Halton, P. 1928. A study of rope in bread. *Cereal Chem*. **5** : 192-208.
- Gan, Z., Galliard, T., Ellis, P. R., Angold, R. E. and Vaughan, J. G. Effect of the outer bran layers on the loaf volume of wheat bread. *Journal of Cereal Science*. **15** : 151-163.
- Gomez, M., Ronda, F., Blanco, A. C., Pedro, A. C. and Apesteguia, A. 2003. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *Eur. Food Res Technol*. **216** : 51-56.
- Gonzales, D. N. and Tanchuco, R. H. 1976. *Studies on the preparation and utilization of coconut protein isolates (CPI)*. Kuala Lumpur : ASEAN Workshop.
- Gordon, D. T. and Wrigley, C. 2004. Whole-Grain Versus Refined Products. In Marquat, L., Jacobs, D. R., Mc Intosh, G. H., Poutanen, K. and Reicks, M. (eds) *Whole Grains and Health*. New York : Elsevier Ltd.
- Hansen, L. M. and Setser, C. S. 1990. Texture evaluation of baked products using descriptive sensory analysis. In Faridi H. A. and Faubion J. M. (eds) *Dough Rheology and Baked Products Texture*. New York : AVI-Van Nostrand Reinhold.
- Haseborg, E. and Himmelstein, A. 1988. Quality problems with high-fiber breads solved by use of hemicellulase enzymes. *Cereal Foods World*. **33**(5) : 419-422.
- Hodge, J. E. 1967. Nonenzymatic browning reactions. In Schultz, H. W., Day, E. A. and Libbey, L. M. (eds) *The Chemistry and Physiology of Flavors*. Westport : CT Avi Publishing Co.

- Hu, G., Huang, S., Cao, S. and Ma, Z. 2009. Effect of enrichment with hemicelluloses from rice bran on chemical and functional properties of bread. *Food Chemistry*. **115** : 839-849.
- Hui, Y. H. 1992. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. New York : Wiley-Interscience Publication.
- Hui, Y. H., Corke, H., Leyn, I. D., Nip, W. K. and Cross, N. 2006. *Bakery Products*. (1st Edition). Blackwell Publishing Professional : Blackwell Publishing.
- Idris, Z. 2005. *Manual teknologi penghasilan produk bakeri*. Serdang: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Jamal Khair Hashim dan Noraini Dato' Mohd Othman. 1997. *Bahan Kimia Dalam Makanan Kita*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa and Pustaka.
- Kenny, S., Wehrle, K., Dennehy, T., Arendt, E. 1999. Correlations between empirical and fundamental rheology measurements and baking performance of frozen bread dough. *Cereal Chemistry*. **76** : 421-425.
- Kirschner, L. M., Collins, N. E. and von Holy, A. 1990. Slime formation by rope-inducing *Bacillus subtilis*. *Electron Microsc. Sot. Southern Africa*. **20** : 135-136.
- Kirschner, L. M. and Von Holy, A. 1989. Rope spoilage of bread. *South African Journal of Science*. **85** : 425-427.
- Kulp, K. 1993. Enzymes as dough improvers. In Kamel, B. S. and Stauffer, A. (eds) *Advances in Baking Technology*. Glasgow : Blackie Academic and Professional.
- Lai, C. S., Hosney, R. C. and Davis, A. B. 1989. Effects of wheat bran in breadmaking. *Cereal Chemistry*. **66**(3) : 217-219.
- Larrauri, J. A. 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends Food Science and Technology*. **10** : 3-8.
- Laurikainen, T., Harkonen, H., Autio, K. and Poutanen, K. Effects of enzymes in fibre-enriched-baking. *Journal of Science of Food and Agriculture*. **76** : 239-249.
- Legan, J. D. 1993. Mould spoilage of bread: The problem and some solutions. *Int Biodet and Biodeg*. **32** : 35-53.
- Legan, J. D. and Voysey, P. A. 1991. Yeast spoilage of bakery products and ingredients. *Journal of Applied Bacteriology*. **70** : 361-371.

- Linden, G. 2000. *Analytical Techniques For Foods and Agriculture Products*. France: University Nancy.
- Lombard, I. A., Weinert, G., Minnaar, A. and Taylor, J. R. N. 1999. *Preservation of South African Steamed Bread Using Hurdle Technology*. London: Academic Press.
- Mannie, E. 2000. *Newest nutrient: Baking and snack*. London: John Wiley and Sons.
- Margerat, M. W. 1997. *Foods: Experimental Perspectives*. (2nd edition). New York : Macmillan Publishing Company.
- Marston, P. E. and Wannan, T. L. 1976. Bread baking: The transformation from dough to bread. *Bakers Digest*. **50**(4): 24-28.
- Matz S. A. 1989. *Bakery Technology and Engineering*. (2nd edition). Westport : CT Avi Publishing Co.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. (3rd edition). Boca Raton: CRC Press.
- Mohd. Hamim Abdullah, Noraini Dato' Mohd Othman dan Baharuddin Salleh. 1997. *Pengenalan Kepada Pemakanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Mohd. Nordin Mohd. Som. 1977. *Canning of coconut milk: Food Technology Division Report No. 136*. Serdang: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Moss, R. 1989. Wholemeal bread quality-processing and ingredient interactions. *Food Australia*. **41** : 694-697.
- Naim, S. H. dan Baba, R. 1985. Hasil-hasil protein daripada kelapa. *Teknologi Makanan*. **4**(2) : 88-93.
- Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM).
- Ofomaja, A. E. and Ho, Y. S. 2007. Effect of pH on cadmium biosorption by coconut copra meal. *Journal of Hazardous Materials*. **139** : 356-362.
- Park, H., Seib, P. A. and Chung, O. K. 1997. Fortifying bread with a mixture of wheat fiber and psyllium husk fiber plus three antioxidants. *Cereal Chemistry*. **74**(3) : 207-211.
- Patkar, K. L., Usha, C. M., Shetty, N. S., Paster, N. and Lacey, J. 1993. Effect of spice essential oils on growth and aflatoxin B1 production by *Aspergillus flavus*. *Letters in Applied Microbiology*. **17** : 49-61.

- Piggott, J. R. 1998. Sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*. **33** : 7-18
- Pomeranz, Y. and Meloan, C. E. 1997. *Food Analysis Theory and Practice*. (3rd edition). New York : International Thomson Publishing Inc.
- Pomeranz, Y., Shogren, M. D., Finney, K. F. and Bechtel, D. B. 1987. Fiber in breadmaking: Effects on functional properties. *Cereal Chemistry*. **54**(1) : 25-41.
- Quintavalla, S. and Paroli, G. 1993. Effects of temperature, a_w and pH on the growth of *Bacillus cells* and spores: A response surface methodology study. *International Journal of Food Microbial*. **19** : 207-216.
- Ragab, M. H. H. 1977. *Development of New Food Products: Food Technology Division Report No. 60*. Serdang: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Raghavendra, S. N., Ramachanda Swamy, S. R., Rastogi, N.K., Raghavarao, K. S. M. S., Kumar, S. and Tharanathan, R. N. 2006. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*. **72** : 281-286.
- Raghavendra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S. and Tharanathan, R. N. 2004. Dietary fiber from coconut residue: Effects of different treatments and particle size on the hydration properties. *European Food Research Technology*. **218** : 563-567.
- Rocken, W. and Voysey, P. 1993. The prevention of rope in wheat bread using sour dough. In Benedito de Barber, C., Collar, C., Martinez Anaya, M. A. and Morel, J. (eds) *Proceedings of the 7th European Conference on Food Chemistry*. Valencia : IATA, CSIC.
- Rodrigue, N., Guillet, M., Fortin, J. and Martin, J. 2000. Comparing information obtained from ranking and descriptive tests of four sweet corn products. *Journal of Quality and Preference*. **11** (1-2) : 47-54.
- Roessler, P. F. and Ballenguer, M. C. 1996. Contamination of an unpreserved semisoft baked cookie with a xerophilic *Aspergillus* species. *Journal of Food Protein*. **59** : 1055-1060.
- Rosell, C. M., Santos, E., Sanz Penella, J. M. and Haros, M. 2009. Wholemeal wheat bread: A comparison of different breadmaking processes and fungal phytase addition. *Journal of Cereal Science*. **50** : 272-277.
- Rosenkvist, H. and Hansen, A. 1993. Quality problems in bread caused by *Bacillus spp.* In Aalto-Kaarlehto, T. and Salovara, H. (eds) *Proceedings of the 25th Nordic Cereal Congress*. Helsinki : Finnish Society of Cereal Technology.

- Ryden, P. and Robertson, J. A. 1995. The effect of fibre source and fermentation on the apparent hydrophobic binding properties of wheat bran in preparations for the mutagen 2-amino-3, 8-dimethylimidazol 4, 5-F quinoxaline (MEIQX). *Carcinogenesis*. **16** : 209–216.
- Sanders, S. W. 1991. Using prune juice concentrate in whole wheat bread and other bakery products. *Cereal Food World*. **36** : 280–283.
- Sangnark, A. and Noomhorm, A. 2004. Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. *Food Research International*. **37**(1) : 66-74.
- Sangnark, A. and Noomhorm, A. 2004. Effect of dietary fiber from sugarcane bagasse and sucrose ester on dough and bread properties. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. **37**(7) : 697-704.
- Sansstedt, R. M. 1961. The function of starch in the baking of bread. *Cereal Chem*. **35**(3) : 36-44.
- Seiler, D. A. L. 1986. Preservatives: Their present role in the breadmaking industry. *FMBRA Bulletin*. **3** : 119-125.
- Setser, C. S. 1996. Sensory Method. In Hebede, R. E. and Zobel, H. F. (eds) *Baked Goods Freshness*. London : Marcel Dekker, Inc.
- Smith, J. P. and Simpson, B. K. 1996. Modified Atmosphere Packaging. In Hebede, R. E. and Zobel, H. F. (eds) *Baked Goods Freshness*. London : Marcel Dekker, Inc.
- Sosulski, F. W. and Wu, K. K. 1988. High-fiber breads containing field pea hulls, wheat, corn, and wild oat brans. *Cereal Chemistry*. **65**(3) : 186–191.
- Spiller, G. A. 2000. *CRC Hand book of: Dietary fiber in human nutrition*. New York: CRC Press.
- Sugisawa, H. and Sudo, K. 1969. The thermal degradation of sugars: The initial products of browning reaction in glucose caramel. *Journal of Canadian Institute of Food Technology*. **1**(2) : 94-97.
- Svanberg, M., Suortti, T. and Nyman, M. 1997. Effects of processing on physicochemical properties of dietary fibre in carrots. In Guillon, F., Abraham, G., Amado, R., Andersson, H., Asp, N. G., Bach Knudsen, K. E., Champ, M. and Robertson, J. A. (eds) *Plant Polysaccharides in Human Nutrition: Structure, Function, Digestive Fate and Metabolic Effects*. Nantes : INRA.
- Tey, C. C., Osman, Y. and Goh, H. S. 1995. Industri kelapa di Malaysia- Satu tinjauan. *Teknologi Koko-Kelapa*. **11** : 37-46.

- Trinidad, P., Mallillin, A. C., Valdez, D. H., Loyola, A. S., Askali-Mercado, F. C., Castillo, J. C., Encabo, R. R., Maglaya, A. S. and Chua, M. T. 2006. Dietary fiber from coconut flour: A functional food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **7**(4) : 309-317.
- Trinidad, P., Valdez, D., Mallillin, A. C., Askali, F. C., Maglaya, A. S., Chua, M. T., Castillo, J. C., Loyola, A. S. and Masa, D. B. 2001. Coconut flour from residue: A good source of dietary fiber. *Indian Coconut Journal*. **7** : 45-50.
- Volavsek, P. J. A., Kirschner, L. M. and Von Holy, A. 1992. Accelerated methods to predict the rope inducing potential of bread raw materials. *South African Journal of Science*. **88**(2) : 99-102.
- Von Holy, A. and Allan, C. 1990. Current perspectives on rope in bread. In Smith, M. F., Kort, M. J., Clarke, I. R. and Bush, P. B. (eds) *Proceedings of the Second National Bakery Symposium*. Durban : Technikon Natal Printers.
- Waisundara, V. Y., Perera, C. O. and Barlow, P. J. 2007. Effect of different pre-treatments of fresh coconut kernels on some of the quality attributes of the coconut milk extracted. *Food Chemistry*. **101**(2) : 771-777.
- Wakeling, I. A. and Buck, D. 2001. Balanced incomplete block designs useful for consumer experimentation. *Food Quality and Preference*. **12** : 265-268.
- Wang, J., Rosell, C. M. and Barber, C. B. 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*. **79**(2) : 221-226.
- Williams, A. and Pullen, G. 1998. Functional ingredients. In Cauvain, S. P. and Young, L. S. (eds) *Technology of Breadmaking*. London : Blackie Academic and Professional.
- Yasunaga, T., Bushuk, W., Irvine, G. N. 1968. Gelatinization of starch during bread-baking. *Cereal Chemistry*. **45** : 269-273.