

KESAN PENAMBAHAN SERBUK BAMBANGAN KE ATAS REOLOGI DOH DAN KUALITI ROTI

WONG CHIU YEN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2012



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KESAN PENAMBAHAN SERBUK BAMBANGAN KE ATAS REOLOGI DOH
DAN KUALITI ROTI

IAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN

SESI PENGAJIAN: 2008/2012

Saya WONG CHIU YEN

(HURUF BESAR)

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

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

☐

SULIT

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

☐

TERHAD

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

☒

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: Peti surat No. 60018,
91010 Tawau, Sabah

Dr. Hasnadi Mamat

Nama Penyelia

Tarikh: 3/7/2012

Tarikh: 3/7/2012

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).

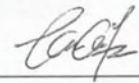


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

21 Mei 2012



Wong Chiu Yen

BN08110041

PENGESAHAN

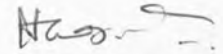
NAMA : **WONG CHIU YEN**
NO. MATRIK : **BN08110041**
TAJUK : **KESAN PENAMBAHAN SERBUK BAMBANGAN KE ATAS
REOLOGI DOH DAN KUALITI ROTI**
IJAZAH : **IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN
KEPUJIAN TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES**
TARIKH VIVA : **21 JUN 2012**

DISAHKAN OLEH

TANDATANGAN

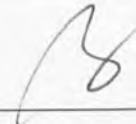
1. PENYELIA

Dr. Hasmadi Mamat



2. PEMERIKSA PERTAMA

Dr. Lee Jau Shya



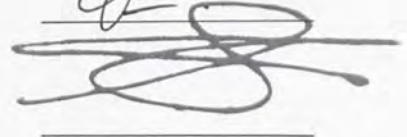
3. PEMERIKSA KEDUA

Dr. Noorakmar Ab. Wahab



4. DEKAN

Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani



PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Hasmadi Mamat kerana memberi bimbingan dan nasihat kepada saya untuk menyiapkan thesis ini. Saya ingin berterima kasih atas kesudian beliau meluangkan masa untuk perbincangan dari semasa ke semasa dan memberi banyak galakan sepanjang tempoh thesis ini berjalan. Saya juga ingin berterima kasih kepada pihak Sekolah Sains Makanan Dan Pemakanan (SSMP) kerana memberikan perkhidmatan dan peralatan untuk pelaksanaan kerja-kerja makmal. Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada ahli keluarga yang sentiasa memberi dorongan, semangat dan bantuan kepada saya untuk menyempurnakan thesis ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih turut disampaikan kepada para pensyarah dan rakan sekursus yang banyak memberi bantuan dan tunjuk ajar kepada saya.

Abstrak

Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kesan penambahan serbuk bambangan ke atas sifat-sifat reologi doh dan kualiti roti. Sifat-sifat reologi doh ditentukan melalui ujian farinograf dan analisis profil tekstur (TPA) manakala kualiti roti ditentukan melalui ujian warna, isipadu roti, penilaian sensori dan juga TPA. Ujian ke atas kualiti tepung turut dijalankan. Ujian farinograf menunjukkan peratus penyerapan air meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Ciri pemprosesan tepung dan roti menunjukkan penambahan serbuk bambangan mempengaruhi nilai puncak kelikatan, *holding strength*, *breakdown*, kelikatan akhir dan *setback*. Keputusan TPA doh menunjukkan kekerasan, kebergetahan dan kekunyahan doh berkurang secara signifikan ($p < 0.05$) tetapi kelekatan doh bertambah secara signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Kekerasan, kebergetahan dan kekunyahan roti menunjukkan perbezaan yang signifikan ($P < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Penambahan serbuk bambangan tidak menunjukkan kesan yang signifikan ($p > 0.05$) untuk melambatkan pertumbuhan kekerasan isi roti akibat *staling*. Ujian fizikal menunjukkan ketumpatan roti meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Nilai L^* bertambah untuk kulit roti tetapi berkurang untuk isi roti dengan penambahan serbuk bambangan. Nilai b^* bagi kulit dan isi roti masing-masing menunjukkan peningkatan yang signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Keputusan penilaian sensori skala hedonik menunjukkan roti dengan penambahan 2% serbuk bambangan merupakan formulasi yang terbaik dengan skor min yang tertinggi dalam atribut warna kulit, warna isi, rasa, tekstur kulit, kelembutan isi dan penerimaan keseluruhan. Kandungan kelembapan, abu, lemak dan serabut kasar bertambah secara signifikan ($P < 0.05$) dengan penambahan 2% serbuk bambangan. Roti dengan serbuk bambangan 1-4% mempunyai jangka hayat simpanan yang lebih lama, iaitu selama lima hari. Kesimpulannya, penambahan serbuk bambangan mempengaruhi sifat-sifat doh dan kualiti roti yang dihasilkan.

Abstrak

Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kesan penambahan serbuk bambangan ke atas sifat-sifat reologi doh dan kualiti roti. Sifat-sifat reologi doh ditentukan melalui ujian farinograf dan analisis profil tekstur (TPA) manakala kualiti roti ditentukan melalui ujian warna, isipadu roti, penilaian sensori dan juga TPA. Ujian ke atas kualiti tepung turut dijalankan. Ujian farinograf menunjukkan peratus penyerapan air meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Ciri pemprosesan tepung dan roti menunjukkan penambahan serbuk bambangan mempengaruhi nilai puncak kelikatan, *holding strength*, *breakdown*, kelikatan akhir dan *setback*. Keputusan TPA doh menunjukkan kekerasan, kebergetahan dan kekunyahan doh berkurang secara signifikan ($p < 0.05$) tetapi kelekatan doh bertambah secara signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Kekerasan, kebergetahan dan kekunyahan roti menunjukkan perbezaan yang signifikan ($P < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Penambahan serbuk bambangan tidak menunjukkan kesan yang signifikan ($p > 0.05$) untuk melambatkan pertambahan kekerasan isi roti akibat *staling*. Ujian fizikal menunjukkan ketumpatan roti meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Nilai L^* bertambah untuk kulit roti tetapi berkurang untuk isi roti dengan penambahan serbuk bambangan. Nilai b^* bagi kulit dan isi roti masing-masing menunjukkan peningkatan yang signifikan ($p < 0.05$) dengan penambahan serbuk bambangan. Keputusan penilaian sensori skala hedonik menunjukkan roti dengan penambahan 2% serbuk bambangan merupakan formulasi yang terbaik dengan skor min yang tertinggi dalam atribut warna kulit, warna isi, rasa, tekstur kulit, kelembutan isi dan penerimaan keseluruhan. Kandungan kelembapan, abu, lemak dan serabut kasar bertambah secara signifikan ($P < 0.05$) dengan penambahan 2% serbuk bambangan. Roti dengan serbuk bambangan 1-4% mempunyai jangka hayat simpanan yang lebih lama, iaitu selama lima hari. Kesimpulannya, penambahan serbuk bambangan mempengaruhi sifat-sifat doh dan kualiti roti yang dihasilkan.

ABSTRACT

EFFECT OF ADDITION OF BAMBANGAN POWDER ON DOUGH RHEOLOGY AND BREAD QUALITY

The main objective of this research is to study the effect of addition of bambangan powder on the dough rheology and bread quality. Properties of dough were determined through farinograph test and texture profile analysis (TPA) while the bread quality was determined through colour test, bread volume, sensory evaluation and also TPA. Testing of flour quality was also conducted in this research. Farinograph test showed that percentage of water absorption increased significantly ($p < 0.05$) with the increase of bambangan powder. The pasting properties of both flour and bread showed that increase of bambangan powder affected the values of peak viscosity, holding strength, breakdown, final viscosity and setback. Results of TPA showed that the hardness, gumminess and chewiness of dough decreased significantly ($p < 0.05$) but the adhesiveness increased significantly ($p < 0.05$) with the increase of bambangan powder. The hardness, gumminess and chewiness of bread showed significant difference ($p < 0.05$) with the increased of bambangan powder. Addition of bambangan powder showed no significant effect ($p > 0.05$) in retarding the hardness results of staling. Physical test of bread showed that the density of bread increased significantly ($p < 0.05$) with the increase of bambangan powder. The L^ value increased for bread crust but decreased for bread crumb. The b^* values for both bread crust and crumb increased significantly ($p < 0.05$) with the increase of bambangan powder. Hedonic scale sensory evaluation showed that bread with 2% of bambangan powder was the best formulation with the highest score in crust colour, crumb colour, taste, crust texture, crumb softness and overall acceptance. The moisture, ash, fat and crude fiber of bread with 2% bambangan powder were increased significantly ($p < 0.05$). Shelf-life study showed that breads contain 1-5% bambangan powder performed longer shelf life, which was 5 days. Overall, the addition of bambangan powder affected the dough properties and quality of bread.*

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN DEPAN	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	3
BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Bambangan (<i>Mangifera pajang</i>)	4
2.2 Tepung Komposit	7
2.3 Roti	10
2.4 Bahan	11
2.4.1 Tepung Gandum	12
2.4.2 Air	13
2.4.3 Yis	14
2.4.4 Gula	15
2.4.5 Marjerin	17

2.4.6	Garam	18
2.4.7	Tepung Susu	18
2.5	Teknik Pemprosesan Doh	19
2.5.1	Fermentasi Pukal Doh Terus	19
2.5.2	Span dan Doh	21
2.5.3	Pemprosesan Segera	22
2.5.4	Perkembangan Doh Secara Mekanikal	23
2.6	Proses Penghasilan Roti	24
2.6.1	Proses Pencampuran	24
2.6.2	Pengulian Doh	25
2.6.3	Fermentasi	26
2.6.4	Pemukulan Doh (<i>Knocking Back</i>)	27
2.6.5	Pembahagian dan Pembentukan	27
2.6.6	Pemerapan	28
2.6.7	Pembakaran Doh	29
2.6.8	Penyejukan	30

BAB 3 BAHAN DAN KEADAH

3.1	Bahan Mentah untuk Penghasilan Roti	31
3.2	Bahan Kimia	31
3.3	Alat Radas dan Peralatan	32
3.4	Kaedah	32
3.4.1	Penyediaan Serbuk Bambangan	32
3.4.2	Formulasi Roti	32
3.4.3	Kaedah Penghasilan Roti	33
3.5	Analisis Fizikal	34
3.5.1	Sistem Glutomatik	34
3.5.2	Nombor <i>Falling</i>	35

3.5.3	Ujian Farinograf	35
3.5.4	Ciri Pempesan	36
3.5.4.a	Ciri Pempesan Tepung	36
3.5.4.b	Ciri Pempesan Roti	36
3.5.5	Analisis Profil Tekstur (TPA)	36
3.5.5.a	Analisis Profil Tekstur (TPA) Doh	36
3.5.5.b	Analisis Profil Tekstur (TPA) Roti Segar	37
3.5.5.c	Kekerasan Isi Roti Semasa Penyimpanan	37
3.5.6	Ketumpatan Roti	38
3.5.7	Analisis Warna	38
3.6	Ujian Penilaian Sensori	38
3.6.1	Penyediaan Sampel	38
3.6.2	Ujian Skala Hedonik	39
3.7	Analisis Proksimat	39
3.7.1	Kelembapan	39
3.7.2	Abu	40
3.7.3	Protein	40
3.7.4	Lemak	41
3.7.5	Serabut Kasar	42
3.7.6	Karbohidrat	42
3.8	Jangka Hayat Penyimpanan	43
3.8.1	Penyediaan Media Kultur	43
3.8.2	Penyediaan Sampel	43
3.8.3	Kiraan Jumlah Plat (<i>Total Plate Count</i>)	44
3.8.4	Kiraan Yis dan Kulat	44
3.8.5	Pengiraan Koloni	44
3.9	Analisis Statistik	45

BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1	Analisis Fizikal	46
4.1.1	Sistem Glutomatik	46
4.1.2	Nombor <i>Falling</i>	46
4.1.3	Ujian Farinograf	47
4.1.4	Ciri Pempesan Tepung	50
4.1.4.a	Ciri Pempesan Tepung	50
4.1.4.b	Ciri Pempesan Roti	53
4.1.5	Analisis Profil Tekstur (TPA)	56
4.1.5.a	Analisis Profil Tekstur (TPA) Doh	56
4.1.5.b	Analisis Profil Tekstur (TPA) Roti Segar	58
4.1.5.c	Kekerasan Isi Roti Semasa Penyimpanan	60
4.1.6	Ketumpatan Roti	63
4.1.7	Analisis Warna	65
4.2	Ujian Penilaian Sensori	68
4.3	Analisis Proksimat	71
4.4	Jangka Hayat Penyimpanan	74

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Kesimpulan	77
5.2	Cadangan	79

RUJUKAN	80
----------------	----

LAMPIRAN	89
-----------------	----

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
3.1	Bahan-bahan mentah untuk penghasilan roti	31
3.2	Formulasi asas roti dengan serbuk bambangan	33
4.1	Parameter kualiti untuk tepung roti (n=3)	47
4.2	Ciri-ciri farinograf tepung (n=3)	48
4.3	Ciri pempesan tepung (n=3)	51
4.4	Ciri pempesan roti (n=3)	54
4.5	Parameter TPA untuk doh (n=3)	57
4.6	Parameter TPA untuk roti segar (n=3)	59
4.7	Kekerasan roti untuk hari penyimpanan 0 hingga 5 (n=3)	61
4.8	Berat, isipadu dan ketumpatan roti (n=3)	64
4.9	Nilai L^* , a^* dan b^* bagi warna kulit roti (n=15)	66
4.10	Nilai L^* , a^* dan b^* bagi warna isi roti (n=15)	67
4.11	Min skor roti bagi atribut-atribut sensori (n=40)	69
4.12	Kandungan proksimat untuk serbuk bambangan (n=3)	72
4.13	Kandungan proksimat roti kawalan dan roti bambangan 2% (n=3)	73
4.14	Jumlah kiraan plat (cfu/g) roti untuk penyimpanan lima hari (n=2)	75
4.15	Kiraan yis dan kulat (cfu/g) roti untuk penyimpanan lima hari (n=2)	75

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

AOAC	Association of Official Analytical Chemist
°C	darjah Celsius
cm	sentimeter
CuSO ₄	Kuprum (II) sulfat
Cfu/g	bilangan koloni per gram
°F.	darjah Fehrenheit
g	gram
HCl	Asid hidroklorik
H ₂ SO ₄	Asid sulfurik
kg	kilogram
K ₂ SO ₄	Kalium sulfat
m	meter
mg	miligram
ml	mililiter
NaOH	Natrium hidroksida
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar
SPSS	Statistical Package of Social Science
TPA	<i>Texture Profile Analysis</i>
TPC	<i>Total Plate Count</i>
%	peratus
<	kurang daripada
L*	<i>lightness</i>
a*	<i>redness to greeness</i>
b*	<i>yellowness to blueness</i>

SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran		Halaman
A	Borang penilaian sensori skala hedonik	89
B	<i>Output</i> SPSS Ujian Farinograf	90
C	<i>Output</i> SPSS Ciri Pempesan Tepung	92
D	<i>Output</i> SPSS Ciri Pempesan Roti	94
E	<i>Output</i> SPSS analisis profil tekstur (TPA) doh	97
F	<i>Output</i> SPSS analisis profil tekstur (TPA) roti	99
G	<i>Output</i> SPSS berat, isipadu dan ketumpatan roti	103
H	<i>Output</i> SPSS warna roti	104
I	<i>Output</i> SPSS atribut penilaian sensori	106
J	<i>Output</i> SPSS analisis proksimat	109

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Roti merupakan salah satu makanan penting dalam diet manusia sejak beribu-ribu tahun yang lalu. Penghasilan roti doh masam dan roti hasil penaikan yis telah menjadi salah satu proses bioteknologi yang paling lama (Cauvain and Young, 2006). Penjualan produk roti di Malaysia telah mencatatkan 138.1 ribu ton yang bernilai RM711.1 juta pada tahun 2010. Penjualan produk roti di Malaysia dijangkakan meningkat kepada 161.1 ribu ton dengan nilai penjualan RM762.8 juta pada tahun 2016 (Euromonitor International, 2011). Peningkatan nilai penjualan produk roti di Malaysia menunjukkan bahawa imej kesihatan daripada produk roti semakin mendapat perhatian daripada orang ramai. Pada masa kini, semakin banyak pengguna di Malaysia yang bertukar kepada amalan pemakanan yang sihat (Euromonitor International, 2011). Justeru itu, permintaan terhadap diet sarapan yang sihat seperti produk roti semakin meningkat berbanding dengan makanan tempatan seperti nasi lemak dan mee goreng. Kesedaran terhadap kepentingan pengambilan makanan yang berkhasiat seperti produk roti semakin meningkat disebabkan oleh tahap pendidikan di kalangan rakyat Malaysia yang semakin meningkat (Euromonitor International, 2011).

Antara produk roti yang mendapat perhatian orang ramai ialah roti putih yang mempunyai pasaran yang besar (Euromonitor International, 2011). Namun kesedaran rakyat Malaysia terhadap kesihatan yang semakin meningkat terutamanya dari aspek pengambilan makanan menyumbang kepada peningkatan pengambilan roti penuh gandum yang lebih berkhasiat. Justeru itu, penghasilan produk roti penuh gandum



dalam industri roti telah menunjukkan peningkatan daripada 24% kepada 27% dari tahun 2006 sehingga ke tahun 2011 (Euromonitor International, 2011). Gardenia Bakery KL Sdn. Bhd. merupakan syarikat produk bakeri yang berkedudukan paling tinggi di Malaysia pada 2010 dengan 21% nilai syer diikuti dengan 11% nilai syer oleh Stanson Bakeries Sdn. Bhd (Euromonitor International, 2011). Antara jenama produk bakeri yang terbaik pada tahun 2010 termasuklah Gardenia dan High 5 di mana kedua-dua jenama tersebut boleh didapati di kebanyakan tempat dan dianggap sebagai sumber makanan yang baik dengan menyediakan nilai pemakanan yang seimbang kepada pengguna (Euromonitor International, 2011).

Bambangan (*Mangifera pajang*) berasal daripada genus *Mangifera* yang termasuk dalam famili Anacardiaceae. Di Malaysia, terdapat 25 spesis *Mangifera* dan antaranya *Mangifera indica* merupakan spesis yang terutama (Verheij and Coronel, 1991). Sabah merupakan negeri yang kaya dengan spesis *Mangifera* di mana terdapat 17 spesis *Mangifera* termasuklah *Mangifera pajang* yang tergolong sebagai buah-buahan hutan. Buah bambangan banyak didapati di daerah Sabah seperti Tuaran, Tenom, Kota Belud, Ranau, Telupid, Sandakan dan Lahad Datu (Lee, 1987). Di Sarawak, bambangan lebih dikenali sebagai embang atau mawang manakala di Kalimantan Timur, bambangan lebih dikenali sebagai asem atau alim payang dan hambawang di Kalimantan Barat (Verheij and Coronel, 1991).

Buah bambangan (*Mangifera pajang*) merupakan salah satu tarikan di kepulauan Borneo. Buah ini berbentuk bulat dan luar kulitnya berwarna coklat. Buah bambangan merupakan buah yang terbesar dalam genus *Mangifera*. Buah bambangan yang masak boleh mencapai sehingga saiz sebiji buah kelapa tanpa kulit (Verheij and Coronel, 1991). Berat keseluruhan buah bambangan boleh mencapai tiga kali ganda dari buah mangga. Isi buah bambangan yang masak adalah beraroma, berwarna kuning, tebal dan rasanya manis seperti buah mangga. Buah bambangan

adalah bermusim dan merupakan makanan tradisional bagi penduduk di negeri Sabah seperti kaum kadazandusun yang banyak menggunakan buah bambangan dalam masakan mereka (Voon, 1990). Antara makanan tradisi yang dihasilkan daripada bambangan ialah jeruk buah bambangan. Isi buah bambangan biasanya dihiris dan dicampurkan dengan biji buah bambangan yang telah diparut serta ditambah garam secukup rasa. Kesemua bahan dicampurkan sehingga sebati dan disimpan di dalam bekas botol atau tajau kecil untuk pemeraman selama seminggu sebelum dimakan (Voon, 1990).

Walaupun buah bambangan dilaporkan mempunyai kandungan serabut yang tinggi (Ibrahim *et al.*, 2010), namun kajian penggunaan buah bambangan dalam penghasilan produk bakeri masih belum diterokai. Tepung gandum bukan sumber serabut diet yang baik dan kandungan serabut buah bambangan yang tinggi berpotensi dijadikan sebagai salah satu bahan mentah untuk penyediaan produk makanan yang berserabut tinggi dan berkalori rendah seperti produk roti (Al-Sheraji *et al.*, 2011). Justeru itu, kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan penambahan serbuk bambangan ke atas reologi doh. Kesesuaian serbuk bambangan sebagai salah satu bahan dalam pembuatan roti akan dinilai melalui kualiti roti yang dihasilkan.

1.2 Objektif

1. Untuk mengkaji kesan penambahan serbuk bambangan ke atas reologi doh dan kualiti roti.
2. Untuk mengkaji penerimaan sensori dan mutu mikrobiologi produk roti daripada serbuk bambangan.
3. Untuk mengkaji kesesuaian pembangunan produk roti daripada serbuk bambangan.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Bambangan (*Mangifera pajang*)

Buah bambangan berasal daripada genus *Mangifera* yang terdiri daripada 40 spesis. Antara 40 spesis tersebut, sekurang-kurangnya 26 spesis telah dikenalpasti sebagai spesis yang menghasilkan buah untuk penggunaan manusia (Verheji and Coronel, 1991). Spesis yang paling biasa didapati ialah *Mangifera Indica* atau dikenali sebagai manga yang biasa dikultur di kawasan tropikal. Selain manga, salah satu spesis penting dalam genus *Mangifera* ialah *Mangifera pajang* yang juga dikenali sebagai bambangan.

Bambangan (*Mangifera pajang*) merupakan spesis yang berasal dari Kepulauan Borneo yang termasuk Sabah, Sarawak, Brunei dan Kepulauan Kalimantan, Indonesia (Verheji and Coronel, 1991). Pokok bambangan mempunyai ketinggian sehingga 20m dan berbuah sehingga beratus biji. Berat buah bambangan adalah antara 0.5-1.0 kg atau lebih dan merupakan buah yang paling besar dalam genus *Mangifera*. Kulit buah bambangan adalah berbeza dengan buah genus *Mangifera* yang lain di mana buah ini mempunyai kulit yang kasar dan berwarna perang seperti ubi kentang. Apabila buah masak, warna isi buah akan bertukar menjadi kuning terang dengan aroma yang spesifik dan kuat, rasa isi adalah manis dan masam, berjus dan berserabut (Ibrahim *et al.*, 2010).

Pokok bambangan biasanya bertumbuh secara liar. Namun begitu, terdapat juga pokok bambangan yang dikultur oleh penduduk tempatan seperti orang Dayak dan Kadazan-dusun di Kepulauan Borneo. Pada masa kini, pokok bambangan banyak



dikultur secara komersial di ladang atau ditanam oleh penduduk tempatan di sekeliling kawasan rumah. Isi buah bambangan merupakan 60-65% daripada jumlah berat buah dan biasanya digunakan sebagai makanan manakala kernel (15-20% daripada jumlah berat buah) dan kulit (10-15% daripada jumlah berat buah) akan dibuang (Abu Bakar *et al.*, 2009a). Isi buah biasanya akan dimakan mentah oleh penduduk asal. Isi buah juga dijadikan jeruk atau dimasak dengan ikan, ayam atau daging dan dimakan dengan makanan ruji tempatan, iaitu nasi. Isi buah bambangan juga dimasak dengan bawang dan cili atau dihidang sebagai makanan sampingan. Bambangan adalah bermusim dan mudah menjadi rosak. Justeru itu, penghasilan produk bambangan seperti serbuk jus bertujuan untuk memudahkan penyimpanan dan pengendalian serta mempelbagaikan produk minuman berkhasiat di pasaran (Ibrahim *et al.*, 2010).

Kajian ke atas kandungan nutrien kernel biji bambangan menunjukkan bahawa kernel biji bambangan mengandungi kandungan air yang tinggi, iaitu sebanyak 41.38% diikuti oleh jumlah karbohidrat (38.68%), lemak (9.85%), serabut kasar (4.79%), protein (3.08%) dan jumlah abu (2.23%) (Al-Sheraji *et al.*, 2011). Kajian tersebut juga menunjukkan bahawa kandungan antinutrien seperti sianogen dioksida (2.04 ± 0.09 mg/100g sampel) dalam kernel biji bambangan adalah lebih rendah berbanding dengan tanaman seperti badam (250 mg/100g sampel) dan ubi kayu (4.5-13.4 mg/100g sampel). Kandungan tanin di dalam kernel biji bambangan pula dilaporkan sebanyak $0.64 \pm 0.01\%$ dan nilai ini adalah lebih rendah berbanding dengan kandungan tanin (0.75-2.0%) dalam tanaman kacang yang lain yang dilaporkan oleh Salunkhe dan Deshpande (1991). Kajian ke atas minyak kernel biji bambangan menunjukkan minyak yang dihasilkan daripada kernel biji bambangan mempunyai ciri-ciri fizikokimia yang menyerupai lemak koko dan berpotensi untuk dijadikan lemak koko lanjutan (Hasnah and Mamot, 2004). Hasil kajian menunjukkan bahawa minyak kernel biji bambangan memberikan nilai iodin yang hampir sama dengan lemak koko

dan ini menunjukkan kedua-dua minyak tersebut mempunyai ketaktepuan yang hampir sama. Nilai suhu mula lebur kedua-dua minyak didapati adalah hampir sama melalui ujian takat titik gelincir dan kaedah kalorimeter pengimbasan perbezaan (Hasnah and Mamot, 2004).

Hasil kajian ke atas *Mangifera pajang* menunjukkan ekstrak alkohol daripada kernel buah bambangan merupakan sumber fenolik tumbuhan yang baik dengan jumlah kandungan fenolik adalah kira-kira 10% daripada jumlah berat buah bambangan (Abu Bakar *et al.*, 2009a). Menurut kajian lanjutan Abu Bakar *et al.* (2010) ke atas individu fitokimia fenolik dalam kernel melalui analisis HPLC, pelbagai jenis asid fenolik (gallik, sinapik, kaffeic, ferulik, klorogenik) dan flavanoid (naringin, hesperidin, rutin, diosmin) dikenalpasti. Kebanyakan asid fenolik dan flavanoid di atas telah dikenalpasti sebagai antioksidan yang berpotensi untuk kebaikan kesihatan. Keputusan "*free radical scavenging assay*" menggunakan DPPH dan "*ferric reduction assay*" (FRAP) menunjukkan bahawa ekstrak daripada kernel buah bambangan memberikan kesan *scavenging* DPPH dan kesan penurunan yang paling tinggi diikuti dengan ekstrak daripada kulit dan ekstrak daripada isi buah bambangan (Abu Bakar *et al.*, 2010). Potensi antioksidan sellular dan kesan "*cytoprotective*" ekstrak daripada kernel, kulit dan isi buah telah diuji dengan "*oxidative stress toxicity*" oleh t-BHP dalam garisan sel HepG2. Keputusan daripada kajian ini menunjukkan ekstrak daripada kernel memberikan kesan perlindungan ke atas kerosakan oksidatif yang disebabkan oleh t-BHP dalam HepG2 dengan nilai indeks *cytoprotective* $1.2 \pm 0.1 \mu\text{g/ml}$ (Abu Bakar *et al.*, 2009b).

Kajian Khoo *et al.* (2010) turut menunjukkan bahawa karatenoid seperti β -karotin, cis- β -karotin, 9-cis- β -karotin dan kryptoxanthin terdapat pada ekstrak kulit dan isi bambangan. Kajian tersebut menunjukkan isi bambangan mempunyai kandungan α -karotin dan β -karotin (7.96 ± 1.53 dan $20.04 \pm 1.10 \text{ mg/100g}$) yang lebih

tinggi berbanding dengan kulit bambangan (4.2 ± 0.14 dan 13.09 ± 0.28 mg/100g). Aktiviti antioksidan melalui kaedah 2,2-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) menunjukkan ekstrak daripada kulit bambangan mempunyai "*radicle scavenging activity*" berbanding dengan isi bambangan. Kulit dan isi bambangan terbukti memberikan kesan perlindungan ke atas hemoglobin dan pengoksidaan lipoprotein berketumpatan rendah (LDL) pada kepekatan ekstrak 1ppm (Khoo *et al.*, 2010). Kulit buah bambangan dikenalpasti sebagai sumber antioksidan semulajadi yang berpotensi dan boleh dijadikan bahan berfungsi dalam penghasilan produk makanan (Khoo *et al.*, 2010).

2.2 Tepung Komposit

Kajian Kamaljit *et al.* (2011) menunjukkan skor penerimaan keseluruhan roti gandum (7.79) hasil tepung komposit adalah lebih rendah berbanding dengan roti kawalan (7.86). Penggunaan *psyllium husk* sehingga 3% menunjukkan skor penerimaan keseluruhan (7.88) yang lebih tinggi berbanding dengan roti kawalan (7.86). Warna isi roti memberikan skor yang rendah berbanding dengan roti kawalan akibat kehadiran bintik hitam daripada *psyllium husk*. Kajian ini menunjukkan penggunaan serabut oat pada tahap 5% dan *psyllium husk* pada tahap 3% memberikan kualiti organoleptik yang optimum kepada produk roti. Hasil kajian ke atas jangka hayat simpanan produk roti menunjukkan pertumbuhan kulat dikesan pada hari ke-5 penyimpanan pada suhu bilik untuk roti oat dan roti *psyllium husk* (Kamaljit *et al.*, 2011).

Menurut kajian, tepung *buckwheat* memberikan kapasiti penyerapan air yang lebih rendah berbanding dengan tepung gandum halus ($p \leq 0.05$) manakala kapasiti penyerapan minyak daripada tepung *buckwheat* adalah lebih tinggi secara signifikan berbanding dengan tepung gandum halus (Baljeet *et al.*, 2010). Proksimat analisis yang dijalankan menunjukkan tepung *buckwheat* mengandungi kandungan protein yang lebih rendah (8.73%) tetapi kandungan karbohidrat (75.84%) dan serabut kasar

(0.70%) yang lebih tinggi berbanding dengan tepung gandum halus. Apabila kepekatan tepung *buckwheat* yang digunakan meningkat, nisbah pemisahan bagi produk biskut yang dihasilkan semakin kurang (Baljeet *et al.*, 2010). Trend yang sama diperhatikan apabila kekuatan *fracture* bagi biskut kawalan adalah tertinggi dan berkurang dengan penambahan tepung *buckwheat*. Hasil penilaian sensori menunjukkan skor warna, tekstur, luaran dan rasa biskut semakin berkurang dengan penambahan peratus tepung *buckwheat*. Hasil kajian ini menunjukkan penambahan tepung *buckwheat* sebanyak 20% dan 30% untuk penghasilan tepung komposit mendapat penerimaan yang baik daripada panel dengan skor 6.71 dan 6.20 masing-masing (Baljeet *et al.*, 2010).

Selain itu, kajian turut dijalankan ke atas produk roti menggunakan tepung komposit, iaitu tepung kelapa dengan peringkat penggantian sebanyak 10%, 20% dan 30% ke atas berat asas tepung gandum yang digunakan (Gunathilake *et al.*, 2009). Hasil kajian tersebut menunjukkan tepung kelapa merupakan sumber protein dan serabut kasar yang baik. Kandungan protein dalam tepung kelapa adalah jauh lebih tinggi (21.65 ± 0.06) berbanding dengan tepung gandum (9.90 ± 0.21) dan serabut kasar dalam tepung kelapa adalah lebih tinggi (10.45 ± 2.50) berbanding dengan tepung gandum (0.50 ± 0.10). Penyerapan air doh melalui Farinograf berkurang dengan penambahan peratus sehingga 20% penggantian dengan tepung kelapa. Hasil penilaian sensori ke atas luaran, warna permukaan, tekstur dan rasa roti bagi penggunaan 10% dan 20% adalah diterima oleh pengguna (Gunathilake *et al.*, 2009).

Selain produk roti, penggunaan tepung komposit dalam penghasilan biskut turut dikaji. Menurut Uysal *et al.* (2007), nilai pemisahan biskut berkurang dengan penambahan kandungan serabut. Penambahan serabut daripada epal dan limau menyebabkan kandungan protein dalam cookies berkurang. Sampel dengan serabut

limau memberikan tekstur yang lebih keras manakala sampel daripada bran gandum memberikan tekstur yang paling lembut. Sampel daripada gandum bran dan serabut gandum memberikan skor yang lebih tinggi dalam penilaian sensori dan penambahan sebanyak 30% serabut gandum dan bran gandum diterima baik oleh pengguna (Uysal *et al.*, 2007).

Kajian turut dijalankan ke atas produk bakeri seperti muffin untuk menggantikan tepung gandum dengan serbuk daripada kulit epal pada 4%, 8%, 16%, 24% dan 32% berasaskan berat tepung yang digunakan (Rupasinghe *et al.*, 2008). Hasil kajian menunjukkan jumlah serabut diet muffin yang dihasilkan bertambah secara signifikan dengan peningkatan peratus serbuk kulit epal yang digunakan. Namun begitu, kandungan protein kasar muffin yang dihasilkan berkurang dengan peningkatan peratus serbuk kulit epal yang digunakan. Penggunaan serbuk daripada kulit epal untuk menggantikan tepung gandum turut meningkatkan jumlah kandungan fenolik dan jumlah kapasiti antioksidan muffin berbanding dengan muffin kawalan. Keputusan kajian menunjukkan bahawa serbuk daripada kulit epal boleh dijadikan sebagai sumber alternatif serabut diet atau dijadikan sebagai bahan berfungsi untuk penghasilan muffin (Rupasinghe *et al.*, 2008).

Kajian telah dijalankan ke atas biskut menggunakan kombinasi inulin (Raftilin) dengan tepung soya, *amaranth*, *carob*, serabut epal atau serabut oat untuk menggantikan tepung gandum berdasarkan berat asas tepung (Vitali *et al.*, 2009). Penggunaan tepung soya dalam kajian ini menunjukkan peningkatan secara signifikan dalam kandungan protein biskut (14.49%) berbanding dengan sampel kawalan (10.04%). Sebaliknya, penambahan *carob*, serabut oat dan serabut epal menyebabkan penurunan kandungan protein secara signifikan. Kandungan jumlah serabut diet meningkat untuk semua sampel, iaitu peningkatan sehingga 30.9% menggunakan *amaranth* dan 130.6% menggunakan serabut oat. Kandungan jumlah

RUJUKAN

- AACC. 2000. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. (10th Edition). St. Paul, Minnesota.
- Abdul-Hamid, A. and Luan, Y. S. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*. **68**: 15-19.
- Abu Bakar, M. F., Mohamed, M., Rahmat, A. and Fry, J. R. 2009a. Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*). *Food Chemistry*. **113**: 479-483.
- Abu Bakar, M. F., Mohamed, M., Rahmat, A., Burr, S. A. and Fry, J. R. 2009b. Cytoprotective activity of bambangan (*Mangifera pajang*) extracts against t-BHP induced oxidative damage in hepatocyte (HepG2) cell line. Kuching, Sarawak: 4th Global Summit on Medicinal and Aromatic Plants.
- Abu Bakar, M. F., Mohamed, M., Rahmat, A., Burr, S. A. and Fry, J. R. 2010. Cytotoxicity and polyphenol diversity in selected parts of *Mangifera pajang* and *Artocarpus odoratissimus* fruits. *Nutrition and Food Science*. **40**: 29-38.
- Adebawale, A. A., Sanni, L. O. and Awonorin, S. O. 2005. Effect of textural modifiers on the physicochemical and sensory properties of dried fufu. *Food Science and Technology International*. **11**(5): 373-382.
- Ahmed, E. Y., Carolyn, C. 2003. *Food Microbiology: a laboratory manual*. (1st Edition). New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Ajila, C. M., Leelavathi, K. and Prasad Rao, U. J. S. 2007. Improvement of dietary fibre content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*. **48**: 319-326.
- Al-Sheraji, S. H., Ismail, A., Manap, M. Y., Mustafa, S., Mohd Yusof, R. and Abdulrahman Hassan, F. 2011. Functional properties and characterization of dietary fiber from *Mangifera pajang* Kort. fruit pulp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **59**: 3980-3985.



- Amendola, J. and Rees, N. 2003. *Understanding baking: the art and science of baking* (3rd Edition). New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Aminah, A. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Angioloni, A. and Collar, C. 2009. Bread crumb quality assessment: a plural physical approach. *European Food Research and Technology*. **229**: 21-30.
- Anil, M. 2007. Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. *Journal of Food Engineering*. **80**: 61-67.
- AOAC. 1997. *Official methods of analysis* (16th Edition). Washington D.C: Association of Official Analytical Chemist.
- Adepeju, A. B., Gbadamosi, S. O., Adeniran, A. H. and Omobuwajo, T. O. 2011. Functional and pasting characteristics of breadfruit (*Artocarpus altilis*) flours. *African Journal of Food Science*. **5**(9): 529-535.
- Asghar, A., Anjum, F. M., Allen, J. C., Rasool, G. and Sheikh, M. A. 2009. Effect of modified whey protein concentrates on instrumental texture analysis of frozen dough. *Pakistan Journal of Nutrition*. **8**(2): 189-193.
- Baljeet, S. Y., Ritika, B. Y. and Rashan, L. Y. 2010. Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making. *International Food Research Journal*. **17**: 1067-1076.
- Barham, P. 2001. *The science of cooking*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Borrelli, R. C., Mennella, C., Barba, F., Russo, M., Russo, G. L., Krome, K., Erbersdobler, H. F., Faist, V. and Fogliano, V. 2003. Characterization of coloured compounds obtained by enzymatic extraction of bakery products. *Food and Chemical Toxicology*. **41**: 1367-1374.
- Brennan, C. S., Tan, C. K., Kuri, V. and Tudorica, C. M. 2004. The pasting behaviour and freeze-thaw stability of native starch and native starch-xanthan gum pastes. *International Journal of Food Science and Technology*. **39**: 1017-1022.

- Cauvain, S. P. 2003. *Bread making: improved quality*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Cauvain, S. P. and Young, L. S. 2001. *Baking problems solved*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Cauvain, S. P. and Young, L. S. 2006. *Baked products: science, technology and practice*. India: Blackwell Publishing.
- Cauvain, S. P. and Young, L. S. 2007. *Technology of breadmaking* (2nd Edition). New York: Springer.
- Chen, H., Rubenthaler, G. L., Kleung, H., and Baranowski, J. D. 1988b. Chemical, physical and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. *Cereal Chemistry*. **65**(3): 244-247.
- Cochran, W. G. and Cox, G. M. 1957. *Experimental Designs* (2nd Edition). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Collado-Fernandez, M. 2003. *Breadmaking process*. New York: Elsevier Limited.
- Collar, C. 2003. Significance of viscosity profile of pasted and gelled formulated wheat doughs on bread. *European Food Research and Technology*. **216**: 505-513.
- Collar, C., Bollain, C. and Angioloni, A. 2005. Significance of microbial transglutaminase on the sensory, mechanical and crumb grain pattern of enzyme supplemented fresh pan breads. *Journal of Food Engineering*. **70**: 479-488.
- Correa, M. J., Perez, G. T. and Ferrero, C. 2001. Pectins as breadmaking additives: effects on dough rheology and bread quality. *Food and Bioprocess Technology*. DOI: 10.1007/s11947-011-0631-6.
- Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B. and Dugum, J. 2001. Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology and Biotechnology*. **39**(4): 353-361.

- D'Appolonia, B. and Kunerth, W. H. 1984. *The farinograph handbook* (3rd edition). Minnesota: America Association of Cereal Chemists Inc.
- Denli, E. and Ercan, R. 2001. Effect of added pentosans isolated from wheat and rye grain on some properties of bread. *European Food Research and Technology*. **212**: 374-376.
- Du, C. and Sun, D. 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*. **15**: 230-249.
- Edwards, W. P. 2007. *The Science of Bakery Products*. Cambridge: RSC Publishing.
- Euromonitor International. 2011. "Baked Goods in Malaysia" dlm. <http://www.euromonitor.com/bakery-in-malaysia/report>. Retrieved 19 November 2011.
- Fermin, B. C., Radinsky, R. J., Kratochvil, J. E. H. and HaLo, Y. M. 2003. Integration of rapid derivatization and gradient elution techniques for enhanced High Performance Liquid Chromatography analysis of key amino acids in wheat flour. *Food Chemistry Toxicology*. **68**: 2667-2671.
- Fiszman, S. M., Salvador, A. and Varela, P. 2005. Methodological developments in bread staling assessment: application to enzyme-supplemented brown pan bread. *European Food Research and Technology*. **221**: 616-623.
- Fois, S., Sanna, M., Stara, G., Roggio, T. and Catzeddu, P. 2011. Rheological properties and baking quality of commercial durum wheat meals used to make flat crispy bread. *European Food Research and Technology*. **232**: 713-722.
- Food Act 1983 (Act 281) & Regulations*. 2010. Selangor: International Law Book Services.
- Gallagher, E., Gormley, T. R. and Arendt, E. K. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. *Journal of Food Engineering*. **56**: 153-161.
- Gomez, M., Ronda, F., Blanco, C. A. Caballero, P. A. and Apesteguia, A. 2003. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology*. **216**: 51-56.

- Gunathilake, K. D. P. P., Yalgama, C. and Kumara, A. A. N. 2009. Use of coconut flour as a source of protein and dietary fibre in wheat bread. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. **2**(3): 382-391.
- Hasnah, H. and Mamot, S. 2004. Penentuan kandungan nutrien and antinutrien dalam kernel *Mangifera pajang* Kostermans. *Jurnal Sains Kesihatan Malaysia*. **2**(2): 1-11.
- Hui, Y. H., Corke, H., Leyn, I. D., Nip, W. K. and Cross, N. 2006. *Bakery Products* (1st Edition). Blackwell Publishing Professional: Blackwell Publishing.
- Ibrahim, M., Nagendra Prasad, K., Ismail, A., Azian, A. and Abdul Hamid, A. 2010. Physiochemical composition and antioxidant activities of underutilized *Mangifera pajang* fruit. *African Journal of Biotechnology*. **9**(28): 4392-4397.
- IMCSF. 1978. *Microorganisms in Foods*. Canada: University of Toronto Press.
- IMCSF. 2005. *Microbiology in foods 6: microbial ecology of food commodities*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Jaros, D. Rohm, H. and Strobl, M. 2000. Apperance properties – a significant contribution to food quality? *Food Science and Technology*. **33**: 320-326.
- Kaack, K., Pedersen, L. and Laerke, H. N. 2006. New potato fibre for improvement of texture and colour of wheat bread. *European Food Research and Technology*. **224**: 199-207.
- Kamaljit, K., Amarjeet, K. and Pal, S. T. 2011. Analysis of ingredients, functionality, formulation optimization and shelf life evaluation of high fiber bread. *American Jorunal of Food Technology*. **6**(4): 306-313.
- Katz, J. R. 1928. Gelatinization and retrogradation of starch in relation to the problem of bread staling. In: Walton, R. P (editor). *Comprehensive Survey of Starch Chemistry*. New York: Chemical Catalog Co. p: 100-117.

- Kawo, A. H. and Abdulmumin, F. N. 2009. Microbiological quality of re-packaged sweets sold in metropolitan Kano, Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. **2**(1): 154-159.
- Khoo, H. E., Prasad, K. N., Amin, I. and Nohaizan, M. 2010. Carotenoids from *Mangifera Pajang* and their antioxidant capacity. *Molecules*. **15**: 6699-6712.
- Lee, Y., F. 1987. *A preliminary survey of Mangifera species in Sabah*. Sandakan: Forest Research Center.
- Lee, M. R. and Lee, W. J. 2012. Wheat quality and its effect on bread staling. *Journal of Agriculture and Life Science*. **46**(1): 153-161.
- Lorenz, K. and Maga, J. 1972. Staling of white bread: changes in carbonyl composition and GLC headspace profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **20**: 211.
- Lorimer, N. L., Zabik, M. E., Harte, J. B., Stachiw, N. C. and Uebersax, M. A. 1991. Navy bean flour fractions in composite doughs: effect of bean grade on rheology parameters and microstructure of wheat dough. *Cereal Chemistry*. **68**(6): 636-641.
- Malomo, S. A., Eleyinmi, A. F. and Fashakin, J. B. 2011. Chemical composition, rheological properties and bread making potentials of composite flours from breadfruit, breadnut and wheat. *African Journal of Food Science*. **5**(7): 400-410.
- Manley, D. 2000. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Marsh, D. 1998. Moisture content and migration in bread incorporating dried fruit. *Food Technology Australia* **35**: 463-465.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. (3rd edition). New York: CRC Press.

- Ming, J., Song, H. and Zhao, G. H. 2008. Effects of addition of pea sprouts fiber on dough texture and bread quality. *Food Science*. **29**(10): 67-70.
- Mohamud Yasin, A. Karim, R., Chern, B. H., Abdul Azizi, A., Yaakob, C. M. and Chin, N. Y. 2010. The influence of different formulations of palm oil/palm stearin-based shortenings on the quality of white bread. *Middle-East Journal of Scientific Research*. **5**(6): 469-476.
- Needham, R., Williams, J., Bealesb, N., Voysey, P., and Magana, N. 2005. Early detection and differentiation of spoilage of bakery products. *Sensors and Actuators B*. **106**: 20-23.
- Nelson, A. L. 2001. Properties of high-fibre ingredients. *Cereal Foods World*. **46**(3): 93-97.
- Nitisewojo, P. 2005. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Penerbit UKM.
- Osungbaro, Taiwo, O., Jimoh, D. and Osundeyi, E. 2010. Functional and pasting properties of composite Cassava-Sorgum meals. *Agricultural and Biology Journal of North America*. **1**(4): 715-720.
- Renzetti, S. and Arendt, E. K. 2009. Effect of protease treatment on the baking quality of brown rice bread: from textural and rheological properties to biochemistry and microstructure. *Journal of Cereal Science*. **21**: 97-102.
- Roberts, K. T., Cui, S. W., Chang, Y. H., Ng, P. K. W. and Graham, T. 2012. The influence of fenugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread. *Food Hydrocolloids*. **26**: 350-358.
- Rosales-Juarez, M., Gonzalez-Mendoza, B., Lopez-Guel, E. C. Lozano-Bautista, F., Chanona-Perez, J., Gutierrez-Lopez, G., Farrera-Rebollo, R. and Calderon-Dominguez, G. 2008. Changes on dough rheological characteristics and bread quality as a result of the addition of germinated and non-germinated soybean flour. *Food and Bioprocess Technology*. **1**: 152-160.
- Rupasinghe, H. P., Wang, L. X., Huber, G. M. and Pitts, N. L. 2008. Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*. **107**: 1217-1224.

- Sabanis, D. and Tzia, C. 2009. Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food Bioprocess Technology*. **2**: 68-79.
- Sadowska, J., Blaszcak, W., Fornal, J., Vidal-Valverde, C. and Frias, J. 2003. Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition. *European Food Research and Technology*. **216**: 46-50.
- Salunkhe, D. K. and Deshpande, S. S. 1991. Foods of plant origin production. *Technology & Human Nutrition* 223-261. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Sangnark, A. and Noomhorm, A. 2004. Chemical, physical and baking properties of dietary fibre prepared from rice straw. *Food Research International*. **37**: 66-74.
- Santos, E., Rosell, C. M. and Collar, C. 2008. Retrogradation kinetics of high fibre-wheat flour blends: a calorimetric approach. *Cereal Chemistry*. **85**: 455-463.
- Seetharaman, K., Chinnaphat, N., Waniska, R. D. and White, P. 2002. Changes in textural, pasting and thermal properties of wheat buns and tortillas during storage. *Journal of Cereal Science*. **35**: 215-223.
- Shewry, P. R., Halford, N. G., Belton, P. S. and Tatham, A. S. 2002. The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain. *Philos. T. Roy Soc.* **357**: 133-142.
- Shittu, T. A., Raji, A. O. and Sanni, L. O. 2007. Bread from composite cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. *Food Research International*. **40**: 280-290.
- Sivam, A. S., Sun, D. X., Geoffrey, I. N., Quek, S. Y. and Perera, C. O. 2011. Physicochemical properties of bread dough and finished bread with added pectin fiber and phenolic antioxidants. *Journal of Food Science* **76**: 3.
- Skendi, A., Biliaderis, C. G. Papageorgiou, M. and Izydorczyk, M. S. 2010. Effect of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food Chemistry*. **119**(3): 1159-1167.

- Sluimer, P. 2005. *Principles of breadmaking: functionality of raw materials and process steps*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Uysal, H., Bilgicli, N., Elgun, A., Ibanoglu, S., Nur Kerken, E. and Demir, M. K. 2007. Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on selected properties of wire-cut cookies. *Journal of Food Engineering*. **78**: 1074-1078.
- Vergara-Valencia, N., Granados-Perez, E., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., Ruales, J. and Bello-Perez, L. A. 2007. Fibre concentrate from mango fruit: characterization associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*. **40**: 722-729.
- Verheji, E. W. M. and Coronel, R. E. 1991. *Plants resources of South East Asia No. 2: edible fruits and nuts*. Wageningen: Pudoc.
- Vitali, D., Dragojevic, I. V. and Sebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*. **114**: 1462-1469.
- 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.
- Vongsawasdi, P., Noppharat, M., Hiranyapruteep, N. and Tirapong, N. 2009. Relationships between rheological properties of rice flour and quality of vermicelli. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. **2**(2): 102-109.
- Voon, B. H. 1990. *Sayur-sayuran dan buah-buahan hutan di Sarawak*. Kuching: Jabatan Pertanian Sawarak.
- Wang, J., Rosell, C. M. and Benedito de Barber, C. 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*. **79**: 221-226.
- Wu, K. L., Sung, W. C. and Yang, C. H. 2009. Characteristics of dough and bread as affected by the incorporation of sweet potato paste in the formulation. *Journal of Marine Science and Technology*. **17**(1): 13-22.