

**PENILAIAN SIFAT-SIFAT FIZIKAL, NUTRISI  
DAN ORGANOLEPTIK ROTI DARI TEPUNG  
KOMPOSIT**

**OLEH**

**MUHAMMAD BIN IBRAHIM**

**Disertasi diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Sains**

**Universiti Sains Malaysia**

**Ogos 2004**

## PENGHARGAAN

Saya bersyukur kehadiran Allah s.w.t. di atas kekuatan, kesihatan dan kelapangan yang dianugerahkanNya sehingga saya dapat menyiapkan tesis ini. Terima kasih yang tidak terhingga kepada Prof. Madya Dr. Noor Aziah Abdul Aziz, selaku penyelia utama saya di atas dorongan dan bimbingan yang telah dicurahkan. Beliau bukan sekadar pendidik malah bagaikan seorang kawan kepada saya.

Sekalung penghargaan juga diucapkan kepada Mohammad Noor Adros Yahya dan Hasidah Mohd Yusof yang telah banyak membantu saya untuk menyiapkan tesis ini. Segala jasa baik kalian akan saya kenang sampai bila-bila. Saya juga ingin merakamkan terima kasih kepada semua rakan ijazah lanjutan (Zanzila, Zuwariah, Shazliana, Rosnani, Syafini, Hanisah, Siti Aishah, Norsaritanaini) dan juga pembantu makmal (Tuan Haji Zakaria, Puan Siti Aishah, En. Azmaizan, En. Joseph, Tuan Haji Zainuddin) serta semua kakitangan Pusat Pengajian Teknologi Industri, USM, Pulau Pinang yang telah membantu saya samada secara langsung atau tidak langsung.

Buat keluarga tersayang terutama bonda tercinta (Salmah Yatim), terima kasih atas segala bakti yang telah dicurahkan tidak kira wang ringgit dan juga sokongan. Kaulah ibu terbaik di kalangan banyak ibu. Akhir sekali, ucapan 'al-fatihah' buat arwah ayahandaku yang kembali ke rahmatullah pada 29 Januari 2003. Semoga rohmu dicucuri rahmat Allah. Tesis ini ditujukan khas untukmu wahai ayahandaku.

Akhir sekali buat isteriku Ida Azlina, kau merupakan sumber inspirasi dan kekuatanku untuk menyiapkan tesis ini. Terima kasih atas sokongan dan perhatian yang telah diberikan.

**Muhammad Ibn Ibrahim**  
**Mei 2004**

# SENARAI KANDUNGAN

KANDUNGAN	MUKASURAT
TAJUK	i
PENGHARGAAN	ii
SENARAI KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI GAMBARAJAH	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiv
BAB 1 PENGENALAN	1
1.1 AM	1
1.2 OBJEKTIF PENYELIDIKAN	2
BAB 2 TINJAUAN BACAAN	4
2.1 ROTI	
2.1.1 Roti Secara Umum	4
2.1.2 Jenis-Jenis Roti	5
2.1.3 Kaedah Pemprosesan Roti	6
2.1.4 Prospek dan Pasaran Roti	8
2.1.4.1 Pasaran Dunia	8
2.1.4.2 Pasaran Malaysia	9

2.1.5	Ramuhan Roti dan Fungsinya	10
2.1.5.1	Tepung Gandum	10
2.1.5.2	Gula	11
2.1.5.3	Air	12
2.1.5.4	Yis	13
2.1.5.5	Garam	13
2.1.5.6	Lelemak	14
2.1.5.7	'Improver'	15
2.1.5.8	Susu Tepung	15
2.1.5.9	Isi Nangka (Sebagai Perisa)	16
2.1.6	Kualiti Fizikal dan Organoleptik Roti	16
2.1.7	Nilai Pemakanan	18
<b>2.2</b>	<b>TEPUNG KOMPOSIT</b>	19
2.2.1	Pengenalan Kepada Tepung Komposit	19
2.2.2	Tepung kacang hijau	20
2.2.3	Tepung Gandum	21
2.2.4	Protein Dalam Tepung Komposit	23
2.2.4.1	Definisi Protein	23
2.2.4.2	Jenis-Jenis Protein	23
2.2.4.3	Kandungan Protein Dalam Tepung Komposit	25
2.2.5	Gentian Diet Dalam Tepung Komposit	30
2.2.5.1	Definisi Gentian Diet	30
2.2.5.2	Jenis-Jenis Gentian Diet	31
2.2.5.3	Kandungan Gentian Diet Dalam Tepung Komposit	32
2.2.6	Faktor Antinutrisi Tepung Komposit	33
2.2.6.1	Definisi Faktor Antinutrisi	33
2.2.6.2	Kandungan Faktor Antinutrisi Tepung Komposit	34
2.2.7	Kesan dan Kepentingan Protein Tepung Komposit	36
2.2.7.1	Kepentingan Protein dalam Pembuatan Roti	36
2.2.7.2	Peranan Protein Terhadap Kesihatan Manusia	36
2.2.8	Kesan dan Kepentingan Gentian Diet Tepung Komposit	40
2.2.8.1	Kepentingan Gentian Diet dalam Pembuatan Roti	40

2.2.8.2 Peranan Gentian Terhadap Kesihatan Manusia	41
2.2.9 Kesan Faktor Antinutrisi Tepung Komposit	47
2.2.9.1 Kesan dalam Pembuatan Roti	47
2.2.9.2 Kesan Terhadap Kesihatan Manusia	47
<b>BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH</b>	<b>50</b>
<b>3.1 PENYEDIAAN SAMPEL</b>	<b>50</b>
3.1.1 Roti Tepung Komposit	50
3.1.2 Bahan Ramuan dan Formulasi	50
3.1.3 Prosedur Pembuatan Roti	51
<b>3.2 ANALISIS KIMIA</b>	<b>52</b>
3.2.1 Analisis Proksimat	52
3.2.1.1 Penentuan Lembapan	52
3.2.1.2 Penentuan Protein	53
3.2.1.3 Penentuan Lemak	54
3.2.1.4 Penentuan Gentian Kasar	54
3.2.1.5 Penentuan Abu	55
3.2.1.6 Penentuan Karbohidrat	56
3.2.2 Analisis Kualiti Protein	56
3.2.2.1 Penentuan Profil Asid Amino	57
3.2.2.2 Penentuan Kebolehadaman Protein	58
3.2.2.3 Penentuan Nisbah Keefisienan Protein	58
3.2.2.4 Penentuan Nisbah Protein Bersih	59
3.2.3 Analisis Kualiti Gentian	60
3.2.3.1 Penentuan Gentian Diet Total	60
3.2.3.2 Penentuan Gentian Tak Larut	62
3.2.3.3 Penentuan Gentian Larut	64
3.2.3.4 Penentuan Gentian Peluntur Neutral	64
3.2.3.5 Penentuan Hemiselulosa	65
3.2.3.6 Penentuan Selulosa	66
3.2.3.7 Penentuan Lignin	66
3.2.3.8 Penentuan Kanji Rintang	66
3.2.4 Penentuan Faktor Antinutrisi	68
3.2.4.1 Penentuan Perencat Tripsin	68
3.2.4.2 Penentuan Perencat Amilase	69

3.2.4.3	Penentuan Asid Fitik	70
3.2.4.4	Penentuan Sebatian Polifenol	71
3.2.4.5	Penentuan Faktor Flatus	71
<b>3.3</b>	<b>ANALISIS KUALITI LOF</b>	<b>72</b>
3.3.1	Kualiti Fizikal	72
3.3.1.1	Isipadu	73
3.3.1.2	Berat Lof	73
3.3.1.3	'Oven spring'	73
3.3.1.4	Penentuan Profil Tekstur	74
<b>3.4</b>	<b>ANALISIS SENSORI</b>	<b>75</b>
3.4.1	Penilaian Sensori	75
<b>3.5</b>	<b>SEM</b>	<b>76</b>
<b>3.4</b>	<b>ANALISIS STATISTIK</b>	<b>76</b>
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>78</b>
<b>4.1</b>	<b>ANALISIS KIMIA</b>	<b>78</b>
4.1.1	Analisis Proksimat	78
4.1.2	Analisis Kualiti Protein	81
4.1.2.1	Analisis Kebolehadaman Protein	81
4.1.2.2	Analisis Kandungan Asid Amino	84
4.1.2.3	Analisis PER dan NPR	88
4.1.3	Analisis Kualiti Gentian Diet	92
4.1.4	Analisis Faktor Antinutrisi	100
<b>4.2</b>	<b>ANALISIS FIZIKAL</b>	<b>108</b>
4.2.1	Analisis Kualiti Lof	108
4.2.2	Profil Tekstur	111
<b>4.3</b>	<b>ANALISIS SENSORI</b>	<b>114</b>
4.3.1	Penilaian sensori	114
<b>4.4</b>	<b>SEM</b>	<b>118</b>

**BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

126

**SENARAI RUJUKAN**

128

**SENARAI PENERBITAN DAN ANUGERAH**

## SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK JADUAL	MUKASURAT
Jadual 2.1	Jumlah Jualan Bagi Sektor Produk Bakeri Malaysia	10
Jadual 2.2	Fungsi Pelbagai Jenis 'Improver' ke atas Sifat Akhir Roti	15
Jadual 2.3	Profil Asid Amino bagi Tepung Kacang Hijau	26
Jadual 2.4	Julat Kandungan Protein bagi Pelbagai Jenis Gandum	27
Jadual 2.5	Kandungan Asid Amino dalam Gandum	29
Jadual 2.6a	Senarai Kandungan Asid Amino Perlu dan Fungsinya Pada Badan	38
Jadual 2.6b	Senarai Kandungan Asid Amino Tak Perlu dan Fungsinya Pada Badan	39
Jadual 2.7	Pengambilan Protein Lengkap oleh Badan Mengikut Umur dan Jantina	40
Jadual 2.8	Rujukan Pengambilan Gentian Diet bagi Pelbagai Peringkat Umur	42
Jadual 2.9	Kesan dan Implikasi Fisiologi Gentian Tak Larut (IDF)	43
Jadual 2.10	Kesan dan Implikasi Fisiologi Gentian Larut (SDF)	44
Jadual 2.11	Ciri-Ciri Berfungsi Kanji Rintang	46
Jadual 3.1	Formulasi bagi 5 Sampel Roti Tepung Komposit yang disediakan	51
Jadual 4.1	Komposisi Proksimat (%) bagi 5 Jenis Roti Tepung Komposit	80



<b>Jadual 4.2</b>	Keputusan Kandungan Asid Amino Perlu dalam 5 Jenis Roti Tepung Komposit	85
<b>Jadual 4.3</b>	Keputusan Kandungan Asid Amino Tak Perlu dalam 5 Jenis Roti Tepung Komposit	87
<b>Jadual 4.4</b>	Keputusan Nilai PER dan NPR bagi 5 Jenis Roti Tepung Komposit	91
<b>Jadual 4.5</b>	Keputusan Analisis Faktor Antinutrisi bagi 5 Jenis Roti Tepung Komposit	101
<b>Jadual 4.6</b>	Keputusan Analisis Isipadu, Berat, 'Oven Spring' dan Isipadu Spesifik bagi 5 Jenis Roti Tepung Komposit	109

## SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK RAJAH	MUKASURAT
Rajah 4.1	Kesan Penambahan Tepung Kacang Hijau ke atas Kandungan Kualiti Protein Pelbagai Jenis Roti	82
Rajah 4.2	Kesan Pelbagai Jenid Diet ke atas Berat Tikus Ujian	89
Rajah 4.3	Kesan Penambahan Tepung Kacang Hijau ke atas Kandungan Gentian Diet Pelbagai Jenis Roti	93
Rajah 4.4	Kesan Penambahan Tepung Kacang Hijau ke atas Kandungan Gentian Pelarut Neutral (NDF), Selulosa (S), Hemiselulosa (HS) Pelbagai Jenis Roti	96
Rajah 4.5	Kesan Penambahan Tepung kacang Hijau ke atas Kandungan Kanji Rintang (RS) Pelbagai Jenis Roti	99
Rajah 4.6	Kesan Penambahan Tepung Kacang Hijau ke atas Kandungan Faktor Flatus	106
Rajah 4.7	Kesan Penambahan Tepung Kacang Hijau ke atas 6 Parameter Tekstur Pelbagai Jenis Roti	113
Rajah 4.8	Kesan Penambahan Tepung Kacang Hijau ke atas Ujian Deria (Sensori) bagi Pelbagai Jenis Roti	116
Rajah 4.9a	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti A (Kawalan) Sebelum Proses Pembakaran	119
Rajah 4.9b	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti A (Kawalan) Selepas Proses Pembakaran	119
Rajah 4.10a	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti B Sebelum Dibakar	121
Rajah 4.10b	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti B Selepas Dibakar	121

<b>Rajah 4.11a</b>	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti C Sebelum Dibakar	122
<b>Rajah 4.11b</b>	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti C Selepas Dibakar	122
<b>Rajah 4.12a</b>	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti D Sebelum Dibakar	123
<b>Rajah 4.12b</b>	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti D Selepas Dibakar	123
<b>Rajah 4.13a</b>	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti E Sebelum Dibakar	125
<b>Rajah 4.13b</b>	Menunjukkan S.E.M Struktur Kanji dalam Roti E Selepas Dibakar	125

## ABSTRAK

Penggantian tepung 'wholemeal' dengan tepung kacang hijau pada paras 25, 50, 75, dan 100% telah dijalankan. Kesan terhadap penggantian tersebut bersama sampel kawalan dikaji segi sifat-sifat fizikal, nutrisi dan organoleptik roti tepung komposit. Penggantian 75% tepung kacang hijau telah menghasilkan roti yang boleh diterima. Komposisi proksimat, kualiti protein [protein total, protein larut dan tak larut, kebolehadaman protein (in vitro), profil asid amino, nisbah keefisienan protein (PER), nisbah bersih protein (NPR)] dan kualiti gentian [gentian diet total, gentian diet larut dan tidak larut, gentian peluntur neutral, selulosa, hemiselulosa, lignin] dan juga komponen antinutrisi ditentukan dalam roti tepung komposit dan roti kawalan. Parameter fizikal seperti isipadu lof dan isipadu spesifik, berat lof, 'oven spring', analisis profil tekstur juga ditentukan. SEM dilakukan ke atas doh semasa proses fermentasi dan selepas dibakar dan ciri sensori juga ditentukan. Peningkatan penggantian tepung kacang hijau daripada 25% kepada 75% telah meningkatkan ( $p < 0.05$ ) kandungan protein total (dari 11.66 kepada 12.63%), laisina dan metionina (dari 76.34 kepada 119.35 mg/g sampel dan 209.19 kepada 350.60 mg/g sampel), gentian diet total, gentian diet larut dan tidak larut (dari 5.59 kepada 8.74, 3.28 kepada 4.78 dan 2.26 kepada 3.64%), gentian peluntur neutral dan hemiselulosa (dari 5.19 kepada 8.12 dan 0.56 kepada 3.15%) dan kanji rintang (dari 3.73 kepada 5.86). Walau bagaimanapun terdapat peningkatan signifikan ( $p < 0.05$ ) pada perencat tripsin (dari 185.14 kepada 195.47 TIU/g), asid fitik (dari 240.3 kepada 278 mg/100g sampel) dan sebatian polifenol (dari 330.00 kepada 347.00 mg/100g sampel). Bagi roti B, C dan D, didapati bahawa peningkatan paras penggantian tepung kacang hijau daripada 25% kepada 75% menyebabkan penurunan isipadu dan isipadu spesifik lof (dari 1012.00 kepada 780.00 ml dan 4.83 kepada 3.44 ml/g). Analisis profil tekstur menunjukkan

peningkatan tepung kacang hijau sehingga 75%, dapat meningkatkan kekerasan dan menurunkan kegamatan dan kekunyahan roti tepung komposit. Penggantian 25%-75% tepung kacang hijau menyebabkan doh mempunyai struktur berjala dan penurunan segi isipadu roti. Dapat disimpulkan bahawa roti yang disediakan melalui penggantian 75% tepung kacang hijau dapat diterima dari segi fizikal, nutrisi dan organoleptik.

# EVALUATION ON THE PHYSICAL, NUTRITIONAL AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF COMPOSITE FLOUR BREAD

## ABSTRACT

Substitutions of mungbean flour with wholemeal flour were carried out at 25, 50, 75 and 100% levels. The substituted bread and the control was evaluated for physical, nutritional and sensory attributes. Results showed that the incorporation of 75% mungbean flour to wholemeal flour resulted an acceptable bread. Proximate composition, protein quality [total protein, digested and undigested protein, protein digestibility (in vitro), amino acids profile, protein efficiency ratio (PER), net protein ratio (NPR)] and fibre quality [total dietary fibre, soluble and insoluble dietary fibre, neutral detergent fibre, cellulose, hemicellulose, lignin] and anti nutritive components were determined in all samples. The physical parameters analysed include loaf volume, specific volume, loaf weight, oven spring and texture profile. Scanning electron microscopy (SEM) of dough was determined during fermentation and after baking. Sensory attributes of the samples was also carried out. Increasing level of substitution of mungbean flour from 25% to 75% to wholemeal flour, significantly ( $p < 0.05$ ) increased the total protein (from 11.66 to 12.63%), lysine and methionine (from 76.34 to 119.35 and 209.19 to 350.66 mg/g sample), total dietary fibre, soluble and insoluble dietary fibre (from 5.59 to 8.74, 3.28 to 4.78 and 2.26 to 3.64%) neutral detergent fibre and hemicellulose (from 5.19 to 8.12 and 0.56 to 3.51%) and resistant starch (from 3.73 to 5.86). However, significant increased ( $p < 0.05$ ) of trypsin inhibitor activity (from 185.14 to 195.47 TIU/g), phytic acid (from 240.3 to 278 mg/100g sample) and polyphenolic compound (from 330.00 to 347.00 mg/100g sample) was noted in Bread B to Bread E. Loaf volume and specific volume (from 1012.00 to 780.00 ml and 4.83 to 3.44 ml/g) decreased with increased level of mungbean flour from 25 to 75% which resulted in

decrease of volume and specific volume. Texture analysis indicated that increasing level of mungbean flour to 75%, increased hardness and decreased gumminess and chewiness of breads. Substitution levels of mungbean flour from 25-100% resulted in dough having mesh-like structure and reduction in bread volume. Bread substituted with 75% mungbean flour was the most acceptable in terms of physical, nutritional and organoleptic attributes.

## BAB 1 PENGENALAN

### 1.1 AM

Perkembangan dan keberkesanan roti sebagai makanan asas bagi kebanyakan tempat seperti negara Eropah disebabkan banyak faktor dan yang paling jelas sekali adalah kerana kebanyakan bijirin yang digunakan dalam penghasilan roti adalah daripada gandum, rai dan jagung (Ronsivalli & Vieira, 1992).

Produk bakeri terutamanya roti merupakan sumber utama untuk meningkatkan kandungan gentian diet. Sumber yang selalunya digunakan untuk meningkatkan kandungan protein dan gentian diet dalam produk roti ialah bran daripada bijirin seperti bran gandum, jagung dan juga oat (Haridas & Hema, 1991).

Kacang hijau merupakan sumber kekacang yang mengandungi kandungan gentian diet dan protein yang tinggi (Jaanaki *et al.*, 1994). Oleh itu ianya juga adalah sesuai digunakan sebagai sumber dalam meningkatkan kandungan gentian diet dan protein dalam produk roti untuk mengelakkan pergantungan hanya kepada sumber yang berasaskan bijirin.

Diet kaya gentian telah didapati memberikan manfaat kepada kesihatan manusia dan juga dikatakan boleh menghalang obesiti (Wisker *et al.*, 1996). Pengambilan gentian diet dalam amaun yang mencukupi dikatakan mempunyai kesan fisiologi yang baik dalam menghalang hipokolestrolemia (Jenkins *et al.*, 1979) dan sesuai untuk pengidap penyakit kencing manis (Anderson & Chen, 1979).

Diet yang kaya dengan protein pula baik untuk kesihatan kerana ia memainkan peranan penting dalam kebanyakan fungsi fisiologi badan seperti menjaga pertumbuhan dan perkembangan tubuh manusia. Protein memainkan banyak peranan, termasuklah sebagai komponen struktur sel dan tisu, pemangkin untuk enzim bagi tindak balas



biokimia, pembawa maklumat bagi hormon dan juga sebagai komponen sistem imun badan (Torun *et al.*, 1977).

Hi-maize merupakan contoh produk gentian diet (berasaskan kanji rintang) pertama yang boleh didapati secara komersial di dunia. Ianya kaya dengan kanji rintang dan merupakan sumber gentian diet yang baik yang boleh ditambah ke dalam makanan seperti roti, pasta, bijirin sarapan pagi dan snek tanpa mengubah sifat-sifat sensori. Quality Bakers Australia Ltd. telah berjaya menggunakan produk Hi-maize untuk menghasilkan roti putih dengan kandungan gentian diet lebih tinggi berbanding dengan roti pelbagai bijirin tetapi mengekalkan ciri-ciri sensori roti putih yang asal (Brown *et al.*, 1995).

Dalam kajian ini beberapa percubaan dilakukan untuk menggabungkan tepung kacang hijau pada peratusan yang tertinggi dengan tepung gandum sebagai tepung komposit untuk meningkatkan kandungan protein dan juga gentian dalam produk akhir.

## 1.2 OBJEKTIF PENYELIDIKAN

Kajian ini bertujuan untuk meningkatkan tahap penggunaan kacang hijau dan menilai kualiti pemakanan dalam produk roti. Objektif spesifik adalah seperti berikut :

- I) Mengkaji kesan penambahan tepung kacang hijau ke atas kualiti fizikal (berat, 'oven spring', isipadu) dan penilaian sensori roti tepung komposit terdiri daripada tepung kacang hijau dan tepung gandum.
- II) Mengkaji kesan penambahan tepung kacang hijau ke atas kualiti protein roti tepung komposit.
- III) Mengkaji kesan penambahan tepung kacang hijau ke atas kualiti gentian diet.

IV) Menentukan kesan penambahan tepung kacang hijau ke atas faktor antinutrisi iaitu (a) perencat tripsin, (b) asid fitik, (c) faktor flatus, (d) perencat amilase dan (e) sebatian polifenol dalam roti tepung komposit.

Hasil kajian ini diharapkan dapat meningkatkan lagi tahap penggunaan kacang hijau dalam produk bakeri dari segi kesihatan kerana masyarakat sekarang lebih peka tentang cara pemakanan yang sihat.

## BAB 2 TINJAUAN BACAAN

### 2.1 ROTI

Proses pembuatan roti merupakan salah satu penemuan paling penting dalam sejarah manusia. Dari segi sejarahnya, roti juga telah menjadi salah satu faktor yang menyumbang kepada perkembangan pelbagai istilah dan jenis roti dalam masyarakat terutamanya bagi masyarakat barat (Dendy & Dobraszczyk, 2001), selain daripada menjadi sumber bekalan nutrien kepada kita.

#### 2.2.1 Roti Secara Umum

Roti merupakan salah satu makanan yang telah dimakan lebih lama dari catatan sejarahnya (Hoseney, 1994). Roti telah menjadi makanan manusia sejak 6000 tahun yang lalu. Ia merupakan makanan pertama yang paling mudah disediakan dan penerimaannya sangat meluas sehinggalah sekarang (Dendy & Dobraszczyk, 2001).

Roti memainkan peranan penting dalam perkembangan manusia dan merupakan salah satu sumber bekalan nutrien kita. Pada hari ini, roti menjadi penyumbang yang baik dalam meningkatkan pengambilan komponen galian diet. Roti juga boleh didapati dalam pelbagai bentuk dan menyumbang USD 200 juta setahun untuk ekonomi Eropah (Dendy & Dobraszczyk, 2001). Roti juga merupakan makanan ruji penduduk di Amerika Syarikat. Tambahan pula produk ini mengandungi lemak yang rendah serta kompleks karbohidrat dan galian diet yang baik (Knuckles *et al.*, 1997).

Roti di antara makanan asas yang lengkap dan tidak memerlukan penyediaan tambahan. Walaupun roti bukan sumber nutrisi protein yang sempurna tetapi ianya adalah sumber asas keperluan tenaga dan protein untuk manusia. Oleh kerana keunikan struktur protein gandum, roti mampu diubah komposisinya dan boleh dikayakan dengan pelbagai jenis protein lain, vitamin dan mineral (Pyler, 1988). Tambahan lagi produk

bakeri terutamanya roti dianggap sebagai sumber terbaik untuk meningkatkan pengambilan gentian diet (Pylar, 1973).

Walau bagaimanapun teknologi pembuatan roti adalah satu subjek yang sangat luas dan telah dibuat kajian semula secara lebih mendalam oleh Cauvin dan Young (2000).

### **2.1.2 Jenis-jenis Roti**

Perkembangan pelbagai jenis roti berlaku secara perlahan-lahan dan semuanya mempunyai struktur sel gas, teknik pemprosesan, alatan pemprosesan dan juga mekanisma pengawalan proses yang tersendiri. Menurut Owens (2001), roti dapat dikelaskan kepada empat kategori yang sangat luas:

#### **a) Roti Pan**

Produk ini dihasilkan berasaskan doh yang diletakkan dalam pan logam semasa proses fermentasi dan pembakaran dilakukan. Biasanya pan berbentuk segi empat tepat walaupun bekas pan bulat yang lebih dikenali ramai. Contoh roti jenis ini adalah seperti roti 'sandwic' (bertutup-'lidded'), roti pan atas-terbuka ('open-top'), pan 'coburgs' (bulat dan tidak bertutup-'unlidded'), rol susu (bulat, bertutup) dan roti bijirin (dibek dalam keadaan pan terbalik).

#### **b) Roti Berbentuk Bebas (Free-Standing Bread)**

Produk ini dihasilkan dengan dohnya dieram dan dibek tanpa menggunakan pan untuk menyekat dan menyokong struktur bahagian sisi doh. Pendekatan ini menjadikan produk yang terhasil lebih berkerak. Contoh roti jenis ini termasuklah 'coburgs' dan 'bloomers'.

#### **c) Baguettes dan Produk Roti Berbentuk Panjang**

Produk ini biasanya diletakkan di dalam dulang berlekuk (inden) semasa proses fermentasi dan pembakaran dilakukan. Produk ini selalunya mempunyai darjah pembentukan kerak yang tinggi dan ciri-ciri permukaan yang ketara.

#### d) Rol atau Roti yang Dibek di atas Dulang atau Pan Bertakuk

Produk ini mengandung gula dan lemak yang tinggi dalam ramuannya dan biasanya mempunyai rasa yang lebih manis dan tekstur yang lebih lembut.

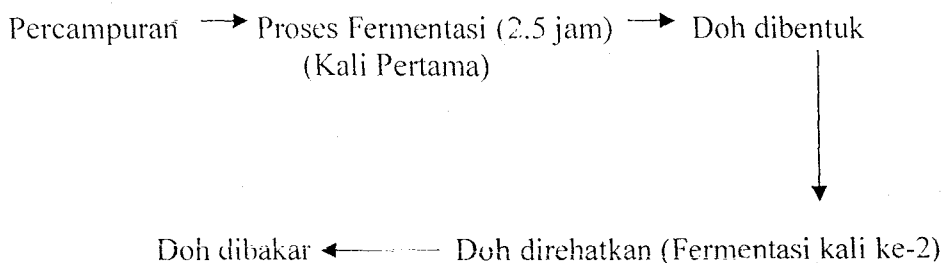
Walau bagaimanapun, pelbagai jenis bahan bergentian telah ditambahkan ke dalam doh roti berdasarkan pelbagai alasan seperti: (1) untuk perisa seperti bran dan 'whole grain'; (2) untuk penurunan nilai kalori; (3) untuk kebaikan kesihatan (Stauffer, 1998) dan lain-lain lagi.

### 2.1.3 Kaedah Pemprosesan Roti

Terdapat tiga kaedah asas dalam pembuatan roti iaitu :

- a) Kaedah Doh Terus (*Straight Dough*)
- b) Kaedah Span dan Doh (*Sponge and Dough*)
- c) Kaedah Doh Tanpa Fermentasi (*No-Time Dough*)

**Kaedah doh terus** merupakan satu kaedah di mana semua ramuan dimasukkan ke dalam pengadun sekali gus dan doh kemudiannya diadun ke tahap yang optimum (Stauffer, 1998). Doh kemudiannya dikeluarkan daripada pengadun dan difermen selama 2.5 jam (Nakai & Modler, 2000), selalunya ditumbuk sekali atau dua kali sepanjang proses fermentasi berlangsung. Selepas itu doh dibahagikan kepada berat tertentu. Ia kemudiannya dibentuk, dimasukkan ke dalam pan pembakar, direhatkan dan akhir sekali dibakar. Berikut adalah proses yang terlibat bagi kaedah doh terus ini.

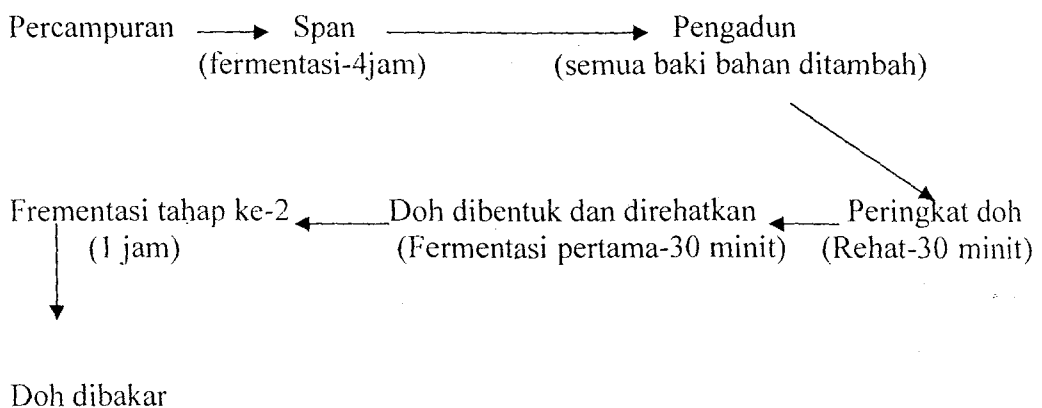


Manakala **kaedah span dan doh** pula melibatkan beberapa peringkat pemrosesan.

Menurut Cauvin (1998), penghasilan roti melalui kaedah span dan doh adalah seperti berikut :

- merupakan proses dua peringkat iaitu sebahagian dari jumlah tepung, air dan ramuan lain dari formulasi dicampurkan untuk membentuk doh yang lembut serta seragam yang dipanggil span.
- kemudian span tadi direhatkan dalam satu masa yang ditetapkan, biasanya bergantung kepada perisa yang dikehendaki ('flavour requirement').
- Span dicampurkan dengan bahan /ramuan yang masih tinggal untuk membentuk doh yang seragam.
- Pemrosesan doh pada peringkat ini dilakukan dalam jangka masa yang singkat sahaja dan proses fermentasi juga dilakukan dalam jangka masa yang pendek.

Berikut adalah proses yang terlibat bagi kaedah pemrosesan roti melalui kaedah span dan doh :



**Kaedah doh tanpa fermentasi** (*no-time dough process*) adalah sebenarnya sama dengan kaedah doh terus tetapi masa fermentasinya adalah agak singkat (Stauffer, 1998). Selepas diadun, doh dieram selama 20-30 minit dan dibahagikan dan diproses mengikut kaedah doh terus.

Kaedah ini direka untuk memendekkan masa fermentasi. Hanya 20-30 minit sahaja diperlukan untuk proses fermentasi menggunakan amun yis yang banyak (Nakai & Modler, 2000) dan suhu fermentasi yang agak tinggi iaitu 28-30<sup>o</sup>C jika dibandingkan dengan kaedah doh terus iaitu 25-27<sup>o</sup>C (Stauffer, 1998).

#### **2.1.4 Prospek dan Pasaran Roti**

Perbincangan dalam subtopik ini adalah lebih menjurus ke arah prospek dan potensi roti di pasaran dunia umumnya dan pasaran Malaysia khususnya dan peranan penghasilan roti ini dapat menjana ekonomi negara.

##### **2.1.4.1 Pasaran Dunia**

Pasaran roti dan produk bakeri yang digunakan di rumah hampir mencecah 2.83 ratus juta paun pada tahun 1999, meningkat sebanyak 1% daripada tahun 1998. Sektor penghasilan produk bakeri dijangka akan terus meningkat sebanyak 5.6% dan mencapai pengeluaran sebanyak 3.03 ratus juta paun pada tahun 2006 (Bakers, 1999). Bagi tahun 2000 pula, peningkatan hanyalah sebanyak 0.5% daripada tahun 1999 iaitu menyumbangkan kepada 2.84 ratus juta paun. Jumlah ini termasuklah pengeluaran bagi roti putih dan juga roti 'wholemeal' serta roti yang mempunyai nilai tambah (Baker's, 2000).

Dapat dirumuskan bahawa terdapat peningkatan penjualan roti setiap tahun. Pada tahun 2003, pengeluaran roti dan hasilan roti telah mencapai peningkatan sebanyak 2% menjadikan jumlah pendapatan daripada roti adalah sebanyak 2.95 bilion paun (Baker's, 2003).

#### 2.1.4.2 Pasaran Malaysia

Tidak banyak kajian yang dijalankan oleh penyelidik tentang keperluan makanan untuk rakyat Malaysia walaupun Malaysia kerap kali mengalami kekurangan makanan dan keselamatan makanan menjadi isu yang penting kerana makanan dapat diimport dengan murah daripada negara jiran (Abdullah *et al.*, 1999).

Sebagai sebuah negara ketiga yang kaya di Asia Tenggara, Malaysia terus menawarkan peluang yang baik dalam sektor bakeri. Menurut laporan F.A.S., Malaysia: Food Processing Ingredients Sector, di antara 1995-1999, jumlah jualan industri makanan meningkat hampir 9% setiap tahun dan penganalisis industri menjangkakan ia akan terus bertambah kepada tahap 5%-10% setiap tahun (F.A.S. Report, 2000).

Produk bakeri merupakan makanan awal bagi sesetengah tempat dalam diet orang Malaysia, sedangkan syarikat bakeri yang menyediakan bekalan untuk keseluruhan penduduk di Malaysia yang paling besar adalah Bakeri Gardenia, Bakeri Stanson dan yang terkini ialah Bakeri High5 (Datamonitor, 2003). Jadual 2.1 menunjukkan pendapatan yang diperolehi daripada hasil bakeri negara Malaysia.

Berdasarkan kepada penerangan di atas, maka boleh simpulkan bahawa penghasilan roti yang mempunyai nilai nutrisi yang baik dan menyumbang kepada kesihatan yang sempurna dapat menjana pendapatan untuk negara Malaysia.

Penambahan tepung selain daripada tepung gandum (seperti tepung kacang hijau) akan dapat membuka peluang penanaman hasil pertanian yang berasaskan sumber baru dan mengurangkan pergantungan kita terhadap sumber luar negara.



**Jadual 2.1** Jumlah Jualan Bagi Sektor Produk Bakeri Malaysia

Hasilan 1996 & 2000	Jualan Bagi Sektor Produk Bakeri Malaysia	
	1996 (US\$ Juta)**	2000 (US\$ Juta)**
*Makanan Bakeri	\$229.2	\$274.6
Biskut	112.6	137.1
Bijirin Sarapan	26.0	29.8
Jumlah	\$367.8	\$441.5
*Makanan bakeri = roti, pastri dan kek		
** Nilai ditukarkan kepada dolar US pada kadar semasa pada 15 Julai, 2002		

Sumber: Datamonitor, 2003

### 2.1.5 Ramuan Roti dan Fungsinya

Bahan yang paling asas dalam proses pembuatan roti adalah tepung, yis, garam dan juga air. Bahan-bahan lain yang diguna dalam formulasi roti adalah gula, lemak, susu tepung, enzim, surfaktan dan aditif (Hoseney, 1994). Setiap bahan ini akan berinteraksi di antara satu dengan lain dan akan menentukan kualiti akhir roti (Owens, 2001). Interaksi ini diterangkan dengan lebih lanjut dari perkara 2.1.5.1 hingga perkara 2.1.5.10.

#### 2.1.5.1 Tepung Gandum

Tepung gandum yang baik seharusnya mempunyai kadar penyerapan air yang tinggi, medium yang sederhana untuk masa percampuran, toleransi percampuran yang memuaskan, memberikan isipadu lof yang baik dan dapat menghasilkan warna krum yang seragam (Finney, 1978).

Pembentukan gluten merupakan proses yang sangat penting dalam pembuatan roti dan gandum merupakan penyumbang utama kepada protein yang diperlukan untuk membentuk gluten (Owens, 2001). Gluten dalam tepung gandum membolehkan pengembangan sel udara yang terbentuk semasa proses fermentasi dan memberikan keadaan teguh kepada struktur roti selepas proses pembakan (Birch & Parker, 1976). Untuk pembentukan gluten yang sempurna gabungan 55%-65% gliadin dan sebanyak 35%-45% glutenin diperlukan (Pylar, 1988).

Kanji merupakan komponen yang penting dalam endosperma gandum. Kerosakan pada granul kanji semasa proses pengisaran gandum boleh menyebabkan kanji menyerap lebih banyak air daripada kanji yang tidak rosak dan memberikan struktur yang tidak uniform kepada roti (Stauffer, 1998). Kanji yang tergelatinisasi semasa proses pembakaran juga dapat mengikat air dan kemudiannya menyumbang kepada perubahan daripada doh kepada struktur produk bakeri yang teguh yang dipanggil roti (Meyer, 1960).

#### **2.1.5.2 Gula**

Di United Kingdom (UK), roti adalah dihasilkan tanpa penambahan gula atau sedikit gula sahaja dalam roti biasa manakala 6% sahaja (asas berat tepung) ditambahkan dalam penghasilan roti melalui kaedah span dan doh di Amerika Syarikat (Owens, 2001).

Penambahan gula adalah untuk memperbaiki pasaran roti dengan meningkatkan isipadu lof, warna kerak, perisa dan rasa serta menjaga kualiti. Penambahan gula yang banyak akan mempercepatkan proses fermentasi berlaku (Pylar, 1988). Sukrosa, apabila ditambahkan ke dalam doh akan dihidrolisis dengan cepat oleh enzim yang dihasilkan oleh yis. Biasanya gula dihidrolisis kepada pecahan yang paling ringkas seperti

glukosa dan fruktosa pada akhir proses percampuran doh. Pada masa yang sama, yis akan memfermenkan glukosa dan fruktosa yang terhasil daripada pemecahan gula tadi (Griffith & Johnson, 1954). Proses fermentasi ini akan menghasilkan gas karbon dioksida dan terperangkap dalam doh. Gas ini akan memberikan bentuk kepada struktur sel doh dan seterusnya memberikan kesan ke atas isipadu roti. Gula yang masih kekal selepas proses fermentasi, membantu perkembangan komponen asid yang meruap dan aldehida. Kedua-dua sebatian ini memberikan aroma dan rasa kepada roti (Nesetrit, 1967). Walau bagaimanapun, penambahan gula yang terlalu tinggi akan menghalang aktiviti yis sekalipun proses fermentasi tetap berlaku (Owens, 2001).

### **2.1.5.3 Air**

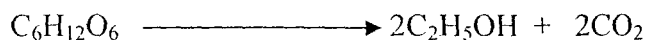
Air memainkan peranan penting dalam memberikan bentuk yang baik kepada doh. Air selalunya dapat menjadikan protein yang terdapat dalam tepung terhidrat dan menghasilkan sifat yang viskoelastik kepada doh yang dikenali sebagai gluten. Dengan kehadiran gluten, maka ia dapat membentuk rangka doh, menahan gas yang dihasilkan oleh yis, menggelatinisasikan kanji semasa proses pembakaran serta mengawal kekonsistenan doh semasa proses pembakaran berlaku (Pomeranz, 1978).

Sifat-sifat doh adalah pelbagai mengikut kandungan air yang dicampurkan ke dalam formulasi. Jika air terlalu sedikit ia akan menghasilkan doh yang keras, susah untuk dibentuk (Cauvin & Young, 2000), isipadu yang kecil dan penampilan luaran yang rendah. Sebaliknya kalau terlalu banyak air ianya akan menghasilkan doh yang lembik, susah untuk dibentuk, akan membenarkan ianya mengalir dalam pan dan memberikan kualiti roti yang rendah (Owens, 2001).

#### 2.1.5.4 Yis

Bakers' yis (*Saccharomyces cerevisiae*) boleh didapati dalam pelbagai bentuk (Williams and Pullen, 1998). Fungsi utama yis adalah untuk menghasilkan gas karbon dioksida untuk proses pengembangan doh pada pelbagai peringkat pemprosesan, terutamanya ketika semasa proses fermentasi ('proof') dan pada peringkat awal proses pembakaran. Tindakan yis dapat diringkaskan seperti berikut (Owens, 2001).

Gula ringkas  $\longrightarrow$  Etil alkohol + karbon dioksida



Selain itu yis juga membantu mematangkan gluten apabila doh berada dalam ketuhar yang menyebabkan doh berkembang dengan seragam dan pada masa yang sama memegang udara tersebut (Ronsivalli & Vieira, 1992).

#### 2.1.5.5 Garam

Peranan asas garam dalam doh roti adalah untuk memberikan rasa, terlalu sedikit garam akan memberikan rasa tawar, terlalu banyak akan menyebabkan rasa masin. Garam juga menghalang pembentukan kompleks gluten ketika proses percampuran. Kesannya tidak signifikan pada kelajuan percampuran yang tinggi tetapi memberikan kesan jika proses percampuran dilakukan pada kelajuan yang rendah (Owens, 2001). Tetapi jika dimasukkan dalam jumlah yang betul, garam boleh menyumbang kepada kekuatan dan ketegangan gluten dalam doh yang menyebabkan pengendalian doh menjadi lebih mudah dan baik (Pylar, 1988).

Terdapat hubungkait yang kuat di antara paras garam yang digunakan dan yis dalam formulasi. Garam mempunyai kesan yang signifikan ke atas tekanan osmotik dinding sel yis dan ini penting untuk mengawal kadar fermentasi, jadi lebih banyak

garam yang digunakan maka semakin banyak yis yang diperlukan untuk mencapai masa fermentasi yang dikehendaki (Williams & Pullen, 1998).

Jadi penambahan garam ke dalam formulasi roti boleh meningkatkan rasa yang lebih baik, meningkatkan kemanisan pada roti dan yang paling penting dapat memperbaiki keseimbangan perisa dalam roti (Pylar, 1988).

#### **2.1.5.6 Lelemak**

Penggunaan lelemak sebagai bahan dalam penghasilan produk roti adalah untuk memberikan sifat kelembutan dan rasa yang baik terhadap struktur krum (Pylar, 1988). Kesan kelembutan ini adalah akibat daripada keupayaan lemak untuk melicinkan struktur produk reroti dengan menyebarkan dalam filem dan globul molekul doh semasa proses percampuran dan oleh itu ia menghalang kanji dan komponen protein daripada terbentuk secara selang, rangkaian tiga dimensi (Pylar, 1988).

Lelemak juga dapat meningkatkan penahanan udara dalam doh seterusnya menyebabkan peningkatan isipadu dan kelembutan (Owens, 2001). Selain itu, lelemak juga dapat mengekalkan kelembapan roti, mengelakkan penghapakan dan memanjangkan jangka hayat roti serta memudahkan pemotongan roti dengan tekstur yang lebih baik (Hoseney, 1992).

Penambahan paras lelemak juga berbeza bergantung kepada jenis tepung yang digunakan dengan tepung wholemeal memerlukan paras lemak yang tinggi berbanding tepung putih iaitu mencapai 2-3 kali ganda (Williams & Pullen, 1998).

#### **2.1.5.7 'Improver'**

Potassium bromida merupakan bahan penaik (improver) yang pertama digunakan pada tahun 1915 dan yang pertama dijual untuk kegunaan pengusaha bakeri (Kohman.

*et al.*, 1915). Perkataan 'improver' meliputi mana-mana bahan yang dicampurkan ke dalam formulasi pembuatan roti untuk meningkatkan potensi tepung yang digunakan (Owens, 2001). Jadual 2.2 menunjukkan kepelbagaian jenis 'improver' dan kesan penggunaannya ke atas kualiti roti.

**Jadual 2.2** Fungsi pelbagai jenis 'improver' ke atas sifat akhir roti

Jenis 'Improver'	Fungsi
1. Agen Pengoksidaan (Potasium bromat, azodikaronamida, asid askorbik).	1. Meningkatkan kebolehan penahanan udara doh.
2. Agen Penurunan (L-Sistina).	2. Melemahkan struktur doh supaya mudah dibentuk.
3. Agen pengemulsi lesitin, sodium sterol laktilat, monogliserida).	3. Meningkatkan kualiti secara keseluruhan roti yang dihasilkan.
4. Enzim Aktif (alfa-amilase, hemiselulosa)	4. Memperbaiki tekstur dan memberikan rasa yang lebih baik.

Sumber: Owens, 2001

#### 2.1.5.8 Susu Tepung

Susu tepung juga memainkan peranan dalam penghasilan roti yang baik. Susu tepung mempengaruhi kadar penyerapan air ke dalam doh, proses percampuran yang diperlukan, kadar fermentasi dan kesan ke atas sifat fizikal roti (Spekmann, 1984). Kajian telah dilakukan oleh Spekmann (1984) terhadap kesan susu tepung ke atas proses fermentasi dan mendapati bahawa doh cenderung mengurangkan aktiviti diastatik dan membawa kepada penahanan pH doh yang tinggi serta menyumbang

kepada kekuatan kapasiiti penampnan. Keadaan ini akan menghasilkan tekstur roti yang lebih baik.

#### **2.1.5.10 Isi Nangka (Sebagai Perisa)**

Penggunaan nangka dalam kajian ini adalah sebagai perisa sahaja untuk meningkatkan lagi penerimaan pengguna terhadap roti yang dihasilkan kerana nangka dipercayai dapat menghilangkan bau kacang yang terbit hasil penambahan kacang hijau ke dalam formulasi roti. Terdapat sebahagian komponen meruap dalam nangka telah dilaporkan yang menyumbang kepada rasa buah nangka (Azizur *et al.*, 1999) dan ianya dapat membantu mengatasi rasa kacang yang hadir dalam roti akibat penambahan tepung kacang hijau.

#### **2.1.6 Kualiti Fizikal dan Sensori Roti**

Kualiti dan mutu roti boleh dinilai berdasarkan kepada beberapa aspek iaitu kualiti fizikal (seperti isipadu lof, warna kerak roti, bentuk), kualiti kimia/nutrisi (seperti protein dan kandungan gentian diet) dan juga kualiti sensori (seperti tekstur, perisa dan aroma).

Parameter yang biasanya diambil kira apabila menentukan kualiti fizikal roti ialah isipadunya. Isipadu adalah ruang yang dipenuhi oleh roti. Isipadu yang kecil mungkin disebabkan oleh kualiti gluten yang digunakan adalah rendah atau diakibatkan oleh proses fermentasi yang tidak sempurna. Apabila fermentasi tidak sempurna, maka perkembangan udara yang dihasilkan tidak mencukupi untuk membolehkan doh berkembang dengan baik dan juga menjadikan doh tidak matang sepenuhnya (Pylar, 1973).

Warna kerak dan krum roti juga adalah diutamakan. Warna kerak merujuk kepada bahagian luar roti secara keseluruhannya dan bergantung kepada suhu semasa proses pembakaran dilakukan dan juga jumlah gula yang ditambah ke dalamnya. Pembentukan warna kerak yang cepat disebabkan oleh proses pengkaramelan gula dan tindak balas di antara gula penurun dengan protein yang terdapat dalam tepung. Kedua-dua tindak balas ini membolehkan pembakaran dijalankan pada suhu yang rendah dan dalam jangka masa yang singkat serta meningkatkan penahanan air dalam doh (Nestrl, 1967). Roti yang terhasil pada akhirnya mempunyai warna kerak yang lebih elok dan lebih lembut. Proses fermentasi yang keterlaluan juga akan menyebabkan warna kerak menjadi pudar dan pucat kerana kurangnya residu gula (Owens, 2001).

Warna krum pula merujuk kepada bahagian dalam lof apabila roti dipotong. Warna krum bergantung kepada warna asal endosperma tepung dan juga partikel bran yang hadir dalam tepung (Pylar, 1973). Warna krum yang putih dan putih berkrum adalah yang paling disukai oleh pengguna (Pylar, 1988).

Bentuk roti yang dikehendaki adalah berbentuk simetrikal. Bentuk yang baik bukan sahaja boleh menarik perhatian pembeli tetapi ianya menunjukkan bahawa lof tersebut telah mengalami proses fermentasi yang sempurna dan menunjukkan oven spring yang baik. Lof yang terlalu lebar atau terlalu kecil dan tidak sepadan dengan ketinggiannya dikira telah melepasi kriteria simetri yang dikehendaki (Pylar, 1973).

Hasilan yis dan fermentasi bakteria serta hasilan dari tindak balas mekanik, termal dan biologi, semuanya menyumbang kepada rasa roti (Nakai dan Modler, 2000). Aroma selalunya ditentukan melalui kaedah menghidu. Aroma bagi roti mungkin berbau tepung ('wheaty'), kacang ('nutty/beany'), tengik ('musty'), keyisan ('yeasty') dan sebagainya (Pylar, 1988). Aroma daripada roti segar juga disumbangkan oleh



pelbagai sebatian yang meruap seperti alkohol, asid organik dan etil ester (Nakai & Modler, 2000).

Perisa pula dapat ditentukan dengan memakan roti. Semasa proses pembakaran berlangsung, asid amino bebas berinteraksi dengan gula penurun yang akan menghasilkan sebatian-sebatian meruap dan tidak meruap yang menyumbangkan perisa kepada roti seperti rasa manis, masam dan sebagainya (Nakai & Modler, 2000).

Tekstur pula mewakili darjah keelastikan dan juga kelembutan bagi roti. Semakin nipis sel dinding dan semakin kecil struktur sel maka semakin lembut dan elastik roti (Pylar, 1973). Tekstur dan krum yang lembut adalah hasil daripada kehadiran gula ketika proses pembakaran berlaku. Gula ini akan melambatkan proses gelatinisasi kanji dan denaturasi protein (Nesetritl, 1967).

#### **2.1.7 Nilai Pemakanan**

Banyak kepentingan roti yang dapat kita perolehi dengan memakannya kerana ianya mengandungi nilai-nilai nutritif yang tinggi (Vickery, 1990). Produk bakeri terutamanya roti merupakan sumber utama untuk meningkatkan kadar pengambilan protein dan gentian diet dalam diet (Haridas & Hema, 1991). Roti membekalkan sebanyak 19.4% protein daripada jumlah diet manusia dan sebagai sumber bekalan tenaga yang baik iaitu sebanyak 16.6% jika dibandingkan dengan makanan bijirin selain roti iaitu sekitar 15.0% (Vickery, 1990). Protein memainkan peranan yang cukup penting kepada manusia. Protein diperlukan oleh manusia untuk membina struktur dalam sel badan, tisu dan juga organ. Protein juga merupakan komponen yang paling penting di dalam sel. Hampir kesemua jenis protein kecuali protein simpanan adalah penting untuk mengatur kebanyakan daripada fungsi biologikal badan dan pembentukan struktur sel (Nielsen, 1998).

Roti turut menyumbang kepada gentian diet dalam pemakanan manusia (Pylar, 1988). Roti yang dihasilkan daripada gandum mempunyai kandungan gentian diet total, gentian diet larut dan gentian diet tak larut sebanyak 8.9%, 3.95% dan 4.95% masing-masing (Dhingra & Jood, 2001). Makanan yang tinggi dalam gentian diet seperti selulosa, hemiselulosa dan komponen kanji rintang dapat mengurangkan paras kolesterol darah dan menghalang kanser usus (Wang *et al.*, 2002). Pengambilan makanan yang rendah dalam gentian boleh menyebabkan sembelit, kencing manis, penyakit jantung dan kegemukan (Sidhu *et al.*, 1999).

Roti juga dapat meningkatkan pengambilan nutrien seperti vitamin B dan E, zat besi, magnesium dan kalsium yang merupakan kandungan galian utama dalam tepung gandum (Pylar, 1988). Zat besi, vitamin E dan kalsium dipercayai dapat mengurangkan risiko kepada pelbagai penyakit kronik seperti penyakit darah tinggi, mengawal paras kolesterol dalam darah dan osteoporosis (Adam *et al.*, 2003).

## **2.2 TEPUNG KOMPOSIT**

### **2.2.1 Pengenalan Kepada Tepung Komposit**

Pengeluaran gandum tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan dalam penghasilan produk roti untuk kegunaan orang ramai. Pelbagai langkah baru telah diambil untuk menggantikan sebahagian daripada tepung gandum dengan sumber yang lain (Petrofsky & Hosoney, 1995, Defloor *et al.*, 1993). Tepung daripada jagung (Bushuk & Halse, 1974) dan ubi kayu (Almazan, 1993, Defloor & Delcour, 1993) merupakan kajian yang terawal yang dilakukan terhadap penghasilan roti tepung komposit. Penghasilan roti daripada tepung ubi kayu dengan menggantikan sebahagian daripada tepung gandum telah dikaji dengan banyaknya oleh beberapa penyelidik (Olatunji & Akinvele, 1984, Defloor *et al.*, 1991, Defloor & Delcour, 1993).

Inisiatif Plan Program Tepung Komposit yang telah diambil oleh Pertubuhan Makanan dan Pertanian Sedunia pada tahun 1964 adalah bertujuan untuk membangunkan produk bakeri daripada sumber tempatan selain daripada tepung gandum (Almazan, 1990). Banyak negara telah menghasilkan roti dengan kaedah konvensional yang menggunakan tepung selain daripada tepung gandum seperti tepung ubi kayu (Almazan, 1990), tepung kacang soya dan tepung barli (Dhingra & Jood, 2001), tepung rai (Wisker *et al.*, 1996) dan tepung bunga matahari (Gatta & Piergiovanni, 1996).

### **2.2.2 Tepung Kacang Hijau**

Kacang hijau adalah tergolong dalam kumpulan kekacang. Kacang hijau atau nama saintifiknya *Vigna radiata* banyak ditanam di seluruh bahagian Asia Tenggara, bahagian tengah Afrika, bahagian panas di Cina dan Amerika Syarikat. Di India, ia merupakan tanaman ketiga selepas kacang kuda dan kacang itik dan ianya dapat ditanam di atas pelbagai keadaan tanah (Salunke & Kadam, 1989).

Pengeluaran tanaman kacang hijau dunia dari tahun 1981 sehingga 1985 adalah sebanyak 14 hingga 15 juta tan yang mana Asia mewakili sebanyak 40 hingga 50% daripadanya. Thailand menghasilkan sebanyak 2% daripadanya tetapi nilai eksportnya melebihi 1.000 juta bath setahun (Singhakul & Jindal, 1990). Manakala penghasilan kekacang secara keseluruhannya pada tahun 1994 adalah sebanyak 58 juta tan (anggaran dari FAO, 1994). Sebanyak 40 juta tan dihasilkan oleh negara yang membangun seperti Cina dan India, diikuti oleh Argentina, Mexico dan Amerika Syarikat, manakala Eropah merupakan pengimport utama (Heiser, 1996). Tanaman kacang hijau memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan di Malaysia dan

digunakan dalam penghasilan pelbagai produk makanan serta sekali gus membuka jalan baru bagi industri makanan negara.

Kekacang khususnya kacang hijau memainkan peranan penting dalam pemakanan manusia terutamanya kepada mereka yang mempunyai pendapatan rendah di beberapa buah negara yang sedang membangun (Tharanathan & Mahadevamma, 2004). Ini adalah kerana kacang hijau merupakan kekacang yang mudah dicernakan dan sesuai untuk kanak-kanak. Ia boleh digunakan dengan meluasnya dalam penyediaan makanan kerana ianya kaya dengan protein dan murah harganya serta hampir bebas daripada faktor flatus (Salunke & Kadam, 1989). Kekacang juga mempunyai kandungan gentian diet (DF) dan protein yang tinggi (Gooneratne *et al.*, 1994) serta sesuai digunakan sebagai ramuan gantian yang berasaskan tepung gandum sahaja di dalam tepung komposit untuk meningkatkan kandungan protein dan juga gentian diet dalam produk akhir.

Mabesa *et al.* (1983) telah menjalankan penyelidikan dengan memperkayakan germa kacang hijau bagi menggantikan tepung gandum dalam penghasilan biskut dan bihun. Produk ini didapati mempunyai kandungan pemakanan yang lebih tinggi daripada produk yang dihasilkan daripada tepung gandum sahaja. Bagi tepung komposit, tumpuan utama penambahannya adalah ke arah peningkatan nilai pemakanan dalam produk akhir tetapi ia seharusnya dapat mengekalkan sifat-sifat asal produk tersebut (Nairikul & D'Appolonia, 1978).

### **2.2.3 Tepung Gandum**

Dalam kajian ini, dua jenis gandum yang digunakan iaitu tepung gandum biasa dan tepung 'wholemeal'. Maka perbincangan adalah merangkumi kedua-dua jenis tepung ini.

Gandum adalah bijirin yang tergolong dalam kumpulan *Hordeae* bersama dengan barli dan rai. Gandum yang ditanam di Amerika Syarikat dibahagikan kepada tiga spesis utama iaitu *Triticum aestivum* (paling penting) atau gandum biasa. Dua jenis lagi ialah *Triticum durum* dan *Triticum compactum* (terdiri daripada gandum merah dan putih). Pada kebiasaannya, gandum dikelaskan kepada empat kategori utama iaitu gandum keras merah (musim bunga dan sejuk) dan gandum lembut (musim bunga dan sejuk) (Pylar, 1998).

Sebanyak 5% daripada makanan yang berkanji di dunia terdiri daripada tanaman berubi seperti ubi kayu, ubi kentang serta keladi, manakala selebihnya berasaskan bijirin. Terdapat sebanyak 120 buah negara yang menghasilkan gandum dan penghasilannya dianggarkan sebanyak 584 juta tan gandum dihasilkan setahun (Dendy & Dobraszczyk, 2001).

Hari ini, gandum banyak dihasilkan oleh negara seperti Eropah, Pakistan, India, Cina, Utara dan Selatan Amerika Syarikat serta beberapa buah negara lain. Ini menyumbangkan sekurang-kurangnya 600 juta tan gandum di seluruh dunia mendahului padi, jagung, rai, barli dan juga oat (Cornell & Hoveling, 1998).

Tepung 'wholemeal' mengandungi 100% bijian gandum yang ditukarkan kepada tepung berbanding dengan penghasilan tepung putih yang terhasil daripada pemisahan endosperma daripada bran dan juga germa gandum (Catterall, 1998).

Penggunaan tepung 'wholemeal' dalam formulasi roti selalunya akan menyebabkan peningkatan penyerapan air, penurunan isipadu roti, perubahan tekstur, menghasilkan warna krum yang lebih gelap dan mengurangkan kelembutan roti (Zhang & Moore, 1999), tetapi penambahan kalium bromat dilakukan untuk meningkatkan kualiti pembakarannya (Jacobs, 1951).

## **2.2.4 Protein Dalam Tepung Komposit**

### **2.2.4.1 Definisi Protein**

Protein adalah molekul besar yang mengandung satu atau lebih rangkaian asam amino dalam susunan yang spesifik, dan susunan ini ditentukan oleh urutan nukleotida dalam gen yang mengkodekan protein (<http://www.ornl.gov/sci/>). Protein diperlukan untuk pembentukan struktur dalam sel, badan, jaringan, dan juga organ. Setiap protein mempunyai fungsi yang unik, serta protein juga merupakan komponen yang paling penting di dalam sel dan hampir kesemuanya kecuali protein simpanan adalah penting untuk fungsi biologi dan pembentukan struktur sel (Nielsen, 1998).

### **2.2.4.2 Jenis-Jenis Protein**

Protein dapat diklasifikasikan mengikuti komposisi, struktur, fungsi biologi, atau sifat keterlarutannya. Sebagai contoh, protein ringkas hanya mengandung asam amino sahaja manakala protein konjugat mengandung komponen bukan protein di dalamnya selain daripada asam amino (Nielsen, 1998). Perbincangan dalam subtopik ini adalah tertumpu kepada (a) jenis protein kacang hijau dan (b) jenis protein gandum sahaja dari segi struktur dan keterlarutannya.

#### **(a) Protein Kacang Hijau**

Globulin merupakan protein simpanan total yang paling banyak dalam biji kekacang yang menyumbang sebanyak 80%. Globulin ini dapat dikelaskan kepada dua iaitu legumin (11S) dan yang paling banyak ialah pecahan vavilin (7S) (Ericson, 1975).

Pecahan legumin adalah komponen 11S yang terdiri daripada tiga subunit yang mempunyai berat molekul 37.000, 34.000 dan 20.000 masing-masing (Derbyshire & Boulter, 1976; Duranti dan Gius, 1997). Globulin legumin mengandungi rangkaian

polipeptida asidik yang terikat pada disulfida sebagai rantai asas yang juga dikenali sebagai alfa dan beta (Duranti & Gius. 1997).

Manakala vacilin adalah komponen 7S yang terdiri daripada empat subunit yang mempunyai berat molekul 63,000, 50,000, 29,000 dan 24,000 (Ericson. 1975. Duranti & Gius. 1997) dan tidak berbeza dari segi kandungan asid aminonya. Ia merupakan komponen yang lebih heterogenus daripada protein legumin disebabkan oleh proses glikosilasi yang tidak menentu pada subunitnya (Scholz *et al.*, 1983). Sebagai contoh, phaseolin (glikoprotein) dapat wujud dalam kombinasi polipeptida glikosilatnya yang berlainan (Bollini *et al.*, 1983).

### **(b) Protein Tepung Gandum**

Mengikut kajian komprehensif yang dijalankan oleh Osborne (1902), protein gandum dapat dibahagikan kepada 4 kelas utama berdasarkan keterlarutannya iaitu albumin (larut dalam air), globulin (larut dalam larutan garam-selalunya 10% NaCl), gliadin (larut dalam 70-90% alkohol) dan glutenin (tidak larut dalam larutan akues, larutan salina dan juga alkohol). Bagi bijirin yang lain, gliadin dan glutenin dikenali sebagai prolamin dan glutelin dalam skema Osborne's pada 1942. Kombinasi glutenin dan gliadin beserta dengan komponen lain akan membentuk gluten. Albumin dalam tepung biasanya terdiri daripada leukosin dan manakala globulin pula adalah edestin (Pylet. 1988).

Glutenin merupakan protein yang bertanggungjawab memberikan sifat elatisiti kepada kompleks gluten. Ini adalah disebabkan oleh rangkaian antara molekul disulfidanya yang sangat kuat (Cornell & Hoveling. 1998). Manakala gliadin pula yang juga dikenali sebagai prolamin apabila dihidrolisis akan menghasilkan glutamina, prolina dan ammonia dan sedikit daripada kumpulan asid amino. Gliadin merupakan