

PEMBANGUNAN PRODUK MINUMAN JAMBU BATU TERFERMENTASI

CHUNG SHY MING

**TESISINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM BIDANG
TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSSES**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2007**



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PEMBANGUNAN PRODUK MINUMAN JAMBU BATU TERFERMENTASI

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN

SESI PENGAJIAN: 2004 / 2005

Saya CHUNG SHY MING

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

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

SULIT

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

TERHAD

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 16, LALUAN BERCHAM (U) 19,
TAMAN UTAMA,
31400 IPOH, PERAK.

Ho AI LING

Nama Penyelia

Tarikh: 27 APRIL 2007

Tarikh: 27 APRIL 2007

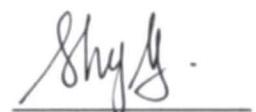
CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

- * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organsasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.



CHUNG SHY MING
HN2004-2137
23 APRIL 2007

PENGESAHAN

TANDATANGAN

1. PENYELIA

(CIK HO AI LING)



2. PEMERIKSA 1

(ENCIK MANSOOR ABDUL HAMID)



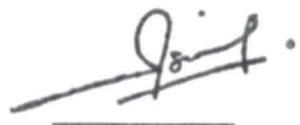
3. PEMERIKSA 2

(DR. CHYE FOOK YEE)



4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin merakamkan ucapan setinggi-tinggi penghargaan dan ribuan terima kasih kepada Cik Ho Ai Ling selaku penyelia kajian saya yang telah memberi nasihat, dorongan dan tunjuk ajar kepada saya sepanjang masa penyiapan projek penyelidikan ini.

Saya ingin meluahkan juga penghargaan dan ribuan terima kasih kepada ibu bapa dan ahli keluarga saya kerana selalu memberikan sokongan dari segi mental dan kewangan. Kasih sayang mereka telah banyak mendorong saya sepanjang masa penyiapan kajian saya.

Penghargaan dan ribuan terima kasih juga ingin saya sampaikan kepada Prof. Madya Dr. Mohd. Ismail Abdullah selaku Dekan SSMP, para pensyarah, kakitangan dan pembantu makmal SSMP terutamanya Encik Taipin yang telah banyak memberi bantuan kepada saya.

Akhir sekali, terima kasih juga tidak lupa dirakamkan kepada rakan-rakan seperjuangan dan rakan-rakan serumah saya atas tunjuk ajar, galakan dan sokongan yang telah diberikan.

ABSTRAK

Objektif kajian ini ialah mengkaji potensi penggunaan bakteria asid laktik, iaitu *Lactobacillus acidophilus* dalam penghasilan minuman jambu batu terfermentasi. Sebanyak 8 formulasi telah dihasilkan dan 6 formulasi yang terbaik (F2, F3, F4, F6, F7 dan F8) telah dipilih daripadanya melalui ujian sensori pemeringkatan jenis *Balanced Incomplete Block Design* (BIB). Ujian hedonik ke atas minuman yang berlainan formulasi menunjukkan terdapat perbezaan signifikan ($p<0.05$) dalam semua atribut yang diuji kecuali atribut warna dan aroma. Formulasi F3 yang mendapat min skor yang tinggi dalam atribut warna (5.25 ± 0.87), aroma (4.35 ± 1.10), rasa (5.55 ± 1.11), keseimbangan masam-manis (5.53 ± 0.99), kelikatan (5.40 ± 1.10) dan penerimaan keseluruhan (5.55 ± 1.01) telah dipilih sebagai formulasi akhir produk. F3 adalah terdiri daripada 91.90 % jus jambu batu, 8.00 % gula dan 0.10 % gam xanthan. Minuman jambu batu ini mengambil masa kira-kira lapan jam untuk mencapai nilai pH 3.9 apabila difermentasi pada suhu 37 °C. Sepanjang tempoh fermentasi, kandungan asid laktik dalam produk telah bertambah dengan signifikan ($p<0.05$) iaitu dari 0.37 % kepada 0.61 % manakala kandungan asid askorbik dalam produk telah bertambah sebanyak 3.55 %. Perubahan jumlah pepejal terlarut dalam produk sepanjang fermentasi adalah tidak signifikan ($p>0.05$) iaitu dari 15.2 °Brix kepada 14.8 °Brix. Pada akhir fermentasi, produk mengandungi 1.1×10^8 CFU/ml *Lactobacillus acidophilus* yang berdaya hidup. Setelah produk disimpan selama tiga minggu pada suhu 4 °C, kemerosotan kualiti yang nyata tidak dapat dikesan ($p>0.05$) melalui ujian sensori jenis perbandingan berganda untuk semua atribut produk kecuali atribut aroma (3.38 ± 1.41) dan keseimbangan masam-manis (3.15 ± 1.70). Sepanjang tempoh penyimpanan, nilai pH dan keasidan jus telah mengalami perubahan yang signifikan ($p<0.05$) dengan nilai pH produk menurun ke 3.65 dan keasidan asid laktik pula bertambah kepada 0.71 %. Namun, penyimpanan produk pada suhu 4 °C tidak menunjukkan pengurangan kandungan asid askorbik (9.14 %) yang signifikan ($p>0.05$). Pada akhir hayat simpan, produk mengandungi 120.58 mg/100 ml asid askorbik dan jumlah pepejal terlarut sebanyak 14.6 °Brix. Selepas penyimpanan sejuk pada suhu 4 °C selama tiga minggu, bilangan *Lactobacillus acidophilus* dalam produk yang berdaya hidup adalah sebanyak 2.1×10^6 CFU/ml. Keputusan ujian pengguna menunjukkan bahawa penerimaan pengguna terhadap produk adalah tinggi dalam atribut rasa (6.12 ± 0.67), keseimbangan masam-manis (6.03 ± 0.63) dan kelikatan (5.54 ± 0.50) manakala atribut warna dan aroma produk masing-masing mendapat min skor 3.48 ± 0.58 dan 4.56 ± 0.78 . Penerimaan keseluruhan pengguna terhadap produk pula adalah 5.65 ± 0.82 . Minuman jambu batu terfermentasi boleh dihidang sebagai minuman khasiat untuk pengguna vegetarian dan pengguna yang tidak bertoleransi terhadap laktosa.

ABSTRACT

PRODUCT DEVELOPMENT OF FERMENTED GUAVA DRINK

The objective of this study was to evaluate the potential of fermented guava drink production by using lactic acid bacteria, *Lactobacillus acidophilus*. Six of the best formulations (F2, F3, F4, F6, F7 and F8) were chosen from eight formulations after being screened through sensory ranking test with Balanced Incomplete Block Design (BIB). Hedonic test showed there is significant different ($p<0.05$) for those six formulations in every sensory attribute evaluated except for color and aroma. Formulation F3 was chosen as the final formulation as it has higher mean score in attribute of color (5.25 ± 0.87), aroma (4.35 ± 1.10), taste (5.55 ± 1.11), balance of sweetness and sourness (5.53 ± 0.99), viscosity (5.40 ± 1.10) and overall preference (5.55 ± 1.01). Formulation F3 consists of 91.90 % guava juice, 8.00 % sugar 0.10 % xanthan gum. This guava drink took approximately eight hour of fermentation time to achieve pH 3.9 when incubated at 37°C . Over the fermentation period, lactic acid in the product had significantly ($p<0.05$) increased from 0.37 % to 0.61 % whereas the ascorbic acid had increased 3.55 %. The change of total soluble solid in juice during the fermentation period was from 15.2 °Brix to 14.8 °Brix which did not show significant difference ($p>0.05$). At the end of fermentation, product contained 1.1×10^6 CFU/ml viable *Lactobacillus acidophilus*. After the storage period of three weeks, there was no significant difference ($p>0.05$) for the attribute evaluated through multiple comparison sensory test, except for aroma (3.38 ± 1.41) and balance of sweetness and sourness (3.15 ± 1.70). Over the storage period, there were significant ($p<0.05$) change in product's pH value and acidity where pH value increased to 3.65 whereas lactic acid acidity was increased to 0.71 %. However, the product which stored at 4°C did not showed a significant decrease ($p>0.05$) in ascorbic acid content (9.14 %). At the end of shelf life, product contained 120.58 mg/100 ml ascorbic acid and total soluble solid of 14.6 °Brix. The product still contained 2.1×10^6 CFU/ml viable *Lactobacillus acidophilus* after three weeks of cold storage at 4°C . Result from consumer test showed that consumer have high preference for its taste (6.12 ± 0.67), balance of sweetness and sourness (6.03 ± 0.63) and viscosity (5.54 ± 0.50). However, color and aroma of the product has lower mean score 3.48 ± 0.58 and 4.56 ± 0.78 respectively. Overall preference of consumer to the product was 5.65 ± 0.82 . Fermented guava drink could be served as a healthy beverage for vegetarians and lactose-intolerance consumers.

ISI KANDUNGAN

	HALAMAN
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI RAJAH	X
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI SINGKATAN	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
 BAB 1: PENDAHULUAN	 1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	3
 BAB 2: ULASAN PERPUSTAKAAN	 4
2.1 Fermentasi	4
2.1.1 Fermentasi Asid Laktik	6
2.2 Minuman Terfermentasi	7
2.2.1 Beralkohol	7
2.2.2 Tidak Beralkohol	8
2.3 Organisma Probiotik	9
2.3.1 Kriteria Pemilihan Bakteria Sebagai Probiotik	10
2.3.1.1 Aspek Keselamatan	11
2.3.1.2 Aspek Fungsian	11
2.3.1.3 Aspek Teknologi	11
2.3.2 Tuntutan Probiotik Terhadap Kesihatan	12
2.3.2.1 Mengurangkan Simptom Ketidaktoleransi Terhadap Laktosa	12
2.3.2.2 Mengurangkan Kandungan Kolesterol Dalam Serum	13
2.3.2.3 Merangsang Sistem Ketahanan Badan	13
2.3.2.4 Mengurangkan Penyakit Perut	14
2.3.2.5 Mengurangkan Risiko Jangkitan Kanser Kolon	15
2.3.3 Makanan Dan Minuman Probiotik	15
2.3.4 Kultur Pemula <i>Lactobacillus acidophilus</i>	17



2.4	Jambu Batu	18
2.4.1	Asal Usul	18
2.4.2	Jenis Dan Varieti	19
2.4.3	Nilai Pemakanan	21
2.4.4	Kegunaan Jambu Batu	23
2.4.5	Keluasan Dan Pengeluaran Jambu Batu Di Sabah	25
2.4.6	Pengimportan Dan Pengeksportan Jambu Batu Di Sabah	26
BAB 3: BAHAN DAN KAEADAH		28
3.1	Kajian Awal	28
3.1.1	Bahan Yang Digunakan	29
3.1.2	Rekabentuk Eksperimen	29
3.2	Penghasilan Minuman Jambu Batu Terfermentasi	30
3.2.1	Penyediaan Jus Jambu Batu	30
3.2.2	Penyediaan Inokulum	31
3.3	Pemilihan Formulasi Akhir	31
3.3.1	Ujian Sensori Jenis Pemeringkatan	32
3.3.2	Ujian Sensori Jenis Hedonik	32
3.4	Kajian Terhadap Produk Semasa Fermentasi	33
3.4.1	Analisis Fizikokimia	33
3.4.1.1	Jumlah Pepejal Terlarut	33
3.4.1.2	Nilai pH	33
3.4.1.3	Keasidan	34
3.4.1.4	Kandungan Asid Askorbik	34
3.4.2	Penghitungan Pertumbuhan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	37
3.4.2.1	Penyediaan Medium Agar Untuk Pemiringan	37
3.4.2.2	Penyediaan Sampel	38
3.4.2.3	Pemiringan	38
3.4.2.4	Pengiraan Koloni	39
3.5	Kajian Mutu Simpanan Produk Akhir	39
3.5.1	Analisis Fizikokimia	39
3.5.2	Penentuan Bilangan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	39
3.5.3	Ujian Sensori Jenis Perbandingan Berganda	40
3.6	Ujian Pengguna	40
3.7	Analisis Statistik	41
BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN		42
4.1	Kajian Awal	42
4.2	Formulasi Minuman Jambu Batu Terfermentasi	43
4.2.1	Ujian Sensori Jenis Pemeringkatan	43
4.2.2	Ujian Sensori Jenis Hedonik	



4.2.2.1	Warna	46
4.2.2.2	Aroma	46
4.2.2.3	Rasa	46
4.2.2.4	Keseimbangan Masam-manis	47
4.2.2.5	Kelikatan	48
4.2.2.6	Penerimaan Keseluruhan	48
4.3	Pemilihan Formulasi Akhir	49
4.4	Kajian Terhadap Produk Semasa Fermentasi	49
4.4.1	Analisis Fizikokimia	49
4.4.1.1	Jumlah Pepejal Terlarut	50
4.4.1.2	Nilai pH Dan Keasidan	51
4.4.1.3	Kandungan Asid Askorbik	52
4.4.2	Pertumbuhan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	53
4.5	Kajian Mutu Simpanan Produk Akhir	54
4.5.1	Analisis Fizikokimia	54
4.5.1.1	Jumlah Pepejal Terlarut	54
4.5.1.2	Nilai pH Dan Keasidan	55
4.5.1.3	Kandungan Asid Askorbik	56
4.5.2	Penghitungan Daya Hidup <i>Lactobacillus acidophilus</i>	57
4.5.3	Ujian Sensori Jenis Perbandingan Berganda	59
4.5.3.1	Warna	59
4.5.3.2	Aroma	60
4.5.3.3	Rasa	60
4.5.3.4	Keseimbangan Masam-manis	61
4.5.3.5	Kelikatan	62
4.5.3.6	Penerimaan Keseluruhan	62
4.6	Ujian Pengguna	63
4.6.1	Warna	65
4.6.2	Aroma	67
4.6.3	Rasa	67
4.6.4	Keseimbangan Masam-manis	67
4.6.5	Kelikatan	68
4.6.6	Penerimaan Keseluruhan	68
4.6.7	Potensi Pembelian	69
BAB 5: KESIMPULAN		70
5.1	Kesimpulan Kajian	70
5.2	Cadangan	71
Rujukan		72
Lampiran		80



SENARAI RAJAH

No. Rajah		HALAMAN
4.1	Perubahan jumlah pepejal terlarut dalam minuman jambu batu semasa fermentasi	50
4.2	Perubahan pH dan keasidan minuman jambu batu semasa fermentasi	51
4.3	Pertumbuhan <i>Lactobacillus acidophilus</i> dalam minuman jambu batu semasa fermentasi	53
4.4	Perubahan jumlah pepejal terlarut minuman jambu batu terfermentasi semasa tempoh penyimpanan	54
4.5	Perubahan nilai pH dan keasidan minuman jambu batu terfermentasi semasa tempoh penyimpanan	55
4.6	Perubahan kandungan asid askorbik dalam minuman jambu batu terfermentasi semasa tempoh penyimpanan	57
4.7	Daya hidup <i>Lactobacillus acidophilus</i> dalam minuman jambu batu terfermentasi semasa tempoh penyimpanan	58
4.8	Golongan umur pengguna	64
4.9	Golongan bangsa pengguna	64
4.10	Golongan jantina pengguna	65
4.11	Tahap penerimaan pengguna terhadap atribut minuman jambu batu terfermentasi	66
4.12	Potensi pembelian bagi minuman jambu batu terfermentasi	69



SENARAI JADUAL

No. Jadual		HALAMAN
2.1	Spesis probiotik yang biasa digunakan dalam pemprosesan makanan	10
2.2	Komposisi zat makanan di dalam 100 gram bahagian buah jambu batu yang boleh dimakan	22
2.3	Pengimportan dan pengeksportan jambu batu di Sabah, 2002-2003	26
2.4	Pengeksportan jambu batu di Sabah mengikut destinasi, 2002-2003	27
2.5	Pengimportan jambu batu di Sabah mengikut destinasi, 2002-2003	27
3.1	Formulasi awal minuman jambu batu terfermentasi	30
4.1	Jumlah nilai pangkat ($n=42$) hasil ujian sensori jenis pemeringkatan terhadap penerimaan keseluruhan produk pada peringkat pemilihan formulasi awal	44
4.2	Nilai min skor ($n=40$) hasil ujian sensori hedonik bagi sampel pada peringkat pemilihan formulasi awal	45
4.3	Nilai min skor ($n=40$) hasil ujian sensori hedonik bagi sampel pada peringkat pemilihan formulasi awal	48
4.4	Nilai min skor ($n=40$) hasil ujian sensori jenis perbandingan berganda bagi produk dalam penyimpanan selama tiga minggu berbanding dengan produk segar	60
4.5	Nilai min skor ($n=40$) hasil ujian sensori jenis perbandingan berganda bagi produk dalam penyimpanan selama tiga minggu berbanding dengan produk segar	61
4.6	Nilai min skor ($n=100$) hasil ujian sensori hedonik bagi produk akhir dalam ujian pengguna	65



SENARAI SINGKATAN

GIT	<i>Gastro Intestinal Tract</i>
Spp.	<i>spesies</i>
LAB	<i>Lactic acid bacteria</i>
CFU	<i>Colony forming unit</i>
CFU/ml	<i>Colony forming unit per milliliter</i>
FAO-WHO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization</i>
FDA	<i>U.S. Food and Drug Administration</i>
CHD	<i>Coronary Heart Disease</i>
NaOH	Natrium hidroksida
DCIP	2,6-dikloroindofenol
BIB	<i>Balanced Incomplete Block Design</i>
SPSS	<i>Statistical Package of Social Science</i>
ANOVA	<i>Analysis of Varians</i>
HSD	<i>Tukey's Honestly Significant Difference</i>
LSD	<i>Fisher's Least Significant Difference</i>
S.D.	<i>Standard Deviation</i>
RM	Ringgit Malaysia



SENARAI SIMBOL

>	Lebih daripada
<	Kurang daripada
=	Sama dengan
±	Tambah tolak
%	Peratus
μg	Mikrogram
mg	Miligram
kg	Kilogram
g	Gram
ml	Mililiter
Kcal	Kilokalori
ha	Hektar
tm	Tan Metrik
°C	Darjah selsius
N	Normaliti
p	<i>Probability</i>



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran	HALAMAN
A Keluasan Dan Pengeluaran Tanaman Jambu Batu Mengikut Daerah Di Sabah, 2004	80
B Butiran kultur pemula <i>Lactobacillus acidophilus</i> (Chr.Hansen, LA-5)	81
C Penyediaan Inokulum Kultur Pemula	83
D Borang Ujian Sensori Jenis Pemeringkatan	84
E Borang Ujian Sensori Hedonik	85
F Ujian Sensori Jenis Perbandingan Berganda	86
G Borang Ujian Pengguna	89
H Pengiraan Analisis Friedman dan Analisis <i>Fisher's Least Significant Difference (LSD)</i>	91
I Hasil Analisis Varians (ANOVA) Ujian Sensori Jenis Hedonik	92
J Nilai Min (N=3) Sifat Fizikokimia Minuman Jambu Batu Semasa Tempoh Fermentasi	96
K Nilai Min (N=3) CFU/ml <i>Lactobacillus acidophilus</i> Dalam Minuman Jambu Batu Semasa Tempoh Fermentasi	97
L Nilai Min (N=3) Sifat Fizikokimia Minuman Jambu Batu Terfermentasi Semasa Tempoh Penyimpanan	98
M Nilai Min (N=3) CFU/ml <i>Lactobacillus acidophilus</i> Dalam Minuman Jambu Batu Terfermentasi Semasa Tempoh Penyimpanan	99
N Bahan Mentah Yang Digunakan Dalam Penghasilan Minuman Jambu Batu Terfermentasi	100
O Produk Yang Difermentasi Dalam Incubator Pada Suhu 37 °C	101



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Fermentasi adalah salah satu teknologi pemprosesan makanan yang telah lama diaplikasikan sejak zaman dahulu untuk mengawet pelbagai jenis produk makanan (Caplice & Fitzgerald, 1999). Makanan yang dihasilkan daripada proses fermentasi telah memberi sumbangan yang besar kepada diet manusia di seluruh dunia (Mortarjemi, 2002). Fermentasi bukan sahaja memanjangkan tempoh hayat simpan sesuatu makanan tetapi juga memperkayakan nutrien makanan tersebut, di samping meningkatkan penghadaman serta menambah kualiti makanan dari segi aroma, tekstur dan rasanya. Tambahan pula, fermentasi mempunyai potensi dalam mempertingkatkan keselamatan makanan dengan mengawal pertumbuhan patogen dalam makanan (Mortarjemi, 2002).

Dalam pemprosesan makanan, fermentasi yang menggunakan bakteria asid laktik adalah paling banyak diaplikasikan disebabkan oleh ciri probiotiknya. "Probiotik" didefinisikan sebagai mikroorganisma yang berdaya hidup yang membantu atau menyumbang kepada keseimbangan populasi mikroorganisma setempat saluran usus perut (GIT) (Holzapfel *et al.*, 2002). Probiotik boleh ditambah semasa pemprosesan yogurt dan produk tenusu terfermentasi yang lain. Namun, produk yang berasaskan tenusu tidak dapat diambil oleh golongan populasi pengguna tertentu kerana kandungan laktosanya. Dalam tahun-tahun belakangan ini, permintaan pengguna

terhadap produk probiotik bukan berdasarkan tenuan semakin meningkat. Probiotik telahpun digunakan dalam pelbagai jenis minuman serta dipasarkan dalam bentuk tablet, kapsul dan penyediaan kering-beku sebagai nutrien tambahan (Shah, 2001).

Buah-buahan dan sayur-sayuran adalah kaya dengan komponen makanan fungsian seperti serat, mineral dan vitamin serta mengandungi elemen fitokimia seperti bahan antioksida. Buah-buahan dan sayur-sayuran juga tidak mengandungi unsur alahan (Luckow & Delahunty, 2004). Tuorila dan Gardello (2002) telah mengemukakan bahawa jus buah-buahan dan sayur-sayuran adalah amat sesuai dijadikan medium untuk pertumbuhan probiotik. Tambahan pula, jus buah-buahan dikategori sebagai produk makanan yang menyumbang kepada kesihatan dan diminum oleh populasi pengguna secara global dalam kadar yang banyak (Luckow & Delahunty, 2004). Oleh itu, jus buah-buahan adalah berpotensi untuk dijadikan produk probiotik.

Di Malaysia, terdapat pelbagai jenis buah-buahan tempatan yang tidak bermusim dan digemari ramai. Antaranya, jambu batu merupakan antara buah-buahan yang cukup popular dan mudah didapati di semua kawasan di Malaysia. Jambu batu digemari kerana rasanya yang manis, aroma yang harum serta nilai gizinya yang tinggi. Antara buah-buahan tempatan dan buah-buahan yang diimport seperti pisang, betik, durian, limau, epal dan pir, jambu batu mempunyai kandungan vitamin C yang tinggi dan juga mengandungi zat makanan seperti karbohidrat, serabut dan zat besi (Norlia, 1992). Secara amnya, jambu batu dimakan segar atau dijadikan salad atau desert. Namun, jambu batu boleh diproses menjadi beberapa produk seperti kordial buah jambu batu, jus, minuman yogurt, sirap, jem, jeli, puri, gula-gula jambu batu, nektar dan serbuk.

1.2 Objektif Kajian

Dalam kajian penyelidikan ini, minuman jambu batu terfermentasi dihasilkan iaitu suatu minuman fungsian yang mengandungi probiotik yang bukan berasaskan tenusu.

Objektif kajian ini merangkumi:

1. Menghasilkan formulasi terbaik minuman jambu batu terfermentasi melalui ujian sensori.
2. Menganalisis sifat fizikokimia minuman jambu batu terfermentasi (kandungan pepejal terlarut, nilai pH, keasidan dan kandungan asid askorbik) serta daya hidup bakteria *Lactobacillus acidophilus* sepanjang proses fermentasi.
3. Menentukan hayat simpan minuman jambu batu terfermentasi melalui ujian fizikokimia, kiraan bilangan *Lactobacillus acidophilus* yang berdaya hidup dan ujian sensori.
4. Menilai penerimaan pengguna terhadap minuman jambu batu terfermentasi melalui ujian pengguna.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Fermentasi

Fermentasi adalah salah satu teknologi yang telah lama digunakan untuk mengawet makanan. Istilah "fermentasi" biasanya merujuk kepada penguraian jirim organik melalui proses mikrobial; perubahan redoks bahan bebas nitrogen seperti sakarida atau asid organik secara aerobik atau anaerobik (Kyzlink, 1990). Fermentasi juga didefinisikan sebagai sebarang proses metabolismik yang menghasilkan tenaga daripada gula atau molekul organik yang lain tanpa kehadiran oksigen dan sistem pemindahan elektron serta molekul organik dijadikan sebagai penerima elektron terakhir (Tortora *et al.*, 2004).

Fermentasi dipertimbangkan sebagai satu teknologi penyimpanan yang selamat dan dapat memperbaiki kualiti keselamatan makanan. Makanan terfermentasi sering dikatakan lazat, baik untuk kesihatan yang disediakan daripada makanan mentah ataupun makanan yang telah dipanaskan terlebih dahulu. Hasil aktiviti metabolismik mikroorganisma seperti organik asid terutamanya asid laktik telah menyumbang kepada pembentukan aroma, rasa, tekstur, hayat simpan dan keselamatan makanan yang dihasilkan (Holzapfel, 2002).

Penghasilan makanan terfermentasi yang paling awal adalah berasaskan fermentasi secara spontan atau semulajadi oleh mikroflora yang hadir semulajadi

dalam bahan mentah. Maka, kualiti makanan terfermentasi yang terhasil adalah amat bergantung kepada muatan mikrobial dan spektrum bahan mentah. Oleh kerana itu, fermentasi semulajadi telah diperbaiki dengan menggunakan kaedah *back-slopping* iaitu menginokulasi bahan mentah dengan sedikit hasil fermentasi yang berjaya dari proses yang sebelumnya. Disebabkan penyesuaian bakteria dalam makanan yang tinggi, fermentasi jenis *back-slopping* dapat memendekkan masa fermentasi di samping mengurangkan risiko kegagalan fermentasi (Leroy & Vuyst, 2004). Pemilihan jenis bakteria yang paling sesuai untuk sesuatu proses fermentasi boleh dilakukan melalui pengaplikasian *back-slopping* yang berulang-ulang (Holzapfel, 2002).

Disebabkan fermentasi secara spontan adalah disempurnakan oleh campuran kultur yang kompleks, prosesnya adalah tidak dapat dijangka mahupun dikawal. Oleh itu, kultur tulen yang memberikan aktiviti metabolismik yang diversiti dan berbeza antara satu sama jenis telah diasingkan daripada campuran populasi daripada makanan terfermentasi tradisional. Kultur tulen yang telah diasingkan seterusnya diuji dan dijadikan sebagai kultur pemula dalam fermentasi makanan (Holzapfel, 2002). Kultur pemula adalah penyediaan atau bahan yang mengandungi bilangan mikroorganisma hidup yang banyak yang ditambah untuk mempercepatkan sesuatu proses fermentasi. Selain mempercepatkan proses fermentasi, penambahan kultur pemula juga dapat menghasilkan produk terfermentasi yang mempunyai kualiti yang diingini dan lebih seragam (Caplice & Fitzgerald, 1999). Pemilihan kultur pemula yang sesuai adalah perlu mempertimbangkan interaksi antara campuran kultur dalam substrat makanan. Antara faktor yang perlu dipertimbangkan adalah sifat persaingan dan daya hidup kultur, penentangan kultur ke atas patogen dan mikroorganisma perosak, kadar penghasilan asid atau alkohol, perubahan organoleptik terhadap

makanan, hasil fermentasi utama, pengdegradasi faktor anti-nutritif, penyahtoksikan racun dan ciri probiotik (Holzapfel, 1997).

Fermentasi yang dimulakan dengan kaedah masing-masing mempunyai fungsi dan kesannya terhadap makanan yang dihasilkan. Biasanya, kualiti makanan yang dihasilkan dengan fermentasi yang dibantu oleh kultur pemula adalah lebih konsisten dan mudah dikawal berbanding dengan fermentasi semulajadi. Namun, fermentasi yang dibantu oleh kultur pemula ini akan menyebabkan kehilangan ciri-ciri asal sesuatu makanan terfermentasi yang unik. Secara umumnya, kualiti dan keselamatan sesuatu produk makanan terfermentasi adalah bergantung kepada faktor seperti: (i) kualiti bahan mentah; (ii) tahap permulaan pencemaran bahan mentah; (iii) tahap kebersihan; (iv) kualiti kultur pemula; (v) keadaan fermentasi; dan (vi) darjah keasidan fermentasi yang tercapai (Mortarjemi, 2002).

2.1.1 Fermentasi Asid Laktik

Fermentasi asid laktik adalah disempurnakan oleh bakteria asid laktik biasanya daripada spesis *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria*. Dalam proses fermentasi asid laktik, bakteria asid laktik menghasilkan asid laktik daripada proses penguraian gula. Asid laktik yang dihasilkan akan bertindak untuk mencegah mikroorganisma lain yang tidak dapat bertoleransi dengan keadaan berasid. Asid laktik yang dihasilkan mungkin terdiri daripada L (+) atau D (-) atau campuran kedua-duanya. Menurut WHO (1974), asid laktik jenis D (-) adalah tidak dapat dicernakan oleh sistem penghadaman manusia, oleh itu tidak disaran dalam makanan kanak-kanak dan bayi. Pada masa yang sama, bakteria asid laktik menghasilkan asid asetik, etanol dan beberapa jenis antibiotik yang dapat menghalang pertumbuhan kebanyakan patogen dan bakteria toksinogenik (Adam & Nicolaides, 1997).

Laluan tindakan penguraian heksosa oleh bakteria asid laktik adalah dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteria asid laktik seperti *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* dan *Lactobacilli* menghasilkan hanya asid laktik melalui fermentasi glukosa dengan laluan tindakan homofermentatif. Bakteria asid laktik seperti *Weisella* dan *Leuconostoc* dan sesetengah *Lactobacilli* pula menghasilkan laktat, gas karbon dioksida, etanol dan glukosa daripada heksosa melalui laluan tindakan heterofermentatif (Caplice & Fitzgerald, 1999).

2.2 Minuman Terfermentasi

Minuman terfermentasi adalah minuman yang dihasilkan daripada proses fermentasi oleh mikroorganisma bakteria, kulat atau yis atau ketiga-tiganya. Minuman terfermentasi boleh dihasilkan daripada susu, jus sayur-sayuran, jus buah-buahan, malt, bijirin atau bahan mentah yang berkanji tinggi seperti nasi, ubi kayu dan sebagainya. Minuman terfermentasi boleh digolongkan dalam dua kategori iaitu jenis beralkohol dan tidak beralkohol.

2.2.1 Beralkohol

Minuman terfermentasi yang beralkohol adalah dihasilkan melalui fermentasi alkohol yang melibatkan biasanya yis *Saccharomyces* dan sesetengah kulat. Kebanyakan minuman terfermentasi yang beralkohol adalah dihasilkan daripada buah-buahan dan sering dikenali sebagai wain buah-buahan, cider dan peri. Dalam proses fermentasi wain buah-buahan, yis *Saccharomyces cerevisiae* menfermentasikan gula dalam jus kepada alkohol. Minuman terfermentasi beralkohol biasanya digolongkan dalam

kategori yang berbeza berasaskan kandungan alkoholnya. Wain buah-buahan adalah mengandungi lebih kurang 8-9 dan 18 % alkohol manakala cider dan peri hanya mengandungi 5-7 % alkohol kerana gula tidak ditambah dalam jus semasa pemprosesan (Rose, 1982).

Minuman beralkohol juga sering dihasilkan dengan menfermentasi bijirin dan bahan mentah berkanji tinggi. Contoh hasilnya adalah minuman beralkohol tapai, montoku, lihing dan sebagainya daripada nasi dan *Kenyan Urwaga*, *African Kaffir*, *Nigerian Pito*, *Kachasu* daripada campuran benih jagung, sekoi, betari dan pisang. Dalam proses fermentasi yang melibatkan bahan mentah yang berkarbohidrat tinggi, fermentasi asid laktik juga terlibat selain fermentasi alkohol pada awal fermentasi. Enzim α -amilase yang disintesis oleh bakteria dan kulat membantu dalam menghidrolisis karbohidrat dalam bahan mentah untuk bertukar menjadi maltosa dan glukosa. Glukosa ringkas yang terhasil seterusnya diper fermentasi menjadi alkohol oleh yis dalam fermentasi alkohol (Arora, 2004).

2.2.2 Tidak Beralkohol

Minuman terfermentasi yang tidak beralkohol sering dihasilkan daripada susu dan bijirin oleh fermentasi asid laktik. Contoh hasilnya adalah minuman yogurt, *Mahewu*, *Tobwa* dan sebagainya. Minuman yogurt adalah produk yang telah lama wujud di pasaran dan telah dikaji oleh banyak negara. *Mahewu* dan *Tobwa* adalah minuman terfermentasi tradisional yang dihasilkan di negara Zimbabwe. *Mahewu* adalah dihasilkan daripada bubur jagung melalui fermentasi semulajadi (Gadaga *et al.*, 1999). Betari, malt atau tepung gandum ditambahkan semasa proses fermentasi. Proses fermentasi yang melibatkan flora semulajadi daripada bahan mentah memerlukan



masa fermentasi yang lama dan kualitinya berbeza-beza dalam pemprosesan yang berlainan (Simango, 1997). *Tobwa* adalah lebih kurang sama dengan *Mahewu* tetapi malt tidak diletakkan bersama untuk diperlakukan. Maka, fermentasi *Tobwa* adalah fermentasi asid laktik sepenuhnya (Gadaga *et al.*, 1999).

2.3 Organisma Probiotik

Organisma probiotik telah lama digunakan dalam penghasilan pelbagai jenis makanan terfermentasi. Istilah "probiotik" telah lama digunakan dengan pelbagai takrifan. "Probiotik" telah didefinisikan sebagai mikroorganisma yang berdaya hidup yang membantu atau menyumbang kepada keseimbangan populasi mikroorganisma setempat saluran usus perut (GIT) (Holzapfel *et al.*, 2001). Terdapat juga satu takrifan yang berasal daripada *Food and Agriculture Organization of the United Nations–World Health Organization* (FAO–WHO) dan dipersetujui oleh *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* adalah "mikroorganisma hidup yang memberi manfaat kesihatan kepada perumah apabila dimakan dalam amaun yang mencukupi". Takrifan ini mengekalkan elemen sejarah yang menggambarkan penggunaan organisme hidup untuk tujuan kesihatan dan tidak menghadkan penggunaan istilah untuk probiotik mulut bersama dengan hasilan usus. Takrifan ini juga mempertimbangkan penggunaan probiotik dalam vagina yang telah wujud lebih dari 20 tahun (Reid & Bruce, 2006).

Namun, istilah yang membayangkan probiotik perlu berdaya hidup untuk memberi manfaat kesihatan kepada perumah masih menimbulkan kontroversi kerana terdapat kajian menunjukkan bahawa probiotik yang tidak berdaya hidup juga memberi kesan positif terhadap kesihatan. Oleh itu, probiotik juga ditakrif sebagai

RUJUKAN

- Adam, M. R. & Nicolaides, L. 1997. Review of the sensitivity of different pathogens to fermentation. *Food Control.* **8:** 227-239.
- Analie, L. H. & Viljoen, B. C. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal.* **11:** 1-17.
- Angelov, A., Gotcheva, V., Kuncheva, R. & Hristozova, T. 2006. Development of a new oat-based probiotic drink. Article in Press. *International Journal of Food Microbiology.*
- Anon. 1989. *Jambu Batu- Tanamlah Secara Komersil.* Bingkisan Pertanian Bil. 26a. Kuala Lumpur: Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia.
- Anon. 1995. *Ciri-ciri Pengenalan Klon Jambu Batu.* Kuala Lumpur: Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International.* 17th edition. Virginia: AOAC International.
- Armuzzi, A., Cremonini, F., Bartolozzi, F., Canducci, F., Candelli, M., Ojetta, V., Cammarota, G., Anti, M., Lorenzo, A. D., Pola, A., Gasbarrini, G. & Gasbarrini, A. 2001. The effect of oral administration of *Lactobacillus GG* on antibiotic-associated gastrointestinal side-effects during *Helicobacter pylori* eradication therapy. *Alimentary Pharmacology Therapy.* **15:** 163-169.
- Arora, D. K. 2004. *Mycology: Fungal Biotechnology in Agriculture, Food, and Environmental Applications.* Volume 21. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Berner, L. & O'Donnell, J. 1998. Functional foods and health claims legislation: Application to dairy foods. *International Dairy Journal.* **8:** 355-363.
- Burns, A. J. & Rowland, I. R. 2000. Anti-carcinogenicity of probiotics and prebiotics. *Current Issues Intestinal Microbiology.* **1:** 13-24.
- Caplice, E. & Fitzgerald, G. F. 1999. Food Fermentation: Role of Microorganisms in Food Production and Preservation. *International Journal of Food Microbiology.* **50:** 131-149.

Cebeci, A. & Gürakan, C. 2003. Properties of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* strains. *Food Microbiology*. **20**: 511-518.

Champagne, C. P. & Gardner, N. J. 2005. Challenges in the addition of probiotic culture to foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **45**: 61-84.

Chiang, B. L. 2000. Enhancing immunity by dietary consumption of a probiotic lactic acid bacterium (*Bifidobacterium lactis* HN019): optimisation and definition of cellular immune responses. *Europe Journal Clinical Nutrition*. **54**: 849–855.

Chou, L. & Weimer, B. 1999. Isolation and characterization of acid- and bile-tolerant isolates from strains of *Lactobacillus acidophilus*. *Journal Dairy Science*. **82**: 23-31.

Coakes, S. J. 2005. *Statistical Package of Social Science. Analysis Without Anguish*. Version 12.0. Australia: John Wiley & Sons.

Cochran, W. G. & Cox, G. M. 1957. *Experimental Designs*. 2nd edition. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Coeuret, V., Gueguen, M. & Vernoux, J. P. 2004. Numbers and strains of lactobacilli in some probiotic products. *International Journal of Food Microbiology*. **97**: 147-156.

Cunniff, P. 1995. *AOAC Official Methods of Analysis*. U. S. A.: Association of Official Analytical Chemists, INC.

Department of Agriculture Sabah. 2006. *Agricultural Statistics of Sabah, 2002-2003*. Kota Kinabalu: Ministry of Agriculture & Food Industry Sabah.

FAO/WHO. 2002. *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food*. (atas talian) <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/wgreport2.pdf>.

FAO/WHO. 2001. *Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report*.

Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *Journal Applied Bacteriology*. **66**: 365-378.



Gadaga, T. H., Mutukumira, A. N., Narvhus, J. A. & Feresu, S. B. 1999. A review of traditional fermented foods and beverages of Zimbabwe. *International Journal of Food Microbiology*. **53**: 1-11.

Gökmen, V., Kahraman, N., Demir, N. & Acar, J. 2000. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. *Journal of Chromatography*. **881**: 309-316.

Harrigan, W. F. 1998. *Laboratory Methods in Food Microbiology*. 3rd edition. San Diego: Academic Press.

Hernández, Y., Lobo, M. G. & González, M. 2006. Determination of vitamin C in tropical fruits. A comparative evaluation of methods. *Food Chemistry*. **96**: 654-664.

Holzapfel, W. H. 2002. Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International Journal of Food Microbiology*. **75**: 197-212.

Holzapfel, W. H. 1997. Use of starter culture in fermentation on a household scale. *Food Control*. **8**: 241-258.

Holzapfel, W. H., Geisen, R. & Schilinger, U. 1995. Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal of Food Microbiology*. **24**: 343-362.

Holzapfel, W. H. & Schilinger, U. 2002. Introduction to pre- and probiotics. *Food Research International*. **35**: 109-116.

Hood, S. K. & Zottola, M. L. 1988. Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adherence to human intestinal cell. *Journal of Food Science*. **53**: 1514-1516.

Hoolihan, L. K. 2001. Prophylactic and therapeutic uses of probiotics. *Journal of the American Dietetic Association*. **101**: 229-241.

Ingfried, H. M. D. & Harald, W. T. 1998. *Guava as Medicine. A Safe & Cheap Form of Food Therapy*. Selangor: Pelanduk Publications (M) Sdn. Bhd.



Ishibashi, N. & Shimamura, S. 1993. Bifidobacteria: research and development in Japan. *Food Technology*. **47**: 126–135.

Jabatan Pertanian Sabah. 2006. *Laporan Keluaran Dan Pengeluaran Tanaman Pertanian Tahun 2004*. Kota Kinabalu: Kementerian Pertanian Dan Industri Makanan.

Jawaheer, B., Goburdhun, D. & Ruggoo, A. 2003. Effect of Processing and Storage of Guava Into jam and Juice on the Ascorbic Acid Content. *Plant Foods for Human Nutrition*. **58**: 1-12.

Jay, J. M. 1996. *Modern Food Microbiology*. 5th edition. New York: Chapman and Hall.

Joshua, L. (ed). 2000. *Encyclopedia of Microbiology*. 2nd edition. Vol 1. A-C. New York: Academic Press.

Klein, G., Pack, A., Bonaparte, C. & Reuter, G. 1998. Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. **41**: 103-125.

Kranenburg, R. V., Kleerebezem, M., Vlieg, J. V. H., Ursing, B. M., Boekhorst, J., Smit, B.A., Ayad, E. H. E., Smit, G. & Siezen R. J. 2002. Flavour formation from amino acids by lactic acid bacteria: predictions from genome sequence analysis. *International Dairy Journal*. **12**: 111–121.

Kyzlink, V. 1990. *Principles of Food Preservation*. Czechoslovakia: Elsevier.

Legal Research Board. 2006. *Food Act 1983 (Act 281) & Regulations*. Kuala Lumpur: International Law Boo Services.

Leroy, F. & Vuyst, L. D. 2004. Lactic acid bacterial as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trend in Food Science & Technology*. **15**: 67-78.

Lim, T. K. & Khoo, K. C. 1990. *Guava in Malaysia : Production, Pests and Diseases*. Kuala Lumpur: Tropical Press Sdn. Bhd.

Luckow, T. & Delahunty, C. 2004. Which juice is 'healthier'? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Quality and Preference*. **15**: 751-759.

Luckow, T. & Delahunty, C. 2004. Consumer acceptance of orange juice containing functional ingredients. *Food Research International*. **37**: 805-814.

Mapson, L. W. 1970. *Vitamin in fruits. The biochemistry of fruits and their products.* London: Academic Press.

Meilgaard, M., Civille, G. V. & Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd edition. Boca Raton : CRC Press LLC.

Motarjemi, Y. 2002. Impact of small scale fermentation technology on food safety in developing countries. *International Journal of Food Microbiology*. **75**: 213-229.

Nagy, S. 1980. Vitamin C contents of citrus fruit and their products: A review. *Journal of Agriculture Chemistry*. **28**: 8-18.

Norlia, Y. (ed). 1992. *Penanaman Jambu Batu*. Kuala Lumpur : Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).

Oliveira, M. N., Sodini, L., Remeuf, F. & Corireu, G. 2001. Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal*. **11**: 935-942.

Ouwehand, A. C. & Salminen, S. J. 1998. The health effects of cultured milk products with viable and non-viable bacteria. *International Dairy Journal*. **8**: 749–756.

Parimin, S. P. 1995. *Penanaman Jambu Batu*. Kuala Lumpur: Synergy Media Books.

Pennacchia, C., Ercolini, D., Blaiotta, G., Pepe, O., Mauriello, G. & Villani, F. 2004. Selection of *Lactobacillus* strains from fermented sausages for their potential use as probiotics. *Meat Science*. **67**: 309-317.

Pereira, D. I. A. & Gibson, G. R. 2002. Effects of Consumption of Probiotics and Prebiotics on Serum Lipid Levels in Humans. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*. **37**: 259–281.

Prajapati, J. B., Shah, R. K. & Dave, J. M. 1987. Survival of *Lactobacillus acidophilus* in blended-spray dried acidophilus preparations. *Australian Journal of Dairy Technology*. **42**: 17-21.

Reid, G. 2006. Opinion Safe and efficacious probiotics: What are they? *Trends in Microbiology*. **14**: 348-352.

Reid, G. & Bruce, A. W. 2006. Probiotics to prevent urinary tract infections: the rationale and evidence. *World Journal Urology*. **24**: 28–32.

Reid, G. 2003. New scientific paradigms for probiotics and prebiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*. **37**: 105–118.

Rose, A. H. (ed). 1982. *Economic Microbiology. Volume 7. Fermented Foods*. London: Academic Press Ing.

Ross, R. P., Morgan, S. & Hill, C. 2002. Preservation and fermentation: past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*. **79**: 3-16.

Saavedra, J. M., Bauman, N. A., Perman, J. A., Yolken, R. H. & Oung, I. 1994. Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. *Lancet*. **344**: 1046–1049.

Sanders, M. E. 1999. Probiotics. *Food Technology*. **53**: 67-75.

Sandholm, T. M., Mylläriinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fondén, R. & Saarela, M. 2002. Technological challenges for future probiotic foods. *International Dairy Journal*. **12**: 173-182.

Shah, N. P. 2001. Functional foods from probiotics and prebiotics. *Food Technology*. **55**: 46-53.

Shah, N. P. 2000. Symposium: probiotic bacteria. Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal of Dairy Science*. **83**: 894-907.

Shah, N. P., Lankaputhra, W. E. V., Britz, M. L. & Kyle, S. A. 1995. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yoghurt during refrigerated storage. *International Dairy Journal*. **5**: 515-521.

Simango, C. 1997. Potential use of traditional fermented foods for weaning in Zimbabwe. *Journal of Social Science Medical*. **44**: 1065–1068.

Stanton, C., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F. & Sinderen, D. V. 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current Opinion in Biotechnology*. **16**: 198-203.

Suntornsuk, L., Gritsanapun, W., Nilkamhank, S. & Paochom, A. 2002. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **28**: 849-855.

Tee, E. S., Mohd. Ismail Noor, Mohd Nasir Azudin & Khatijah Idris. 1997. *Nutrient Composition of Malaysian Foods*. Kuala Lumpur: Malaysian Food Composition Database Programme c/o Institut for Medical Research.

Tortora, G. J., Funke, B. R. & Case, C. L. 2004. *Microbiology. An Introduction*. 8th edition. San Francisco: Pearson Education, Inc.

Tuohy, K. M., Probert, H. M., Smejkal, C. W. & Gibson, G. R. 2003. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today*. **8**: 692-700.

Tuorila, H. & Gardello, A. V. 2002. Consumer response to an off-flavour in juice in the presence of specific health claims. *Food Quality and Preference*. **13**: 561-569.

Vandenplas, Y. 2002. Oligosaccharides in infant formula. *British Journal of Nutrition*. **87** (2): 293-296.

Verbeke, W. 2005. Consumer acceptance of functional foods: Socio-demographic cognitive and attitudinal determinants. *Food Quality and Preference*. **16**: 45-57.

Verbeke, W. 2006. Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health? *Food Quality and Preference*. **17**: 126-131.

Verschuren, P. M. 2002. Summary report - functional foods: scientific and global perspectives. *British Journal of Nutrition*. **88**: 125-130.

Vinderola, C. G. & Reinheimer, J. A. 2003. Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative "in vitro" study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. *Food Research International*. **36**: 895-904

Yoon, K. Y., Woodams, E. E. & Hang, Y. D. 2005. Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology*. **38**: 73-75.



Zamfir, M. & Callewaert, R. 1999. Purification and characterisation of a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* IBB 801. *Journal Applied Microbiology*. **87**: 923–931.