

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: Penghasilan produk Aiskrim Rozel (Hibiscus Sabdariffa L.)  
Campuran Dzat.

RAJAH: Sarjana Muda Sains Makanan (Teknologi Makanan dan  
Bioproses) SESI PENGAJIAN: 2006 - 2010

NAMA: NADIA BT DARMAJI

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

JAMILIN MICHEAL  
Disahkan oleh  
PUSTAKAWAN  
PERPUSATAKAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Nadia  
(TANDATANGAN PENULIS)

[Signature]  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG SARANG BUAYA

83600 SEMERAH, BATU PAHAT,

Johor.

DR MOHD IQBAL HASTIMI

Nama Penyelia

Tarikh: 24/5/2010

Tarikh: 24/5/2010

TATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

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



**PENGHASILAN PRODUK AISKRIM ROZEL  
(*HIBISCUS SABDARIFFA L.*) CAMPURAN OAT**

**NADIA BT DARMAJI**

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK  
MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH  
SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN  
KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN  
BIOPROSES)**

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



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGAKUAN

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

*Narf*

---

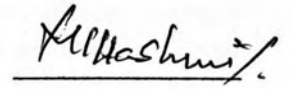
NADIA BT DARMAJI  
HN2006-2047  
15 MAY 2010



# PENGESAHAN

Disahkan oleh,

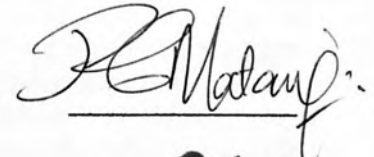
**1. PENYELIA**  
(DR. MUHAMMAD IQBAL HASHIMI)



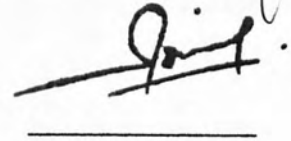
**2. PEMERIKSA 1**  
(PN. NOR QHAIRUL IZZREEN BT. MOHD NOOR)



**3. PEMERIKSA 2**  
(DR PATRICIA MATANJUN)



**4. DEKAN**  
(PROF. MADYA DR. ISMAIL BIN ABDULLAH)





## PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat Illahi kerana dianugerahkan kekuatan fizikal dan mental untuk saya menyiapkan tesis ini. Ucapan jutaan terima kasih dan penghargaan saya tujukan kepada Dr. Iqbal Hashimi, selaku penyelia saya yang banyak memberi tunjuk ajar dalam menyiapkan projek penyelidikan akhir tahun ini. Beliau banyak memberikan tunjuk ajar, nasihat dan peringatan kepada saya sepanjang proses menyiapkan projek penyelidikan ini.

Selain itu, saya ingin menyampaikan sekalung penghargaan kepada pensyarah-pensyarah Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, pembantu-pembantu makmal dan semua kakitangan yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam membantu memberikan maklumat, sokongan, dorongan, dan nasihat sepanjang projek penyelidikan ini dijalankan.

Tidak lupa juga ucapan terima kasih saya tujukan kepada keluarga dan rakan-rakan yang banyak membantu menyiapkan projek penyelidikan ini. Tanpa bantuan dan sokongan kalian sudah pasti projek penyelidikan ini tidak dapat disiapkan mengikut apa yang telah dirancang. Semoga Allah membalas jasa baik kalian.

Sekian, terima kasih.

## ABSTRAK

Objektif kajian ini adalah untuk memilih satu formulasi aiskrim rozel campuran oat melalui Ujian Pemingkatan BIB dan Ujian Hedonik, menjalankan Analisis Proksimat bagi menentukan kandungan nutrisi dan kandungan tenaga serta mengira peratus *overrun* di dalam produk aiskrim rozel campuran oat yang dihasilkan, mengkaji mutu simpanan produk melalui Ujian Mikrobiologi dan Ujian Sensori Berganda serta mengkaji penerimaan pengguna terhadap atribut produk aiskrim campuran oat melalui Ujian Sensori Penerimaan Pengguna. Kaedah pengformulasian dilakukan untuk memilih formulasi terbaik daripada 9 pilihan formulasi aiskrim rozel campuran oat. Analisis proksimat dijalankan untuk menentukan kandungan nutrisi dan tenaga di dalam produk yang dihasilkan. Pengiraan peratus *overrun* dan kajian mutu simpanan turut dilakukan keatas produk. Ujian Penerimaan Pengguna pula dilakukan untuk menguji penerimaan pengguna terhadap produk yang dihasilkan. Formulasi 4 telah dipilih sebagai formulasi terbaik daripada 9 pilihan formulasi yang dihasilkan. Melalui Analisis Proksimat yang telah dijalankan keatas formulasi 4, produk aiskrim rozel campuran oat ini didapati mempunyai kandungan lembapan sebanyak 61.78%, abu 0.49%, lemak 30.25%, protein 3.1203%, serabut kasar 3.02% dan karbohidrat sebanyak 9.4%. Perhitungan nilai tenaga menunjukkan aiskrim rozel campuran mengandungi sebanyak 1172.02kJ atau 298.13kcal tenaga dalam 100g aiskrim. Ujian mikrobiologi yang dijalankan keatas produk aiskrim rozel campuran oat menunjukkan tidak ada cecairan Jumlah kiraan Plat (*Total Plate Count*) dan koloni yis dan kulat melebihi standard yang ditetapkan sepanjang 8 minggu tempoh penyimpanan produk pada suhu sejukbeku  $-20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Ujian Sensori Perbandingan Berganda tahap perbezaan warna, aroma, tekstur, rasa dan penerimaan keseluruhan produk yang telah melalui tempoh penyimpanan selama 2, 4, 6 dan 8 minggu mencatatkan skor antara 3 dan 4, dimana skor 3 mewakili tahap perbezaan 'sedikit kurang berbanding R' manakala skor 4 mewakili tahap perbezaan 'tiada perbezaan berbanding R'. Pengiraan peratus *overrun* yang dijalankan keatas produk aiskrim campuran oat menunjukkan peratus *overrun* di dalam produk tersebut adalah 23.5%. Ujian Sensori Penerimaan Pengguna yang dilakukan menunjukkan pengguna suka terhadap produk yang dihasilkan.



## **ABSTRACT**

### *DEVELOPMENT OF ROSELLE (*Hibiscus Sabdariffa* L.) ICE CREAM WITH OAT*

*Objective of this study is to choose a roselle ice cream with oat formulation through the BIB Ranking Test and Hedonic Test, conducting Proximate Analysis to determine the nutrition content and energy content and to calculate the overrun percentage in the a roselle ice cream with oat product formulated, and to study the product storage quality through the Microbiology Test and Multiple Comparison Test and to study the consumer's reception towards the attribute of the formulation through the Consumer Acceptance Test. Formulative method is utilized to choose the best formulation out of 9 formulations of the roselle ice cream with oat. The Proximate Analysis is commenced to determine the nutritional and energy content in the product formulated. Overrun percentage calculation and study of storage quality is also performed. Consumer Acceptance Test is conducted to test the consumers' acception towards the product formulated. Formulation 4 is chosen as the best formulation out of the 9 formulations produced. Through the Proximate Analysis performed on the Formulation 4, this roselle ice cream with oat formulation is found to have moisture content of 61.78%, ash 0.49%, fat 30.25%, protein 3.1203%, roughage 3.02% and carbohydrate of 9.4%. The energy calculation shows that the roselle ice cream with oat contains 1172.02kJ or 298.13kcal energy in 100g of the ice cream. The microbiology test conducted on the roselle ice cream with oat shows that there is no contaminant on the Total Plate Count and the yeast and fungi colony do not exceed the standardized standard through the 8 weeks of storage at the freezing temperature of  $-20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . The Multiple Comparison Test level of colour changes, aroma, texture, taste and overall reception towards the product that has undergone storage period of 2, 4, 6 dan 8 weeks recorded the score between 3 and 4 in which the score 3 represents the difference level "less that R", meanwhile the score 4 notes the "no difference compared to R". The overrun percentage conducted on the roselle ice cream with oat formulation shows hat the overrun percentage in the product being 23.5%. The Consumer Acceptance Test performed shows favorable response by the consumer of the product formulation.*

## SINGKATAN

BIB	Balance Incomplete Block
TPC	Total Plate Count
NDA	Non Dry Milk
MSNF	Milk Solid Not Fat
Kj	kiloJoule
kcal	kilocalorie
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar
cfu	colony forming unit
ANOVA	Analisis Varians
LSD	Least Significant Difference
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
USFDA	United States Food and Drug Administration





## SIMBOL

±	lebih kurang
X	chi
%	peratus
°C	darjah Celcius
>	lebih besar daripada
<	lebih kecil daripada
g	gram



3.3.10 Ujian Statistik	37
<b>BAB 4: KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>38</b>
4.1 Keputusan Ujian Sensori	38
4.1.1 Ujian Pemingkatan BIB	38
4.1.2 Ujian Hedonik	39
4.1.3 Pemilihan Formulasi Terbaik	43
4.2 Keputusan Analisis Proksimat	44
4.2.1 Kandungan Lembapan	45
4.2.2 Kandungan Abu	45
4.2.3 Kandungan Lemak	46
4.2.4 Kandungan serabut kasar	46
4.2.5 Kandungan Protein	47
4.2.6 Kandungan Karbohidrat	48
4.3 Perhitungan Jumlah Tenaga	49
4.4 Keputusan Kajian Mutu Simpanan	49
4.4.1 Ujian Mikrobiologi	49
4.4.2 Ujian Sensori Perbandingan Berganda	51
4.5 Peratus Overrun	57
4.6 Keputusan Ujian Penerimaan Pengguna	57
<b>BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>66</b>
<b>RUJUKAN</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN A:</b> Borang Penilaian Ujian Pemingkatan BIB	74
<b>LAMPIRAN B:</b> Borang Penilaian Ujian Hedonik	75
<b>LAMPIRAN C:</b> Borang Penilaian Sensori Perbandingan Berganda	75
<b>LAMPIRAN D:</b> Borang Ujian Penerimaan Pengguna	76
<b>LAMPIRAN E:</b> Jadual Taburan $\chi^2$ Aras Kebarangkalian	77
<b>LAMPIRAN F:</b> Rumus	78
<b>LAMPIRAN G:</b> Keputusan Analisis ANOVA 1 Bagi Ujian Hedonik Tujuh Titik Menggunakan SPSS 12.0	79
<b>LAMPIRAN H:</b> Keputusan Analisis ANOVA 1 Bagi Ujian Sensori Perbandingan Berganda Menggunakan SPSS 12.0	83

# ISI KANDUNGAN

	M/S
<b>TAJUK</b>	
<b>PENGAKUAN</b>	i
<b>PENGHARGAAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>SINGKATAN</b>	vi
<b>SIMBOL</b>	vii
<b>ISI KANDUNGAN</b>	viii
<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
<b>SENARAI JADUAL</b>	xii
<b>BAB 1: PENGENALAN</b>	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	5
<b>BAB 2: KAJIAN KEPUSTAKAAN</b>	6
2.1 Aiskrim	6
2.1.1 Pengenalan Aiskrim	6
2.1.2 Proses Pembuatan	7
2.2 Rozel	11
2.2.1 Botani	11
2.2.2 Kegunaan	12
2.3 Oat	15
2.4 Bahan Mentah	17
2.4.1 Susu	17
2.4.2 Gula	18
2.4.3 Telur	19
<b>BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH</b>	20
3.1 Bahan	20
3.1.1 Bahan Mentah Untuk Penghasilan Aiskrim	20
3.1.2 Bahan Kimia	22
3.2 Radas Dan Instrumen	23
3.3 Kaedah	24
3.3.1 Kaedah Pengformulasian	24
3.3.2 Kaedah Penghasilan Formulasi	26
3.3.3 Ujian Sensori	27
3.3.5 Analisis Proksimat	30
3.3.6 Pengiraan Jumlah Kandungan Tenaga	33
3.3.7 Kajian Jangka Hayat Penyimpanan	34
3.3.8 Pengiraan Peratus Overrun	36
3.3.9 Ujian Penerimaan Pengguna	37





## SENARAI JADUAL

	M/S	
JADUAL 2.1	Kandungan Nutrisi Dalam Kaliks Rozel Segar	13
JADUAL 2.2	Kandungan Nutrisi Dalam 100g Oat	16
JADUAL 2.3	Kandungan Nutrisi Dalam 100g Telur	19
JADUAL 3.1	Bahan Mentah dan Jenama yang Digunakan Dalam Penghasilan Aiskrim Rozel Campuran Oat	20
JADUAL 3.2	Jenis dan Jenama Bahan Kimia yang Digunakan Untuk Analisis Proksimat	22
JADUAL 3.3	Jenis dan Jenama Instrumen yang Digunakan	23
JADUAL 3.4	Bahan Asas yang Digunakan Dalam Pembuatan Aiskrim	24
JADUAL 3.5	Spesifikasi Produk Aiskrim Rozel Campuran Oat	24
JADUAL 3.6	Bahan Mentah dan Komposisi yang Digunakan Dalam Penghasilan 9 Formulasi Aiskrim Rozel Campuran Oat	25
JADUAL 3.7	Rekabentuk Blok yang Digunakan Untuk Ujian Pemerinkatan BIB	29
JADUAL 3.8	Faktor Penukaran Bagi Nutrien untuk Pengiraan Jumlah Tenaga	33
JADUAL 4.1	Jumlah Rank Sum Untuk Ujian Pemerinkatan BIB	38
JADUAL 4.2	Min $\pm$ Sisihan Piawai Bagi Setiap Atribut yang Dinilai Dalam Ujian Sensori Hedonik Tujuh Titik	38
JADUAL 4.3	Keputusan Analisis Proksimat	43
JADUAL 4.4	Perhitungan Jumlah Tenaga Bagi Produk Aiskrim Rozel Campuran Oat	47
JADUAL 4.5	Kiraan Jumlah Kiraan Plat ( <i>Total Plate Count</i> ) Bagi Produk Aiskrim Rozel Campuran Oat Semasa Tempoh Penyimpanan Produk	49
JADUAL 4.6	Min $\pm$ Sisihan Piawai Bagi Tahap Perbezaan Atribut Produk Yang Telah Disimpan dengan Produk Segar (R) Dalam Ujian Sensori Berganda Semasa Tempoh Pentimanan Produk	51

## SENARAI RAJAH

		M/S
RAJAH 1.1	Kaliks rozel segar	12
RAJAH 1.2	Struktur anthocyanin yang menyumbang kepada warna merah pada kaliks rozel	14
RAJAH 3.1	Kaliks rozel yang digunakan dalam penghasilan aiskrim rozel campuran oat	21
RAJAH 4.1	Aiskrim yang dihasilkan menggunakan formulasi 4 dan dipilih sebagai formulasi terbaik	43
RAJAH 4.2	Carta pai menunjukkan peratus penerimaan pengguna terhadap atribut warna produk aiskrim campuran oat	57
RAJAH 4.3	Carta pai menunjukkan peratus penerimaan pengguna terhadap atribut aroma produk aiskrim campuran oat	57
RAJAH 4.4	Carta pai menunjukkan peratus penerimaan pengguna terhadap atribut tekstur produk aiskrim campuran oat	58
RAJAH 4.5	Carta pai menunjukkan peratus penerimaan pengguna terhadap atribut rasa produk aiskrim campuran oat	59
RAJAH 4.6	Carta pai menunjukkan peratus penerimaan pengguna terhadap keseluruhan atribut produk aiskrim campuran oat	60
RAJAH 4.7	Carta pai menunjukkan peratus kesukaan pengguna terhadap keseluruhan atribut produk aiskrim campuran oat	61
RAJAH 4.8	Carta pai menunjukkan respon pengguna terhadap perbandingan produk aiskrim rozel campuran oat dengan produk aiskrim sedia ada di pasaran	62
RAJAH 4.9	Carta pai menunjukkan keinginan pengguna untuk membeli produk aiskrim rozel campuran oat sekiranya dipasarkan	63

## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Pengenalan

Aiskrim dikenali oleh seluruh lapisan masyarakat, terutamanya golongan kanak-kanak kerana rasanya yang sejuk dan manis. Aiskrim amat enak dimakan terutamanya ketika cuaca panas. Produk ais krim mudah didapati di kedai-kedai runcit, pasaraya, kiosk makanan, dan turut dijual oleh penjual-penjual ais krim di jalanan. Selain itu, ais krim juga turut dijadikan hidangan pencuci mulut di hotel-hotel dan di majlis-majlis.

Aiskrim dihidangkan dalam pelbagai bentuk, antaranya aiskrim kon, aiskrim di dalam bekas dan aiskrim batang. Aiskrim amat mudah didapati di pasaran dengan harga yang berpatutan kerana permintaannya yang tinggi oleh para penggemar aiskrim. Harga aiskrim ditentukan dengan mengambilkira kualiti ais krim yang dijual tersebut. Aiskrim berkualiti tinggi dijual dengan harga yang lebih mahal kerana rasa dan tekstur aiskrim tersebut lebih sedap dan komposisi udara yang kurang di dalam aiskrim tersebut.

Terdapat pelbagai produk makanan sejuk di seluruh dunia seakan-akan aiskrim, tetapi dikenali dengan nama yang berbeza. Antaranya kastad sejukbeku, *gelato*, *paravine*, *mellorine*, *sorbet*, *aufait*, *bisque*, *granite* dan sebagainya. Produk-produk tersebut dibezakan melalui formula, bahan tenusu yang digunakan, pemanis, penstabil dan pengemulsi, perasa, pewarna, size, bentuk, teknik penyejukbekuan dan pelbagai lagi pembolehubah lain (Marshall, *et al.*, 2003). Di Malaysia sendiri, terdapat beberapa jenis makanan sejukbeku seperti aiskrim seperti ais kacang dan ABC. Makanan tersebut dihidangkan sejuk, dicampur dengan bahan pemanis dan susu untuk menambahkan kelazatannya.





Aiskrim berasal daripada negara Eropah dan diperkenalkan ke Amerika Syarikat sebelum produk tersebut dihasilkan secara meluas oleh industri aiskrim di negara tersebut. Kapasiti pengeluaran ais krim setahun di Amerika Syarikat pada tahun 1905 hanyalah 5 juta gallon. Pembangunan dan tahap ekonomi yang pesat ketika itu menyebabkan para pengusaha aiskrim ketika itu mampu mengeksport produk mereka ke negara-negara lain (Marshall, *et al.*, 2003).

Secara umumnya, aiskrim adalah makanan sejuk beku yang dihasilkan daripada bahan tenusu seperti krim, dan ditambah dengan perasa dan bahan pemanis. Penghasilan aiskrim dalam skala industri untuk tujuan pasaran perlulah mengikut akta dan piawaian sesuatu negara tersebut dari sudut komposisi bahan mentah yang digunakan. Di Malaysia misalnya, pengeluar ais krim perlu memastikan produk ais krim yang mereka keluarkan menepati piawaian yang terkandung di dalam Peraturan-Peraturan Makanan Malaysia 1985. Menurut Peraturan 116 dalam Peraturan-Peraturan Makanan Malaysia 1985, aiskrim adalah produk yang dihasilkan daripada susu atau produk tenusu dengan campuran lemak susu, lemak sayuran, krim, mentega dan turut dicampur dengan gula dan mungkin mengandungi bahan makanan yang lain. Aiskrim yang dihasilkan tidak boleh mengandungi kurang daripada 10% lemak susu atau lemak sayuran atau campuran kedua-dua lemak tersebut. Aiskrim juga boleh mengandungi bahan pewarna dan perasa yang dibenarkan mengikut Peraturan-Peraturan Makanan Malaysia 1985.

Untuk produk aiskrim itu sendiri, komposisi bahan mentah yang digunakan di dalam pembuatan aiskrim adalah berbeza kerana dihasilkan oleh syarikat pengeluar dan pasaran yang berbeza. Hal ini berikutan beberapa faktor yang perlu diambilkira oleh pihak pengeluar aiskrim seperti tahap kualiti produk yang ingin dihasilkan, kebolehdapatan bahan mentah, mesin dan alatan yang dimiliki, proses, kehendak pasaran, persaingan, serta kos pengeluaran yang perlu ditanggung untuk mengeluarkan produk tersebut (Marshall, *et al.*, 2003).

Aiskrim berperisa coklat, vanila dan strawberi adalah antara aiskrim yang paling mudah didapati di pasaran. Walau bagaimanapun, kualiti aiskrim yang dijual adalah berbeza-beza antara satu syarikat pengeluar dengan syarikat pengeluar yang lain. Terdapat beberapa terma yang merujuk kepada kualiti ais krim. Antaranya ais krim *deluxe*, *premium* dan *superpremium*. Terma-terma ini biasanya merujuk kepada aiskrim berkualiti tinggi. Kualiti sesuatu produk aiskrim dipengaruhi oleh komposisi bahan mentah dan tekstur aiskrim yang dihasilkan. Bahan mentah yang berkualiti dan tekstur aiskrim yang halus dan lembut serta mengandungi komposisi udara yang rendah di dalam aiskrim tersebut akan menghasilkan aiskrim berkualiti tinggi dan dijual dengan harga yang lebih mahal.

Terdapat beberapa proses dalam menghasilkan ais krim. Pembuatan campuran aiskrim dimulakan dengan proses mengadunkan bahan-bahan untuk membuat aiskrim sehingga menjadi campuran yang sebati, kemudian dipasturkan, dihomogenasikan, disejukkan, disimpan untuk proses penuaan, dicampurkan dengan bahan perasa dan akhirnya disejukkubekukan (Marshall, *et al.*, 2003). Semasa proses-proses tersebut dijalankan, pembolehubah-pembolehubah yang mempengaruhi kualiti aiskrim perlulah dikawal dengan baik supaya tidak menjejaskan kualiti aiskrim yang dihasilkan. Secara umumnya, aiskrim yang dihasilkan sendiri di rumah adalah kurang berkualiti kerana suhu penyejukkubekuan dan pemilihan bahan mentah tidak dilakukan dengan baik.

Di dalam industri pembuatan aiskrim, dua perkara yang perlu dititikberatkan untuk mengawal tekstur aiskrim adalah pengkristalan ais dan kestabilan buih dan kelakuan pencairan ais krim tersebut. Perubahan fasa campuran aiskrim daripada cecair (air) kepada pepejal (ais) dibezakan melalui penghabluran ais. Pengkristalan ais dimulakan dengan satu *nuclei* kristal ais dan diteruskan dengan pertumbuhan kristal ais untuk membentuk blok yang lebih besar. Suhu yang berubah-ubah menyebabkan aiskrim membeku dan mencair, dan mempengaruhi taburan hablur ais di dalam aiskrim yang dihasilkan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pengkristalan ais, antaranya fasa transisi air, proses pembuatan, perubahan matrik kristal ais, dan



bahan yang digunakan di dalam pembuatan aiskrim. Sekiranya faktor-faktor ini tidak dikawal dengan baik, pengkristalan ais tidak akan berlaku dengan sempurna dan hal ini akan mempengaruhi tekstur produk aiskrim yang dihasilkan. Kestabilan buih dan kelakuan pencairan aiskrim pula berkait rapat dengan proses *overrun*, iaitu proses memasukkan molekul udara ke dalam ampunan ais krim. Proses ini bertujuan menambah isipadu aiskrim melalui penambahan udara ke dalam aiskrim yang dihasilkan (McKenna & Kilcast, 2003).

Signifikan penghasilan produk ais krim rozel ini adalah untuk memperkenalkan produk ais krim baru dengan perisa rozel memandangkan masih belum ada produk sedemikian di pasaran. Penghasilan produk-produk berasaskan rozel seperti jus, jem, dan kordial amat sinonim dengan masyarakat Malaysia, namun masih belum ada produk ais krim berperisa rozel dijual di pasaran. Melalui kajian ini, kaliks rozel cuba diketengahkan sebagai perisa baru di dalam produk ais krim. Bunga rozel ini mempunyai banyak faedah dari sudut kesihatan antaranya mampu merendahkan tekanan darah tinggi (Haji Faraji & Haji Tarkhani, 1999), merendahkan kandungan kolestrol di dalam serum darah wanita dan lelaki (Lin, 2007), bertindak sebagai anti-tumor, pengatur imuniti, dan anti-leukemik (Muller & Franz, 1992; Tseng, *et al.*, 2000). Anthocyanin yang terdapat di dalam bunga rozel ini juga mampu merencatkan pertumbuhan beberapa sel kanser (Kamei, *et al.*, 1995) bertindak sebagai bahan anti-oksida (Tsuda, *et al.*, 2000) dan bahan anti-karsinogenik (Hagiwara, *et al.*, 2002). Selain itu, sebatian bioaktif di dalam ekstrak rozel dikenalpasti mampu merencatkan tumor kulit pada tikus (Tseng, *et al.*, 1998). Inovasi lanjut dilakukan dengan menambahkan kuantiti kecil oat kedalam produk aiskrim yang dihasilkan bagi membantu mengawal penghabluran ais dan menjadikan aiskrim yang dihasilkan mempunyai tekstur yang lebih lembut dan halus.



## 1.2 Objektif

Objektif kajian ini adalah untuk:

1. Memilih formulasi terbaik daripada 9 pilihan formulasi aiskrim rozel campuran oat melalui Ujian Pemingkatan BIB dan Ujian Hedonik.
2. Menjalankan Analisis Proksimat bagi menentukan kandungan nutrisi dan kandungan tenaga serta mengira peratus *overrun* di dalam produk aiskrim rozel campuran oat yang dihasilkan.
3. Menjalankan Kajian Mutu Simpanan merangkumi Ujian Mikrobiologi dan Ujian Sensori Berganda untuk mengkaji mutu produk semasa tempoh penyimpanan.
4. Mengkaji penerimaan pengguna terhadap atribut produk aiskrim campuran oat melalui Ujian Sensori Penerimaan Pengguna.

## BAB 2

### KAJIAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Aiskrim

##### 2.1.1 Pengenalan Aiskrim

Aiskrim adalah sistem koloidal sejukbeku kompleks yang terdiri daripada titisan lemak yang bergabung secara separa, sel udara, hablur ais, fasa akueus selanjara, dimana polisakarida, protein, laktosa, dan garam mineral terlarut di dalamnya (Marshall, *et al.*, 2003). Gula, bahan pengemulsi, bahan penstabil dan perasa turut ditambah ke dalam campuran ais krim semasa pemprosesan.

Aiskrim telah dikenali secara meluas di beberapa negara Eropah sejak sekitar 1770. Pada ketika itu, pengetahuan tentang pembuatan aiskrim telah dipindahkan daripada Eropah ke Amerika oleh kolonis Inggeris dan Amerika telah menjadi peneraju dalam industri pembuatan aiskrim. Populariti aiskrim berkembang dengan perlahan tetapi stabil pada separuh masa pertama kurun ke 19. Di Eropah, industri ais krim tidak betul-betul membangun sehinggalah selepas Perang Dunia ke-2. Walau ketika itu industri pembuatan aiskrim di Eropah telah berkembang, namun penduduk Eropah tidak memakan aiskrim sebagai suatu tabiat seperti kebanyakan penduduk di Amerika.

Pemilihan bahan mentah dalam pembuatan aiskrim difokuskan kepada sumbangan bahan tersebut dan komponennya kepada struktur mikro dan sifat koloidal bahan tersebut. Lemak di dalam aiskrim membantu memperbaiki struktur ais krim semasa proses sejukbeku dan putaran dengan membentuk jaringan tiga dimensi yang bersambung secara separa apabila telah melalui proses homogenasi. Kewujudan buih udara dan hablur ais bersama-sama dengan lemak tersebut berfungsi



memberikan kesan keras dan kering keatas produk ais krim, selain memberikan sifat tahan kepada pencairan dan membentuk tekstur yang lebih lembut pada produk sejukbeku tersebut. Bahan pengemulsi biasanya akan ditambah ke dalam formulasi dalam skala industri untuk memberikan kesan kepada struktur lemak yang telah sedia dtambah ke dalam campuran ais krim yang dihasilkan. Bahan pengemulsi akan memindahkan protein daripada ruang antara udara dan menjadikan globul lemak yang terbentuk lebih rentan kepada keadaan separa bergabung (Goff, *et al.*, 1987; Goff & Jordan, 1989; Barfod, *et al.*, 1991; Boode & Walstra, 1993; Gelin, *et al.*, 1994; Gelin *et al.*, 1996a; Gelin *et al.*, 1996b; Pelan, *et al.*, 1997). Ketidakstabilan lemak juga diakibatkan oleh parameter proses, kandungan overrun, shear akibat simbahan, dan pembentukan ais dalam sistem ais krim tersebut (Goff & Jordan, 1989; Kokubo, *et al.*, 1996; Kokubo, *et al.*, 1998).

### **2.1.2 Proses pembuatan aiskrim**

#### **a) Proses mencampurkan bahan mentah**

Menurut Marshal, *et al.*, (2003), proses mencampurkan bahan mentah dilakukan dengan memasukkan semua bahan mentah cecair seperti susu, krim susu pekat, bahan pemanis cecair dan sebagainya ke dalam bekas, dan campuran dikacau sambil dikenakan tindakan haba. Bahan-bahan kering yang digunakan dalam pembuatan aiskrim seperti *Nonfat Dry Milk (NDM)*, bahan pengemulsi, bahan penstabil, telur yang telah dikeringkan dan sebagainya perlulah dilarutkan terlebih dahulu sebelum dicampurkan ke dalam campuran supaya buih yang terbentuk semasa proses pencampuran bahan dapat dihilangkan dengan cepat, sekaligus membenarkan bahan koloidal tersebut terhidrasi dengan cepat. Walau bagaimanapun, pencampuran bahan kering secara terus kedalam campuran aiskrim juga boleh dilakukan dengan melakukan proses pencampuran ketika bahan mentah cecair sedang dikacau (*agitated*) dan sebelum suhu campuran mencecah 50°C.



### **b) Pempasteuran campuran**

Proses pempasteuran bahan mentah dilakukan bagi membunuh mikroorganisma patogen yang berkemungkinan ada di dalam produk yang dihasilkan. Proses ini adalah perlu bagi memastikan produk yang dipasarkan adalah selamat untuk dimakan oleh pengguna. Selain itu, proses pempasteuran juga berfungsi menghapuskan enzim hidrolitik yang terdapat di dalam campuran yang dihasilkan. Enzim hidrolitik tersebut, walaupun enzim natural yang terdapat di dalam susu, boleh mempengaruhi rasa dan tekstur aiskrim yang dihasilkan. Proses pempasteuran yang betul meliputi pemanasan sesuatu bahan dalam satu suhu yang rendah, dibiarkan selama satu ketika, dan disejukkan serta merta pada suhu kurang dari 5 °C.

Proses pempasteuran secara khasnya menjadikan campuran aiskrim yang dihasilkan bebas daripada mikroorganisma vegetatif dan membunuh mikroorganisma patogen di dalam campuran tersebut. Selain itu, pempasteuran campuran aiskrim membantu bahan pepejal menjadi sebatil di dalam larutan campuran aiskrim, memberikan kesan pencairan kepada komponen lemak dan mengurangkan kelikatan campuran, memperbaiki rasa campuran yang dihasilkan, memanjangkan kualiti penyimpanan campuran, dan meningkatkan keseragaman campuran yang dihasilkan (Marshall, *et al.*, 2003).

### **c) Proses homogenasi campuran**

Proses homogenasi campuran aiskrim dilakukan untuk menghasilkan emapan lemak yang stabil dan seragam dengan mengurangkan saiz globul lemak kepada kurang daripada 2µm. Apabila campuran aiskrim telah dihomogenasikan dengan sempurna, komponen lemak yang terkandung di dalam campuran aiskrim tersebut tidak akan naik ke permukaan dan menghasilkan lapisan krim, atau menyejukbeku dan menghasilkan produk aiskrim dengan tekstur yang kasar dan rasa bermentega (*buttery*). Lemak yang telah dihomogenasikan berpusar dengan amat perlahan di dalam peti sejukbeku. Oleh yang demikian, bahan pengemulsi diperlukan untuk mengawal pusaran atau pergerakan lemak di dalam aiskrim semasa proses sejukbeku, sekaligus membantu

menghasilkan produk aiskrim yang mempunyai keadaan yang kering dan melambatkan pencairan aiskrim. Proses homogenasi adalah perlu untuk semua produk yang mengandungi campuran lemak atau minyak yang berada pada keadaan yang tidak stabil (Marshall, *et al.*, 2003).

#### **d) Proses penuaan (*aging*) campuran**

Secara umumnya, proses pempasteuran dan homogenasi mengubah keadaan fizikal enapan bahan pepejal dalam campuran aiskrim. Pempasteuran mencairkan semua lemak yang terdapat di dalam campuran, manakala proses homogenasi pula mengurangkan saiz globul lemak di dalam campuran tersebut. Kedua-dua proses ini menghasilkan membran globul lemak yang baru dan berbeza. Penyejukan campuran pada suhu  $< 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  dalam proses penuaan (*aging*) campuran ini menyebabkan lemak mula membentuk struktur berhablur. Walau bagaimanapun, campuran tersebut masih belum menyejukkbecu apabila didedahkan pada suhu tersebut. Penuaan campuran pada suhu  $< 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 4 hingga 24 jam adalah biasa diamalkan oleh pengeluaran-pengeluar aiskrim dalam skala industri. Penghabluran komponen lemak dalam keadaan emulsi berlaku dengan lebih perlahan berbanding komponen lemak dalam keadaan pukal. Kajian yang dijalankan menunjukkan penghabluran lemak dalam campuran aiskrim yang mengandungi 10% lemak memerlukan sekurang-kurangnya 4 jam masa penuaan (Barfod, *et al.*, 1991). Penghabluran komponen lemak yang hampir lengkap diperlukan untuk menggalakkan *coalescence* globul lemak semasa proses penyejukkbecuan. Penyusunan semula membran globul lemak turut berlaku semasa proses penuaan ini (Marshall, *et al.*, 2003).

Proses penjerapan protein yang berlaku semasa proses homogenasi ini membawa kepada ketidakstabilan membran globul lemak. Untuk membetulkan keadaan yang disebabkan oleh penjerapan protein ini, bahan pengemulsi akan penyingkirkan protein daripada permukaan globul semasa proses penuaan ini (Gelin, *et al.*, 1994). Walau bagaimanapun, bahan penstabil hidrokoloid memerlukan masa yang lebih lama untuk memastikan hidrasi lengkap berlaku bagi meningkatkan



kelikatan campuran yang dihasilkan. Penyejukan campuran pada suhu 0 hingga 2 °C meningkatkan kadar penghabluran lemak, meningkatkan kapasiti peti sejukbeku, dan mampu menyingkirkan hampir kesemua mikroorganisma yang tumbuh di dalam campuran aiskrim (Marshall, *et al.*, 2003).

#### **e) Proses penyejukbekuan aiskrim**

Dalam penghasilan produk aiskrim, kesan penyejukbekuan dilakukan untuk menyingkitkan haba yang terkandung di dalam campuran, penyejukbekuan aiskrim dan menyejukkan produk aiskrim yang dihasilkan. Proses penyejukbekuan perlulah dilakukan mengikut langkah yang betul kerana kesan penyejukbekuan amat berkait rapat dengan tekstur aiskrim yang dihasilkan. Umumnya, campuran aiskrim disejukkan terlebih dahulu pada suhu di bawah takat beku untuk memulakan pembentukan hablur ais dalam campuran tersebut. Sebaik sahaja proses penyejukbekuan berlaku, sistem penyejukbeku akan menyingkirkan haba pendam di dalam campuran sekaligus menyebabkan ais mula terbentuk pada permukaan bekas. Pada masa yang sama dengan pembentukan ais tersebut, campuran yang tidak dibekukan akan terus menyejuk secara berterusan. Dalam langkah penyejukbekuan dinamik ini, sistem penyejukbeku mestilah menyingkirkan suhu di dalam campuran yang dihasilkan, membentuk ais dan seterusnya menyejukkan sluri aiskrim tersebut (Marshall, *et al.*, 2003).

Objektif langkah penyejukbekuan dinamik ini adalah untuk menghasilkan bilangan hablur ais yang maksimum. Jumlah hablur ais yang dihasilkan semasa proses penyejukbekuan akan mempengaruhi tekstur aiskrim yang dihasilkan. Penghasilan hablur ais yang banyak ketika proses penyejukbekuan ini akan menghasilkan aiskrim dengan tekstur yang halus dan gebu. Pembentukan hablur ais yang sedikit semasa proses penyejukbekuan pula akan menghasilkan tekstur aiskrim yang kasar, sekaligus mengurangkan penerimaan sensori terhadap atribut tekstur rasa aiskrim tersebut.



## 2.2 Rozel

### 2.2.1 Botani

Tumbuhan rozel berasal daripada famili *Malviceae*. Rozel sebenar adalah daripada jenis yang tidak boleh dimakan, iaitu merujuk kepada *Hibiscus sabdariffa* var *altissima*. Rozel daripada varieti ini ditanam biasanya ditanam untuk mendapatkan serat yang terdapat pada batang tumbuhan tersebut. Varieti daripada jenis yang boleh dimakan pula adalah *Hibiscus sabdariffa* var *sabdariffa*. Selain Rozel, terdapat nama lain yang turut merujuk kepada tumbuhan ini, antaranya, *sorelle*, *jelly okra*, *Jamica Sorelle*, *Indian Sorelle*, *Guinea Sorelle* serta pelbagai lagi nama yang merujuk kepada tumbuhan ini. Penggunaan nama *flor de Jamaica* dan *hibiscus flores* mendatangkan kekeliruan kepada sesetengah pihak kerana sebenarnya kaliks tumbuhan tersebut yang dijual, dan bukanlah bunganya (Morton, 1987).

Batang tumbuhan ini berwarna kemerahan dan mencapai ketinggian sehingga 3.5 m. Batang pokok rozel lembut, berbentuk silinder, dan berwarna merah. Tumbuhan ini berdaun hijau dan adakalanya merah, licin, mempunyai petiol yang panjang dan dibahagikan kepada 3 hingga 7 lobus. Daun tumbuhan rozel berbentuk bujur pada peringkat awal penanaman, dan berubah kepada bentuk tiga jari apabila pokok mula matang. Bunga tumbuhan ini berwarna kuning dan di bahagian tengahnya berwarna hitam mengandungi *peduncle* yang pendek (Yadong Qi, *et al*, 2005). Kaliks tumbuhan rozel ini berwarna merah atau hijau. Kaliks tidak mempunyai isi dan berbentuk puseran. Kaliks rozel biasanya mempunyai 5 kelopak (3-6 cm panjang). Kaliks mempunyai struktur seperti kolar dengan 12 penjuru di bahagian bawahnya. Kapsul biji terdapat di bahagian tengah kaliks. Kapsul ini berwarna hijau dan berubah warna kepada warna coklat apabila telah matang (Janick & Paull, 2008).

Tumbuhan rozel ini sangat sensitif dengan suhu sejuk. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan baik di kawasan 3000 kaki diatas paras laut dengan jumlah hujan 72 in (182 cm) semasa musim pertumbuhan. Sekiranya jumlah hujan pada ketika itu tidak mencukupi, pengiran adalah langkah penyelesaian yang paling baik. Tumbuhan

## RUJUKAN

- Anderson, J. W., Story, L., Sieling, B. 1984. Hypocholesterolemic Men. *American Journal of Clinical Nutrition*, **40**, 1146-1155.
- Anderson, J. W., and Gustafson, N. J. 1988. Hypocholesterolemic Effect of Oat and Bean Products. *American Journal of Clinical Nutrition*, **48**, 749-753.
- Anderson, J. W. 1980. Dietary Fiber in Diabetes, in Medical Aspect In Diatery Fiber (eds G. A. Spiller and R. M. Kay). Plenum Press, New York.
- Anna Fenko , Hendrik N.J. Schifferstein, Tse-Chia Huang, Paul Hekkert 2009. What makes products fresh: The smell or the colour?. *The Netherlands Food Quality and Preferenæ*, 372-379
- Ankit Patrasa, Nigel. P. Bruntona, Colm O'Donnellb and B.K. Tiwari. 2005. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science & Technology*, **21** , 3-11.
- Barfod, N. M., Krog, N., Larsen, G., & Buchheim, W. (1991). Effects of emulsifiers on protein-fat interaction in ice cream mix during aging I: Quantitative analyses. *Fat Science and Technology*, **93**, 24-29.
- Banks, W., Dalglish, D. G. 1990. Milk and Milk Processing, in Robinson R K, Dairy Mircobiology, Volume 1, The Microbiology of Milk, 2<sup>nd</sup> edition, London, Elsevier Science Publishers Ltd, 1-35.
- Baer, R. J., Krisnawamy, N., & Kasperson, K. M. 1999. Effect of emulsifiers and food gum on nonfat ice cream. *Journal of Dairy Science*, **82**, 1416-1424.
- Boode, K. and Walstra, P. 1993. Partial coalescence in oil-in-water emulsions. Nature of the aggregation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 81, 121-137.
- Chang, Y. C., Huang, H. P., Hsu, J. D., Yang, S. F., Wang, C.J. 2005. Hibiscus Anthocyanins Rich Extract-Induced Apoptotic Cell Death in Human Promyelocytic Leukemia Cells. *Toxicol Appl Pharmacol*, **205**, 201 - 212.
- Chen, C. C., Chou, F. P, Ho, Y. C., Lin, W. L., Wang, C. P., Hao, E. S., 2004. Inhibitory Effects of Hibiscus sabdariffa L., Extract on Low-Density Lipoprotein Oxidation and Anti-Hyperlipidemia in Fructose-Fed and Cholesterol-Fed Rats. *J Sci Food Agric*, **84**, 1989- 1996.



- Chen, C. C., Hsu, J.D., Wang, S.F., Chiang, H. C., Yang, M. Y., Kao, E. S. 2003. Hibiscus sabdariffa Extract Inhibits the Development of Atherosclerosis in Cholesterol-Fed Rabbits. *J Agric Food Chem*, **51**, 5472- 5477.
- Cooper H. R. Texture in dairy product and its evaluation. In: Moskowitz H.R., ed. Food Texture. New York, NY: Marcel Dekker. 1987:217-250
- Drewnowski, A. Fats and Food texture: sensory and hedonic evaluation. In: Moskowitz H.R. ed. Food Texture. New York: Marcel Dekker. 1987:217-250
- Duangmal, K., Saicheua, B., Sueeprasan, S. 2008. Color Evaluation of Freeze-Dried Roselle Extract as a Natural Food Colorant in a Model System of a Drink. *Journal of Food Science and Technology*, **41**, 1437-1445.
- Crawford, R. S., Kirk, E. A., Rosenfeld, M. E., LeBoeuf, R. C., Chait, A. 1998. Dietary Antioxidants Inhibit Development of Fatty Streak Lesions in the LDL Receptor-Deficient Mouse. *Arterioscler Thromb Vasc Biology*, **18**, 1506- 1513.
- Fast, R. B. and Caldwell, E. F. 1990. Breakfast Cereals and How They are made. *Journal of American Oil Chemists*. St Paul, MN.
- Fernandez, P. P., Martino, M. N., Zaritzky, N.E., Guignon, B., Sanz, P.D. 2007. Effects of Locust Bean, Xanthan and Guar Gums on the Ice Crystals of a Sucrose Solution Frozen at High Pressure. *Food Hydrocolloids*, **21**, 507-515.
- F. J. Francis. 1995. Quality as influenced by color. *Food Quality and Preference*, **6**, 149-155
- Francis, F. J. 1989. Food colorants: Anthocyanins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **28(4)**, 273-314.
- Gelin, J. L., Poyen, L., Rizzotti, R., Dacremont, C., Le Meste, M., & Lorient, D. 1996. Interactions between Food Components in Ice Cream. Part Structure-texture relationships. *Journal of Texture Studies*, **27**, 199-215.
- Goff, H. D., Liboff, M., Jordan, W. K., & Kinsella, J. E. 1987. The Effects of polysorbate 80 on the Fat Emulsion in Ice Cream Mix: Evidence from transmission electron microscopy studies. *Food Microstructure*, **6**, 193-198.
- Goff, H. D., & Jordan, W. K. 1989. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. *Journal of Dairy Science*, **72**, 18-29.



- Haji Faraji, M., Haji Tarkhani, A., 1999. The Effect of Sour Tea (*Hibiscus sabdariffa*) on Essential Hypertension. *J. Ethnopharmacol*, **65**, 231–236.
- Hagiwara, A., Yoshino, H., Ichihara, T., Kawabe, M., Tamano, S., Aoki, H., Koda, T., Nakamura, M., Imaida, K., et al., 2002. Prevention by Natural Food Anthocyanins, Purple Sweet Potato Color and Red Cabbage Color, of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP)-Associated Colorectal Carcinogenesis in Rats Initiated with 1,2-Dimethylhydrazine. *J. Toxicol. Sci*, **27**, 57– 68.
- James, C. S. 1995. Analytical Chemistry of Foods. Blackie Academic & Professional. UK.
- Janick, J., Paull, R. E. 2008. Encyclopedia of Fruit and Nuts CABI Publishing. Wallingford, UK.
- Jay, J. M., 2000. Modern Food Microbiology. 6<sup>th</sup> edition. APAC Publishers. Lorong Bakar Batu, Singapore.
- Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S. Leeds, A. R. 1978. Dietary Fiber, Fiber Analogues and Glucose Tolerance: Importance of Viscosity. *British Medical Journal*, **1**, 1392-1394.
- Kamei, H., Kojima, T., Hasegawa, M., Koide, T., Umeda, T., Yukawa, T., Terabe, K., 1995. Suppression of Tumor Cell Growth by Anthocyanins In Vitro. *Cancer Invest.* **13**, 590–594.
- Kokubo, S., Sakurai, K., Hakamata, K., Tomita, M., & Yoshida, S.1996. The Effect of Manufacturing Conditions on the De-Emulsification of Fat Globules in Ice Cream. *Milchwissenschaft*, **51**, 262-265.
- Kokubo, S., Sakurai, K., Iwaki, S., Tomita, M., & Yoshida, S. 1998. Agglomeration of Fat Globules During the Freezing Process of Ice Cream Manufacturing. *Milchwissenschaft*, **53**, 206-209.
- Legal Research Board. 2008. Malaysia Food Act 1983 (Act 281) & Regulation. International Law Book Services. Petaling Jaya, Selangor.
- Lay, Y. F., Khoo, C. H. 2008. Pengenalan Kepada Statistik dalam Penyelidikan Sains Sosial. Siri 1. Venton Publishing (M) Sdn. Bhd. Batu Caves, Selangor.
- Lee, M. J., Chou, F. P., Tseng, T. H., Hsieh, M. H., Lin, M. C, Wang, C. J. 2002. Hibiscus Protocatechuic Acid or Esculetin Can Inhibit Oxidative LDL Induced by Either Copper Ion or Nitricoxide Donor. *Journal Agric Food Chem*, **50**, 2130-2136.

- Lin, H. H., Huang, H. P., Huang, C. C., Chen, J. H., Wang, C. J. 2005. Hibiscus Polyphenol-Rich Extract Induces Apoptosis in Human Gastric Carcinoma Cells Via p53 Phosphorylation and p38 MAPK/FasL Cascade Pathway. *Mol Carcinog*, **43**, 86- 99.
- Marshall, R. T., Goff, H. D., & Hartel, R. W. 2003. Ice cream. 3rd edition. New York: Aspen Publishers.
- Marshall, R. T. 2003. Methods of Manufacture. University of Missouri, Columbia, MO, USA.
- McKenna, M., Kilcast, D. 2003. Texture in Food: Semi-Solid Foods. Vol 1. Woodhead Publishing.
- Meilgaard, M., Ceville, G. V., Carr, B. T. 1999. Sensory Evaluation Technique. 3rd edition. CRC Press. Washington, DC.
- Morton, J. 1987. Fruits of Warm Climates. Julia F. Morton, Miami, FL
- Murano, P. S. 2003. Understanding Food Science and Technology. Thomson Wadsworth Learning.
- Muller, B.M., Franz, G., 1992. Chemical Structure and Biological Activity of Polysaccharides from *Hibiscus sabdariffa*. *Planta Med.* **58**, 60– 67.
- Nagase, H., Sasaki, K., Kito, H., Haga, A., Sata, T., 1998. Inhibitory Effect of Delphinidin from Solanum Melongena on Human Fibrosarcoma HT- 1080 Invasiveness In Vitro. *Planta Med.* **64**, 216– 219.
- Nielsen, S. S., 2003. Food Analysis. 3<sup>rd</sup> Edition. Plenum Publisher. New York.
- Patmore, J. V., Goff, H. D., & Fernandes, S. 2003. Cryogelation of Galactomannans in Ice Cream Model Systems. *Food Hydrocolloids*, **17**,161–169.
- Peterson, D. M. 2000. Oat Antioxidant. *Journal of Cereal Science.* **33**, 115–129.
- Pelan, B. M. C., Watts, K. M., Campbell, I. J., & Lips, A. 1997. The stability of aerated milk protein emulsions in the presence of small molecule surfactants. *Journal of Dairy Science*, **80**, 2631-2638.
- Pomeranz, Y. 1982. Advances in Cereals Sciences and Technology. Volume 5. *American Association of Cereals Chemists*. St Paul, MN.



- Rimm, E. B., Stamfer, M. J. 2000. Antioxidants for Vascular Disease. *Med Clin North Am*, **84**,239 - 249.
- Rein, M. 2005. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. Helsinki: University of Helsinki. pp. 10-14
- Rosalina P. Sofjana, Richard W. Hartel, 2003. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal* ,**14**, 255–262
- Richard W. Hartel, 1996. Ice crystallization during the manufacture of ice cream. *Trends in Food Science & Technology* October 1996,Vol. 71
- Soukoulis, C., Chandrinou, I., & Tzia, C. 2008. Study of the Functionality of Selected Hydrocolloids and Their Blends with k-Carrageenan on the Storage Quality of Vanilla ice cream. *LWT-Food Science and Technology*, **41**, 1816–1826.
- Siwawej, S., Jarayapun, A. 1998. The Food Color Extraction from Gardenia Fruit (*Gardenia jasminodes Ellisforma* var *gardiflora* Makino): The Appropriate Extraction Conditions. *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)*, **32**, 520-528.
- Soukoulis, C., & Tzia, C. 2008. Impact of the Acidification Process, Hydrocolloids and Protein Fortifiers on the Physical and Sensory Properties of Frozen Yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, **61(2)**, 170–177.
- Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C. 2009. Enrichment of Ice Cream with Dietary Fibre: Effects on Rheological Properties, Ice Crystallisation and Glass Transition Phenomena. *Journal of Food Chemistry*, **115**, 665–671.
- Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M., & Bourgeois, C. M. 1997. Dietary fibres: Nutritional and Technological Interest. *Trends in Food Science and Technology*, **8**, 41–49.
- Tangirala, R. K, Casanada, F., Miller, E., Witztum, J. L, Steinberg, D., Palinski, W. 1995. Effect of the Antioxidant N,NV-diphenyl 1,4-phenylenediamine (DPPD) on Atherosclerosis in apoE-Deficient Mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* , 1995, **15**, 1625- 1630.
- Tsai, P. J., & Ou, A. S. M. 1996. Colour Degradation of Dried Roselle During Storage. *Food Science*, **23**, 629–640.
- Tsai, P. J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B., Jordan, B. R. 2002. Anthocyanin and Antioxidant Capacity in Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) Extract. *Food Research International*, **35**, 351–356



- Tseng, T. H., Kao, T. W., Chu, C. Y., Chou, F. P., Lin, W. L., Wang, C. J. 2000. Induction of Apoptosis by Hibiscus Protocatechuic Acid in Human Leukemia Cells Via Reduction of Retinoblastoma (RB) Phosphorylation and Bcl-2 Expression. *Biochem Pharmacol*, **60**, 307- 315.
- Tseng, T.H., Kao, E.S., Chu, C.Y., Chou, F.P., Lin Wu, H.W., Wang, C.J., 1997. Protective Effects of Dried Flower Extracts of *Hibiscus sabdariffa* L. Against Oxidative Stress in Rat Primary Hepatocytes. *Food Chem. Toxicol.* **35**, 1159–1164.
- Tseng, T. H., Hsu, J. D., Lo, M.H, Chu., C.Y, Chou, F.P., Huang, C.L. 1998. Inhibitory Effect of Hibiscus Protocatechuic Acid on Tumor Promotion in Mouse Skin. *Cancer Lett*, **126**, 99 - 207.
- Tsuda, T., Horio, F., Osawa, T., 2000. The Role of Anthocyanins as an Antioxidant Under Oxidative Stress in Rats. *Biofactors*, **13**, 133– 139.
- Tseng, T. H., Kao, E. S., Chu, C.Y., Chou, F. P., Lin-Wu, H. W., Wang, C. J. 1997. Protective Effects of Dried Flower Extracts of *Hibiscus sabdariffa* L. Against Oxidative Stress in Rat Primary Hepatocytes. *Food Chem Toxicology*, **35**, 1159–1164.
- Wang, C. J., Wang, J. M., Lin, W. L. , Chu, C. Y., Chou, F.P. , Tseng, T. H. 2000. Protective Effect of Hibiscus Anthocyanins Against Tert-butyl Hydroperoxide Induced Hepatic Toxicity in Rats. *Food Chem Toxicology*, **38**, 411-416.
- Webb, B. H., Hall, S. A. 1935. Some Physical Effects of Freezing upon Milk and Cream. *Journal of Dairy Science*, **5**, 275-286.
- Yadong Qi, Kit L. Chin, Fatemah Malekian, Mila Berhane, and Janet Gager. 2005. Biological Characteristics, Nutritional and Medicinal Value of Roselle, Hibiscus Sabdariffa. *Urban Forestry Natural Resources and Environment*, No. 604.
- Yousef, A. E., Carlstrom, C. 2003. *Food microbiology: A Laboratory Manual*. John Wiley Sons.
- United State Department of Agriculture (USDA) Database, Nutrient Composition in Oat. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>. 1 Oktober 2009.
- Wrolstad, R. E. 2000. Anthocyanins. In G. J. Lauro, & F. J. Francis (Eds.), *Natural food colorants: Science and technology*. New York: Marcel Dekker.
- Wikipedia, the free encyclopedia, 2009. Anthocyanin. <http://en.wikipedia.org/wiki/Anthocyanin>. 1 Oktober 2009.