

**PENENTUAN CIRI-CIRI FIZIKOKIMIA DAN  
AKTIVITI ANTIPENGOKSIDA AISKRIM YANG  
DIHASILKAN DARI BUAH BAMBANGAN  
(*MANGIFERA PAJANG KOSTERMANS*)**

**FARAH HIDAYAH BINTI RAISIN**



**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK  
MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH  
SARJANA SAINS**

**FAKULTI SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**2017**

**UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS**

JUDUL: **PENENTUAN CIRI-CIRI FIZIKOKIMIA DAN AKTIVITI ANTIPENGOKSIDA AISKRIM YANG DIHASILKAN DARI BUAH BAMBANGAN (*MANGIFERA PAJANG KOSTERMANS*)**

IJAZAH: **IJAZAH SARJANA SAINS (TEKNOLOGI MAKANAN)**

Saya **FARAH HIDAYAH BINTI RAISIN**, Sesi **1-2012/2013**, mengaku membenarkan tesis Sarjana ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis ini 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 ( / ):

☐

**SULIT**

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

☐

**TERHAD**

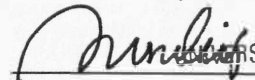
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

☐

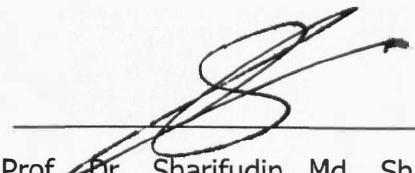
**TIDAK  
TERHAD**

**FARAH HIDAYAH BINTI RAISIN  
MN1211005T**

Disahkan Oleh,  
**NURULAIN BINTI ISMAIL**  
LIBRARIAN

  
(Tandatangan Pustakawan)

Tarikh : 13 Jun 2017

  
(Prof. Dr. Sharifudin Md. Shaarani)  
Penyelia

# PENGAKUAN

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

06 JUN 2017



.....  
Farah Hidayah Binti Raisin

MN1211005T



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# PENGESAHAN

NAMA : **FARAH HIDAYAH BINTI RAISIN**

NO. MATRIK : **MN1211005T**

TAJUK : **PENENTUAN CIRI-CIRI SENSORI DAN FIZIKOKIMIA  
AISKRIM YANG DIHASILKAN DARI BUAH BAMBANGAN  
(*MANGIFERA PAJANG KOSTERMANS*)**

IJAZAH : **SARJANA SAINS (TEKNOLOGI MAKANAN)**

TARIKH VIVA : **15 MAC 2017**



**DISAHKAN OLEH;**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## **1. PENYELIA UTAMA**

Prof. Dr. Sharifudin Md. Shaarani

Tandatangan

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

## PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat Illahi kerana dengan izin-Nya saya berjaya menyiapkan projek penyelidikan Sarjana Sains kursus Teknologi Makanan. Pertama sekali, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Prof. Dr. Sharifudin Md. Shaarani yang juga merupakan dekan Fakulti Sains Makanan dan Pemakanan (FSMP) kerana memberi tunjuk ajar dan bimbingan sepanjang saya melaksanakan projek akhir ini. Pengorbanan masa yang diberikan oleh beliau kepada saya dalam mencurahkan ilmu dan pengetahuannya amat saya hargai. Tanpa tunjuk ajar beliau, adalah amat mustahil saya mampu menyiapkan projek penyelidikan sarjana sains saya ini. Tidak lupa juga kepada semua kakitangan FSMP yang banyak membantu melancarkan perjalanan projek penyelidikan saya ini, terima kasih saya ucapkan. Di kesempatan ini juga, saya ingin mengucapkan berbanyak-banyak terima kasih kepada semua ahli keluarga dan para sahabat saya yang banyak memberi sokongan dan membantu saya dalam segala aspek termasuk kewangan, sokongan moral dan mental. Akhir kata, segala pengalaman dan ilmu pengetahuan yang saya perolehi sepanjang melaksanakan projek penyelidikan ini akan saya manfaatkan dengan sebaiknya untuk kegunaan di masa akan datang. Sekian, terima kasih.

Farah Hidayah Binti Raisin  
06 Jun 2017



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## ABSTRAK

Tujuan kajian ini dijalankan adalah bagi mengenalpasti kesan penambahan buah bambangan terhadap pemprosesan aiskrim. Objektif utama kajian ini adalah untuk mengkaji kandungan nutrisi dan sebatian bioaktif yang terdapat dalam kulit, biji, isi buah bambangan dan aiskrim yang dihasilkan dari buah bambangan melalui analisis proksimat dan ujian fizikokimia. Kajian ini juga dijalankan bagi menentukan jangka hayat aiskrim bambangan melalui ujian mikrobiologi serta menilai tahap penerimaan pengguna terhadap produk akhir aiskrim bambangan melalui ujian penilaian sensori. Empat formulasi aiskrim (formulasi kawalan; (P) formulasi dengan penambahan puri bambangan (20%); (PB) formulasi dengan penambahan puri bambangan dan biji (20%:3%); (PK) formulasi dengan penambahan puri bambangan dan kulit (20%:3%) dinilai. Ujian untuk menilai jumlah kandungan fenolik dilakukan dengan menggunakan kaedah Folin-Ciocalteu dan menggunakan asid galik sebagai piawai. Aktiviti antipengoksida pula diukur menggunakan kaedah ujian kuasa penurunan ferik (FRAP) dan asai pelupusan radikal bebas difenil pikril hidrazil (DPPH). Secara keseluruhannya, bahagian biji buah bambangan merupakan bahagian yang menunjukkan nilai jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antipengoksida yang paling tinggi diikuti dengan kulit dan isi buah bambangan. Bagi penilaian produk aiskrim bambangan pula, keputusan menunjukkan bahawa penambahan puri bambangan dan biji (20%:3%) ke atas formulasi aiskrim memberikan nilai jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antipengoksida yang paling tinggi berbanding formulasi kawalan, formulasi dengan penambahan puri (20%) dan formulasi dengan penambahan puri dan kulit (20%:3%) dalam aiskrim. Ujian jangka hayat penyimpanan yang dilakukan selama 24 minggu menunjukkan jumlah kiraan koloni yang lebih rendah daripada piawaian yang ditetapkan bagi keempat-empat sampel aiskrim. Melalui ujian hedonik, para pengguna lebih menggemari formulasi aiskrim dengan penambahan puri bambangan (20%) diikuti dengan formulasi dengan penambahan puri dan biji (20%:3%), formulasi penambahan puri dan kulit (20%:3%) dan formulasi kawalan aiskrim. Kesimpulannya, penambahan buah bambangan dalam formulasi aiskrim dapat meningkatkan aktiviti antipengoksida dan kandungan nutrisi sedia ada di dalam aiskrim sekaligus berpotensi untuk dipasarkan dalam pasaran tempatan.

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF SENSORY CHARACTERISTIC AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF ICE CREAM DEVELOP WITH BAMBANGAN FRUITS (MANGIFERA PAJANG KOSTERMANS)**

*The aim of this study was to identify the effect of adding bambangan fruit to ice cream processing. The main objective of this study was to determine the content of nutrients and bioactive compounds found in peels, seeds, flesh of bambangan fruit and ice cream that produced from bambangan fruit through proximate analysis and physicochemical tests. The study also determined the shelf life of bambangan ice cream through microbiological tests and also to evaluate the level of consumer acceptance towards the final product of bambangan ice cream through sensory evaluation test. Four ice cream formulations (control formulation; (P) formulation with the addition of bambangan puree (20%); (PB) formulation with the addition of bambangan puree and seeds (20%:3%); (PK) formulation with the addition of bambangan puree and peels (20%:3%) were evaluated. The phenolic content was determined using Folin-Ciocalteu method and gallic acid as a standard. Antioxidant activity was determined using ferric reducing power assay (FRAP) method and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) assay. Overall, the bambangan seeds shows the highest value of total phenolic content and antioxidant activity followed by bambangan peels and flesh. For bambangan ice cream, the results show that the addition of bambangan puree and seeds (20%:3%) give the highest value of total phenolic content and antioxidant activity than the control formulation, formulation by the addition of bambangan puree (20%) and formulation by the addition of puree and peels (20% : 2%) in ice cream. The shelf life of the test carried out over 24 weeks showed total colony count lower than standards set for all four samples ice cream. Through hedonic test, consumers favour ice cream formulation with the addition of bambangan puree (20%) the most, followed by the formulation of bambangan puree and seeds (20%:3%), formulation of bambangan puree and peels (20%:3%) and control formulation. In conclusion, addition of bambangan fruit in ice cream formulations can improve the antioxidant activity and nutritional value in ice cream and it can be potentially commercialize in local markets.*

# SENARAI KANDUNGAN

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| <b>TAJUK</b>                                                  | i    |
| <b>PENGAKUAN</b>                                              | ii   |
| <b>PENGESAHAN</b>                                             | iii  |
| <b>PENGHARGAAN</b>                                            | iv   |
| <b>ABSTRAK</b>                                                | v    |
| <b><i>ABSTRACT</i></b>                                        | vi   |
| <b>SENARAI KANDUNGAN</b>                                      | vii  |
| <b>SENARAI JADUAL</b>                                         | xi   |
| <b>SENARAI RAJAH</b>                                          | xiii |
| <b>SENARAI SINGKATAN</b>                                      | xiv  |
| <b>SENARAI SIMBOL</b>                                         | xv   |
| <b>SENARAI LAMPIRAN</b>                                       | xvi  |
| <br><b>BAB 1 (PENGENALAN)</b>                                 |      |
| 1.1 Pendahuluan                                               | 1    |
| 1.2 Kepentingan Kajian                                        | 3    |
| 1.3 Objektif                                                  | 4    |
| <br><b>BAB 2 (SOROTON LITERATUR)</b>                          |      |
| 2.1 Buah Bambangan                                            | 5    |
| 2.1.1 Taksonomi                                               | 5    |
| 2.1.2 Botani                                                  | 6    |
| 2.1.3 Nilai Nutrisi Pemakanan                                 | 7    |
| 2.1.4 Komposisi Fitokimia                                     | 7    |
| 2.1.5 Sifat Antipengoksida                                    | 9    |
| 2.1.6 Sifat Anti Kanser                                       | 10   |
| 2.1.7 Isu Keselamatan                                         | 11   |
| 2.1.8 Pembangunan Produk Makanan Fungsian dan Ubat-<br>ubatan | 11   |
| 2.2 Aiskrim                                                   | 13   |
| 2.2.1 Proses Pembuatan Aiskrim                                | 14   |
| 2.2.2 Formulasi Asas Aiskrim                                  | 16   |
| 2.2.3 Komposisi Kandungan Aiskrim                             |      |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| a. Lemak Susu                                                         | 16 |
| b. Pepejal Susu Tanpa Lemak                                           | 17 |
| c. Pemanis                                                            | 18 |
| d. Agen Penstabil                                                     | 19 |
| e. Pengemulsi                                                         | 19 |
| f. Jumlah Pepejal                                                     | 20 |
| g. Bahan Perisa                                                       | 20 |
| h. Bahan Pewarna                                                      | 20 |
| 2.2.4 Nilai Nutrisi Aiskrim                                           |    |
| a. Protein                                                            | 21 |
| b. Karbohidrat                                                        | 21 |
| c. Lemak                                                              | 22 |
| d. Mineral                                                            | 23 |
| e. Vitamin                                                            | 24 |
| 2.2.5 Jangka Hayat Aiskrim                                            | 25 |
| <b>BAB 3 – METODOLOGI</b>                                             |    |
| 3.1 Penyediaan Sampel                                                 | 27 |
| 3.2 Kaedah Pemprosesan Serbuk Buah Bambangan<br>(Isi, Biji dan Kulit) | 28 |
| 3.3 Kaedah Penghasilan Aiskrim Buah Bambangan                         | 28 |
| 3.3.1 Formulasi Aiskrim                                               | 29 |
| 3.3.2 Pemprosesan Aiskrim Buah Bambangan                              | 29 |
| 3.4 Analisis Proksimat                                                |    |
| 3.4.1 Penentuan Kandungan Lembapan                                    | 30 |
| 3.4.2 Penentuan Kandungan Abu                                         | 31 |
| 3.4.3 Penentuan Kandungan Protein                                     | 32 |
| 3.4.4 Penentuan Kandungan Lemak                                       | 32 |
| 3.4.5 Penentuan Kandungan Serabut Kasar                               | 33 |
| 3.4.6 Penentuan Kandungan Karbohidrat                                 | 34 |
| 3.5 Penentuan Kandungan Mineral                                       | 34 |
| 3.6 Penentuan Aktiviti Antipengoksida                                 |    |
| 3.6.1 Kaedah Pengekstrakan                                            | 36 |
| 3.6.2 Jumlah Kandungan Fenolik                                        | 37 |
| 3.6.3 Ujian Asai Kuasa Penurunan Ferik (FRAP)                         | 37 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.4 Ujian Penentuan Aktiviti Pemerangkapan Radikal Bebas (DPPH) | 38 |
| 3.7 Ujian Penentuan Kandungan Vitamin C                           |    |
| 3.7.1 Kaedah Pengekstrakan                                        | 39 |
| 3.7.2 Keadaan Kromatografi                                        | 39 |
| 3.8 Ujian Penilaian Sensori                                       |    |
| 3.8.1 Ujian Skala Hedonik                                         | 39 |
| 3.9 Ujian Mikrobiologi                                            | 40 |
| 3.9.1 Penyediaan Larutan Sampel                                   | 40 |
| 3.9.2 Kaedah Kiraan Jumlah Plat                                   | 41 |
| 3.9.3 Kaedah Pengiraan Yis dan Kulat                              | 41 |
| 3.10 Analisis Fizikal                                             |    |
| 3.10.1 <i>Overrun</i>                                             | 42 |
| 3.10.2 Penentuan Kelikatan (Viskositi)                            | 42 |
| 3.10.3 Penentuan Nilai pH                                         | 42 |
| 3.10.4 Penentuan Warna                                            | 42 |
| 3.10.5 Penentuan Jumlah Pepejal Terlarut                          | 43 |
| 3.11 Analisis Statistik                                           | 43 |
| <b>BAB 4 – HASIL DAN PERBINCANGAN</b>                             |    |
| 4.1 Buah Bambangan                                                |    |
| 4.1.1 Analisis Proksimat                                          | 44 |
| a. Kelembapan                                                     | 44 |
| b. Protein                                                        | 45 |
| c. Lemak                                                          | 45 |
| d. Karbohidrat                                                    | 46 |
| e. Abu                                                            | 46 |
| f. Serabut kasar                                                  | 47 |
| 4.1.2 Kandungan Mineral                                           | 47 |
| 4.1.3 Vitamin C                                                   | 49 |
| 4.1.4 Antipengoksida                                              | 50 |
| 4.2 Aiskrim                                                       |    |
| 4.2.1 Analisis Proksimat                                          |    |
| a. Lembapan                                                       | 54 |
| b. Protein                                                        | 55 |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| c. Lemak                                           | 56 |
| d. Karbohidrat                                     | 56 |
| e. Abu                                             | 57 |
| f. Serabut Kasar                                   | 57 |
| 4.2.2 Kandungan Mineral                            | 58 |
| 4.2.3 Vitamin C                                    | 59 |
| 4.2.4 Ujian Antipengoksida                         | 61 |
| 4.3 Ujian Fizikokimia                              |    |
| 4.3.1 Tahap Pengukuran Warna                       | 62 |
| 4.3.2 Kelikatan                                    | 63 |
| 4.3.3 pH                                           | 64 |
| 4.3.4 Perolehan Isipadu Lebihan ( <i>Overrun</i> ) | 65 |
| 4.3.5 Jumlah Pepejal Terlarut                      | 66 |
| 4.4 Ujian Jangka Hayat Penyimpanan                 |    |
| 4.4.1 Ujian Mikrobiologi                           | 68 |
| 4.5 Ujian Penilaian Sensori (Hedonik)              |    |
| 4.5.1 Warna                                        | 70 |
| 4.5.2 Rasa <b>Bambangan</b>                        | 71 |
| 4.5.3 Kelicinan                                    | 72 |
| 4.5.4 kemanisan                                    | 72 |
| 4.5.5 Aroma                                        | 73 |
| 4.5.6 <i>After Taste</i>                           | 73 |
| 4.5.7 Penerimaan Keseluruhan                       | 74 |
| <b>BAB 5 – KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>             |    |
| 5.1 Kesimpulan                                     | 75 |
| 5.2 Cadangan dan Limitasi                          | 76 |
| <b>RUJUKAN</b>                                     | 78 |
| <b>LAMPIRAN</b>                                    | 96 |

## SENARAI JADUAL

|             | Halaman                                                                                                         |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jadual 2.1  | Taksonomi Buah Bambangan 6                                                                                      |
| Jadual 2.2  | Komposisi nutrisi proksimat isi buah bambangan 7                                                                |
| Jadual 2.3  | Formulasi asas aiskrim 15                                                                                       |
| Jadual 2.4  | Had pertumbuhan bakteria untuk aiskrim oleh Suruhanjaya Antarabangsa Spesifikasi Mikrobiologi Makanan (1974) 26 |
| Jadual 3.1  | Formulasi bagi setiap sampel aiskrim 29                                                                         |
| Jadual 4.1  | Keputusan analisis proksimat buah bambangan 44                                                                  |
| Jadual 4.2  | Keputusan analisis kandungan mineral di dalam buah bambangan (isi, biji dan kulit) 48                           |
| Jadual 4.3  | Keputusan analisis kandungan vitamin C bagi tiga bahagian buah bambangan 49                                     |
| Jadual 4.4  | Keputusan analisis ujian antipengoksida bagi tiga bahagian buah bambangan (isi, biji dan kulit) 50              |
| Jadual 4.5  | Keputusan analisis proksimat bagi setiap formulasi aiskrim 54                                                   |
| Jadual 4.6  | Keputusan analisis kandungan mineral bagi setiap formulasi aiskrim 58                                           |
| Jadual 4.7  | Keputusan analisis kandungan vitamin C bagi setiap formulasi aiskrim 60                                         |
| Jadual 4.8  | Keputusan analisis ujian antipengoksida bagi setiap formulasi aiskrim 61                                        |
| Jadual 4.9  | Keputusan analisis penentuan warna bagi setiap formulasi aiskrim 62                                             |
| Jadual 4.10 | Keputusan analisis ujian kelikatan aiskrim bagi setiap formulasi aiskrim 63                                     |

|             |                                                                                               |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Jadual 4.11 | Keputusan analisis pH aiskrim bagi setiap formulasi aiskrim                                   | 65 |
| Jadual 4.12 | Keputusan analisis perolehan isipadu lebihan ( <i>overrun</i> ) bagi setiap formulasi aiskrim | 66 |
| Jadual 4.13 | Keputusan analisis penentuan jumlah pepejal terlarut                                          | 67 |
| Jadual 4.14 | Keputusan analisis penilaian sensori (hedonik)                                                | 70 |



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI RAJAH

|           |                                                               | Halaman |
|-----------|---------------------------------------------------------------|---------|
| Rajah 2.1 | Carta alir pemprosesan aiskrim                                | 15      |
| Rajah 3.1 | Tiga bahagian buah bambangan                                  | 27      |
| Rajah 4.1 | Kiraan jumlah plat bagi tempoh 24 minggu penyimpanan          | 68      |
| Rajah 4.2 | Jumlah kiraan yis dan kulat bagi tempoh 24 minggu penyimpanan | 69      |



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI SINGKATAN

|       |   |                                                          |
|-------|---|----------------------------------------------------------|
| AOAC  | - | Association of Official Analytical Communities           |
| ANOVA | - | Analysis of Variance                                     |
| FAMA  | - | Federal Agriculture Marketing Authority                  |
| MARDI | - | Malaysian Agriculture Research and Development Institute |
| NaCl  | - | Natrium Klorida                                          |
| NaOH  | - | Natrium Hidroksida                                       |
| PCA   | - | <i>Plate Count Agar</i>                                  |
| PDA   | - | <i>Potato Dextrose Agar</i>                              |
| SPSS  | - | <i>Statistical Package of Social Studies</i>             |
| FSMP  | - | Fakulti Sains Makanan dan Pemakanan                      |
| TPC   | - | Total Plate Count                                        |
| P     | - | Puri                                                     |
| PB    | - | Puri + Biji                                              |
| PK    | - | Puri + Kulit                                             |



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI SIMBOL

|        |   |                                               |
|--------|---|-----------------------------------------------|
| >      | - | Lebih besar daripada                          |
| <      | - | Lebih kecil daripada                          |
| g      | - | Gram                                          |
| mg     | - | Milligram                                     |
| ml     | - | Mililiter                                     |
| Kg     | - | Kilogram                                      |
| Kcal   | - | Kilo Kalori                                   |
| %      | - | Peratus                                       |
| ±      | - | Tambah dan tolak dengan                       |
| °C     | - | Darjah Celcius                                |
| N      | - | Normaliti                                     |
| cP     | - | Centipoise                                    |
| °Briks | - | Darjah Briks                                  |
| Cfu/ml | - | ( <i>Colony forming unit per millilitre</i> ) |
| &      | - | Dan                                           |
| ppm    | - | <i>Part permillion</i>                        |

## SENARAI LAMPIRAN

|            |                                                                                                | Halaman |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Lampiran A | Borang penilaian sensori (ujian hedonik) bagi aiskrim bambangan                                | 96      |
| Lampiran B | Sijil Penyertaan ' <i>Asean Food Conference 2015</i> '                                         | 97      |
| Lampiran C | Sijil penyertaan ' <i>Faculty of Food Science and Nutrition Postgraduate Colloquium 2015</i> ' | 98      |



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# BAB 1

## PENGENALAN

### 1.1 Pendahuluan

Buah Bambang merupakan satu spesies buah yang dipercayai berasal dari Kepulauan Borneo (Malaysia – Sabah dan Sarawak, Brunei dan Indonesia-Kalimantan) (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009). Buah ini tumbuh secara liar dan didapati secara meluas terutamanya di Kota Belud, Sipitang, Beaufort dan Sandakan di Sabah; Kapit, Ulu Dap Oi, Long Silat di Sarawak dan Sangkaruling dan Barat Kutei di Kalimantan (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009). Pelbagai jolokan nama bagi buah ini diberikan mengikut lokaliti. Di Sabah, buah ini dikenali dengan nama 'Bambang' manakala di Sarawak atau Brunei buah ini dipanggil 'Embang', 'Mawang', 'Buah Pangin' dan 'Membang'. Di Kalimantan buah ini lebih dikenali dengan panggilan 'Limun', 'Asam Pajang', 'Pangin', 'Lempuyang' dan 'Bambang'. Namun, nama yang sering digunakan bagi buah ini adalah 'Bambang' (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009; Aman, 1999; Wong and Siew, 1994). Buah bambang ini termasuk dalam kategori buah yang kurang dikenali dan kajian yang dilakukan keatas buah ini juga adalah sangat terhad (Ikram *et al.*, 2009). Buah bambang merupakan spesies yang termasuk dalam kumpulan buah mangga dan tergolong dalam family *Anacardiaceae* dan nama botaninya adalah *Mangifera Pajang Kostermans* (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009).

Isi buah bambang terdiri daripada 60% - 65% daripada jumlah berat buahnya dan biasanya dimakan segar, manakala berat biji buah bambang adalah 15% - 20% daripada jumlah berat buahnya dan kulitnya pula menyumbang 10% - 15% daripada jumlah keseluruhan berat buah dan kebiasaannya akan dibuang (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009). Buah bambang terdapat dalam pelbagai saiz dan boleh

mencapai sehingga 2 kilogram. Oleh sebab kulit buahnya tebal, buah bambangan boleh disimpan dalam tempoh yang agak lama. Pokok bambangan berbunga dan berbuah mengikut musim. Musim buahnya adalah dua kali dalam setahun, iaitu pada bulan Januari hingga Mac dan bulan Julai hingga September (Aman, 1999).

Berdasarkan kajian lepas yang dilakukan ke atas buah bambangan kandungan vitamin C atau juga dikenali sebagai asid askorbik di dalam buah bambangan adalah sebanyak 46.31 mg/100g manakala vitamin A ( $\beta$ -karotena) adalah sebanyak 42.21 mg/100g (Ibrahim *et al.*, 2010). Nilai kandungan vitamin C di dalam buah bambangan adalah tinggi berbanding buah-buahan lain seperti mangga, epal, oren, nanas dan tembikai seperti yang dilaporkan oleh Nweze *et al.* (2015). Menurut Nweze *et al.* (2015), pengambilan vitamin C memainkan peranan yang penting terhadap kesihatan manusia disamping berfungsi membantu merawat penyakit selesema, mempercepatkan proses penyembuhan luka, mengurangkan pembentukan plak arteriosklerosis, bertindak sebagai agen antipengoksida yang berkaitan dengan pencegahan beberapa penyakit degeneratif seperti kanser.

Kandungan  $\beta$ -karotena di dalam isi buah bambangan juga tinggi iaitu 20.04 mg/100g (Hock Eng *et al.*, 2010). Sebanyak lima puluh komponen volatil dalam buah bambangan telah dikenalpasti, di mana komponen tersebut didominasi oleh hidrokarbon monoterpene sebanyak 91.3% dan ester sebanyak 7.6% yang terbentuk melalui  $\alpha$ -pinene dan  $\alpha$ -phellandrene (Wong dan Siew, 1994). Kandungan jumlah fenolik dan jumlah flavonoid di dalam kernel biji bambangan adalah yang paling tinggi diikuti dengan kulit dan isi buah. Kernel biji bambangan juga mengandungi flavonoid (naringin, hesperidin), flavonol (rutin) dan flavon (sinensetin, diosmin) (Mohd fadzelly dan Jeffrey, 2013). Selain itu, kernel biji buah bambangan menunjukkan sifat antipengoksida yang sangat tinggi berbanding dengan isi dan kulit buah bambangan.

Aiskrim merupakan makanan yang terkenal sebagai pencuci mulut dan menjadi pilihan utama kebanyakan orang disebabkan keenakan rasanya serta khasiat

yang terkandung didalamnya. Aiskrim merupakan satu hasil produk tenusu beku seperti krim dan produk susu yang lain yang digabungkan dengan perasa dan pemanis samada ditambah atau tidak ditambah penstabil atau pewarna (Sukumar,2002). Kebiasaanya, julat komposisi bagi komponen yang terdapat dalam campuran aiskrim adalah lemak susu (10% - 16%), pepejal susu tanpa lemak (9% - 12%), sukrosa (9% - 12%), pepejal sirap jagung (4% - 6%), penstabil atau pengemulsi (0% - 0.5%), jumlah pepejal (36% - 45%) dan kandungan air (55% - 64%) (Goff dan Richard, 2013).

Murtaza *et al.* (2004) telah menyatakan bahawa bahan penstabil atau pengemulsi adalah satu komponen yang penting dalam penghasilan aiskrim. Ini disebabkan bahan penstabil tersebut berfungsi untuk meningkatkan tahap viskositi aiskrim, meningkatkan kadar penggabungan udara didalam campuran, taburan sel udara, tekstur, kestabilan penyimpanan dan juga meningkatkan ciri-ciri untuk proses pencairan. Penstabil juga turut membantu dalam mengurangkan saiz hablur ais yang terbentuk di dalam aiskrim.

### **1.1 Kepentingan Kajian**

Pengeluaran buah-buahan dijangka meningkat disebabkan permintaan yang tinggi di seluruh dunia. Permintaan tinggi ini disebabkan oleh kandungan nutrisi yang boleh didapati dari buah dan juga produk yang dihasilkan dari buah itu sendiri. Banyak buah-buahan liar yang terdapat di Kepulauan Borneo ini yang belum diketahui khasiat sebenarnya disebabkan kajian yang sangat kurang terhadap buah-buahan ini. Salah satunya adalah buah bambangan. Buah bambangan merupakan buah yang hanya boleh dijumpai di kawasan Kepulauan Borneo. Buah ini mengandungi nilai nutrisi yang tinggi termasuklah kandungan-kandungan fitokimia seperti fenolik, karotenoid dan flavonoid.

Kajian lepas menunjukkan sesetengah bahagian pada buah bambangan menunjukkan ciri-ciri antipengoksida yang tinggi dan berupaya untuk merencat sel kanser. Tidak semua pengguna akan gemar memakan buah bambangan segar disebabkan oleh rasa masam dan aroma yang agak kuat. Penghasilan produk inovasi

dari buah bambangan juga adalah sangat terhad. Aiskrim merupakan salah satu produk tenusu beku yang digemari oleh setiap lapisan umur masyarakat. Oleh itu, pembangunan aiskrim daripada buah bambangan adalah sangat tepat. Semua kandungan nutrisi dan antipengoksida bagi setiap bahagian buah bambangan akan dapat dimanfaatkan sepenuhnya di samping memberi kesan yang baik dan positif kepada kesihatan para pengguna.

## **1.2 Objektif Kajian**

Beberapa objektif kajian telah dikenalpasti :

- i. Mengkaji kandungan nutrisi dan sebatian bioaktif yang terdapat dalam kulit, biji dan isi buah bambangan dan aiskrim bambangan.
- ii. Menentukan jangka hayat simpanan aiskrim bambangan melalui ujian penyimpanan mikrobiologi.
- iii. Mengkaji tahap penerimaan pengguna terhadap aiskrim bambangan.



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BAB 2

### SOROTAN LITERATUR

#### 2.1 Buah Bambangan

Buah-buahan merupakan salah satu sumber utama sebatian antipengoksida untuk manusia (Perkins, 2007). Khasiat dari buah-buahan dan sayur-sayuran terbukti dapat membantu mencegah penyakit-penyakit degeneratif seperti penyakit kanser, penyakit kardiovaskular dan sebagainya (Liu, 2003). Kehadiran pelbagai sebatian fitokimia seperti fenolik, karotenoid, antosianin dan tokoferol di dalam buah-buahan dan sayur-sayuran dipercayai dapat menyumbang sebagai salah satu kemopreventif untuk mencegah penyakit kanser dari terus membesar (Dragsted *et al.*, 1993) dan juga sebagai kardioprotektif iaitu bertindak sebagai pelindung kepada jantung (Vita, 2005). Selain itu, pengambilan buah-buahan dan sayur-sayuran secara berterusan juga dipercayai dapat melindungi badan manusia dari kerosakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas (Halliwell, 1997). Walaupun telah banyak kajian yang telah dijalankan ke atas buah-buahan yang ada di dunia ini, namun masih terdapat banyak lagi buah-buahan liar yang wujud di dalam hutan tetapi tidak dikaji dengan mendalam khasiatnya terutamanya di Kepulauan Borneo termasuk Sabah, Malaysia (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009).

##### 2.1.1 Taksonomi

Berdasarkan Hasnah dan Mamat (2004), genus *Mangifera* termasuk di dalam family *Anacardiaceae* dan terdiri dari 70 spesies. Terdapat 25 spesies *Mangifera* di Malaysia dan *Mangifera Indica* merupakan spesies yang terpenting dari segi ekonomi. Di Sabah sahaja, terdapat 17 spesies *Mangifera*. Jadual 2.1 menunjukkan bahawa buah bambangan tergolong dalam kingdom Plantae, Filum Tracheophyta, Kelas Magnoliopsida, Order Sapindales dan Family Anacardiaceae. Spesies buah yang mempunyai persamaan paling hampir dengan buah bambangan adalah buah mangga.

**Jadual 2.1 : Jadual Taksonomi Buah Bambang**

| Kingdom | Filum        | Kelas         | Order      | Family        |
|---------|--------------|---------------|------------|---------------|
| Plantae | Tracheophyta | Magnoliopsida | Sapindales | Anacardiaceae |

Sumber: Hasnah dan Mamat (2004)

### 2.1.2 Botani

Bambangan termasuk dalam buah-buahan yang kurang dikenali dan tumbuh liar di Kepulauan Borneo. Nama saintifik bagi buah bambangan adalah *Mangifera Pajang Kostermans*. Buah bambangan merupakan spesies mangga yang terdapat di kepulauan borneo (Malaysia - Sabah dan Sarawak, Brunei dan Indonesia – Kalimantan) (Mohd Fadzelly *et al.*, 2010). Pokok bambangan boleh tumbuh sehingga 20 meter tingginya dan setiap pokok dapat menampung beratus-ratus biji buah bambangan yang berbentuk separa bujur (Hock Eng *et al.*, 2010). Kulit buah bambangan berwarna perang dan berat sebiji buah bambangan boleh mencecah sehingga dua kilogram.

Isi buah bambangan terdiri sebanyak 50 - 67% dari keseluruhan berat buah dan isinya berserat dan berjus serta mempunyai bau harum yang sangat kuat dan boleh dimakan segar (Hock Eng *et al.*, 2010). Kulit dan kernel buah bambangan pula masing-masing terdiri sebanyak 15 - 20% dan 10 - 15% dari berat buah bambangan (Mohd Fadzelly *et al.*, 2010). Kulit dan kernel ini selalunya akan menjadi bahan buangan dan amat jarang digunakan.

### 2.1.3 Nilai Nutrisi Pemakanan

Berdasarkan jadual 2.2, komposisi kandungan nutrisi proksimat isi buah bambangan segar adalah sebanyak 1.13% kandungan protein, 1.98% lemak, 21.02% karbohidrat, 0.43% abu, 5.26% serabut kasar, manakala serat larut dan serat tidak larut masing-masing adalah 4.84% dan 0.42%. Bagi kandungan vitamin C atau juga dikenali sebagai asid askorbik di dalam buah bambangan adalah sebanyak 46.31

mg/100g manakala vitamin A ( $\beta$ -karotena) adalah sebanyak 42.21 mg/100g (Ibrahim *et al.* 2010).

**Jadual 2.2 : Komposisi kandungan nutrisi proksimat isi Buah Bambangan**

| Komposisi kandungan nutrisi | Peratusan bahagian boleh dimakan |
|-----------------------------|----------------------------------|
|                             | (%)                              |
| Protein                     | 1.13                             |
| Lemak                       | 1.98                             |
| Karbohidrat                 | 21.02                            |
| Abu                         | 0.43                             |
| Serabut kasar               | 5.26                             |
| Serat larut                 | 4.84                             |
| Serat tidak larut           | 0.42                             |

Sumber: Ibrahim *et al.* (2010)

Berdasarkan kajian lepas, Nweze *et al.* (2003) menyatakan bahawa pengambilan vitamin C memainkan peranan yang penting terhadap kesihatan manusia disamping berfungsi membantu merawat penyakit selesema, mempercepatkan proses penyembuhan luka, mengurangkan pembentukan plak arterosklerosis, bertindak sebagai agen antipengoksida yang berkaitan dengan pencegahan beberapa penyakit degeneratif seperti kanser. Kandungan  $\beta$ -karotena di dalam isi bambangan lebih tinggi berbanding di dalam kulit bambangan iaitu 20.04 mg/100g berbanding 13.09 mg/100g, namun kadar aktiviti pemerangkapan radikal bebasnya adalah tinggi (Hock Eng *et al.*, 2010). Kulit bambangan berpotensi untuk dibangunkan sebagai makanan berfungsi selain ia dapat membantu menjadi sumber semulajadi vitamin A bagi badan manusia.

#### **2.1.4 Komposisi Fitokimia**

Kajian terhadap komposisi fitokimia dalam buah bambangan semakin meningkat sejak beberapa tahun kebelakangan ini. Wong dan Siew (1994), telah membuat

laporan pertama bagi kajian komponen volatil dalam buah bambangan. Sebanyak lima puluh komponen volatil dalam buah bambangan telah dikenalpasti, di mana komponen tersebut di dominasi oleh hidrokarbon monoterpene sebanyak 91.3% dan ester sebanyak 7.6% yang terbentuk melalui  $\alpha$ -pinene dan  $\alpha$ -phellandrene (Wong dan Siew, 1994).

Berdasarkan kajian lepas, Mohd Fadzelly *et al.* (2009) melaporkan bahawa kernel biji bambangan mengandungi jumlah kandungan fenolik yang tertinggi diikuti oleh kulit dan isi buah bambangan dimana nilai masing-masing adalah  $103.30 \pm 0.63$ ,  $22.93 \pm 0.36$  dan  $5.96 \pm 0.34$  mg persamaan setara asid galik/ g sampel beku kering. Trend yang sama juga dapat dilihat bagi kandungan flavonoid total buah bambangan iaitu  $10.98 \pm 0.10$  (kernel),  $7.50 \pm 0.09$  (kulit),  $0.07 \pm 0.00$  (isi) mg/g sampel beku kering. Kandungan polifenol dalam kernel biji bambangan adalah yang paling tinggi di mana asid fenolik seperti asid kafeik, asid *p*-kumarik, asid ferulik, asid sinapik dan asid galik merupakan komponen yang paling banyak terbentuk (Mohd Fadzelly *et al.*, 2010). Kernel biji bambangan juga mengandungi flavonoid (naringin, hesperidin), flavonol (rutin) dan flavon (sinensetin, diosmin) (Mohd Fadzelly dan Jeffrey, 2013). Kulit bambangan juga mengandungi pelbagai komponen seperti flavonol (kuersetin, kaempferol, rutin), flavon (luteolin dan diosmin), dan flavonoid (naringin dan hesperidin) (Mohd Fadzelly *et al.*, 2010). Walaubagaimanapun, kandungan polifenol yang terdapat di dalam isi dan kulit buah bambangan adalah sedikit sahaja berbanding kandungan polifenol di dalam kernel biji bambangan.

Oleh sebab itu, kajian yang dilakukan lebih tertumpu kepada kandungan karotenoid yang terdapat di dalam isi dan kulit buah bambangan (Mohd Fadzelly dan Jeffrey, 2013). Isi buah bambangan mengandungi kandungan  $\alpha$ -karotena ( $7.96 \pm 1.53$  mg/100g) dan  $\beta$ -karotena ( $20.04 \pm 1.01$  mg/100g) yang tinggi berbanding kandungan  $\alpha$ - dan  $\beta$ - karotena di dalam kulit buah bambangan ( $4.2 \pm 0.14$  mg/100g dan  $13.09 \pm 0.28$  mg/100g) (Hock Eng *et al.*, 2010). Kandungan kriptoxantin di dalam isi buah bambangan (1.18 mg/100g) juga lebih tinggi berbanding di dalam kulit buah bambangan (0.60 mg/100g) (Hock Eng *et al.*, 2010). Isi buah bambangan juga mengandungi sebatian isoflavon seperti daidzein ( $8.49 \pm 5.16$  mg/100g) dan

genistein ( $0.53 \pm 0.74$  mg/100g) (Hock Eng dan Ismail, 2008). Kehadiran fitokimia di setiap bahagian buah bambangan yang berbeza membuatkan buah ini berpotensi untuk dibangunkan menjadi produk makanan atau minuman kesihatan.

### 2.1.5 Sifat Antipengoksida

Antipengoksida merupakan sesuatu bahan yang hadir dengan kepekatan yang rendah berbanding dengan substrat teroksidakan yang dapat membantu menghalang atau melambatkan pengoksidaan substrat tersebut (Halliwell dan Gutteridge, 2000). Kajian lepas menunjukkan bahawa kernel biji buah bambangan menunjukkan sifat antipengoksida yang sangat tinggi berbanding dengan isi dan kulit buah bambangan. Ini dapat dilihat melalui nilai yang didapati dari ujian aktiviti pemerangkapan radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) dan asai kuasa penurunan ferik (FRAP) di mana bacaan nilai untuk kernel biji bambangan adalah  $23.23 \pm 0.03$  mg asid askorbik setara dengan kapasiti antioksidan dalam 1g sampel kering dan  $31.30 \pm 35.47$   $\mu$ M pengurangan ferik ke ferus dalam 1g sampel kering (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009). Aktiviti antipengoksida bagi ekstrak buah mempunyai hubungan yang ketara dengan jumlah kandungan fenolik dan jumlah kandungan flavonoid tetapi tidak berkaitan dengan jumlah kandungan antosianin (Mohd Fadzelly dan Jeffrey, 2013).

Berdasarkan kajian lepas, Mohd. Fadzelly *et al.* (2009) mencadangkan penggunaan kulit dan biji buah bambangan untuk pembangunan produk fitofarmaseutik dan neutraseutikal yang kaya dengan antipengoksida. Tahun berikutnya, Ibrahim *et al.* (2010) telah membuat kajian mengenai perbandingan sifat antipengoksida di antara serbuk jus buah bambangan dan serbuk isi buah bambangan di mana serbuk jus buah bambangan menunjukkan kandungan asid askorbik, kandungan  $\beta$ -karotena dan aktiviti pemerangkapan radikal bebas yang tinggi berbanding serbuk isi buah bambangan. Kulit dan isi buah bambangan dikesan mempunyai sifat perlindungan untuk mencegah pengoksidaan haemoglobin dan lipoprotein ketumpatan rendah pada kepekatan 1 bahagian perjuta (Hock Eng *et al.*, 2010). Dalam kajian lepas, jus buah bambangan pula telah menunjukkan sifat-sifat

antipengoksida yang tinggi berbanding jus buah koko dan jus buah jambu batu dan menurut Zabidah *et al.* (2011) jus buah bambangan ini berpotensi untuk dibangunkan sebagai produk makanan fungsian.

Kajian intensif berkaitan sel antipengoksidaan atau '*cytoprotection*' yang berpotensi dari ekstrak buah bambangan telah dilakukan oleh Mohd Fadzelly *et al.* (2013). Kajian mengenai sitoprotektif yang berpotensi dari ekstrak buah bambangan telah dilakukan dengan mengkaji hubungan daripada kerosakan oksidatif yang disebabkan oleh tert-butyl hidroperoksida di dalam sel HepG2 Hepatosel manusia. Keputusan kajian mendapati bahawa kernel biji buah bambangan menunjukkan aktiviti sitoprotektif yang baik setanding dengan kuersetin. Glutathione reduktase dan methionine sulfoksida reduktase A terlibat dalam penyumbang kepada aktiviti sitoprotektif dalam ekstrak kernel buah bambangan.

#### **2.1.6 Sifat Anti Kanser**

Kajian lepas melaporkan sifat-sifat sitotoksik pada bahagian-bahagian yang berbeza (isi, biji dan kernel) daripada ekstrak buah bambangan terhadap ovari, hati dan kanser kolon. Keputusan kajian menunjukkan bahawa hanya ekstrak etanolik dari kulit dan kernel biji bambangan menunjukkan kesan sitotoksik yang melawan garisan sel-sel kanser (Mohd Fadzelly *et al.*, 2010). Ekstrak yang didapati dari kernel biji dan kulit buah bambangan menghalang pertumbuhan garisan sel kanser hati dan ovari dengan nilai  $IC_{50}$  diantara 34.5 hingga 92.0  $\mu\text{g/ml}$ . Walaubagaimanapun, pertumbuhan garisan sel kanser kolon terhalang oleh ekstrak dari kernel sahaja. Kesan anti kanser yang ketara dapat dilihat pada dua jenis garisan sel kanser payudara (Mohd Fadzelly *et al.*, 2010). Kesan sitotoksik pada MCF-7 (bergantung kepada hormon sel kanser payudara) dan MDA-MB-231 (tidak bergantung kepada hormon sel kanser payudara) adalah disebabkan oleh ekstrak kernel biji buah bambangan masing-masing pada nilai  $IC_{50}$  23 dan 30.5  $\mu\text{g/ml}$ . Ekstrak kasar dari biji kernel buah bambangan mempamerkan kesan anti kanser melalui mekanisme yang berbeza pada setiap jenis sel kanser payudara. Dalam sel MCF-7, ekstrak kasar dari

kernel biji buah bambangan menyebabkan penangkapan kitaran sel pada fasa sub-G1 (apoptosis).

### **2.1.7 Isu Keselamatan**

Berhubung dengan isu keselamatan pengguna mengenai pengambilan buah bambangan segar pada musim buah, belum ada sebarang laporan yang disiarkan tentang kesan buruk atau sifat ketoksikannya (Mohd Fadzelly dan Jeffrey, 2013). Segelintir masyarakat bumiputera juga menjadikan buah bambangan sebagai makanan berjeruk di mana isi buah diperap bersama dengan kernel biji buah bambangan. Tiada sebarang kesan buruk yang direkodkan hasil dari pengambilan jeruk buah bambangan dan ini menguatkan lagi fakta bahawa sistemik ketoksikan pada buah bambangan adalah rendah walaupun diketahui bahawa proses penjerukan mungkin sedikit sebanyak telah mengubahsuai sifat fitokimia sedia ada di dalam kernel biji buah bambangan.

Hasil kajian yang dilakukan ke atas haiwan juga turut meyakinkan bahawa kadar ketoksikan di dalam kernel biji buah adalah rendah. Ini dapat dilihat berdasarkan kajian lepas, Rukimini dan Vijayaraghan (1984) terhadap tikus dari pelbagai peringkat umur yang diberi makanan mengandungi 10% minyak dari kernel mangga bahawa tidak terdapat kesan buruk atau ketoksikan yang ditunjukkan. Selain itu, penemuan bahawa penambahan sehingga 20% kernel biji buah mangga dalam makanan ternakan ayam selama empat minggu tidak mempengaruhi kesan terhadap berat badan, kematian dan parameter darah (Amao dan Siyabola, 2013). Ini juga menandakan bahawa sifat ketoksikan sistemik di dalam ekstrak kernel biji buah dari spesies *Mangifera* adalah sangat rendah. Namun, kajian pada masa akan datang terhadap kemungkinan kesan ketoksikan dari ekstrak kernel biji bambangan pada pengambilan dos yang tinggi perlu diambil kira (Mohd Fadzelly dan Jeffrey, 2013).

### **2.1.8 Pembangunan Produk Makanan Fungsian dan Ubat-ubatan**

Secara umumnya, buah bambangan boleh dibahagikan kepada dua bahagian, iaitu bahagian yang boleh dimakan (isi) dan bahagian yang tidak boleh dimakan (kernel

biji dan kulit). Isi buah bambangan telah digunakan secara tradisional sebagai makanan, manakala kulit dan kernel biji buah bambangan kebiasaannya dijadikan sisa bahan buangan. Kajian terbaru menunjukkan bahawa isi buah bambangan mengandungi nilai kandungan nutrisi yang tinggi. Di samping itu, isi buah bambangan juga mengandungi pelbagai fitokimia seperti karotenoid dan asid askorbik selain menunjukkan kadar sifat antipengoksida yang tinggi (Mohd Fadzelly dan Jeffery, 2013). Minuman berfungsi dan jus telah dibangunkan daripada isi buah bambangan oleh Ibrahim *et al.* (2010). Isi buah bambangan yang dikeringkan mengandungi kandungan serat yang tinggi termasuk mannose, arabinose, xylose dan fucose menjadikan ia sangat sesuai sebagai sumber kepada pembangunan produk makanan fungsian yang rendah kalori dan tinggi kandungan serat (Al-Sheraji *et al.*, 2011). Menurut Al-Sheraji *et al.* (2012), kandungan serat dan polisakarida isi buah bambangan terbukti mempunyai potensi sebagai prebiotik kerana menunjukkan sifat-sifat tidak boleh dicerna dan kadar proses fermentasi yang tinggi.

Kulit buah bambangan mengandungi pelbagai sifat fitokimia dan menunjukkan kadar antipengoksida yang tinggi serta sifat-sifat antikanser yang aktif (Mohd Fadzelly *et al.*, 2010). Serbuk kulit bambangan mengandungi kandungan serat yang tinggi di mana ia sesuai dijadikan sebagai bahan tambahan untuk menambahbaik sifat nutraseutikal di dalam pelbagai produk makanan (Hassan *et al.*, 2011). Selain itu, kulit buah bambangan juga boleh digunakan sebagai agen penggelan, pemekatan dan pengikatan air (Mohd Fadzelly dan Jeffery, 2013). Sifat-sifat ini menjadikan kulit bambangan sebagai bahan yang sesuai untuk ditambah di dalam produk bakeri dan snek. Pengekstrakan dari kulit dan kernel biji bambangan boleh dilakukan untuk mendapatkan kandungan fitokimia nya terutamanya asid fenolik, flavonoid dan karotenoid.

Hasil keputusan dari kajian sebelum ini jelas menunjukkan potensi pada keseluruhan bahagian buah bambangan untuk dimanfaatkan dalam pembangunan produk seperti minuman yang kaya antipengoksida dan makanan tinggi serat disamping menjadi agen antipengoksida dan anti-kanser. Kajian lanjut mengenai tahap kandungan toksik dan pembangunan nutraseutikal dari buah bambangan serta

keberkesanan kajian (pra-klinikal dan klinikal) adalah dicadangkan untuk memberi manfaat di masa akan datang kepada para pengguna (Mohd Fadzelly dan Jeffery, 2013).

## **2.2 Aiskrim**

Aiskrim merupakan produk tenusu beku yang terhasil daripada proses penggaulan campuran (menggabungkan udara dan memastikan keseragaman yang konsisten) sehingga campuran menjadi beku (Bhandari, 2001). Bahan-bahan yang digunakan dalam penyediaan campuran aiskrim adalah susu dan produk tenusu, gula, dektrosa, sirap jagung (sama ada kering atau basah), air dan pelbagai pilihan bahan lain samada dengan atau tanpa telur atau produk telur. Perisa, perwarna, penstabil atau pengemulsi di tambah dalam kuantiti yang sedikit. Aiskrim merupakan pencuci mulut berasaskan susu yang digemari dan menjadi pilihan para pengguna dari pelbagai lapisan umur disebabkan oleh kesan penyejukan yang diberikan dan kandungan nutrisi yang tinggi (Erkaya *et al.*, 2012).

Pembangunan formulasi aiskrim yang baru sesuai dengan citarasa masa kini sangat dinanti-nantikan oleh para pengguna dan perkara ini memacu kepada pembangunan aiskrim dengan formulasi terbaru oleh para pengilang. Terdapat banyak formulasi aiskrim di pasaran, namun pembangunan formulasi aiskrim yang baru masih perlu dilakukan bagi meluaskan lagi pasaran aiskrim sedia ada (Karaman dan Kayacier, 2012). Banyak kajian lepas telah dilakukan bagi membangunkan formulasi aiskrim yang baru (Erkaya *et al.*, 2012). Terdapat pelbagai komposisi aiskrim di setiap kawasan dan pasaran yang berbeza. Secara umumnya, aiskrim yang bagus mengandungi 12% lemak, 11% susu pepejal tanpa lemak, 15% pemanis, 0.3% penstabil dan pengemulsi, dan 38% jumlah kandungan pepejal (Bhandari, 2001).

Struktur fizikal aiskrim merupakan sistem fizikokimia yang rumit. Tiga fasa untuk sistem fizikokimia tersebut adalah cecair, pepejal dan gas. Sel-sel udara dan kristal ais tersebar dalam fasa cecair seterusnya. Fasa cecair mengandungi lemak

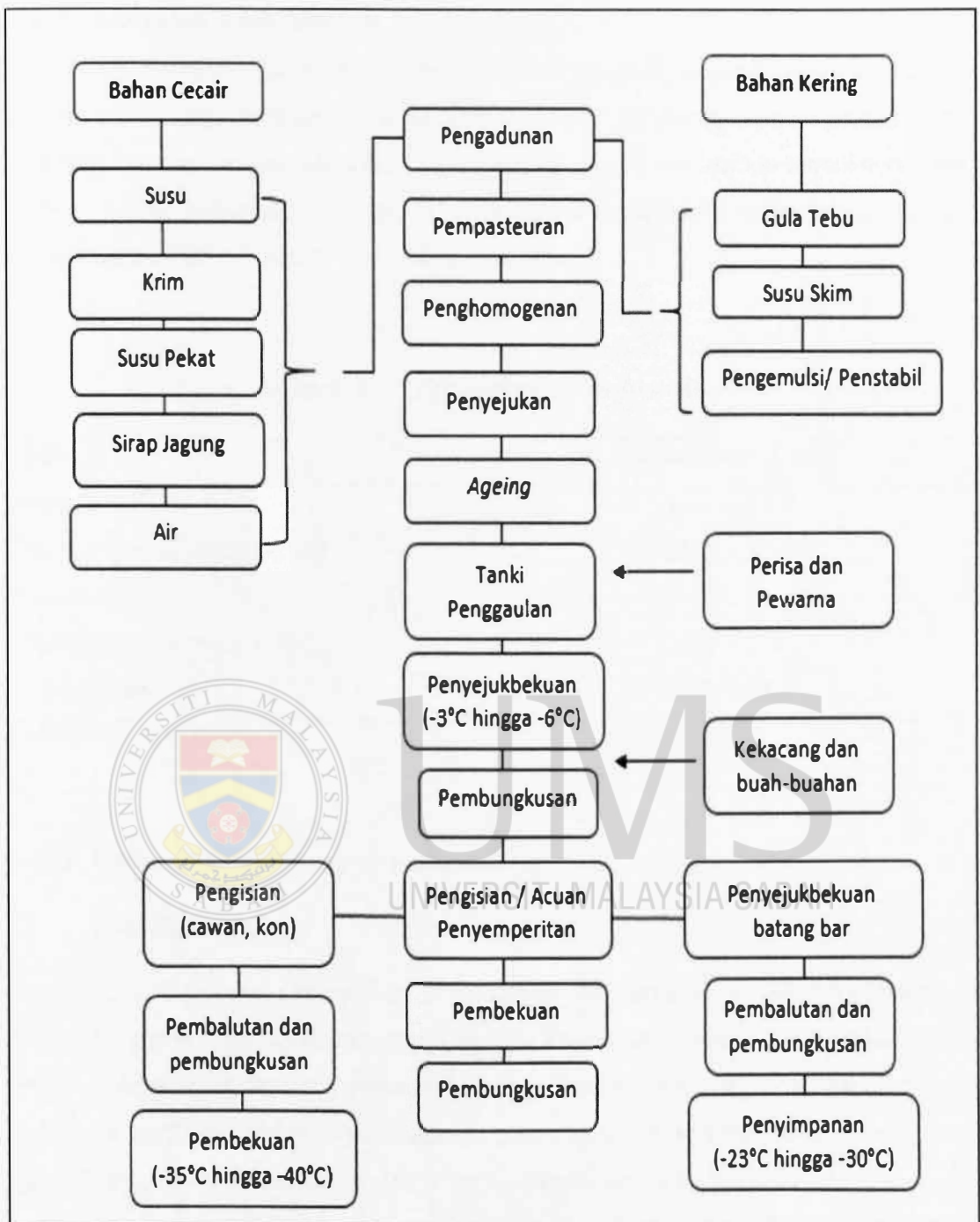
pepejal, koloid protein susu, garam susu tidak larut, kristal laktosa, penstabil koloid, pemanis dan garam larut (Zhang dan Goff, 2005). Aiskrim merupakan makanan yang lazat dan bernutrisi. Satu hidangan bagi 100 gram purata komposisi aiskrim yang baik mampu membekalkan sebanyak 200 kalori, 4 gram protein, 0.13 gram kalsium, 0.105 gram fosforus, 0.1 miligram zat besi, 490 IU Vitamin A, 0.38 miligram tiamin, dan 0.24 miligram riboflavin (Bhandari, 2001).

### **2.2.1 Proses pembuatan aiskrim**

Dalam usaha untuk menghasilkan aiskrim yang berkualiti, adalah penting untuk memilih produk tenusu dan bahan-bahan lain yang berkualiti. Bahan-bahan yang berkualiti baik ini perlu digabungkan untuk menghasilkan aiskrim dengan tekstur dan rasa yang diinginkan. Rajah 2.1 menunjukkan carta alir pemprosesan aiskrim menurut Bhandari (2001).



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



**Rajah 2.1 : Carta alir pemprosesan aiskrim**

Sumber : Bhandari (2001)

### 2.2.2 Formulasi Asas Aiskrim

Jadual 2.3 menunjukkan formulasi asas aiskrim yang digunakan secara meluas di seluruh dunia bagi pembangunan formulasi aiskrim. Di mana, peratusan cadangan kandungan lemak adalah sebanyak 10% - 12%, pepejal susu tanpa lemak sebanyak 11% - 11.5%, pemanis sebanyak 15%, penstabil-pengemulsi sebanyak 0.3% dan jumlah pepejal adalah sebanyak 36.8% - 38.3%.

**Jadual 2.3 : Formulasi Asas Aiskrim**

| Bahan                    | Peratusan (%) |
|--------------------------|---------------|
| Lemak                    | 10.0 – 12.0   |
| Pepejal Susu Tanpa Lemak | 11.0 – 11.5   |
| Pemanis                  | 15.0          |
| Penstabil-pengemulsi     | 0.3 – 0.3     |
| Jumlah pepejal           | 36.8 – 38.3   |

Sumber: Bhandari (2001)

### 2.2.3 Komposisi Kandungan Aiskrim

#### a. Lemak Susu

Lemak susu merupakan komponen utama di dalam penghasilan aiskrim (Bhandari, 2001). Ia menyumbang kepada penghasilan rasa aiskrim yang kaya, penuh dan berkrim serta menyumbang kepada kelicinan tekstur aiskrim (Goff dan Richard, 2013). Ia berfungsi sebagai pembawa untuk menstabilkan rasa bahan perisa lain yang ditambah ke dalam campuran aiskrim. Rantai pendek dari asid lemak merupakan sebahagian daripada trigliserida lemak susu terutamanya asid butyric merupakan penyumbang kepada penghasilan rasa aiskrim yang enak (Goff dan Richard, 2013). Dalam proses penghasilan aiskrim, jumlah penggunaan peratusan lemak susu yang betul sangat dititikberatkan bagi menyeimbangkan campuran sejajar dengan piawaian halal yang telah ditetapkan.

Lemak susu tidak mempengaruhi takat beku aiskrim (Bhandari, 2001). Ia cenderung untuk melambatkan kadar proses pengacauan campuran. Penggunaan kandungan lemak susu yang melebihi had akan menyebabkan peningkatan kos semasa penghasilan aiskrim dan juga turut meningkatkan nilai kalori dalam kandungan aiskrim. Secara umumnya, kandungan lemak bagi purata aiskrim yang baik adalah sebanyak 12% (Goff *et al.*, 2002). Sumber yang paling baik untuk lemak susu ini adalah krim segar. Sumber lemak susu lain adalah seperti krim beku, krim plastik, mentega, minyak mentega dan juga campuran susu pekat.

#### **b. Pepejal Susu Tanpa Lemak**

Pepejal susu tanpa lemak merupakan pepejal yang terkandung dalam susu skim (Regand dan Goff, 2006). Ia mengandungi protein, gula susu laktosa dan juga bahan mineral. Pepejal susu tanpa lemak mengandungi 36.7% protein, 55.5% laktosa dan 7.8% bahan mineral (Bhandari, 2001). Ia menyumbang kepada bentuk dan tekstur aiskrim juga turut meningkatkan ciri-ciri penyimpanan aiskrim. Pepejal susu tanpa lemak juga digunakan kerana penggunaannya tidak menggunakan kos yang tinggi, mempunyai nilai pemakanan yang tinggi, rasa yang tidak berlebihan dan secara tidak langsung ia juga turut membantu dalam penghasilan bentuk dan tekstur aiskrim yang lebih baik (Goff *et al.*, 2002).

Laktosa yang terkandung dalam pepejal susu tanpa lemak akan memberikan sedikit rasa manis kepada aiskrim. Mineral yang terkandung didalamnya pula menyumbangkan sedikit rasa masin dimana ia akan melengkapkan rasa akhir aiskrim yang terhasil. Manakala, kandungan protein yang terdapat didalamnya pula akan membuatkan struktur aiskrim yang lebih padat dan licin dan cenderung untuk menghalang struktur yang rapuh serta tekstur yang kasar (Zhang dan Goff, 2005). Walau bagaimanapun, penggunaan pepejal susu tanpa lemak akan menghasilkan rasa masin, struktur yang basah dan berpasir pada aiskrim serta tekstur yang tidak sempurna. Struktur yang berpasir dan tekstur yang tidak sempurna adalah disebabkan kepekatan laktosa yang tinggi. Walaupun pepejal susu tanpa lemak ini

membantu dalam meningkatkan viskositi aiskrim dan mengurangkan kadar pencairan aiskrim, tetapi ia turut merendahkan takat beku aiskrim (Schorsch *et al.*, 1999).

### c. Pemanis

Pemanis ditambahkan ke dalam campuran aiskrim untuk menambahkan lagi keenakan aiskrim disamping meningkatkan ciri-ciri pengendaliannya (Soukoulis *et al.*, 2010). Pemanis yang sering digunakan untuk pembuatan aiskrim adalah gula tebu (sukrosa). Sukrosa ini diguna dalam bentuk cecair ataupun serbuk kering. Sukrosa memberikan ciri-ciri bahan pemanis terbaik untuk diguna didalam pembuatan aiskrim berbanding bahan pemanis yang lain (Bhandari, 2001).

Walau bagaimanapun, pada masa kini banyak penghasilan gula campuran boleh didapati di pasaran. Campuran sukrosa dengan sirap jagung dalam kuantiti yang sederhana **rendah** juga boleh digunakan untuk membantu mencapai tekstur yang sempurna serta **menyeimbangkan** ciri-ciri produk dan tahap kemanisan aiskrim (Zhang dan Goff, 2005). Penggunaan bahan pemanis yang kurang, menyebabkan rasa aiskrim tidak terasa manakala penggunaan berlebihan akan menyebabkan ia cenderung menyembunyikan rasa enak aiskrim yang terhasil (Regand dan Goff, 2006).

Secara kasar, penggunaan gula adalah dalam julat 14% - 16%. Gula berperanan untuk meningkatkan viskositi aiskrim dan kepekatan jumlah pepejal di dalam campuran (Bhandari, 2001). Ini membantu meningkatkan struktur dan ciri-ciri tekstur di mana jumlah kandungan pepejal tidak melebihi 40% atau kandungan gula tidak melebihi 16% (Zhang dan Goff, 2005). Sekiranya penggunaan gula melebihi had yang ditetapkan, aiskrim akan menjadi kebasahan dan liat. Gula di dalam larutan menyebabkan tekanan yang tinggi kepada takat beku aiskrim. Oleh itu, proses pembekuan akan berlaku dengan perlahan dan suhu rendah diperlukan untuk pembekuan aiskrim yang sempurna (Soukoulis *et al.*, 2010).

#### **d. Agen Penstabil**

Agen penstabil digunakan untuk menghalang pembentukan objek seperti kristal ais di dalam aiskrim (Regand dan Goff, 2005). Ia mempunyai sifat ikatan antara air yang sangat tinggi dimana ini boleh membantu dalam menghasilkan produk akhir aiskrim yang mempunyai struktur dan tekstur yang lembut. Selain itu, agen penstabil turut membantu untuk menghalang penghasilan kristal ais semasa penyimpanan, memberi kesan sama rata ke atas aiskrim serta meningkatkan tahap rintangan terhadap takat lebur aiskrim (Ohmes *et al.*, 1998).

Agen penstabil turut membantu dalam meningkatkan viskositi aiskrim dan tidak memberi kesan terhadap takat beku aiskrim (Bhandari, 2001). Jumlah agen penstabil yang digunakan adalah berbeza mengikut kegunaannya seperti kandungan pepejal di dalam campuran, jenis alat-alat pemprosesan yang digunakan dan lain-lain faktor lagi. Secara khususnya, julat peratusan penggunaan agen penstabil adalah dalam lingkungan 0.2% - 0.5% (Regand dan Goff, 2005). Agen penstabil yang sering digunakan adalah natrium alginat, natrium karboksil metil selulosa, gam guar, karrageenan, gelatin dan pektin. Penggunaan agen penstabil yang berlebihan akan menyebabkan tekstur aiskrim yang basah dan berat serta meningkatkan kadar rintangan untuk takat lebur aiskrim (Bhandari, 2001).

#### **e. Pengemulsi**

Pengemulsi digunakan untuk menghasilkan aiskrim dengan struktur dan tekstur yang lembut dan licin, memberikan kesan kering kepada aiskrim serta meningkatkan tahap kebolehan percampuran bahan (Bhandari, 2001). Bahan pengemulsi yang digunakan secara meluas pada masa kini adalah seperti monogliserida atau digliserida, sorbitan ester dan polioxietilena sorbitan ester. Julat penggunaan yang disyorkan adalah dalam lingkungan 0.1% - 0.4% (Regand dan Goff, 2003). Kuning telur juga merupakan salah satu bahan pengemulsi dalam pembuatan aiskrim. Penggunaan berlebihan bahan pengemulsi ini akan menyebabkan masa peleburan aiskrim menjadi sangat perlahan manakala struktur dan tekstur yang kurang sempurna akan terhasil (Relkin *et al.*, 2006).

#### **f. Jumlah Pepejal**

Jumlah pepejal menggantikan kandungan air didalam campuran dimana ia membantu untuk meningkatkan viskositi dan memperbaiki struktur dan tekstur aiskrim (Bhandari, 2001). Penambahan krim pepejal susu mentega manis, dekstrin dan telur akan membantu dalam memperbaiki struktur dan tekstur aiskrim. Walau bagaimanapun, jumlah pepejal dalam campuran hendaklah dalam lingkungan 40% - 42% (Herald *et al.*, 2008). Penggunaan berlebihan akan memberi kesan basah dan berat kepada hasil akhir aiskrim (Regand dan Goff, 2003).

#### **g. Bahan Perisa**

Rasa sesuatu aiskrim memainkan peranan yang sangat penting dalam pembuatan aiskrim (Bhandari, 2001). Jenis bahan perisa yang ditambah dipengaruhi oleh campuran aiskrim dimana walaupun sedikit bahan perisa diletakkan ia tetap dapat membantu menutupi rasa dan aroma sebenar aiskrim yang asli (Ohmes *et al.*, 1998). Bahan untuk perisa semulajadi dan sintetik boleh digunakan juga di dalam pembuatan aiskrim.

Penambah perisa ditambah untuk memperbaiki bau dan aroma aiskrim (Ohmes *et al.*, 1998). Fungsi bahan perisa adalah untuk memberikan rasa pada makanan untuk memberi identiti kepada makanan itu, menambahkan rasa, menutup rasa yang tidak diperlukan sama ada dalam bahan mentah atau sepanjang pemprosesan dan memastikan rasa bahan makanan yang diproses adalah sama sepanjang masa (Goff dan Richard, 2013).

#### **h. Bahan Pewarna**

Aiskrim perlu mempunyai warna yang halus dan menarik sesuai dengan perisa aiskrim yang dihasilkan. Kebanyakan pewarna yang digunakan adalah bahan kimia. Pewarna boleh didapati dalam keadaan cecair ataupun serbuk (Bhandari, 2001). Kebanyakan pengusaha memilih untuk menggunakan pewarna dalam bentuk serbuk

kerana ia lebih jimat dan boleh dilarutkan dalam air panas mengikut kuantiti yang di ingini.

Mengikut Akta Makanan 1983 dan Peraturan-Peraturan Makanan 1985, sediaan pewarna hendaklah mengandungi tidak kurang daripada empat peratus bahan pewarna yang dibenarkan dan sediaan pewarna dalam bentuk cecair boleh mengandungi asid benzoik sebagai bahan pengawet yang dibenarkan dalam kadar yang tidak melebihi daripada 400mg/kg dan pengawal asid sebagai kondisioner makanan yang dibenarkan.

## **2.2.4 Nilai Nutrisi Aiskrim**

### **a. Protein**

Protein merupakan komponen protoplasma yang penting dalam setiap sel hidup. Protein dalam diet membekalkan asid-asid amino yang diperlukan untuk pembesaran bayi dan kanak-kanak serta untuk penyenggaraan dalam tisu orang dewasa (Patel *et al.*, 2006). Jumlah protein yang diperlukan untuk bayi dan kanak-kanak membesar adalah lebih banyak berbanding untuk kegunaan penyenggaraan tisu orang dewasa.

Bayi yang baru lahir memerlukan jumlah penggunaan protein lima kali ganda berbanding orang dewasa. Kandungan protein susu dalam aiskrim mempunyai nilai biologikal yang amat tinggi. Ia mengandungi semua asid amino perlu dan merupakan sumber penting untuk lysine dan tryptophan (Lim *et al.*, 2008). Protein susu turut mempunyai kualiti bahan kimia yang tinggi dan nilai bersih penggunaan protein juga adalah tinggi (Goff *et al.*, 2002).

### **b. Karbohidrat**

Karbohidrat dalam aiskrim adalah termasuk kanji, dekstrin, selulosa, gula, pektin, gam, dan lain-lain (Goff dan Richard, 2013). Karbohidrat berfungsi sebagai sumber haba dan tenaga di dalam badan. Apabila enzim spesifik bertindak, karbohidrat akan

dipecahkan kepada gula ringkas dan dirembeskan ke dalam saluran pencernaan di mana produk akhirnya adalah glukosa (Geilman dan Schmidt, 1992). Pelbagai jenis gula boleh digunakan dalam pembuatan ais krim. Gula yang biasa digunakan ialah sukrosa, iaitu disakarida yang terdiri daripada glukosa dan fruktosa. Kedua-duanya akan diserap oleh tubuh selepas penghadaman (Bhandari, 2001).

Sukrosa sama ada daripada tebu atau bit mempunyai komposisi yang sama. Pepejal sirap jagung kini digunakan secara meluas untuk menggantikan sebahagian daripada sukrosa, di mana ia terjadi hasil dari hidrolisis kanji kepada maltodektrins dan berat molekul rendah pecahan kanji, maltotriose, maltosa dan dektrosa (Choo *et al.*, 2010). Semua ini dihadamkan di dalam tubuh dan bertukar menjadi glukosa yang kemudian akan diserap. Dalam sirap jagung berfruktosa tinggi, sebahagian daripada glukosa ditukarkan kepada fruktosa (levulose), yang juga diserap oleh tubuh manusia (Clarke *et al.*, 2002). Kebanyakan gula dari buah-buahan adalah sukrosa, fruktosa dan glukosa.

Gula invert merupakan campuran jumlah yang sama daripada fruktosa monosakarida dan glukosa juga kadang-kadang akan digunakan (Goff dan Richard, 2013). Laktosa dan gula susu, adalah glukosa disakarida dan galaktosa yang merupakan lebih satu pertiga daripada bahan pepejal dalam susu dan penyumbang kira-kira 20% daripada karbohidrat dalam ais krim (Choo *et al.*, 2010). Laktosa adalah unik kerana ia hanya terdapat di dalam susu, berbanding jenis gula yang lain yang boleh didapati dengan mudah di alam semulajadi.

### **c. Lemak**

Lemak merupakan sumber yang kaya dengan tenaga. Ia hadir di dalam kebanyakan bahan makanan dan disimpan dalam bentuk trigliserida di dalam kebanyakan haiwan (Abdul *et al.*, 1997). Lemak terbahagi kepada dua iaitu lemak tepu dan lemak tak tepu. Lemak tepu bersifat membeku dan keras pada suhu rendah. Kebanyakannya dari sumber haiwan dan juga terdapat pada tumbuhan seperti santan dan lemak

sayuran (Bhandari, 2001). Pengambilan yang berlebihan meningkatkan tahap kolesterol dalam darah yang berpotensi untuk termendap di saluran darah dan jantung. Lemak tak tepu pula bersifat lembut dan cecair walaupun pada suhu rendah. Ia didapati dari sumber tumbuhan.

Lemak susu terdiri daripada asid lemak trigliserida. Gliserida adalah sebatian di mana satu, dua, atau tiga molekul asid lemak dihubungkan oleh ikatan ester di dengan alkohol terhidrik, gliserol, mono-, di-, dan trigliserida yang masing-masing mengadungi satu, dua, dan tiga asid lemak (Goff dan Richard, 2013). Lemak susu adalah sangat kompleks di mana ia mengadungi hampir 400 asid lemak (Persson, 2009). Kandungan lemak susu di dalam aiskrim biasanya diuji dengan mengekstrak dan menimbang pecahan larutan eter (Aime *et al.*, 2001). Kepentingan lemak susu tertumpu kepada pemakanan dan sifat-sifat berfungsinya. Ia membekalkan tenaga, asid lemak, vitamin larut lemak, asid tepu, lemak tak tepu dan sterol termasuk kolesterol. Beberapa juzuk kecil lemak susu hadir dengan ciri-ciri yang sihat dan unik, tidak seperti beberapa lemak sayur-sayuran (Aykan *et al.*, 2008). Ia berfungsi untuk memberikan rasa yang unik, membawa perisa berlemak, memberi kesan licin di dalam mulut pengguna dan juga akan memberi kesan kepada struktur dan tekstur aiskrim.

#### **d. Mineral**

Istilah mineral merujuk kepada pelbagai elemen yang diperlukan oleh sistem badan manusia dalam bentuk sebatian atau sebatian ion. Kebanyakan mineral terdiri daripada garam kompleks. Mineral yang diperlukan oleh badan adalah dalam kuantiti yang sedikit jika dibandingkan dengan komponen lain seperti protein, karbohidrat dan lemak di mana membantu untuk tumbesaran (Bhandari, 2001). Kajian nutrisi bersetuju bahawa penyerapan kalsium dalam badan terjadi disebabkan jumlah laktosa yang tinggi di dalam diet. Jumlah kandungan kalsium dalam susu dan aiskrim adalah 0.118 dan 0.132g / 100g manakala jumlah kandungan fosforus adalah 0.093 dan 0.105g / 100g (Costa *et al.*, 2008). Bahan inorganik yang diperlukan dalam

kepekatan yang tinggi adalah fosforus, sulfur, kalsium, magnesium, natrium dan kalium. Manakala mikronutrien diperlukan dalam kuantiti yang sangat sedikit oleh badan untuk proses metabolik seperti zat besi, kuprum, zink, kobalt, iodine, fluorin, kromium, mangan, molibdenum dan selenium (Bhandari, 2001).

Aiskrim merupakan sumber yang sangat kaya dengan mineral terutamanya kalsium dan fosforus. Kira-kira 85% daripada fosforus dalam tubuh manusia digabungkan dengan kalsium dalam tulang dan gigi. Kandungan mineral di dalam aiskrim berasal hampir keseluruhannya dari pepejal susu tanpa lemak iaitu dari 6% sehingga 14% (Goff dan Richard, 2013). Harus diingat bahawa, apabila kandungan protein diturunkan di dalam pepejal susu tanpa lemak disebabkan oleh penggunaan serbuk dadih atau campuran pepejal susu tanpa lemak rendah protein, ia akan memberi kesan kepada kandungan mineral di dalam aiskrim (Costa *et al.*, 2008). Oleh kerana tempoh penyimpanan aiskrim adalah agak lama iaitu dari minggu hingga berbulan, adalah penting untuk memastikan ia tidak terdedah dengan pencemaran kuprum dan besi kerana kedua-dua elemen ini adalah pemangkin kepada proses pengoksidaan (Alvarez *et al.*, 2005). Ini adalah salah satu sebab utama para pengilang tidak menggunakan peralatan yang diperbuat dari elemen kuprum untuk produk yang berasaskan tenusu.

#### **e. Vitamin**

Vitamin merupakan bahan organik yang diperlukan dalam kuantiti yang sedikit oleh badan manusia untuk proses metabolik dan tidak boleh disintesis sendiri dalam kuantiti yang mencukupi oleh badan manusia (Bhandari, 2001). Ia menyumbang kepada sumber tenaga dalam kuantiti yang sedikit. Vitamin boleh dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu vitamin larut lemak dan vitamin larut air. Vitamin A, D, E dan K merupakan vitamin larut lemak manakala vitamin yang larut dalam air adalah tiamina, riboflavin, niasin, panthothenik, asid biotin, asid folik, kolina, sianokobalamin, inositol dan asid askorbik (Vega *et al.*, 2005).

Seperti susu, aiskrim merupakan sumber utama bagi beberapa vitamin di mana ia bergantung kepada berapa banyak pepejal susu yang digunakan dan juga berat hidangan (Goff dan Richard, 2013). Vitamin larut lemak iaitu vitamin A, D, E dan K hanya hadir di dalam ramuan yang mempunyai kandungan lemak. Lemak susu merupakan sumber utama bagi vitamin A. Kandungan vitamin larut air adalah berkadar terus dengan kepekatan pepejal susu tanpa lemak dalam ramuan asas aiskrim (Regand dan Goff, 2005). Kepekatan tertinggi adalah pada aiskrim tanpa lemak dan kepekatan rendah adalah di dalam aiskrim tinggi lemak. Buah-buahan dan kekacang juga menyumbangkan kepada beberapa jenis vitamin. Aiskrim merupakan sumber yang baik bagi riboflavin (Vega *et al.*, 2005).

#### **2.2.5 Jangka Hayat Aiskrim**

Kecacatan tekstur yang paling kerap berlaku dalam produk aiskrim ialah tekstur yang kasar dan berais (Aleong *et al.*, 2008). Tekstur yang berais merupakan penyumbang utama kepada pemendekan jangka hayat aiskrim serta pengurangan kadar jualan disebabkan oleh kurangnya kepuasan pelanggan terhadap kualiti aiskrim. Tidak ada jawapan yang pasti untuk persoalan kadar jangka hayat penyimpanan aiskrim. Kadar jangka hayat aiskrim boleh mencapai sehingga setahun atau kurang bergantung sepenuhnya kepada kaedah penyimpanan aiskrim (Goff dan Richard, 2013). Seperti di dalam jadual 2.4, ia menunjukkan had pertumbuhan bakteria bagi aiskrim yang dicadangkan oleh Suruhanjaya Antarabangsa Spesifikasi Mikrobiologi Makanan (Bhandari, 2001).

**Jadual 2.4 : Had pertumbuhan bakteria untuk aiskrim oleh Suruhanjaya Antarabangsa Spesifikasi Mikrobiologi Makanan (1974)**

| Ujian                   | Had per gram     |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|
|                         | M                | M                |
| <b>Aiskrim Biasa</b>    |                  |                  |
| Piawaian Kiraan Koloni  | $10^4$           | $25 \times 10^5$ |
| Koliform                | 10               | $10^3$           |
| <i>Staph. Aureus</i>    | 10               | $10^2$           |
| <i>Salmonella spp.</i>  | 0                | 0                |
| <b>Aiskrim kompleks</b> |                  |                  |
| (ditambah bahan lain)   |                  |                  |
| Piawaian Kiraan Koloni  | $25 \times 10^4$ | $25 \times 10^5$ |
| Koliform                | $10^2$           | $10^3$           |
| <i>Staph. Aureus</i>    | 10               | $10^2$           |
| <i>Salmonella spp.</i>  | 0                | 0                |

Sumber : Bhandari (2001)

**m** = nilai yang sama atau kurang dari m boleh diterima; nilai melebihi m adalah dikira tercemar tetapi masih boleh diterima.

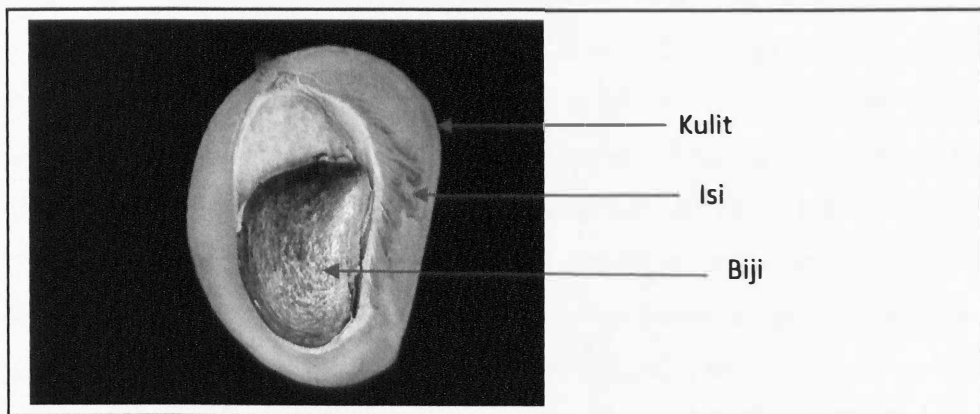
**M** = Kiraan melebihi nilai M tidak boleh diterima

## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Penyediaan Sampel

Semua sampel buah bambangan yang digunakan sepanjang kajian didapati dari daerah Kota Belud, Sabah. Bagi peringkat pertama pembersihan buah, setiap sampel buah akan dicuci di bawah air paip yang mengalir sehingga bersih. Kemudian, buah tersebut dibahagi dan diasingkan kepada tiga bahagian iaitu kulit, isi dan biji. Isi buah bambangan diambil dan dikisar menggunakan mesin pengisar dan ditambah dengan air yang telah dimasak dengan nisbah 1:5. Ini adalah bagi memudahkan proses pengisaran. Gula kastor ditambah ke dalam hasil kisaran dengan nisbah 1:2. Kemudian, puri yang terhasil akan ditetapkan nilai pH pada pH 3.7 dan nilai pepejal terlarut ditetapkan pada 46°briks. Selepas itu, puri buah yang terhasil akan dimasukkan ke dalam bekas kedap udara dan disimpan di dalam peti sejuk pada suhu -18°C. Rajah 3.1 menunjukkan bahagian buah bambangan yang digunakan di dalam kajian ini.



**Rajah 3.1 : Bahagian Buah Bambangan**

Sumber : Jen (2009)

### **3.2 Kaedah Pemprosesan Serbuk Buah Bambangan (Isi, Biji dan Kulit)**

Bahagian kulit dan biji buah yang diasingkan dipotong dan dihiris menjadi kepingan-kepingan dalam saiz yang lebih kecil. Setiap kepingan tersebut dikeringkan di dalam pengering sejukbeku model Lab Conco, Freezone 2.5 plus menggunakan kaedah pengeringan sejukbeku. Kemudian, sampel yang telah dikeringkan akan dikisar menjadi serbuk menggunakan mesin pengisar kering. Bagi mendapatkan saiz partikel yang seragam dan homogen untuk setiap serbuk sampel, penapis dengan saiz jaring 250µm telah digunakan untuk menapis serbuk sampel. Hasil tapisan bagi setiap serbuk sampel akan diletakkan di dalam bekas kedap udara dan disimpan dalam bilik sejuk beku pada suhu -20°C untuk tujuan analisis komposisi kimia dan aktiviti antioksidan yang selanjutnya.

### **3.3 Kaedah Penghasilan Aiskrim Buah Bambangan**

Bagi penghasilan sampel aiskrim, sebanyak empat formulasi aiskrim telah dicipta berdasarkan formulasi asas aiskrim oleh Bhandari (2001). Kajian awal telah dijalankan bagi memastikan peratusan penambahan puri buah bambangan dan serbuk kulit dan biji buah bambangan adalah tepat dan keseimbangan rasa diantara buah bambangan dan campuran aiskrim dapat diwujudkan. Menurut Akta Makanan 1983 dan Peraturan-Peraturan 1985, aiskrim buah hanya akan terhasil dengan penambahan sekurang-kurangnya 20% puri buah di dalam campuran aiskrim. Pemilihan bagi 3% penambahan serbuk kulit dan biji buah bambangan adalah berdasarkan dari keputusan kajian awal yang dijalankan, di mana penambahan kedua-dua serbuk melebihi dari nilai 3% akan menyebabkan tekstur aiskrim menjadi terlalu pekat dan kenyal. Ini disebabkan kandungan pektin yang terdapat di dalam serbuk kulit dan biji buah bambangan berfungsi sebagai agen pemekat semulajadi. Oleh itu, bagi formulasi aiskrim buah bambangan yang dihasilkan adalah dengan penambahan sebanyak 20% puri buah bambangan dan 3% serbuk kulit dan biji.

### 3.3.1 Formulasi Aiskrim

Jadual 3.1 menunjukkan formulasi bagi setiap sampel aiskrim di mana pembolehubah yang dimalarkan adalah kuantiti kandungan krim putar, susu skim, susu segar, gula kastor, kuning telur, *carboxymethyl cellulose* (CMC) dan perisa vanilla. Manakala pembolehubah bergerak balas adalah kandungan puri, serbuk biji dan serbuk kulit buah bambangan.

**Jadual 3.1 : Formulasi bagi setiap sampel aiskrim**

| Bahan (%) / Sampel aiskrim           | Kawalan | P    | PB   | PK   |
|--------------------------------------|---------|------|------|------|
| Krim putar                           | 40      | 40   | 40   | 40   |
| Susu skim                            | 14.5    | 14.5 | 14.5 | 14.5 |
| Susu segar                           | 30      | 30   | 30   | 30   |
| Gula kastor                          | 15      | 15   | 15   | 15   |
| Kuning telur                         | 0.2     | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC) | 0.2     | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| Perisa vanilla                       | 0.3     | 0.3  | 0.3  | 0.3  |
| Puri buah bambangan                  | -       | 20   | 20   | 20   |
| Serbuk biji buah bambangan           | -       | -    | 3    | -    |
| Serbuk kulit buah bambangan          | -       | -    | -    | 3    |

<sup>1</sup> Berdasarkan formulasi asas komposisi aiskrim (Bhandari, 2001)

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

### 3.3.2 Pemprosesan aiskrim bambangan

Bagi pemprosesan aiskrim bambangan, kaedah Bhandari (2001) digunakan dengan sedikit penambahbaikan dan kesesuaian peralatan dalam makmal. Bahan-bahan ditimbang terlebih dahulu mengikut nilai peratusan yang sudah ditetapkan bagi keempat-empat sampel aiskrim. Masukkan semua bahan ke dalam mesin pengadun dan biarkan campuran tersebut diadun sehingga sebati. Kemudian, campuran aiskrim dimasak dengan suhu tinggi (80°C) selama 15 minit. Selepas itu, campuran aiskrim dibiarkan semalaman (24 jam) di dalam peti sejuk dengan suhu - 4°C. Kemudian, campuran aiskrim dimasukkan ke dalam mesin aiskrim selama 30 minit. Aiskrim yang terhasil kemudiannya dimasukkan ke dalam bekas kedap udara yang telah dilabel.

Aiskrim disimpan di dalam peti sejukbeku pada suhu ( $-21^{\circ}\text{C}$ ) untuk tujuan analisis komposisi kimia dan aktiviti antipengoksida selanjutnya.

### **3.4 Analisis Proksimat**

Analisis proksimat merupakan satu analisis kimia yang dilakukan untuk menentukan kandungan nutrisi seperti lembapan, abu, protein, lemak serabut kasar dan karbohidrat. Analisis dijalankan kepada satu sampel aiskrim segar daripada setiap formulasi. Semua kaedah analisis bagi penentuan kandungan kecuali penentuan kandungan karbohidrat dilakukan menggunakan kaedah AOAC (1990).

#### **3.4.1 Penentuan Kandungan Lembapan**

Penentuan kandungan lembapan merupakan salah satu analisis yang penting dilakukan ke atas produk makanan namun ia juga merupakan salah satu analisis yang paling sukar untuk mendapatkan data yang tepat dan jitu (Suzanne Nielsen, 2010). Bahan kering yang tertinggal selepas penyingkiran lembapan dipanggil jumlah pepejal. Kandungan lembapan sampel ditentukan menggunakan kaedah AOAC (2000). Mangkuk pijar silika dipanaskan selama tiga jam terlebih dahulu di dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$ .

Kemudian, mangkuk pijar silika disejukkan dalam balang pengering. Berat mangkuk pijar silika ditimbang menggunakan penimbang elektronik dan direkodkan, (*a*) gram. Sebanyak lima gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam mangkuk pijar silika. Berat bersama sampel dan mangkuk pijar silika ditimbang dan direkodkan, (*b*) gram. Mangkuk pijar silika bersama dengan sampel dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam pada suhu yang ditetapkan iaitu  $105^{\circ}\text{C}$ . Selepas 24 jam, mangkuk pijar silika dikeluarkan dan dibiarkan sejuk di dalam balang pengering. Berat mangkuk pijar silika bersama dengan sampel kering ditimbang dan direkodkan, (*c*) gram. Analisis diulang sebanyak tiga kali bagi setiap sampel untuk mendapatkan nilai purata peratusan bacaan. Peratusan kandungan lembapan dikira menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ kandungan lembapan} : \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100$$

Di mana;

$a =$  Berat mangkuk pijar silika kosong (g)

$b =$  Berat mangkuk pijar silika + berat sampel yang belum dikeringkan (g)

$c =$  Berat mangkuk pijar silika + berat sampel yang telah dikeringkan (g)

### 3.4.2 Penentuan Kandungan Abu

Kandungan abu sampel ditentukan dengan menggunakan kaedah AOAC (2000). Berat mangkuk pijar silika yang telah dikeringkan ditimbang menggunakan penimbang elektronik, ( $a$ ) gram. Sebanyak lima gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam mangkuk pijar silika. Berat bersama mangkuk pijar silika dan sampel ditimbang dan direkodkan, ( $b$ ) gram.

Kemudian, sampel dipanaskan menggunakan penunu bunsen dengan nyalaan sederhana untuk menguraikan bahan-bahan organik dan pastikan penutup mangkuk pijar sentiasa dibuka sepanjang proses pemanasan. Apabila asap putih dari sampel tidak kelihatan lagi, mangkuk pijar ditutup menggunakan penutupnya dan dimasukkan ke dalam relau pada suhu 550°C selama 24 jam sehingga abu putih terbentuk. Selepas itu, sampel dikeluarkan dari relau dan dibiarkan menyejuk di dalam balang pengering. Kemudian, berat mangkuk pijar dan abu ditimbang dan direkodkan, ( $c$ ) gram. Analisis diulang sebanyak tiga kali bagi setiap sampel untuk mendapatkan nilai purata peratusan bacaan. Peratusan kandungan abu dikira menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ kandungan abu} : \frac{c - a}{b - a} \times 100$$

$a =$  Mangkuk pijar silika (g)

$b =$  Mangkuk pijar silika + sampel (g)

$c =$  Mangkuk pijar + abu (g)

### 3.4.3 Penentuan Kandungan Protein

Kandungan protein kasar ditentukan dengan menggunakan kaedah Kjeldahl menggunakan mesin instrumen Kjelttec 2500 (Kjelttec™ System, FOSS Analytical, Denmark). Nilai kandungan protein yang diambil adalah nilai selepas ditukar menggunakan faktor penukaran nitrogen 6.25. Sebanyak dua gram sampel diletakkan ke dalam tiub pencernaan dan ditambah dua tablet pemangkin selenium serta 15ml asid sulfurik pekat. Kemudian, sampel dicerna pada suhu yang tinggi menggunakan instrumen pencernaan sehingga semua sampel tercerna dan menghasilkan cecair jernih kehijauan. Selepas disejukkan, tiub pencernaan dimasukkan ke dalam mesin instrumenn Kjelttec 2500 di mana proses penyulingan dan penitratan berlaku. Nilai peratusan nitrogen dibaca pada mesin instrumen tersebut dan direkodkan.

### 3.4.4 Penentuan Kandungan Lemak

Kandungan lemak sampel ditentukan dengan menggunakan kaedah Soxhlet seperti yang terkandung dalam kaedah AOAC (2000). Kelalang Soxhlet dikeringkan dan ditimbang setelah disejukkan di dalam balang pengering, (*a*) gram. Sebanyak dua gram sampel ditimbang dan direkodkan beratnya, (*b*) gram dan dimasukkan kedalam kelongsong Soxhlet. Sedikit kapas disumbatkan ke dalam kelongsong ekstraksi untuk mengelakkan kekurangan sampel semasa proses pengekstrakan. Kemudian, kelongsong akan dipasangkan pada peralatan ekstraksi soxhlet dan disambung dengan kelalang soxhlet.

Petroleum eter dimasukkan ke dalam peralatan ekstraksi soxhlet sehingga memenuhi  $\frac{3}{4}$  bahagian kelalang. Kelalang soxhlet dipanaskan dengan pemanas elektronik sehingga petroleum eter menyejat sepenuhnya. Kemudian, masukkan kelalang Soxhlet ke dalam oven pada suhu 100°C selama satu jam. Keluarkan kelalang Soxhlet dari oven dan sejukkan ia di dalam balang pengering. Berat kelalang soxhlet dan lemak yang tersisa ditimbang, (*c*) gram. Analisis diulang sebanyak tiga kali bagi mendapatkan purata bacaan nilai kandungan lemak di dalam sampel. Peratusan lemak dikira dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ kandungan lemak: } \frac{c - a}{b} \times 100$$

Dimana;

$a$  = berat kelalang soxhlet (g)

$b$  = berat sampel (g)

$c$  = berat kelalang soxhlet dengan lemak (g)

### 3.4.5 Penentuan Kandungan Serabut Kasar

Kandungan serabut kasar sampel ditentukan dengan menggunakan kaedah AOAC (2000). Sebanyak dua gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam bikar. 200ml larutan asid sulfurik  $\text{H}_2\text{SO}_4$  juga dituang ke dalam bikar. Kemudian, bikar ditutup menggunakan piring porselin dan beberapa ketul ais diletakkan di atas piring porselin bagi tujuan kondensasi. Larutan dipanaskan menggunakan alat pemanas elektronik selama 30 minit. Semasa proses pendidihan, air suling ditambah dari masa ke semasa supaya isipadu larutan dikekalkan pada 200ml. Selepas 30 minit, sisa dibasuh dengan air suling yang panas sehingga tidak berasid dan diuji menggunakan kertas litmus biru. Sisa sampel kemudiannya dimasukkan ke dalam bikar yang mengandungi 200ml larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ).

Proses pemanasan diulang semula selama 30 minit. Kemudian, sisa dibasuh menggunakan air suling yang panas sehingga tidak beralkali dan diuji menggunakan kertas litmus merah. Kemudian, sisa dimasukkan ke dalam mangkuk pijar silika dan dikeringkan di dalam oven pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Mangkuk pijar silika dikeluarkan dan disejukkan di dalam balang pengering. Berat mangkuk pijar silika ditimbang dan direkodkan ( $a$ ) gram. Selepas itu, mangkuk pijar dimasukkan semula ke dalam oven pada suhu  $550^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Mangkuk pijar dikeluarkan dan dibiarkan menyejuk di dalam balang pengering. Timbang dan rekodkan beratnya, ( $b$ ) gram. Analisis diulang sebanyak tiga kali bagi mendapatkan purata bacaan nilai kandungan serabut kasar di dalam sampel. Peratusan serabut kasar dikira menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ kandungan serabut kasar} : \frac{a - b}{w} \times 100$$

Di mana;

$a$  = Berat mangkuk pijar silika selepas dikeringkan pada suhu 100°C (g)

$b$  = Berat mangkuk pijar silika selepas dikeringkan pada suhu 550°C (g)

$w$  = Berat sampel (g)

### 3.4.6 Penentuan Kandungan Karbohidrat

Kandungan karbohidrat sampel ditentukan dengan menggunakan kaedah AOAC (2000). Peratusan kandungan karbohidrat dalam sampel ditentukan melalui pengiraan. Peratusan kandungan karbohidrat dikira dengan menolak jumlah peratusan kandungan lembapan, abu, protein, lemak dan serabut kasar, iaitu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ kandungan karbohidrat} = 100\% - \text{jumlah peratusan (kandungan lembapan, abu, protein, lemak, serabut kasar)}$$

### 3.5 Penentuan Kandungan Mineral

Kandungan mineral utama (Ca, Mg, Na dan K) dan mineral surih (Fe, Zn, Cu dan Mn) ditentukan dengan menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom (AAS) dengan menggunakan katod lampu tunggal berongga dan penunu udaraastilena (AOAC, 1999). Dalam proses penyediaan ekstrak mineral, sampel-sampel itu perlu melalui proses pengabuan.

Selepas proses pengabuan sampel, semua radas dicuci dan direndam dalam 10% asid nitrik untuk satu malam bagi memastikan radas yang digunakan tidak

dicemari dengan mineral lain. Semua radas kemudian dibilas dengan air suling dan dikeringkan. Larutan standard disediakan dengan menyediakan larutan stok (10mg/L) untuk setiap mineral dalam langkah awal. Larutan standard dengan kepekatan awal, 1000mg/L, 1ml larutan daripada 1000mg/L telah dipipet ke dalam kelalang volumetri 10ml untuk menyediakan larutan stok (100mg/L). Kemudian, 1ml larutan daripada 100mg/L telah dipipet ke dalam kelalang volumetri 10ml untuk menyediakan larutan stok (10mg/L). Daripada larutan stok itu, jika hendak menyediakan 5ppm larutan standard, 5 ml daripada larutan stok itu telah diambil dan air suling ditambahkan sehingga mencapai 10mL dalam 10ml kelalang volumetri itu. Larutan standard yang mempunyai konsentrasi yang berbeza adalah untuk menyediakan satu lengkung kalibrasi yang disediakan dengan menggunakan larutan stok.

- Larutan piawai besi - 1000  $\mu\text{g/ml}$  Fe
- Larutan piawai kuprum – 1000  $\mu\text{g/ml}$  Cu
- Larutan piawai zink- 1000  $\mu\text{g/ml}$  Zn
- Larutan piawai mangan - 1000  $\mu\text{g/ml}$  Mn
- Larutan piawai aluminium - 1000  $\mu\text{g/ml}$  Al
- Larutan piawai silikion – 1000  $\mu\text{g/ml}$  Si
- Larutan piawai kalsium – 1000  $\mu\text{g/ml}$  Ca
- Larutan piawai plumbum – 1000  $\mu\text{g/ml}$  Pb
- Larutan natrium – 1000  $\mu\text{g/ml}$  Na
- Larutan piawai magnesium – 1000  $\mu\text{g/ml}$  Mg

Sampel ( $2 \pm 0.1\text{g}$ ) ditimbangkan ke dalam kelalang kon 50ml. Semua bahan organik disingkirkan dengan menggunakan kaedah pengabuan basah. Asid nitrik, 12ml dicampurkan dalam kelalang kon yang mengandungi sampel dan direndam selama 24 jam. Larutan sampel dipanaskan di atas plat pemanas untuk menyingkirkan semua bahan organik sehingga larutan sampel bertukar menjadi lutsinar dan tiada lagi pembentukan asap perang untuk menyingkirkan semua bahan

organik. Seterusnya, sampel disejukkan sehingga mencapai suhu bilik. Campuran larutan sampel ditapis menggunakan kertas turas dan hasil turasan dikumpulkan dalam kelalang volumetri 100ml. Air suling ditambahkan sehingga mencapai aras 100ml kelalang volumetri.

Larutan asal bagi setiap sampel ialah  $10^{-1}$  pencairan. Pencairan bersiri larutan sampel dilakukan mengikut kepekatan yang dikehendaki pada setiap elemen mineral yang dikaji. Larutan piawai yang disediakan digunakan untuk menyediakan lengkung penentukuran untuk setiap jenis mineral sebelum penentuan. Kepekatan elemen mineral dalam sampel boleh diperolehi daripada plot keserapan melawan kepekatan ( $\mu\text{g/ml}$  atau  $\text{mg/L}$  atau  $\text{ppm}$ ) bagi setiap elemen. Kepekatan ( $\text{mg}/100\text{g}$ ) untuk setiap elemen mineral boleh dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kepekatan mineral, } \frac{\text{mg}}{100\text{g}} = \frac{C \times V \times D}{1000} \times 100$$

Di mana,

C = Bacaan konsentration daripada AAS,  $\text{mg/L}$  ( $\text{ppm}$ )

V = Isipadu sampel, ml

D = Faktor pencairan

W = Berat sampel, g

### 3.6 Penentuan Aktiviti Antipengoksida

#### 3.6.1 Kaedah Pengekstrakan

Penyediaan ekstrak bagi setiap bahagian buah dilakukan mengikut kaedah Velioglu *et al.* (1998) dengan sedikit penambahbaikan. Sebanyak 0.1g ditimbang bagi setiap bahagian sampel dan dimasukkan ke dalam 5ml larutan metanol dengan kepekatan 80%. Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam penggongcang orbit selama 2 jam dengan kelajuan 200 ppm pada suhu bilik. Selepas 2 jam, sampel dikeluarkan dari penggongcang orbital dan dipindahkan masuk ke dalam mesin pengemparan dengan

penetapan kelajuan 1400 ppm selama 20 minit. Supernatan yang terhasil diambil dan disimpan untuk digunakan bagi analisis seterusnya.

### 3.6.2 Jumlah Kandungan Fenolik

Jumlah kandungan fenolik ekstrak ditentukan mengikut kaedah Velioglu *et al.* (1998) dengan sedikit penambahbaikan. Sebanyak 300 $\mu$ l ekstrak sampel dicampurkan dengan 2.25ml reagen Follin-Ciocalteu (pencairan 10x) dan dibiarkan selama lima minit pada suhu bilik. Kemudian, 2.25ml larutan natrium karbonat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (60g/L) dicampurkan ke dalam larutan tersebut. Ujian kawalan mengandungi semua bahan uji kecuali sampel. Selepas 90 minit, penyerapan diukur pada 725 nm menggunakan spektrofotometer *UV-visible*. Jumlah kandungan fenolik ditentukan menggunakan standard lengkung penentukuran asid galik dan dinyatakan sebagai mg asid galik yang setara dengan satu gram sampel kering (mg GAE/g).

### 3.6.3 Ujian Asai Kuasa Penurunan Ferik (FRAP)

Ujian asai FRAP ekstrak ditentukan mengikut kaedah Benzie dan Strain (1996) dengan sedikit penambahbaikan. Penyediaan larutan tampan asetat (30mM, pH 3.6) dilakukan dengan melarutkan 3.1g natrium asetat trihidrat di dalam 16ml asid asetik glasial dan ditambah sehingga 1L dengan menggunakan air suling. pH larutan itu diselaraskan kepada pH 3.6 dengan menggunakan larutan NaOH. Bagi penyediaan larutan ferik klorida (FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O), sebanyak 0.0541g ferik klorida dilarutkan dalam 10ml air suling. Penyediaan 10mM 2,4,6-tripyridyl-5-triazine (TPTZ) adalah dengan melarutkan sebanyak 0.0620g TPTZ di dalam 20ml 40mM HCl. Larutan campuran itu digoncang dengan kuat (Benzie dan Strain, 1999) dan diletakkan di dalam '*water bath*' pada suhu 50°C sehingga campuran larutan larut sepenuhnya.

Ujian FRAP dilakukan dengan menyediakan larutan stok yang mengandungi 30mM larutan tampan asetat pada pH 3.6, 20mM larutan ferik klorida (FeCl<sub>3</sub> . 6H<sub>2</sub>O) dan larutan TPTZ (10mM) dalam 40mM HCl. Larutan ini disediakan segar dengan mencampurkan 200ml larutan tampan asetat, 20ml larutan TPTZ, 20ml larutan ferik

klorida dan 24ml air suling dan dihangatkan di dalam tab air pada suhu 37°C sebelum menggunakannya.

Kemudian, 100µl ekstrak sampel ditambah dengan 300µl air suling dan 3.0ml reagen FRAP dan dibiarkan selama 30 minit dalam keadaan yang gelap. Kecerapan sampel telah diambil pada 593nm dengan menggunakan spektrofotometer *UV-Vis*. Keputusan dinyatakan sebagai Trolox µm setara/g ekstrak (µMTE/g). Pencairan tambahan adalah diperlukan sekiranya nilai FRAP yang diukur melebihi julat linear lengkung standard.

#### **3.6.4 Penentuan Aktiviti Pemerangkapan Radikal Bebas (DPPH)**

Aktiviti Pemerangkapan radikal bebas ditentukan mengikut kaedah Brand *et al.* (1995) dengan sedikit penambahbaikan. Sebanyak 0.1ml sampel dicampurkan ke dalam 5ml reagen dpph (0.00039g dpph di dalam 1L metanol). Campuran itu kemudian digoncang dengan kuat dan dibiarkan selama 30 minit pada suhu bilik. Kemudian, kecerapan sampel telah diambil pada 517nm menggunakan spektrofotometer *UV-Vis*. Sampel telah dianalisis secara triplikat. Aktiviti Pemerangkapan radikal bebas boleh dikira seperti di bawah:

$$\text{Aktiviti Pemerangkapan (\%)}: \left(1 - \frac{a}{b}\right) \times 100\%$$

Di mana,

a = Kecerapan sampel pada 517nm

b = Kecerapan kawalan pada 517nm

### **3.7 Penentuan Kandungan Vitamin C**

#### **3.7.1 Kaedah Pengekstrakan**

Pengekstrakan sampel dijalankan mengikut kaedah Brubacher *et al.* (1985). Sebanyak 25g berat sampel ditimbang dan ditambah dengan 25 ml asid metafosforik (4.5%). Kemudian, larutan dihomogen dan disentrifugasikan pada 22,100g selama 15 minit dengan suhu ditetapkan pada 4°C. Supernatan yang terhasil akan ditapis menggunakan penapis vakum dengan kertas turas whatman no.1 dan membran bersaiz 0.45µm (whatman no.1). Sebanyak 10 ml dari larutan yang telah diekstrak akan disuntik ke dalam sistem High Performance Chromatography Liquid (HPLC).

#### **3.7.2 Kondisi Kromatografi**

Sistem HPLC dilakukan menggunakan pengawal 600 dan alat pengesan penyerapan 486 pada panjang gelombang 245 nm. Penyuntik manual dengan gelung sampel bersaiz 20 µl digunakan untuk memindahkan ekstrak sampel ke dalam kolum. Mengikut Sanchez-Mata *et al.* (2000), fasa pegun untuk sistem ini adalah menggunakan fasa balikan jenis C18 Spherisorb ODS2 (5µm) kolum keluli tahan karat (4.6mm x 250 mm). Fasa bergerak pula menggunakan 0.01% asid sulfurik dengan pH yang ditetapkan pada pH 2.6.

### **3.8 Ujian Penilaian Sensori**

#### **3.8.1 Ujian Skala Hedonik**

Ujian hedonik mengukur secara terus darjah atau tahap kesukaan atau penerimaan produk oleh populasi (Aminah, 2000). Oleh yang demikian, seramai 70 orang ahli panel dipilih secara rawak di Fakulti Sains Makanan dan Pemakanan (FSMP) dari Universiti Malaysia Sabah (UMS) untuk menjalankan ujian penilaian sensori hedonik ini.

Empat sampel aiskrim dengan formulasi yang berlainan ini akan dinilai oleh para panel yang telah dipilih. Bagi borang ujian Sensori Hedonik, skala sembilan titik

digunakan, iaitu skala 'tersangat suka', skala 'sangat suka', 'skala sederhana suka', skala 'suka sedikit', skala 'suka pun tidak, tidak suka pun tidak', skala 'tidak suka sedikit', skala 'sederhana tidak suka', skala 'sangat tidak suka' dan skala 'tersangat suka'. Atribut-atribut yang hendak dinilai adalah dari segi warna, rasa buah bambangan, kelicinan, kemanisan, aroma, *aftertaste*, dan penerimaan keseluruhan ahli panel.

### 3.9 Ujian Mikrobiologi

Ujian mikrobiologi yang dijalankan ke atas sampel adalah bertujuan untuk menentukan tahap keselamatan dan mutu penyimpanan produk. Ujian mikrobiologi yang dijalankan ke atas sampel aiskrim adalah dengan kaedah *Total Plate Count* menggunakan media *Plate Count Agar* (PCA) dan kaedah kiraan yis dan kulat menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) sebagai media untuk pertumbuhan yis dan kulat.

#### 3.9.1 Penyediaan Larutan Sampel

Medium PDA dan medium PCA masing-masing disediakan dengan melarutkan 39g granul PDA dan sebanyak 2.25g gram granul PCA dalam satu liter air suling. Kemudian, larutan dididihkan sehingga granul larut sepenuhnya menjadi larutan jernih. Larutan yang terhasil dimasukkan ke dalam mesin autoklaf selama 15 minit pada suhu 121°C (Farias *et al.*, 2010). Larutan sampel aiskrim disediakan dengan nisbah 1:10 di mana, 10g sampel ditimbang dan ditambahkan ke dalam 90ml air pepton untuk mendapatkan larutan dengan faktor pencairan  $10^{-1}$ . Kemudian, larutan dihomogenkan menggunakan mesin stomacher di dalam beg stomacher selama 30 saat. Bagi pencairan seterusnya, 1ml larutan sampel  $10^{-1}$  dipipet ke dalam botol universal yang mengandungi 9ml larutan air pepton yang telah disterilkan untuk menghasilkan larutan  $10^{-2}$ . Pencairan bersiri dilakukan sehingga larutan  $10^{-3}$  (Tortora *et al.*, 2010).

### 3.9.2 Kaedah Kiraan Jumlah Plat

Bagi kaedah kiraan jumlah plat, kaedah pour plate digunakan. 1ml sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam piring petri secara aseptik dan proses ini bermula dari larutan yang tertinggi ke larutan yang terendah (Tortora *et al.*, 2010). Setiap sampel bagi setiap larutan dibuat sebanyak tiga kali. Kemudian, sebanyak 12-15ml agar dituang ke dalam piring petri. Piring petri diputar mengikut angka 8 bagi menyebatkan agar dengan sampel. Setelah agar memejal, piring petri diterbalikkan dan dikultur dalam mesin inkubator pada suhu 37°C selama 24- 36 jam (Tortora *et al.*, 2010). Koloni dan keputusan dikira dan hanya agar yang mempunyai koloni 30-300 yang dikira dan direkodkan. Bacaan purata koloni pada agar dikira sebagai cfu/g. Pengiraan koloni per gram dikira mengikut formula berikut :

$$\frac{Cfu}{g} = \frac{\text{jumlah purata koloni}}{\text{Isipadu sampel}} \times \frac{(1)}{\text{faktor pencairan larutan}} \quad (1)$$

### 3.9.3 Kaedah Pengiraan Yis dan Kulat

Bagi kaedah pengiraan yis dan kulat kaedah spread plate digunakan. Sebanyak 15ml agar dituang ke dalam piring petri dan dibiarkan membeku. Kemudian, 0.1ml sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam piring petri secara aseptik. Proses ini bermula dari larutan yang paling tinggi ke larutan yang paling rendah (Tortora *et al.*, 2010). Setiap sampel bagi setiap larutan dibuat sebanyak tiga kali. Rod kaca 'L' yang telah disteril digunakan untuk menyebarkan sampel secara rata pada permukaan agar. Kemudian, agar dimasukkan ke dalam mesin inkubator pada suhu 29° selama 48jam. Koloni dan keputusan dikira dan hanya agar yang mempunyai koloni 20-200 yang dikira dan direkodkan. Bacaan purata koloni pada agar dikira sebagai cfu/g. Pengiraan koloni per gram dikira mengikut formula berikut :

$$\frac{Cfu}{g} = \frac{\text{jumlah purata koloni}}{\text{Isipadu sampel}} \times \frac{(1)}{\text{faktor pencairan larutan}} \quad (1)$$

### 3.10 Analisis Fizikal Aiskrim

#### 3.10.1 *Overrun*

Kemasukan udara ke dalam campuran aiskrim dapat mengurangkan kepadatan produk disamping dapat membantu meningkatkan isipadu hasil akhir aiskrim. Menurut Lewis (1996), pertambahan isipadu ini dikenali sebagai *overrun*. Persamaan untuk pengiraan overrun menurut Wildmoser *et al.*, (2004) adalah seperti berikut:

$$\text{Overrun} = \frac{\text{jisim campuran aiskrim} - \text{jisim isipadu aiskrim yang sama}}{\text{jisim isipadu aiskrim yang sama}} \times 100$$

#### 3.10.2 Penentuan Kelikatan (Viskositi)

Penentuan kelikatan aiskrim dilakukan berdasarkan kaedah Mc Gregor dan White (1987) pada suhu sampel mencapai 8°C dengan menggunakan instrumen viskometer Brookfield DV II (Brookfield Engineering Lab, Inc.). Pemutaran instrumen viskometer dilaraskan pada 50 rpm dan 100 rpm dengan menggunakan *spindle* nombor 2. Keputusan hasil kajian didapati dengan mengambil setiap sampel diambil ukuran dalam unit centipoise (cp) sebanyak tiga kali dan direkodkan (Greenvaum dan Aryana, 2013).

#### 3.10.3 Penentuan Nilai pH

Sebanyak 10g sampel dalam keadaan lembut ditimbang dan dimasukkan ke dalam bikar. Nilai pH aiskrim bambangan diukur pada suhu bilik menggunakan pH meter. pH meter haruslah dikalibrasikan terlebih dahulu dengan di dalam larutan pH 7 sebelum penilaian pH sampel dilakukan. Apabila bacaan pH telah stabil, nilainya dicatatkan.

#### 3.10.4 Penentuan Warna

Warna setiap sampel dianalisis menggunakan *Colorimeter* (Universal Hunter Lab). Setiap sampel diambil bacaan sebanyak tiga kali. Tiga bacaan yang diperoleh diambil

sebagai keputusan hasil kajian. Nilai purata bagi \*L (kecerahan), a\* (kemerahan/kehijauan) dan \*b (kebiruan/kekuningan) direkodkan (Safa dan Ahmed, 2011).

### **3.10.5 Penentuan Jumlah Pepejal Terlarut**

Penentuan jumlah pepejal terlarut sampel dianalisis menggunakan refraktrometer (Atago N-2E Brix 28 ~ 62%). Mengikut kaedah Rex Harrill (1998), sampel yang berada dalam keadaan lembut dititiskan di atas plat refraktrometer yang bersih dan kering. Kemudian, bacaan °Brix yang tertera pada skrin refraktrometer dicatat dan direkodkan sebanyak tiga kali bagi setiap sampel.

### **3.11 Analisis Statistik**

Setiap data ditunjukkan sebagai nilai purata  $\pm$  sisihan piawai ( $n=3$ ) dan nilai purata dianalisis dengan satu-hala ANOVA dan ujian Tukey – HSD pada  $p<0.05$  untuk menentukan perbezaan yang signifikan antara komposisi kimia dan aktiviti antipengoksida pada setiap sampel. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan sistem *Statistical Package for the Social Sciences* versi 18.0.

## BAB 4

### HASIL DAN PERBINCANGAN

#### 4.1 Buah Bambangan

##### 4.1.1 Analisis Proksimat

Analisis proksimat telah dijalankan ke atas tiga bahagian buah bambangan yang berlainan iaitu isi, kulit dan biji buah bambangan. Hasil keputusan analisis proksimat bagi setiap buah bambangan adalah seperti yang ditunjukkan di dalam Jadual 4.1.

**Jadual 4.1 : Keputusan analisis proksimat buah bambangan**

| Komposisi Proksimat<br>(100%) | Bahagian Buah             |                           |                           |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                               | Isi                       | Kulit                     | Biji                      |
| Kelembapan                    | 25.93 <sup>c</sup> ± 0.29 | 15.76 <sup>b</sup> ± 0.32 | 2.60 <sup>a</sup> ± 0.16  |
| Protein                       | 5.3 <sup>a</sup> ± 0.02   | 8.19 <sup>c</sup> ± 0.01  | 7.03 <sup>b</sup> ± 0.02  |
| Lemak                         | 1.85 <sup>a</sup> ± 0.08  | 9.06 <sup>b</sup> ± 0.10  | 23.33 <sup>c</sup> ± 0.74 |
| Karbohidrat                   | 50.07 <sup>b</sup> ± 0.11 | 41.61 <sup>a</sup> ± 0.12 | 55.05 <sup>c</sup> ± 0.02 |
| Abu                           | 7.40 <sup>b</sup> ± 0.17  | 14.27 <sup>c</sup> ± 0.41 | 4.05 <sup>a</sup> ± 0.05  |
| Serabut Kasar                 | 9.45 <sup>b</sup> ± 0.00  | 11.11 <sup>c</sup> ± 0.83 | 7.49 <sup>a</sup> ± 0.08  |

<sup>1</sup> Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Sampel yang digunakan untuk analisis merupakan sampel segar yang telah dikeringkan.

##### a. Kelembapan

Analisis kandungan kelembapan yang dijalankan ke atas ketiga-tiga bahagian buah menunjukkan bahawa nilai kandungan kelembapan tertinggi adalah pada isi buah bambangan iaitu 12.67 % diikuti dengan kulit dan biji. Ketiga-tiga kandungan kelembapan bagi setiap bahagian buah yang berbeza menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ). Nilai kandungan kelembapan di dalam isi buah bambangan yang telah dikeringkan adalah sedikit tinggi berbanding dengan yang dilaporkan oleh Ibrahim *et al.* (2010) iaitu 10.01%.

Perbezaan ini mungkin terjadi kerana cara pengendalian dan penyimpanan sampel yang berbeza. Di mana, mengikut Ibrahim *et al.* (2010), sampel disimpan terlebih dahulu di dalam bilik sejukbeku yang bersuhu  $-80^{\circ}\text{C}$  sebelum dikeringkan menggunakan alat pengering sejukbeku. Manakala, suhu penyimpanan sampel kajian sebelum dikeringkan adalah  $-20^{\circ}\text{C}$ . Ibrahim *et al.* (2010) juga turut melaporkan kandungan lembapan bagi isi buah bambangan segar adalah sebanyak 86.84%. Kajian lepas menunjukkan bahawa purata peratusan kandungan lembapan di dalam isi buah mangga segar adalah 77.85% - 82.22% (Parvez, 2016).

#### **b. Protein**

Analisis protein menunjukkan kandungan protein tertinggi adalah pada kulit buah bambangan iaitu sebanyak 8.19% diikuti oleh biji buah bambangan (7.03%) dan seterusnya isi buah bambangan (5.3%). Nilai kandungan protein bagi ketiga-tiga bahagian buah bambangan ini menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ). Kajian lepas terhadap spesies buah mangga dari genus yang sama seperti buah bambangan melaporkan purata nilai kandungan protein di dalam biji buah mangga adalah di antara 1.43% - 6.36% (Kittiphom, 2012) manakala bagi isi buah mangga pula adalah 1.30% - 1.65% (Parvez, 2016). Kandungan protein di dalam buah bambangan menunjukkan nilai yang sedikit tinggi berbanding nilai yang dilaporkan oleh Ibrahim *et al.* (2010) iaitu sebanyak 3.78%.

#### **c. Lemak**

Bagi kandungan lemak, nilai peratusan tertinggi dicatatkan oleh kandungan lemak di dalam biji bambangan iaitu sebanyak 23.33% diikuti oleh peratus kandungan lemak dalam kulit buah bambangan (9.06%) dan seterusnya isi buah bambangan (1.85%). Terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi ketiga-tiga bahagian buah bambangan yang berbeza. Nilai peratusan kandungan lemak di dalam isi buah bambangan adalah hampir sama dengan nilai yang laporkan oleh Ibrahim *et al.* (2010) iaitu sebanyak 1.75%. Kajian lepas turut melaporkan nilai lemak tertinggi adalah di dalam biji buah mangga dengan nilai puratanya sebanyak 4.92% - 13.0% (Kittiphom, 2012). Menurut Kittiphom (2012), kandungan lemak adalah paling tinggi di dalam biji mangga berbanding isi dan kulitnya adalah kerana komponen utama di

dalam biji mangga terdiri daripada kanji, lemak dan protein manakala minyak dari kernel biji mangga pula terdiri daripada kira-kira 44% sehingga 48% asid lemak tepu (asid stearik) dan 52% sehingga 56% asid lemak tak tepu.

#### **d. Karbohidrat**

Berdasarkan hasil analisis, nilai peratusan kandungan karbohidrat yang paling tinggi adalah di dalam biji buah bambangan dengan nilai sebanyak 55.05% diikuti dengan kandungan karbohidrat dalam isi buah bambangan (50.07%) dan kulit buah bambangan (41.61%). Ketiga-tiga bahagian buah bambangan yang berbeza menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ). Nilai peratusan karbohidrat di dalam isi buah bambangan yang didapati dalam kajian ini adalah rendah berbanding nilai yang dilaporkan oleh Ibrahim *et al.* (2010) iaitu 76.09%. Purata nilai peratusan kandungan karbohidrat yang dilaporkan oleh Kittiphom dan S. (2012) di dalam biji buah mangga adalah di antara 32.24% - 48.19%, manakala kandungan karbohidrat di dalam isi buah mangga adalah sebanyak 16.25% - 19.78% (Parvez, 2016).

#### **e. Abu**

Nilai peratusan kandungan abu yang paling tinggi didapati di dalam kulit buah bambangan iaitu sebanyak 14.27% diikuti dengan nilai peratusan abu di dalam biji buah bambangan (7.4%) seterusnya isi buah bambangan (4.05%). Terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi ketiga-tiga bahagian buah bambangan yang berbeza. Nilai kandungan abu di dalam isi buah bambangan adalah berbeza sedikit dengan nilai yang dilaporkan oleh Ibrahim *et al.* (2010), iaitu nilai peratusan kandungan abu adalah sebanyak 3.30%. Ini mungkin disebabkan oleh perbezaan lokasi pengambilan sampel. Kajian ini menggunakan sepenuhnya sampel buah bambangan yang didapati dari daerah Kota Belud, Sabah manakala Ibrahim *et al.* (2010) menggunakan sampel buah bambangan dari Bau, Sarawak. Kandungan mineral sedia ada di dalam tanah tapak penanaman, iklim, fasa matang dan masa penuaian antara faktor yang menyumbang kepada perbezaan kandungan mineral yang terdapat di dalam buah bambangan. Parvez (2016) melaporkan bahawa julat kandungan peratusan nilai abu di dalam isi buah mangga adalah sebanyak 0.31% -

0.45%. Nilai ini adalah rendah berbanding nilai peratusan kandungan abu di dalam isi buah bambangan.

#### **f. Serabut Kasar**

Berdasarkan hasil kajian, peratusan nilai serabut kasar yang tertinggi terdapat di dalam kulit buah bambangan iaitu sebanyak 11.11% diikuti dengan isi buah bambangan (9.45%) dan biji buah bambangan (7.49%). Ketiga-tiga bahagian buah bambangan yang berbeza ini menunjukkan perbezaan signifikan ( $P < 0.05$ ). Nilai serabut kasar ini adalah sangat tinggi berbanding dengan nilai yang dilaporkan oleh Ibrahim *et al.* (2010) iaitu sebanyak 0.12%. Seperti yang disebutkan sebelum ini, lokasi berbeza tempat pengambilan sampel kajian merupakan faktor utama yang menyumbang kepada perbezaan nilai yang didapati. Selain itu, nilai serabut kasar yang terdapat di dalam biji buah bambangan juga adalah lebih tinggi berbanding di dalam biji buah mangga seperti yang dilaporkan oleh Kittiphoom (2012) iaitu sebanyak 1.65% - 3.96%.

#### **4.1.2 Kandungan Mineral**

Berdasarkan Jadual 4.2, keputusan analisis menunjukkan bahawa kulit buah bambangan mempunyai nilai elemen mineral yang tinggi jika dibandingkan dengan nilai elemen mineral yang terkandung di dalam isi dan biji buah bambangan. Terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi kesemua elemen mineral dalam tiga bahagian buah bambangan yang berbeza. Melalui ujian analisis proksimat, kulit buah bambangan juga menunjukkan nilai kandungan abu yang paling tinggi berbanding nilai kandungan abu di dalam isi dan biji buah bambangan. Nilai kandungan abu sebenarnya mewakili kandungan mineral yang ada di dalam sesuatu sampel makanan tersebut.

**Jadual 4.2 : Keputusan analisis kandungan mineral di dalam buah  
bambangan (isi, biji dan buah)**

|                       | Bahagian Buah       |                     |                     |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                       | Isi<br>(mg/100g)    | Biji<br>(mg/100g)   | Kulit<br>(mg/100g)  |
| <b>Besi (Fe)</b>      | 3.52 <sup>b</sup>   | 2.96 <sup>a</sup>   | 5.95 <sup>c</sup>   |
| <b>Kuprum (Cu)</b>    | 1.72 <sup>a</sup>   | 4.14 <sup>b</sup>   | 6.25 <sup>c</sup>   |
| <b>Zink (Zn)</b>      | 14.00 <sup>b</sup>  | 9.66 <sup>a</sup>   | 19.72 <sup>c</sup>  |
| <b>Mangan (Mn)</b>    | 9.93 <sup>a</sup>   | 55.94 <sup>c</sup>  | 42.66 <sup>b</sup>  |
| <b>Aluminium (Al)</b> | 36.73 <sup>c</sup>  | 20.39 <sup>a</sup>  | 28.02 <sup>b</sup>  |
| <b>Silikon (Si)</b>   | 54.07 <sup>a</sup>  | 73.17 <sup>b</sup>  | 79.26 <sup>c</sup>  |
| <b>Kalsium (Ca)</b>   | 3.93 <sup>a</sup>   | 4.11 <sup>b</sup>   | 7.11 <sup>c</sup>   |
| <b>Plumbum (Pb)</b>   | 0.46 <sup>b</sup>   | 0.42 <sup>a</sup>   | 0.75 <sup>c</sup>   |
| <b>Natrium (Na)</b>   | 146.27 <sup>b</sup> | 131.88 <sup>a</sup> | 163.47 <sup>c</sup> |
| <b>Magnesium (Mg)</b> | 126.96 <sup>b</sup> | 103.28 <sup>a</sup> | 142.78 <sup>c</sup> |

<sup>1</sup> Nilai skor min±sisi piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) ;  $n = 3$

Berdasarkan jadual 4.2, kulit bambangan kaya dengan elemen natrium (163.47 mg/100g) dan magnesium (142.78 mg/100g). Belum ada sebarang kajian lepas yang dilaporkan untuk analisis mineral yang terdapat di dalam buah bambangan. Namun, beberapa kajian tentang kandungan mineral di dalam buah yang berasal dari *genus* dan *family* yang sama dengan buah bambangan seperti buah mangga telah dilaporkan.

Menurut Ara *et al.* (2014), kajian ke atas beberapa varieti buah mangga di negara Bangladesh menunjukkan hasil keputusan analisis bagi purata kandungan elemen besi di dalam isi mangga adalah 1.54 mg/100g – 7.54 mg/100g, elemen mangan 2.96 mg/100g – 7.76 mg/100g, elemen kalsium 6.45 mg/100g, elemen natrium 7.99 mg/100g – 91.15 mg/100g dan elemen magnesium adalah di antara 1.54 mg/100g – 7.54 mg/100g. Nilai kandungan elemen natrium (146.27 mg/100g), magnesium (126.96 mg/100g) dan mangan (9.93 mg/100g) manakala kandungan elemen kalsium (3.93 mg/100g) dan besi (3.52 mg/100g) adalah dalam nilai julat seperti yg dilaporkan oleh Ara *et al.* (2014).

Kandungan elemen besi, kuprum, natrium dan magnesium yang dilaporkan adalah lebih tinggi berbanding 17 jenis buah-buahan sitrus (tomato, buah zaitun,

oren, buah beri, litchi, nanas, lemon, *amla*, anggur biru, anggur, mangga, jambu batu, delima, *wood apple*, *star apple*, limau bali dan plum yang dilaporkan oleh Dipak dan Ranajit (2004).

#### 4.1.3 Vitamin C

Vitamin C atau juga lebih dikenali sebagai asid askorbik mudah didapati di dalam buah-buahan (Jittawan *et al.*, 2011). Jumlah pengambilan vitamin C yang disyorkan di Malaysia bagi lelaki dan wanita dewasa adalah 70 mg/hari. Vitamin C berfungsi sebagai penderma atom hidrogen dan membantu membentuk radikal bebas askorбил yang stabil (Weber *et al.*, 1996).

**Jadual 4.3 Keputusan analisis kandungan Vitamin C bagi tiga bahagian buah bambangan**

| Bahagian Buah | Vitamin C (mg/100g)        |
|---------------|----------------------------|
| Isi           | 182.50 <sup>c</sup> ± 0.71 |
| Kulit         | 26.44 <sup>b</sup> ± 0.29  |
| Biji          | 14.38 <sup>a</sup> ± 0.71  |

<sup>1</sup> Nilai min ± s.p dengan huruf superskrip berbeza mempunyai perbezaan yang signifikan pada tahap  $p < 0.05$  ;  $n=3$

Jadual 4.3 menunjukkan purata kandungan vitamin C di dalam ketiga-tiga bahagian buah bambangan adalah 14.38 mg/100g hingga 182.50 mg/100g buah-buahan segar. Terdapat perbezaan signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi ketiga-tiga bahagian buah. Kandungan vitamin C yang paling tinggi adalah di dalam isi buah bambangan diikuti dengan kulit dan biji buah bambangan. Ajila *et al.* (2007) melaporkan bahawa purata kandungan vitamin C di dalam kulit buah mangga adalah di antara 188 µg/g sehingga 392 µg/g. Walaubagaimanapun, belum ada kajian lepas yang melaporkan mengenai kandungan vitamin C di dalam buah bambangan.

#### 4.1.4 Antipengoksida

Dalam kajian ini, 3 bahagian yang berbeza (isi, biji, kulit) di dalam buah bambangan dikaji. Jumlah kandungan fenolik di dalam biji buah bambangan menunjukkan nilai yang tertinggi ( $369.80 \pm 0.83$  mg/g) dengan perbezaan signifikan yang ketara ( $p < 0.05$ ) berbanding di dalam isi dan kulit buah bambangan. Kajian lepas menunjukkan bahawa sebanyak 78% kandungan fenolik terdapat di dalam biji buah bambangan dan 17% lagi terdapat di dalam kulit buah (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009). Di antara asid-asid yang menjadi penyumbang utama kepada penghasilan kandungan fenolik di dalam biji mangga dan longan adalah asid galik, asid elagik, asid kumarin, asid vanillin, asid sinamik, asid ferulik, asid kafeik (Mohd Fadzelly *et al.*, 2009).

**Jadual 4.4 : Keputusan Analisis ujian antipengoksida bagi tiga bahagian buah bambangan (isi, biji, kulit)**

|              | Jumlah Kandungan Fenolik (mg/g) | Asai kuasa penurunan ferik (FRAP) ( $\mu$ M/g) | Aktiviti Pemerangkapan Radikal Bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Isi</b>   | $25.20^a \pm 0.68$              | $485.33^a \pm 0.20$                            | $12.43^a \pm 0.34$                                                       |
| <b>Biji</b>  | $369.80^c \pm 0.83$             | $3559.00^c \pm 16.80$                          | $31.12^c \pm 0.05$                                                       |
| <b>Kulit</b> | $33.71^b \pm 1.65$              | $1134.60^b \pm 15.01$                          | $26.27^b \pm 0.17$                                                       |

<sup>1</sup> Nilai min  $\pm$  s.p dengan huruf superskrip berbeza mempunyai perbezaan yang signifikan pada tahap  $p < 0.05$  ;  $n=3$

<sup>2</sup> Jumlah kandungan fenolik dinyatakan sebagai mg asid galik bersamaan dengan 1g sampel basah

<sup>3</sup> Jumlah asai kuasa penurunan ferik dinyatakan sebagai  $\mu$ M penurunan ferik kepada ferus bersamaan dengan 1g sampel basah

<sup>4</sup> Aktiviti pemerangkapan radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) dinyatakan sebagai mg asid askorik bersamaan dengan kapasiti antipengoksida (AEAC) dalam 1g sampel kering

Menurut Mohd Fadzelly *et al.* (2010), biji buah bambangan mengandungi pelbagai jenis polifenol seperti asid fenolik (asid kafeik, asid *p*-kumarik, asid ferulik, asid sinapik, asid galik), flavanone (naringin, hesperidin) dan flavonol (rutin). Sebatian-sebatian ini yang menjadi penyumbang kepada aktiviti antipengoksida di dalam biji bambangan. Hanya sebilangan kecil jumlah polifenol yang terkandung di dalam isi buah bambangan. Menurut Lakshminarayana *et al.* (1970), jumlah

kandungan polifenol semasa fasa kematangan di dalam isi buah mangga berbanding kulit dan biji adalah yang paling tinggi ketika proses perkembangan buah.

Dua asai digunakan untuk menentukan kapasiti antipengoksida ekstrak buah bambangan dengan mekanisme antipengoksida yang berbeza iaitu asai kuasa penurunan ferik (FRAP) dan aktiviti pemerangkapan radikal bebas 1,1-difenil-2-pikirilhidrazil (DPPH). Secara umumnya, setiap ekstrak dari bahagian buah bambangan yang berbeza memaparkan trend aktiviti antipengoksida yang sama, di mana, ekstrak dari biji bambangan menunjukkan kapasiti antipengoksida yang tertinggi diikuti dengan ekstrak dari kulit dan seterusnya isi buah bambangan. Hasil kajian menunjukkan bahawa bahagian buah yang tidak dimakan iaitu biji dan kulit menghasilkan aktiviti antipengoksida yang lebih tinggi berbanding bahagian isi buah bambangan.

Hasil kajian menunjukkan trend keputusan yang sama dengan kajian lepas. Menurut Soong dan Barlow (2004), aktiviti antipengoksida di dalam biji buah-buahan seperti buah avokado, nangka, longan, mangga dan asam jawa adalah sentiasa lebih tinggi berbanding bahagian buah yang selalu dimakan (isi). Dimana, purata nilai aktiviti antipengoksida di dalam biji buah yang dilaporkan adalah 1388  $\mu\text{mol/g}$  – 2572  $\mu\text{mol/g}$  dan purata nilai aktiviti antipengoksida bagi isi buah adalah 6.8  $\mu\text{mol/g}$  – 49.9  $\mu\text{mol/g}$ . Manakala, ekstrak dari kulit buah epal (Wolfe *et al.*, 2003) atau dari kulit buah mangga (Ajila *et al.*, 2007) menunjukkan aktiviti antipengoksida yang baik di dalam kedua-dua asai antipengoksida iaitu *in vitro* dan *in-vivo*. Ajila dan Rao (2008) melaporkan bahawa ekstrak dari kulit mangga menunjukkan sifat perlindungan terhadap degradasi membran protein yang disebabkan oleh hidrogen peroksida. Metabolit sekunder (fenol, glikosida fenolik, flavonoid, antosianin dan asid amino aromatik) yang tertumpu pada kulit, biji dan batang kulit pokok buah-buahan berfungsi sebagai penghalang penyakit dan juga sebagai pertahanan dari patogen dan mikroorganisma berbahaya (Croft, 1998) yang menyumbang kepada sifat fitokimia dan antipengoksida yang tinggi.

Fitokimia yang dipercayai bertanggungjawab memerangkap aktiviti radikal bebas dalam kajian ini adalah sebatian fenolik. Sifat-sifat antipengoksida pada sebatian fenolik disumbang oleh fenol moiety yang reaktif iaitu kumpulan hidroksil pada gelang aromatik, di mana kumpulan ini mempunyai keupayaan menghapuskan radikal bebas melalui pemindahan hidrogen atau elektron (Shahidi dan Wanasundara, 1992).

Serbuk biji buah mangga menunjukkan sifat antipengoksida yang sangat tinggi berbanding biji buah-buahan yang lain di mana aktiviti antipengoksida mempunyai hubungan yang kuat dengan jumlah kandungan polifenol (Soong dan Barlow, 2004) dan kandungan fitosterol (kampesterol,  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol) dan tokoferol (Soong dan Barlow, 2006). Maisuthisakul *et al.* (2007) melaporkan bahawa aktiviti antiradikal pada biji buah beri adalah tinggi berbanding isinya dan beberapa buah-buahan endemik terpilih di Thailand. Perbandingan jumlah kandungan fenolik dibuat untuk biji buah mangga oleh Soong dan Barlow (2004) dengan hasil keputusan untuk biji buah bambangan di mana bagi biji buah mangga nilainya adalah 117 mg galik asid setara/g manakala bagi biji buah bambangan adalah 369.80 mg galik asid setara/g.

Bagi ujian kuasa penurunan, biji buah bambangan menunjukkan nilai FRAP yang tinggi ( $3559.00 \mu\text{M/g} \pm 16.80$ ) berbanding isi dan kulitnya. Mohd Fadzelly *et al.* (2010) melaporkan bahawa biji buah bambangan mempunyai kuasa penurunan yang sangat tinggi iaitu 9 sehingga 20 kali lebih tinggi berbanding dengan isi dan kulitnya. Hasil kajian ini dipersetujui oleh kajian lepas yang dilakukan oleh Soong dan Barlow (2004) dan Othman *et al.* (2007) yang mendapati terdapat hubungan yang kuat di antara jumlah kandungan fenolik dengan asai FRAP di dalam serbuk koko. Menurut Rice-Evans *et al.* (1997), sebatian fenolik mempamerkan sifat redoks dan ini membantu dalam memainkan peranan penting bagi menentukan sifat-sifat antipengoksida.

Kajian lepas yang dilakukan terhadap buah mangga yang terdiri dari genus mangifera yang sama seperti buah bambangan menunjukkan bahawa ekstrak dan minyak dari biji buah mangga membantu meningkatkan kestabilan oksidatif dalam minyak bunga matahari yang diaram pada suhu ambien dan yang digunakan sebagai minyak masak. Ia juga turut membantu memperbaiki kestabilan dan kualiti kentang segar mahupun cips kentang (Abdalla *et al.*, 2007). Kajian ini membuktikan keupayaan ekstrak biji buah mangga yang berperanan sebagai agen antipengoksida di dalam sistem makanan dengan berfungsi menghalang proses pengoksidaan yang berlaku dalam minyak bunga matahari atau dalam produk bergoreng.

## **4.2 Aiskrim**

### **4.2.1 Analisis Proksimat**

Jadual 4.5 menunjukkan keputusan analisis proksimat yang telah dijalankan ke atas sampel aiskrim buah bambangan (isi, biji, kulit) dan sampel aiskrim. Keputusan analisis proksimat secara keseluruhannya menunjukkan bahawa penambahan buah bambangan ke dalam campuran aiskrim akan menyebabkan penurunan kepada kandungan lembapan, protein dan lemak berbanding sampel kawalan. Menurut Filiz (2016), penambahan serbuk kulit buah pic yang tinggi serat ke dalam campuran aiskrim akan menyebabkan penurunan terhadap kandungan lembapan, protein, lemak dan keasidan.

**Jadual 4.5 : Keputusan analisis proksimat bagi setiap formulasi aiskrim**

| <b>Komposisi<br/>Proksimat<br/>(100%)</b> | <b>Formulasi</b>          |                           |                           |                           |
|-------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                           | Kawalan                   | P                         | PB                        | PK                        |
| Lembapan                                  | 65.30 <sup>c</sup> ± 0.03 | 63.06 <sup>b</sup> ± 0.07 | 61.03 <sup>a</sup> ± 0.02 | 62.80 <sup>a</sup> ± 0.01 |
| Protein                                   | 10.48 <sup>d</sup> ± 0.02 | 7.10 <sup>a</sup> ± 0.08  | 8.84 <sup>c</sup> ± 0.03  | 8.43 <sup>b</sup> ± 0.04  |
| Lemak                                     | 20.17 <sup>d</sup> ± 0.07 | 16.43 <sup>a</sup> ± 0.07 | 18.12 <sup>c</sup> ± 0.04 | 17.10 <sup>b</sup> ± 0.07 |
| Karbohidrat                               | 3.19 <sup>a</sup> ± 0.04  | 12.4 <sup>c</sup> ± 0.05  | 10.73 <sup>b</sup> ± 0.03 | 10.59 <sup>b</sup> ± 0.01 |
| Abu                                       | 0.19 <sup>a</sup> ± 0.02  | 0.23 <sup>b</sup> ± 0.02  | 0.31 <sup>d</sup> ± 0.04  | 0.27 <sup>c</sup> ± 0.01  |
| Serabut Kasar                             | 0.67 <sup>a</sup> ± 0.04  | 0.78 <sup>b</sup> ± 0.03  | 0.97 <sup>d</sup> ± 0.05  | 0.81 <sup>c</sup> ± 0.05  |

<sup>1</sup> Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) ;  $n = 3$

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

#### **a) Lembapan**

Berdasarkan keputusan analisis, kandungan lembapan paling tertinggi adalah dalam aiskrim kawalan (65.30%) diikuti dengan P (63.06%), PK (62.80%) dan PB (61.03%). Bagi produk aiskrim, kadar lembapan biasanya adalah tinggi kerana aiskrim merupakan produk separa pepejal. Kadar peratusan air dalam produk aiskrim merangkumi peratusan tertinggi. Sesuatu makanan yang dihasilkan mampu dipengaruhi oleh kandungan lembapan yang terkandung di dalamnya. Kandungan lembapan yang tinggi akan menyumbang kepada kadar pertumbuhan mikroorganisma yang semakin tinggi (Goff dan Hartel, 2013). Namun, dalam pembuatan aiskrim, kaedah penyimpanan pada suhu sangat rendah (-20°C) akan membantu merencat pertumbuhan mikroorganisma serta mampu memastikan kualiti aiskrim pada tahap yang terbaik.

Air sangat penting kepada tubuh dan berfungsi sebagai bahan pelarut dan juga pengangkutan nutrien tak berorganik. Hubungan di antara pengurangan kualiti makanan dengan kandungan lembapan dapat dijelaskan menggunakan istilah aktiviti air (Lee *et al.*, 1976). Kandungan lembapan yang juga merujuk kepada jumlah air merupakan komposisi yang tertinggi dalam aiskrim bambangan ini. Perkara ini adalah

disebabkan oleh penggunaan bahan cecair yang maksimum semasa proses pembuatan aiskrim. Bahan penyumbang utama kepada kandungan lembapan yang tinggi ini adalah susu segar, puri bambangan dan telur.

Aiskrim merupakan produk yang mempunyai kandungan air yang tinggi iaitu antara 55% sehingga 64% dan merupakan salah satu nutrien yang penting dalam penghasilan aiskrim (Arbuckle, 1984). Makanan yang mempunyai kandungan lembapan yang tinggi merupakan makanan yang cepat rosak akibat pertumbuhan mikroorganisma. Oleh itu, aiskrim bambangan ini disimpan pada suhu dibawah  $-18^{\circ}\text{C}$  mengikut Akta Makanan 1983 (Akta 281) dan Peraturan-Peraturan 1985 bagi memastikan kualiti aiskrim ini terjamin disebabkan suhu rendah membantu merencat pertumbuhan mikroorganisma.

#### **b) Protein**

Bagi kandungan protein, keputusan analisis kandungan protein tertinggi adalah di dalam aiskrim kawalan (10.48%) diikuti dengan PB (8.84%), PK (8.43%) dan seterusnya P (7.10%). Protein mempunyai fungsi tersendiri di mana ia membantu dalam memegang sel-sel udara dalam aiskrim terutamanya semasa proses penyejukan. Penentuan kandungan protein di dalam makanan ditunjukkan dengan kehadiran nitrogen dalam protein. Sumber protein dalam pembuatan aiskrim ini adalah dari serbuk susu skim dan telur. Sumber protein dalam aiskrim mempunyai nilai biologi yang baik di mana ianya mempunyai kesemua asid amino asas yang diperlukan oleh badan (Goff, 1997). Protein diperlukan oleh tubuh badan kita untuk membina sel-sel baru, menyelenggara tisu serta membantu mengawal fungsi sel. Protein juga merupakan sumber kepada asid amino perlu yang diperlukan oleh sistem badan tetapi tidak dapat dihasilkan oleh badan sendiri. Aiskrim merupakan produk berasaskan susu dan mengandungi nilai protein susu yang tinggi iaitu sebanyak 34% sehingga 36% (Arbuckle, 1984).

### c) Lemak

Kandungan lemak tertinggi berdasarkan hasil analisis adalah di dalam aiskrim kawalan (20.17%), diikuti dengan PB (18.12%), PK (17.10%) dan P (16.43%). Terdapat perbezaan signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi keempat-empat sampel aiskrim. Dalam produk aiskrim, lemak mempunyai fungsi dari segi memberikan struktur pada badan aiskrim disamping memberi kesan pada ciri-ciri sensori serta aspek tekstur, rasa berkrim, aroma dan juga *mouthfeel*. Mengikut Akta Makanan 1985, produk aiskrim hendaklah mengandungi tidak kurang 10% lemak susu atau lemak sayuran atau kombinasi kedua-duanya.

Dalam pembuatan aiskrim, sumber lemak adalah daripada krim. Selain itu, kekuatan aroma bambangan, *aftertaste* dan rasa buah bambangan dapat diseimbangkan dengan adanya kandungan lemak dalam aiskrim kerana lemak mampu menghalang pembebasan aroma dan rasa. Lemak susu akan bertindakbalas bersama-sama bahan yang lain untuk membentuk satu tekstur, *mouthfeel* rasa berkrim dan keseluruhan rasa kelembapan aiskrim (Adapa *et al.*, 2000). Lemak dalam diet berfungsi sebagai pembekal sumber tenaga, asid lemak perlu, kompenen membran, pengangkut bahan larut lemak, bahan penebat haba, bahan simpanan tenaga dan bahan pelindung organ dalaman.

### d) Karbohidrat

Kandungan karbohidrat yang paling tinggi berdasarkan hasil ujian analisis adalah di dalam sampel aiskrim P (12.4%) diikuti dengan PB (10.73%), PK (10.59%) dan sampel kawalan (3.19%). Terdapat perbezaan signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi ketiga-tiga sampel aiskrim dan tidak terdapat sebarang perbezaan yang signifikan ( $P > 0.05$ ) bagi sampel PB dan PK. Dalam pembuatan aiskrim, gula memainkan peranan dalam menyumbang kepada jumlah kandungan karbohidrat. Dalam susu, karbohidrat yang utama adalah laktosa yang juga merupakan sejenis disakarida. Ia menghasilkan glukosa dan galaktosa semasa proses hidrolisis. Karbohidrat dalam makanan boleh meliputi pelbagai jenis komponen termasuklah glukosa monosakarida ringkas kepada polisakarida yang kompleks (Ann-Charlotte, 2006).

#### e) Abu

Berdasarkan keputusan analisis, kandungan abu paling tinggi adalah di dalam sampel aiskrim PB (0.31%) diikuti dengan PK (0.27%), P (0.23%) dan seterusnya sampel kawalan (0.19%). Terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi keempat-empat sampel aiskrim. Kandungan abu di dalam aiskrim mewakili kandungan mineral yang terdapat dalam aiskrim dengan menggunakan kaedah pengabuan di mana kesemua sampel aiskrim dipanaskan di dalam *incinerator* selama 24 jam pada suhu 550°C. Kandungan abu terhasil oleh kandungan buah bambangan yang mengandungi mineral serta menjadi abu setelah proses pengabuan. Kandungan abu juga mewakili jumlah bahan bukan organik dan digunakan juga dalam penentuan jumlah kandungan tenaga serta pengiraan karbohidrat bukan serat (Milica *et al.*, 2012).

Kandungan abu yang banyak menunjukkan kandungan mineral dalam makanan adalah tinggi. Contoh kandungan mineral yang terdapat dalam aiskrim ialah kalsium, fosforus, magnesium, sodium dan sulfur. Hanya sedikit kandungan iodin dan zink yang terkandung dalam produk aiskrim. Kandungan mineral yang terdapat dalam aiskrim berfungsi sebagai keperluan diet kepada penggemar aiskrim (Arbuckle, 1984). Kandungan mineral mungkin akan berkurangan akibat pengewapan atau interaksi antara jujuk-jujuknya.

#### f) Serabut Kasar

Bagi kandungan serabut kasar, hasil ujian analisi menunjukkan kandungan serabut kasar paling tinggi adalah di dalam sampel PB (0.97%) diikuti dengan PK (0.81%), P (0.78%) dan sampel kawalan (0.67%). Terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi keempat-empat sampel aiskrim. Serabut kasar dalam tumbuh-tumbuhan berasal daripada beberapa unit struktur, sel dinding, sclerenchyma, kolenchyma dan juga beberapa jenis tisu (Maria dan Prezemyslaw, 2006). Kuantiti serabut kasar yang terdapat dalam aiskrim di pasaran adalah sekitar 0.78% (Marshall *et al.*, 2003). Ia dapat membantu menurunkan kepekatan serum lipid yang juga menggalakkan bahan fermentasi dalam badan untuk sampai ke kolon dan mampu membantu mencegah

cirit-birit. Kebiasaannya, serabut kasar boleh diperolehi daripada buah-buahan dan sayur-sayuran.

#### 4.2.2 Kandungan Mineral

Berdasarkan Jadual 4.6, dapat dilihat bahawa sampel PK menunjukkan nilai kandungan mineral yang tinggi berbanding sampel kawalan, PB dan P. Dimana, sampel PK adalah campuran aiskrim dengan penambahan puri dan kulit buah bambangan. Berdasarkan analisis mineral bagi tiga bahagian buah bambangan, kandungan mineral dalam kulit menunjukkan nilai tertinggi berbanding kandungan mineral di dalam isi dan biji buah bambangan. Hasil kajian ini juga menunjukkan bahawa penambahan isi dan kulit buah bambangan dapat membantu mempertingkatkan nilai kandungan mineral di dalam campuran aiskrim.

**Jadual 4.6 Keputusan analisis kandungan mineral bagi setiap formulasi aiskrim**

|                       | AISKRIM              |                     |                     |                     |
|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                       | KAWALAN<br>(mg/100g) | F1<br>(mg/100g)     | F2<br>(mg/100g)     | F3<br>(mg/100g)     |
| <b>Besi (Fe)</b>      | 2.81 <sup>b</sup>    | 2.45 <sup>a</sup>   | 2.42 <sup>a</sup>   | 3.21 <sup>c</sup>   |
| <b>Kuprum (Cu)</b>    | 5.47 <sup>c</sup>    | 5.29 <sup>b</sup>   | 4.71 <sup>a</sup>   | 8.61 <sup>d</sup>   |
| <b>Zink (Zn)</b>      | 8.68 <sup>b</sup>    | 5.74 <sup>a</sup>   | 5.84 <sup>a</sup>   | 13.55 <sup>c</sup>  |
| <b>Mangan (Mn)</b>    | 2.08 <sup>a</sup>    | 2.53 <sup>c</sup>   | 2.33 <sup>b</sup>   | 4.69 <sup>d</sup>   |
| <b>Aluminium (Al)</b> | 30.47 <sup>d</sup>   | 10.67 <sup>b</sup>  | 5.66 <sup>a</sup>   | 16.41 <sup>c</sup>  |
| <b>Silikon (Si)</b>   | 37.97 <sup>b</sup>   | 31.29 <sup>a</sup>  | 31.66 <sup>a</sup>  | 50.24 <sup>d</sup>  |
| <b>Kalsium (Ca)</b>   | 5.73 <sup>b</sup>    | 6.60 <sup>c</sup>   | 5.33 <sup>a</sup>   | 79.16 <sup>d</sup>  |
| <b>Plumbum (Pb)</b>   | 0.62 <sup>d</sup>    | 0.39 <sup>b</sup>   | 0.17 <sup>a</sup>   | 0.56 <sup>c</sup>   |
| <b>Natrium (Na)</b>   | 128.93 <sup>a</sup>  | 156.38 <sup>c</sup> | 132.79 <sup>b</sup> | 183.23 <sup>d</sup> |
| <b>Magnesium (Mg)</b> | 104.74 <sup>a</sup>  | 145.23 <sup>c</sup> | 131.76 <sup>b</sup> | 165.17 <sup>d</sup> |

<sup>1</sup> Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) ;  $n = 3$

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

Nilai kandungan mineral dalam sampel PB dan P lebih rendah berbanding formulasi kawalan adalah disebabkan oleh penambahan bahagian buah bambangan dalam kuantiti yang sedikit sehingga tidak memberi sebarang kesan kepada campuran aiskrim. Ini berbeza dengan sampel PK, di mana dapat dilihat dari keputusan analisis kandungan mineral yang dijalankan ke atas buah bambangan

bahawa bahagian kulit menunjukkan kandungan mineral yang tinggi iaitu dua kali ganda berbanding kandungan mineral yang terdapat di dalam isi dan biji buah bambangan.

Sampel PK kaya dengan elemen zink, silikon, kalsium, natrium dan magnesium. Elemen zink berfungsi sebagai penyumbang kepada pelbagai enzim, struktur dan integriti sel, sintesis DNA, penyimpanan dan pengeluaran hormon, penghantaran imunisasi dan berperanan juga sebagai sistem tindakbalas imun (Mahmood *et al.*, 2016). Kandungan magnesium mempunyai peranan penting dalam struktur dan fungsi tubuh manusia. Tubuh manusia dewasa mengandungi kira-kira 25 gram magnesium. Cadangan pengambilan jumlah minimum magnesium setiap hari untuk orang dewasa adalah 0.25 mmol (6 mg)/kg berat badan (Sclingmann *et al.* 2004). Bhuta *et al.* (2005) melaporkan bahawa kekurangan magnesium dalam tubuh badan boleh mengakibatkan komplikasi ginjal.

#### **4.2.3 Vitamin C**

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air. Tubuh badan manusia tidak menyimpan vitamin C dalam kuantiti yang banyak dan kuantiti vitamin C yang berlebihan akan dikeluarkan melalui proses pembuangan urin. Jadual 4.7 menunjukkan bahawa sampel P mengandungi nilai kandungan vitamin C yang tinggi berbanding sampel lain iaitu sebanyak 51.59 mg/100g. Manakala sampel kawalan merupakan sampel yang mempunyai nilai kandungan vitamin C terendah berbanding yang lain iaitu 21.58 mg/100g.

**Jadual 4.7 Keputusan analisis kandungan Vitamin C bagi setiap formulasi aiskrim**

| <b>Bahagian Buah</b> | <b>Vitamin C<br/>(mg/100g)</b> |
|----------------------|--------------------------------|
| <b>Kawalan</b>       | 21.58 <sup>a</sup> ± 0.09      |
| <b>P</b>             | 51.59 <sup>d</sup> ± 0.20      |
| <b>PB</b>            | 47.83 <sup>c</sup> ± 0.47      |
| <b>PK</b>            | 28.86 <sup>b</sup> ± 0.36      |

<sup>1</sup> Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

Kesemua sampel menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ). Oleh itu, penambahan puri buah bambangan ke dalam campuran aiskrim mampu meningkatkan dan menambah nilai kandungan vitamin C di dalam produk aiskrim. Nilai vitamin C yang terdapat di dalam isi buah bambangan segar adalah tinggi dan ini sekaligus menjadi faktor utama dalam penyumbang kandungan vitamin C di dalam sampel aiskrim.

Vitamin C memainkan peranan yang sangat penting dalam proses tumbesaran dan membaikpulih tulang, gigi, kulit dan tisu badan yang lainnya. Selain itu, vitamin C juga berperanan untuk mencegah kerosakan sel dalam badan yang boleh menyebabkan penyakit kanser dan beberapa penyakit kronik. Selain itu ia juga membantu dalam meningkatkan keupayaan proses penyerapan zat besi di dalam badan dari makanan yang berasaskan tumbuh-tumbuhan. Vitamin C turut membantu dalam mencegah penyakit dengan memastikan sistem imun tubuh adalah dalam keadaan yang sihat dan optimum.

#### 4.2.4 Ujian Antipengoksida

Keputusan analisis ujian antipengoksida bagi keempat-empat formulasi aiskrim berdasarkan jadual 4.8, sampel PB iaitu sampel dengan penambahan puri dan biji buah bambangan menunjukkan nilai tertinggi bagi ketiga-tiga analisis (Jumlah kandungan fenolik, FRAP dan DPPH). Terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi kesemua sampel aiskrim bagi setiap analisis yang dilakukan. Urutan bagi ketiga-tiga analisis adalah  $PB > PK > P > \text{Kawalan}$ .

**Jadual 4.8 : Keputusan Analisis ujian antipengoksida bagi setiap formulasi aiskrim**

|                | Jumlah Kandungan Fenolik (mg/g) | Asai kuasa penurunan ferik (FRAP) ( $\mu\text{M/g}$ ) | Aktiviti Pemerangkapan Radikal Bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kawalan</b> | $5.37^a \pm 0.09$               | $57.50^a \pm 0.14$                                    | $0.43^a \pm 1.12$                                                        |
| <b>P</b>       | $18.86^b \pm 0.08$              | $214.50^b \pm 0.84$                                   | $13.22^b \pm 1.03$                                                       |
| <b>PB</b>      | $35.16^d \pm 0.76$              | $3887.17^d \pm 0.41$                                  | $28.91^d \pm 1.32$                                                       |
| <b>PK</b>      | $24.82^c \pm 0.06$              | $1750.50^c \pm 0.29$                                  | $19.37^c \pm 1.58$                                                       |

<sup>1</sup> Nilai min  $\pm$  s.p dengan huruf superskrip berbeza mempunyai perbezaan yang signifikan pada tahap  $p < 0.05$  ;  $n=3$

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

<sup>3</sup> Jumlah kandungan fenolik dinyatakan sebagai mg asid galik bersamaan dengan 1g sampel basah

<sup>4</sup> Jumlah asai kuasa penurunan ferik dinyatakan sebagai  $\mu\text{M}$  penurunan ferik kepada ferus bersamaan dengan 1g sampel basah

<sup>5</sup> Aktiviti pemerangkapan radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) dinyatakan sebagai mg asid askorbik bersamaan dengan kapasiti antipengoksida (AEAC) dalam 1g sampel kering

Purata julat jumlah kandungan fenolik di dalam empat sampel aiskrim adalah di antara 5.37 mg/g – 35.16 mg/g. Manakala bagi ujian FRAP, purata nilai julat adalah di antara 57.50  $\mu\text{M/g}$  – 3887.17  $\mu\text{M/g}$ . Bagi ujian DPPH purata nilai DPPH adalah di antara 0.43 AEAC/g – 28.91 AEAC/g. Berdasarkan keputusan analisis, jumlah kandungan fenolik dalam campuran aiskrim berkait rapat dengan nilai FRAP dan DPPH. Di mana, semakin tinggi jumlah kandungan fenolik di dalam aiskrim semakin tinggi juga nilai yang didapati bagi analisis FRAP dan DPPH. Jumlah kandungan fenolik yang terdapat di dalam biji buah bambangan segar adalah tinggi berbanding

di dalam isi dan kulit buah bambangan. Oleh itu, penambahan biji dan kulit buah bambangan di dalam campuran aiskrim mampu meningkatkan nilai nutrisi sedia ada aiskrim tersebut.

### 4.3 Ujian Fizikokimia

#### 4.3.1 Tahap Pengukuran Warna

Warna memainkan peranan penting di dalam makanan kerana ia mampu mempengaruhi penerimaan terhadap sesuatu makanan. Melalui deria penglihatan, warna merupakan antara atribut pertama yang akan dinilai oleh pengguna sebelum sesuatu pemilihan makanan dibuat. Melalui ujian ini, warna bagi aiskrim yang telah dihasilkan mewakili  $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$ .  $L^*$  mewakili warna keputihan atau kecerahan/kegelapan,  $a^*$  mewakili warna kemerahan/kehijauan dan  $b^*$  mewakili warna kekuningan/kebiruan (Aysun *et al.*, 2002).

**Jadual 4.9: keputusan analisis penentuan warna bagi setiap formulasi aiskrim**

| Formulasi      | Penentuan warna    |                    |                    |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                | ( $L^*$ )          | ( $a^*$ )          | ( $b^*$ )          |
| <b>Kawalan</b> | $80.38 \pm 0.09^d$ | $-5.29 \pm 0.09^b$ | $16.41 \pm 0.15^a$ |
| <b>P</b>       | $77.98 \pm 0.08^c$ | $-5.87 \pm 0.09^a$ | $27.86 \pm 0.30^d$ |
| <b>PB</b>      | $72.27 \pm 0.12^a$ | $-2.71 \pm 0.03^c$ | $21.41 \pm 0.06^c$ |
| <b>PK</b>      | $73.26 \pm 0.02^b$ | $-2.76 \pm 0.08^c$ | $19.87 \pm 0.04^b$ |

<sup>1</sup> Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

Bagi nilai  $L^*$  ia menunjukkan semakin tinggi nilai yang direkod, semakin cerah warna aiskrim. Manakala untuk nilai  $a^*$  integer positif menunjukkan warna aiskrim lebih kepada warna merah manakala integer negatif menunjukkan aiskrim lebih kepada warna hijau. Sementara, bagi nilai  $b^*$ , integer positif menunjukkan warna aiskrim lebih kepada warna kuning dan integer negatif lebih kepada warna biru.

Berdasarkan Jadual 4.9, nilai  $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$  di antara sampel formulasi kawalan dan sampel-sampel lain menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ).

Hasil keputusan yang diperolehi menunjukkan bahawa penambahan buah bambangan memberi kesan signifikan kepada warna setiap sampel aiskrim di mana warna aiskrim menjadi semakin gelap, sedikit kehijauan tetapi kekal kekuningan. Penurunan kecerahan (semakin gelap) sampel aiskrim yang ditambah bambangan berbanding aiskrim kawalan adalah disebabkan penambahan serbuk kulit dan biji bambangan yang berwarna gelap manakala warna hijau aiskrim disumbangkan oleh kandungan glukosinat yang ada di dalam buah bambangan. Bagi warna kekuningan aiskrim, ia disumbang oleh kehadiran glutathione peroksida (Mohd Fadzelly *et al.*, 2013) dan kepekatan  $\beta$ -karotena yang tinggi yang terdapat di dalam puri buah bambangan yang matang (Khoo *et al.*, 2010).

#### 4.3.2 Kelikatan Aiskrim Buah Bambangan

Jadual 4.10 menunjukkan keputusan analisis kelikatan bagi keempat-empat sampel aiskrim. Turutan kelikatan bagi keempat-empat sampel aiskrim adalah  $PK > PB > P >$  aiskrim kawalan. Terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) untuk nilai kelikatan bagi keempat-empat formulasi aiskrim.

**Jadual 4.10 : Keputusan analisis kelikatan bagi empat sampel aiskrim**

| Bahagian Buah  | Kelikatan<br>(Centipoise) |         |
|----------------|---------------------------|---------|
|                | 50 Rpm                    | 100 Rpm |
| <b>Kawalan</b> | 1440                      | 1283    |
| <b>P</b>       | 2980                      | 1898    |
| <b>PB</b>      | 3080                      | 2409    |
| <b>PK</b>      | 4603                      | 3216    |

<sup>1</sup> Nilai skor  $\text{min} \pm \text{sisih}$  piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) ;  $n = 3$

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

Aiskrim kawalan menunjukkan kadar kelikatan paling rendah iaitu 1440 cP pada kelajuan 50 rpm dan 1283 cP pada kelajuan 100rpm manakala kadar kelikatan paling tinggi adalah PK iaitu dengan penambahan puri dan biji buah bambangan iaitu 4603 cP pada kelajuan 50 rpm dan 3216 cP pada kelajuan 100rpm. Campuran aiskrim termasuk di dalam kumpulan aliran pseudoplastik di mana semakin tinggi kelikatan, semakin rendah kadar ricihnya (Goff dan Hartell, 2013). Biji buah bambangan mempunyai kandungan pektin yang tinggi yang bertindak sebagai agen penggelen menyebabkan kelikatan campuran aiskrim yang ditambah dengan biji buah bambangan menjadi semakin tinggi.

Buah bambangan mempunyai kandungan serat yang tinggi. Menurut Hwang *et al.* (2009), kandungan serat yang tinggi akan menyebabkan kadar kelikatan juga semakin bertambah. Christos *et al.* (2009) melaporkan bahawa peningkatan nilai kelikatan pada aiskrim yang kaya dengan kandungan serat adalah disebabkan serat larut yang melarut pada fasa akueus menyebabkan komposisi cecair campuran aiskrim menjadi lebih pekat dari campuran aiskrim biasa manakala serat yang tidak larut menyumbang kepada peningkatan komposisi jumlah pepejal aiskrim. Kandungan serat juga turut mempengaruhi bentuk tiga dimensi biopolimer terhidrat di dalam campuran aiskrim.

#### **4.3.3 Nilai pH**

Nilai pH bagi sampel kawalan adalah lebih tinggi ( $p < 0.05$ ) berbanding sampel-sampel yang lain. Ini diikuti oleh PB, PK dan P. Keempat-empat sampel menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ). Purata nilai pH bagi sampel aiskrim bambangan adalah di antara pH 5.39 – pH 6.46. Nilai ini adalah mendekati nilai pH neutral. Keadaan ini berlaku disebabkan oleh penambahan puri. Ini disebabkan pH puri bambangan segar yang sedikit masam dan berasid dengan nilai pH 3.10.

**Jadual 4.11: Keputusan analisis pH bagi setiap formulasi aiskrim**

| Formulasi | pH                |
|-----------|-------------------|
| Kawalan   | $6.46 \pm 0.02^d$ |
| P         | $5.39 \pm 0.02^a$ |
| PB        | $5.88 \pm 0.01^c$ |
| PK        | $5.65 \pm 0.02^b$ |

<sup>1</sup> Nilai skor  $\text{min} \pm \text{sisih}$  piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) ;  $n = 3$

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

Secara amnya, pertumbuhan dan kadar tumbesaran mikroorganisma dipengaruhi oleh nilai pH (Nickerson *et al.*, 1983). Kajian lepas melaporkan bahawa penambahan buah mangga di dalam campuran aiskrim memberikan purata nilai pH di antara pH 5.56 sehingga pH 5.71 (Hashim *et al.*, 2016). Purata pH bagi kumpulan makanan rendah keasidan menurut John (1999) adalah di antara pH 4.6- pH 7. Oleh itu, aiskrim bambangan ini tidaklah bersifat asid yang keterlaluan dan masih selamat untuk dimakan dan dihidam oleh para pengguna.

#### **4.3.4 Perolehan Isipadu Lebihan (*Overrun*)**

Berdasarkan analisis yang dijalankan, peratusan perolehan isipadu lebihan (*overrun*) yang tertinggi diperolehi oleh sampel P iaitu 67.1 diikuti dengan sampel PK (63.4), PB (58.4) dan sampel kawalan (50.4). Nilai yang diperolehi adalah sedikit lebih rendah berbanding aiskrim komersial dengan peratusan *overrun* di antara julat 70-100% (Potter dan Hotchkiss, 1995). Menurut Sakura *et al.* (1996), aiskrim dengan nilai *overrun* yang rendah akan menyebabkan aiskrim cair lebih pantas berbanding aiskrim yang tinggi nilai *overrun*.

**Jadual 4.12 : Keputusan analisis perolehan isipadu lebihan (*Overrun*)  
bagi setiap formulasi aiskrim**

| <b>Bahagian Buah</b> | <b><i>Overrun</i></b> |
|----------------------|-----------------------|
| <b>Kawalan</b>       | 50.4 ± 0.05           |
| <b>P</b>             | 67.1 ± 0.03           |
| <b>PB</b>            | 58.4 ± 0.41           |
| <b>PK</b>            | 63.4 ± 0.23           |

<sup>1</sup>Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) ;  $n = 3$

<sup>2</sup>Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

Nilai *overrun* yang rendah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kaedah adunan ketika penghasilan aiskrim dan faktor bahan mentah yang digunakan semasa pemprosesan aiskrim. Menurut Muller Fischer *et al.* (2007), adunan yang laju menghasilkan buih udara yang kecil semasa diproses menggunakan mesin pembuat aiskrim. Aiskrim yang terhasil dengan nilai *overrun* yang tinggi adalah lebih lembut (Sakura *et al.*, 1996). Kaedah pemprosesan aiskrim komersial biasanya menghasilkan nilai *overrun* yang tinggi kerana penggunaan peralatan yang lengkap dan kawalan proses yang lebih terperinci semasa penyejukan bagi memastikan keberkesanan campuran aiskrim memerangkap kemasukan udara ke dalam (Goff dan Hartell, 2013).

#### **4.3.5 Jumlah Pepejal Terlarut**

Berdasarkan Jadual 4.13, hasil keputusan analisis jumlah pepejal terlarut dalam keempat-empat sampel aiskrim menunjukkan julat nilai dari 40 °Briks – 46 °Briks. Tidak terdapat sebarang perbezaan signifikan ( $P > 0.05$ ) pada ketiga-tiga sampel yang ditambah dengan puri, kulit dan biji buah bambangan, tetapi terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) dengan sampel kawalan.

**Jadual 4.13 : Keputusan analisis penentuan jumlah pepejal terlarut bagi setiap formulasi aiskrim**

| <b>Bahagian Buah</b> | <b>Jumlah Pepejal Terlarut<br/>(°Briks)</b> |
|----------------------|---------------------------------------------|
| <b>Kawalan</b>       | 40 <sup>a</sup>                             |
| <b>P</b>             | 45 <sup>b</sup>                             |
| <b>PB</b>            | 46 <sup>b</sup>                             |
| <b>PK</b>            | 46 <sup>b</sup>                             |

<sup>1</sup>Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) ;  $n = 3$

<sup>2</sup>Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

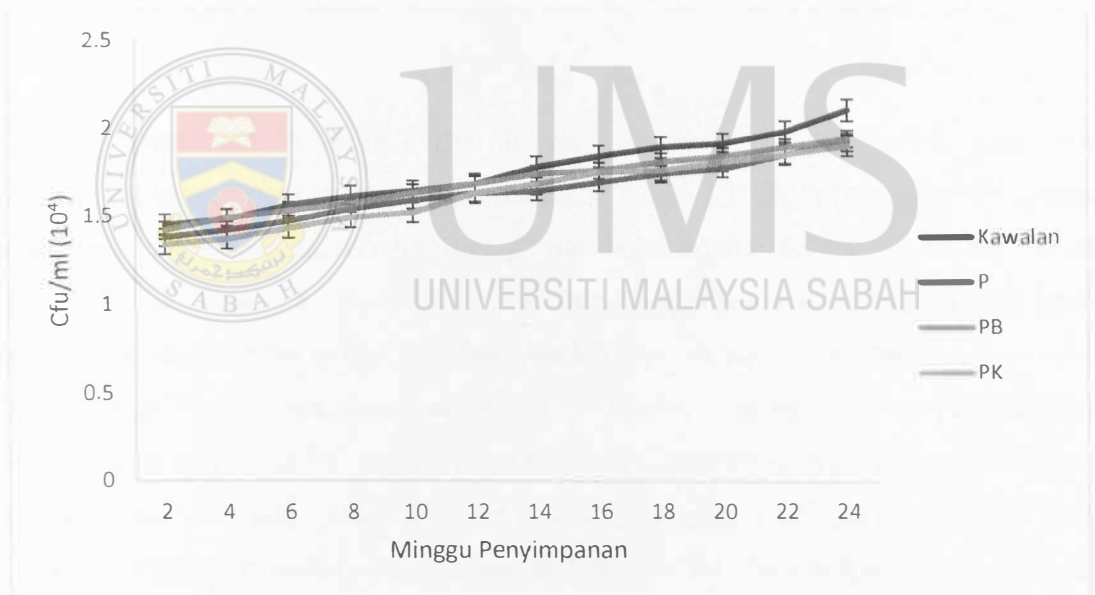
Walaupun nilai peratusan pemanis yang digunakan adalah sama bagi setiap formulasi aiskrim, namun nilai briks bagi sampel aiskrim yang ditambah dengan buah bambangan adalah sedikit tinggi berbanding dengan sampel kawalan. Ini disebabkan kesan penggunaan gula kastor semasa penyediaan awal puri buah bambangan yang bertujuan untuk menyeragamkan rasa manis puri buah bambangan yang akan digunakan kepada 46°Briks. Nilai briks puri bambangan diseragamkan kerana tahap kematangan buah bambangan tidak dapat ditentukan mengikut piawaian, kerana belum ada kajian terperinci mengenai fasa kematangan buah yang dilakukan bagi buah bambangan.

Menurut Arbuckle (1984), tekstur aiskrim biasanya dipengaruhi oleh jumlah pepejal terlarut di dalam campuran aiskrim. Di mana, jumlah pepejal terlarut yang berlebihan akan menyebabkan kesan basah, berpasir dan berat ke pada hasil akhir produk aiskrim. Manakala kekurangan jumlah pepejal terlarut dalam aiskrim akan menyebabkan tekstur akhir produk aiskrim menjadi terlalu licin, ringan dan cepat cair apabila berada pada suhu bilik.

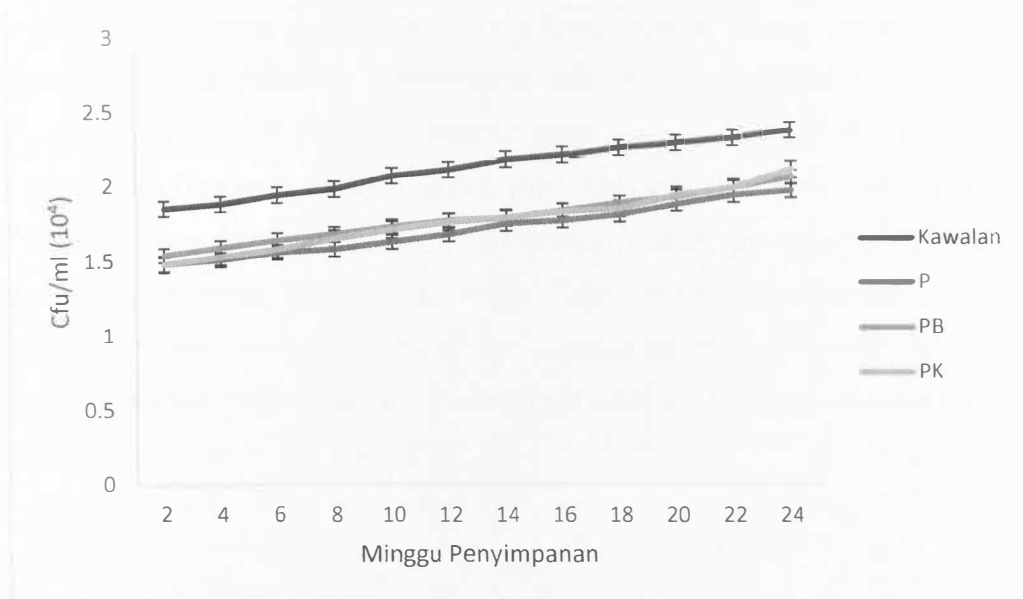
## 4.4 Jangka Hayat Penyimpanan

### 4.4.1 Ujian Mikrobiologi

Ujian mikrobiologi dijalankan bertujuan untuk mengenalpasti dan menentukan pola pertumbuhan mikroorganisma dalam produk aiskrim semasa tempoh penyimpanan dijalankan. Terdapat dua jenis ujian mikrobiologi yang dijalankan iaitu ujian jumlah kiraan plat (TPC) dan yis dan kulat. Ujian ini dijalankan ke atas sampel aiskrim yang telah melalui tempoh penyimpanan selama 24 minggu. Kesemua sampel aiskrim disimpan di dalam peti sejukbeku pada suhu yang sama iaitu  $-23^{\circ}\text{C}$  dalam bekas kedap udara untuk mencegah sebarang pencemaran yang boleh berlaku. Berdasarkan jadual, jumlah koloni yang didapati di dalam kedua-dua media berada pada tahap yang rendah sepanjang tempoh penyimpanan.



**Rajah 4.1 : Kiraan jumlah plat bagi tempoh 24 minggu penyimpanan**



**Rajah 4.2: Jumlah kiraan yis dan kulat bagi tempoh 24 minggu penyimpanan**

Berdasarkan Rajah 4.1 dan Rajah 4.2, pada minggu ke-24, julat nilai keputusan kaedah pengiraan piring plat adalah  $1.90 \times 10^4$  Cfu/ml –  $2.10 \times 10^4$  Cfu/ml manakala bagi keputusan pengiraan yis dan kulat adalah  $1.97 \times 10^4$  Cfu/ml –  $2.38 \times 10^4$  Cfu/ml. Peraturan makanan 1985 menyatakan bahawa jumlah piawai yang ditetapkan bagi jumlah kiraan plat bagi produk aiskrim yang telah dieram pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 48 jam adalah sebanyak  $5 \times 10^4$  cfu/ml. Keputusan kiraan koloni yang telah dibuat menunjukkan setiap sampel aiskrim yang dihasilkan dengan formulasi berbeza telah disimpan selama 24 minggu menunjukkan jumlah koloni yang lebih rendah daripada piawaian yang telah ditetapkan. Ini bermaksud keempat-empat sampel aiskrim yang dihasilkan adalah selamat dimakan dan tiada pencemaran mikroorganisma pada tahap yang bahaya selepas penyimpanan selama 24 minggu. Pengiraan jumlah koloni bagi yis dan kulat adalah rendah dan ianya akan dianggap hampir rosak apabila jumlah kiraan koloni yis dan kulat telah mencapai 100 bagi setiap 1 gram.

Faktor penyimpanan aiskrim pada suhu yang rendah iaitu  $-21^\circ\text{C}$  mampu mengurangkan pembebasan '*free water*' yang mampu menggalakkan pertumbuhan

mikroorganisma. Menurut Bhandari (2011), penyimpanan aiskrim pada suhu kurang dari 5°C membantu merencat pertumbuhan bakteria. Penggunaan susu skim dalam formulasi aiskrim juga membantu melambatkan proses pertumbuhan microorganism manakala antipengoksidaan semulajadi yang terdapat di dalam buah bambangan turut memainkan peranan dalam melambatkan proses pengoksidaan. Selain itu, proses pempasteuran pada suhu tinggi juga membantu membunuh bakteria patogenik di dalam campuran aiskrim dan membantu memanjangkan jangka hayat aiskrim (Bhandari, 2011). Jangka hayat bagi aiskrim komersial di pasaran adalah selama 12 bulan (Goff dan Hartel, 2013).

#### 4.5 Ujian Penilaian Sensori (Hedonik)

Jadual 4.14 menunjukkan keputusan yang didapati hasil analisis yang dijalankan bagi ujian penilaian sensori (hedonik). Atribut-atribut yang dinilai adalah warna, rasa bambangan, kelicinan, kemanisan, aroma, *after taste* dan penerimaan keseluruhan.

**Jadual 4.14 : Keputusan analisis ujian penilaian sensori (hedonik)**

|                               | Kawalan                  | P                        | PB                       | PK                       |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Warna</b>                  | 5.39 <sup>a</sup> ± 1.37 | 7.67 <sup>c</sup> ± 0.83 | 6.56 <sup>b</sup> ± 1.50 | 6.81 <sup>b</sup> ± 1.27 |
| <b>Rasa Bambangan</b>         | 6.18 <sup>a</sup> ± 1.49 | 8.43 <sup>c</sup> ± 1.74 | 7.32 <sup>b</sup> ± 1.86 | 6.59 <sup>a</sup> ± 1.63 |
| <b>Kelicinan</b>              | 5.13 <sup>a</sup> ± 1.21 | 7.93 <sup>c</sup> ± 1.11 | 6.44 <sup>b</sup> ± 1.53 | 6.70 <sup>b</sup> ± 1.30 |
| <b>Kemanisan</b>              | 5.14 <sup>a</sup> ± 1.10 | 6.54 <sup>b</sup> ± 1.40 | 6.59 <sup>b</sup> ± 1.58 | 6.21 <sup>b</sup> ± 1.29 |
| <b>Aroma</b>                  | 6.89 <sup>b</sup> ± 1.31 | 8.67 <sup>d</sup> ± 1.11 | 6.21 <sup>a</sup> ± 0.49 | 7.71 <sup>c</sup> ± 0.12 |
| <b>After taste</b>            | 5.67 <sup>a</sup> ± 1.13 | 7.83 <sup>c</sup> ± 1.13 | 6.37 <sup>b</sup> ± 1.49 | 5.97 <sup>a</sup> ± 1.49 |
| <b>Penerimaan Keseluruhan</b> | 6.08 <sup>a</sup> ± 1.71 | 7.87 <sup>c</sup> ± 0.98 | 7.12 <sup>b</sup> ± 1.31 | 6.67 <sup>b</sup> ± 1.31 |

<sup>1</sup> Nilai skor min±sisih piawaian dengan abjad yang berbeza dalam satu lajur menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Kawalan= Tiada bambangan P = Puri bambangan PB = Puri + biji bambangan PK = Puri + kulit bambangan

<sup>3</sup> Skala 1="tersangat tidak suka"; Skala 2= Sangat tidak suka ; Skala 3= "sederhana tidak suka"; Skala 4=" tidak suka sedikit"; Skala 5= "suka pun tidak, tidak suka pun tidak"; Skala 6="suka sedikit"; skala 7="sederhana suka" ; Skala 8="sangat suka" ; Skala 9 = Tersangat suka

##### 4.5.1 Warna

Berdasarkan jadual di atas, sampel P menunjukkan nilai skor min yang tertinggi iaitu  $7.67 \pm 0.83$  diikuti dengan sampel PB, PK dan kawalan. Perbezaan yang signifikan

( $P < 0.05$ ) dapat dilihat bagi kesemua sampel kecuali sampel PB dan PK yang tidak mempunyai perbezaan signifikan. Warna sampel P iaitu formulasi aiskrim dengan penambahan puri bambangan sahaja paling digemari mungkin disebabkan sampel P mempunyai warna kuning kecairan yang lebih neutral berbanding tiga sampel yang lainnya.

Aspek warna dipengaruhi oleh kandungan ramuan yang berasaskan sumber protein dan lemak dalam penyediaan formulasi produk aiskrim (Frost *et al.*, 2001). Menurut Aminah (2000), faktor fizikal seperti warna mempengaruhi proses penilaian terhadap produk tersebut. Ini kerana, sekiranya seseorang itu suka warna produk tersebut, maka ia akan meneruskan proses seterusnya. Selain itu, penekaan perisa sesuatu produk juga adalah berdasarkan warna. Warna sesuatu makanan adalah penting kerana ia menarik perhatian pembeli (Charles *et al.*, 2010).

#### **4.5.2 Rasa Bambangan**

Rasa ialah persepsi otak terhadap rasa masin, masam, manis dan pahit yang terhasil daripada bahan boleh larut yang dimasukkan ke dalam mulut (Meilgaard *et al.*, 1999). Berdasarkan jadual, nilai skor min bagi atribut rasa bambangan menunjukkan sampel P mempunyai nilai skor min tertinggi iaitu  $8.43 \pm 1.74$  diikuti dengan sampel PB, PK dan seterusnya sampel kawalan. Kesemua sampel mempunyai perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) kecuali sampel PK dengan sampel kawalan.

Para panelis memilih aiskrim P iaitu formulasi aiskrim dengan penambahan puri bambangan sahaja disebabkan oleh rasa buah bambangan yang asli tanpa sebarang campuran seperti rasa kulit atau rasa biji buah itu sendiri. Penambahan 20% puri buah bambangan ke dalam campuran aiskrim memberi rasa yang seimbang dan tidak keterlaluan kepada para panelis hingga menyebabkan mereka memberikan nilai skor min yang tinggi. Faktor yang mempengaruhi penerimaan terhadap aiskrim yang menggunakan perisa semulajadi seperti buah bambangan ialah penggunaan yang salah atau kurang memuaskan, tahap kematangan buah yang tidak sesuai, kerosakan buah semasa proses penyimpanan, suhu yang tidak konsisten semasa

proses penyimpanan dan kuantiti yang tidak mencukupi pada formulasi produk aiskrim (Catherine dan Dave, 2004).

#### **4.5.3 Kelicinan**

Berdasarkan jadual, nilai skor min tertinggi bagi atribut kelicinan adalah sampel P dengan nilai skor min  $7.93 \pm 1.11$  diikuti dengan sampel PK, PB dan sampel kawalan. Terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi kesemua sampel kecuali sampel PB dan PK yang tidak mempunyai sebarang perbezaan signifikan ( $P > 0.05$ ). Kelicinan aiskrim merupakan satu faktor yang amat penting dalam penentuan kualiti aiskrim. Jumlah kandungan krim memainkan peranan yang penting dalam penghasilan tekstur aiskrim. Menurut Bhandari (2001), penggunaan krim putar dalam skala yang betul menyumbang kepada bentuk dan tekstur aiskrim yang baik.

#### **4.5.4 Kemanisan**

Bagi keputusan analisis nilai skor min bagi atribut kemanisan menunjukkan bahawa sampel PB mempunyai nilai skor min tertinggi iaitu  $6.59 \pm 1.58$  diikuti dengan sampel P, PK dan sampel kawalan. Tidak terdapat sebarang perbezaan yang signifikan ( $P > 0.05$ ) bagi sampel P, PB dan PK manakala terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi sampel kawalan.

Gula merupakan pemanis yang digunakan di dalam penghasilan aiskrim. Gula atau sukrosa merupakan pengaktif bahan manis yang asli (Aminah, 2000). Atribut kemanisan merupakan salah satu faktor yang utama dalam penilaian kualiti aiskrim. Aiskrim yang terbaik biasanya mengandungi 14% - 16% sumber gula di dalam campuran (Bhandari, 2001). Rasa manis bagi sampel PB adalah paling digemari disebabkan keseimbangan rasa bagi nisbah kandungan bahan gula yang digunakan dengan nisbah campuran aiskrim yang digunakan. Sampel yang mempunyai rasa kemanisan yang tinggi adalah lebih digemari oleh panel (Lucas dan Bellisle, 1987).

#### 4.5.5 Aroma

Menurut Meilgaard *et al.* (1999), aroma sesuatu produk makanan akan diterjemahkan oleh otak melalui deria bau apabila ia meruap masuk ke rongga pernafasan. Aroma terhasil apabila sebatian meruap merangsang akhiran saraf olfaktori di bahagian atas hidung dan impuls dihantar ke otak untuk menjustifikasikan aroma yang diterima. Proses peraruman menyebabkan sebatian organik meruap melalui proses sintesis (Tharp dan Young, 2012). Berdasarkan keputusan analisis dalam jadual jumlah nilai min skor tertinggi adalah  $8.67 \pm 1.11$  iaitu P diikuti dengan PK, formulasi kawalan dan seterusnya PB. Terdapat perbezaan signifikan bagi keempat-empat sampel aiskrim ( $P < 0.05$ ).

Sampel P menjadi pilihan para panelis disebabkan aroma buah bambangan yang sederhana dan seimbang. Kandungan lemak yang terlarut dan takungan rasa sebatian lipofilik dalam lemak menyumbang kepada aroma dalam produk aiskrim (Clarke, 2004). Kandungan lemak pada sesuatu produk makanan akan membantu memperkayakan aroma, memberi tekstur yang lebih licin dan menstabilkan campuran aiskrim tetapi akan menaikkan kalori serta menambah kos pemprosesan produk. Selain itu, suhu juga memainkan peranan penting dalam penghasilan aroma iaitu apabila aiskrim disimpan pada suhu yang cukup rendah rasa pengoksidaan dan *over cooked* dapat ditutupi (Tharp dan Young, 2012).

#### 4.5.6 Aftertaste

*Aftertaste* selalunya diklasifikasikan sebagai rasa yang tertinggal atau kekal di dalam mulut selepas memakan apa-apa produk makanan atau meminum apa-apa produk minuman. Hasil keputusan analisis menunjukkan bahawa nilai skor min tertinggi bagi atribut *aftertaste* adalah sampel P diikuti dengan PB, PK dan seterusnya sampel kawalan. Terdapat perbezaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ) bagi keempat-empat sampel aiskrim yang dikaji. Para panelis telah memilih sampel P iaitu sampel aiskrim yang ditambah dengan puri buah bambangan sahaja kerana keseimbangan rasa semulajadi buah bambangan yang tidak bercampur dengan mana-mana bahan tambahan lain.

#### 4.5.7 Penerimaan Keseluruhan

Atribut penerimaan keseluruhan dinilai berdasarkan tahap kesukaan panel terhadap sampel secara keseluruhan dari aspek warna, rasa buah bambangan, kelicinan, kemanisan, aroma dan *aftertaste*. Berdasarkan hasil keputusan analisis sampel P iaitu sampel yang ditambah dengan puri buah bambangan sahaja merupakan sampel yang paling digemari oleh para panelis dengan nilai skor min  $7.87 \pm 0.98$  diikuti dengan sampel PB iaitu sampel yang ditambah puri dan biji buah bambangan dengan nilai skor min  $7.12 \pm 1.31$ . Seterusnya diikuti dengan sampel PK iaitu sampel yang ditambah dengan puri dan kulit biji buah bambangan dengan nilai skor min  $6.67 \pm 1.71$ . Manakala sampel yang mendapat nilai skor min terendah adalah sampel kawalan dengan nilai skor min  $6.08 \pm 1.71$ . Kesemua sampel menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ).

Sampel P mendapat nilai skala pada titik 7 iaitu sederhana suka. Penerimaan seseorang individu terhadap makanan bergantung kepada bagaimana makanan mempengaruhi deria panel. Menurut Meilgaard *et al.* (1999), penerimaan panel adalah merupakan suatu pengalaman positif terhadap sesuatu makanan atau perasaan sebenar tentang tindakbalas membeli dan memakan yang dipengaruhi oleh tahap keutamaan atau kesukaan terhadap sesuatu jenis makanan.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN CADANGAN

#### 5.1 Kesimpulan

Bagi buah bambangan, keputusan analisis proksimat menunjukkan bahawa kandungan protein, abu dan serabut kasar paling tinggi terdapat pada kulit buah bambangan. Biji pula mengandungi kandungan lemak dan karbohidrat tertinggi manakala kandungan lembapan adalah paling tinggi di dalam isi buah bambangan. Kandungan mineral dalam buah bambangan menunjukkan bahawa bahagian kulit kaya dengan elemen zink, silikon, natrium dan magnesium. Isi buah bambangan kaya dengan elemen aluminium manakala biji pula kaya dengan elemen mangan. Bahagian isi buah bambangan menunjukkan kandungan vitamin C yang tinggi berbanding bahagian kulit dan biji. Manakala hasil keputusan analisis bagi ujian antipengoksida menunjukkan bahawa kandungan fenolik dan aktiviti antipengoksida adalah paling tinggi di dalam biji buah bambangan.

Bagi sampel aiskrim pula, keputusan analisis bagi keempat-empat sampel aiskrim iaitu sampel aiskrim kawalan, sampel P (20% puri buah bambangan), PB (20% puri dan 3% serbuk biji buah bambangan) dan PK (20% puri dan 3% kulit buah bambangan) menunjukkan bahawa kandungan lembapan, protein dan lemak paling tinggi terkandung di dalam sampel kawalan manakala kandungan abu dan serabut kasar terkandung paling tinggi di dalam sampel PB. Keputusan analisis bagi kandungan mineral menunjukkan sampel PK kaya dengan elemen silikon, kalsium, natrium dan juga magnesium. Kandungan mineral dalam kulit buah bambangan yang tinggi membantu mempertingkatkan nilai kandungan mineral di dalam campuran aiskrim. Kandungan vitamin C adalah paling tinggi di dalam sampel P. Analisis antipengoksida membuktikan bahawa penambahan buah bambangan di dalam

aiskrim mampu mempertingkatkan lagi jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antipengoksida di dalam aiskrim bambangan.

Bagi ujian fizikokimia aiskrim, ujian tahap pengukuran warna menunjukkan penambahan buah bambangan memberi kesan signifikan kepada warna setiap sampel aiskrim di mana warna menjadi semakin gelap, sedikit kehijauan tetapi kekal kekuningan. Keputusan analisis kelikatan pula menunjukkan bahawa sampel PK mempunyai kelikatan paling tinggi iaitu 4603 centipoise pada kelajuan 50 Rpm dan 3216 centipoise pada kelajuan 100 Rpm. Julat nilai pH sampel aiskrim adalah pH 5.39 – pH 6.46. Manakala, untuk analisis perolehan isipadu lebihan (*overrun*) julat nilai *overrun* adalah di antara 50.4 – 67.1. Bagi jumlah pepejal terlarut, julat nilai °briks yang dicatatkan bagi keempat-empat sampel adalah 40°briks - 46°briks.

Keputusan ujian mikrobiologi menunjukkan bahawa aiskrim ini masih selamat untuk dimakan selepas 24 minggu penyimpanan dibawah suhu -21°C di dalam peti penyejukbekuan. Pada minggu ke-24, bagi keputusan kaedah pengiraan piring plat adalah  $1.90 \times 10^4$  CfU/ml –  $2.10 \times 10^4$  CfU/ml manakala bagi keputusan pengiraan yis dan kulat adalah  $1.97 \times 10^4$  CfU/ml –  $2.38 \times 10^4$  CfU/ml. Ujian penilaian sensori hedonik menunjukkan bahawa para panelis memilih sampel PB sebagai sampel yang terbaik.

## 5.2 Cadangan dan Limitasi

Berdasarkan hasil ujian analisis kandungan vitamin C, jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antipengoksida bahagian kulit dan biji buah bambangan menunjukkan nilai kandungan yang tinggi. Pelbagai produk ubat-ubatan dan makanan fungsian berasaskan buah bambangan boleh dibangunkan. Produk aiskrim bambangan yang dihasilkan dalam kajian ini juga menunjukkan ia dapat diterima baik oleh para pengguna. Sekiranya kajian berterusan dijalankan keatas produk aiskrim bambangan ini, produk sangat berpotensi untuk dikomersialkan. Antara kajian yang boleh dijalankan adalah untuk mendapatkan formulasi optimum aiskrim bambangan yang menepati spesifikasi standard aiskrim yang berada di pasaran dengan beberapa

penambahbaikan sama ada pada peralatan pembuatan aiskrim dan juga tempat penyimpanan aiskrim.

Limitasi utama dalam kajian ini adalah disebabkan kekangan mesin dan peralatan yang digunakan semasa pembuatan sampel aiskrim. Di mana, aiskrim yang dihasilkan tidak dapat mencapai standard *overrun* seperti produk aiskrim komersial kerana aiskrim yang berada di pasaran dibuat di kilang yang menggunakan peralatan moden dan canggih serta mempunyai kemudahan infrastruktur yang mencukupi. Suhu semasa pembuatan dan penyimpanan dapat dikawal dengan baik dan konsisten kerana pengilang mempunyai mesin dan peti sejukbeku yang khusus untuk produk aiskrim yang dihasilkan. Situasi ini berbeza dengan aiskrim yang dihasilkan di dalam makmal fakulti. Di mana, suhu persekitaran semasa pemprosesan aiskrim tidak dapat dikawal dan diseragamkan dengan sempurna. Nilai *overrun* yang rendah menunjukkan aiskrim yang dihasilkan mempunyai tekstur yang kasar, pekat dan tidak enak dimakan.



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## RUJUKAN

- Abdalla A.E.M., Darwish S.M., Ayad E.H.E., dan El-Hamahmy R.H. 2007a. Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. *Food Chemistry*. **103**(4):1134-1140.
- Abdalla A.E.M., Darwish S.M., Ayad E.H.E., dan El-Hamahmy R.H. 2007b. Egyptian mango by-product 2: Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. *Food Chemistry*. **103**(4):1141-1152.
- Abdul El-Rahman AM, Madkor SA, Ibrahim FS dan Kilara A. 1997. Physical characteristics of frozen desserts made with cream, anhydrous milk fat or milk fat fractions. *Journal Dairy Sciences*. **80**:1926–1935.
- Abid, Ali, Waqas, Anwar dan Ulah. 2009. Microbial Quality Assessment Study of Branded and Unbranded Milk Sold in Peshawar City, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*. **8**(5):704-709.
- Abushita A.A., Hebshi A.E., Daood G.H., dan Biacs A.P. 1997. Determination of an antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chemistry*. **60**(2):207-212.
- Adapa S., Dingeldein H., Schmidt K. A. dan Herald T.J. 2000. Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers. *Journal of Dairy Science*. **83**:2224-2229.
- Aime D.B, Arnt field S.D, Malcolmson L.J dan Ryland D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*. **34**:237–246
- Ajila C.M., Naidu K.A., Bhat S.G., dan Rao U.J.S.P. 2007. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry*. **105**:982-988.
- Ajila C.M., dan Rao U.J.S.P. 2008. Protection against hydrogen peroxide induced oxidative damage in rat erythrocytes by *Mangifera indica* L. peel extract. *Food and Chemical Toxicology*. **46**(1):303-309.
- Akalm AS, Karagozlu C dan Unal G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research Technology*. **227**:889–895
- Akta Makanan 1983 (Akta 281) dan Peraturan-Peraturan Makanan 1985*. Kuala Lumpur: MDC.
- Aleong J, Frochot S dan Goff HD. 2008. Ice recrystallization inhibition in ice cream by propylene glycol monostearate. *Journal of Food Science*. **73**(9):E463–E468
- Al-Sheraji SH, Ismail A, Manap MY, Mustafa S, Rokiah MY dan Hassan FA. 2011. Functional properties and characterization of dietary fiber from *Mangifera*

pajang Kort. fruit pulp. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. **59**:3980-3985.

- Al-Sheraji SH, Ismail A, Manap MY, Mustafa S, Rokiah MY dan Hassan FA. 2012. Purification, characterization and antioxidant activity of polysaccharides extracted from the fibrous pulp of *Mangifera pajang* fruits. *LWT- Food Sci. Technology*. **48**(2):291-296.
- Alvarez VB, Wolters CL, Vodovotz Y dan Ji T. 2005. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *Journal of Dairy Science* . **88**:862–871
- Aman Rukayah. 1999. *Buah-Buahan Malaysia*. Selangor: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Amao EA dan Siyabola MF. 2013. Carcass and physiological response of broilers fed dry heat treated mango (*Mangifera indica*) kernel based diet. *International Journal of Livestock Production*. **4**:30-34
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor.
- Ann-Charlotte Eliason. 2006. *Carbohydrates in food*. 2nd edition. United States of America. CRC Press.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15<sup>th</sup> edition. Washington: The Association of Official Analytical Chemist.
- AOAC. 1996. *Official methods of analysis*. 16<sup>th</sup> edition. Washington: The Association of Official Analytical Chemist.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis*. 17<sup>th</sup> edition. Washington: The Association of Official Analytical Chemist.
- Ara, R., Motalab, M., Uddin, M. N., Fakhruddin, A.N.M and Saha B.K. 2014. *Nutritional Evaluation of different mango varieties available in Bangladesh*. *International Food Research Journal*. **21**(6): 2169 – 2174.
- Arbuckle W.S. 1984. *Ice cream*. Volume 3. University of Mary land College Park: AVI Publishing Co, Inc Westport Connecticut.
- Arogba S.S. 1999. The performance of processed mango (*Mangifera indica*) kernel flour in a model food system. *Bioresource Technology*. **70**(3):277-281.
- Arul V., Miyazaki S. dan Dhananjayan R. 2005. Studies on the anti-inflammatory, antipyretic and analgesic properties of the leaves of *Aegle marmelos* Corr. *Journal of Ethnopharmacology*. **96**:159-163.
- Aykan V, Sezgin E dan Guzel-Seydim ZY. 2008. Use of fat replacers in the production of reduced calorie vanilla ice cream. *European Journal of Lipid Science and Technology*. **11**:516–520.

- Aysun Maskan, Sevim Kaya dan Medeni Maskan. 2002. Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). *Journal of Food Engineering*. **54**:75-80.
- Bagcho D., Bagchi M., Stohs S.J., Das D.K., Ray S.D., Kuzynski C.A., et al. 2000. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology*. **148**:187-197.
- Barbara Lata, Aleksandra Trampczynka dan Marta Oles. 2005. Antioxidant content in the fruit peel, flesh and seeds of selected apple cultivars during cold storage. *Fortia Horticulturae*. 47-60.
- Bengoechea M.L., Sancho A.I., Bartolome B., Estrella I., Gomes Cordoves C. dan Hernandez M.T. 1997. Phenolics composition of industrially manufactured purees and concentrates from peach and apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **45**:4071-4075.
- Benzie I.F.F. dan Strain J.J. 1996. The ferric reducing ability of Plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. **239**: 70-76.
- Berardini N., knodler M., Schieber A., dan Carle R. 2005. Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **6**:442-452.
- Berger K. G. 1997. *Ice cream in: Food Emulsions*. 3<sup>rd</sup> edition. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Bhandari Vivek. 2001. *Ice Cream Manufacture and Technology*. New Delhi. Tata Mc Graw Hill.
- Brasil I.M., Maia G.A. dan de Figueiredo R.W. 1995. *Physical-chemical changes during extraction and clarification of guava juices*. *Food Chemistry*. **54**(4): 383-386.
- Bhuta Zulfiqar A., Gary L. Darmstadt, Babar S. Hasan dan Rachel A. Haws. 2005. Community-Based Interventions for Improving Perinatal and Neonatal Health Outcomes in Developing Countries: A Review of the Evidence. *Paediatrics*. 115.
- Braca A., Tommasi, Nunziatina D., Bari, Lorenzo Di, Pizza, Cosimo, Politi, Maeto dan Morelli Ivano. 2000. Antioxidant principles from Bauhinia terapotensis. *Journal of Natural Products*. **64**:892-895.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E dan Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food science and Technology*. **28**(1):25-30.
- Brubacher G., Muller-Mulot W., dan Southgate D.D.T. 1985. *Methods for determination of vitamins in foods*. Springer Netherlands.

- Butsat N., Weerapreeyakul N. dan Siriamornpun S. 2009. Changes in phenolic acids and antioxidant activity in Thai rice husk at five growth stages during grain development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **57**:4566-4571.
- Cardello Hank dan Doug Garr. 2010. *An Insider's Look at Who's (Really) making America Fat and How The Food Industry Can Fix It*. Chappel Hill: Harper Collins.
- Catherine E. Bach dan Dave Kelly. 2004. Effects of forest edges, fruit display size, and fruit colour on bird seed dispersal in a New Zealand mistletoe, *Alepis flavida*. *New Zealand Journal of Ecology*. **28**(1):93-103.
- Chang S.T., Wu J.H., Wang S.Y., Kang P.L., Yang N.S., dan Shyur L.F. 2001. Antioxidant activity of extracts from acacia confuse bark and heartwood. *Journal Agriculture Food Chemistry*. **49**:3420-3424.
- Charles Spence ,Carmel A. Levitan, Maya U. Shankar dan Massimiliano Zampini. 2010. Does Food Color Influence Taste and Flavor Perception in Humans?. *Chemosensory Perception*. **3**:68-84.
- Charoensiri R., Kongkachuichai R., Suknicom S. dan Sungpuag P. 2009. Beta-carotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected Thai fruits. *Food Chemistry*. **113**:202-207.
- Chen H.Y., Yen G.C. 2007. Antioxidant activity and free-radical scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves. *Food Chemistry*. **101**:686-694.
- Choo SY, Leong SK dan Henna Lu FS. 2010. Physicochemical and sensory properties of ice cream formulated with virgin coconut oil. *Food Science and Technology International*. **16**:531-541.
- Christos Soukolis, Dimitra Lebesi dan Costantina Tzia. 2009. Enrichment of ice cream with dietary fibre : Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*. **115**: 665-671.
- Clarke CJ, Buckley SL dan Lindner N .2002. Ice structuring proteins. A new name for antifreeze proteins. *Cryoletters*. **23**:89-92
- Costa FF, Resende JV, Abreu LR dan Goff HD. 2008. Effect of calcium chloride addition on ice cream structure and quality. *J ournal of Dairy Science*. **91**:2165-2174
- Croft K.D. 1998. The chemistry and biological of flavonoids and phenolic acids. *Annals of The New York Academy of Sciences*. **854**(1):435-442.
- Denys J.Charles. *Antioxidant properties of spices, herbs and other sources*. New York (NY). Springer. 2013. 610 p.

- Devmurari V., Shivanand P., Goyani M.B., Vaghani S. dan Jivani N.P. 2009. A review: Carissa Congesta: Phytochemical constituents, traditional use and pharmacological properties. *Pharmacognosy Reviews*. **3**(6):375-377.
- Dewanto V., Wu X., Adom K.K. dan Liu R.H. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **50**:3010-3014.
- Dina A., Nassima C., Meriam B., dan Karima A. 2009. Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*. **112**:303-309.
- Dipak Kumar Paul dan Ranjit Kumar Shaha. 2004. Nutrients, vitamin and minerals content in common citrus fruits in the Northern Region of Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. **7**(2):238-242.
- Dragsted L.O., Strube M. dan Larsen J.C. 1993. Cancer-protective factors in fruits and vegetables: biochemical and biological background. *Pharmacology and Toxicology*. **72**:116-135.
- Duh P.D., Du P.C., dan Yen G.C. 1999. Action of methanolic extract of mung hulls as inhibitors of lipid peroxidation and non-lipid oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*. **37**:1055-1061.
- El Ansari M.A, Reddy K.K, Sastry K.N.S dan Nayudamma Y. 1971. Polyphenols of Mangifera Indica. *Photochemistry*. **10**:2239-2241.
- Emoke B., Attila H., Eva S.B. 2010. Application and correlation among antioxidant and antiradical assays for characterizing antioxidant capacity of berries. *Science Horticulture*. **125**:332-336.
- Erkaya T., Dağdemir E., dan Şengül M. 2012. Influence of Cape gooseberry (Physalis peruviana L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. *Food Research International*. **45**(1):331-335.
- Ferguson P.J., Kurowska E., David J.F., Chambers A.F. dan Koropatnick D.J. 2004. A flavonoid fraction from cranberry extracts inhibits proliferation of human tumour cell lines. *Nutrition and cancer*. **134**:1529-1535.
- Filiz Yangilar. 2016. Production and evaluation of mineral and nutrient contents, chemical composition, and sensory properties of ice creams fortified with laboratory-prepared peach fibre. *Food and Nutrition*. **60**:31882
- Fowomola M.A. 2010. Some nutrients and antinutrients contents of mango (Mangifera indica) seed. *African Journal of Food Science*. **4**(8):472-476
- Geilman WG dan Schmidt DE. 1992. Physical characteristics of frozen desserts made from ultra filtered milk and various carbohydrates. *Journal of Dairy Science*. **75**:2670-2675

- Goff H.D. 2008. 65 Years of Ice Cream Science. *International Dairy Journal*. **18**(7):754-758
- Goff H. Douglas dan Richard W. Hartel. 2013. *Ice Cream*. 7<sup>th</sup> edition. London. Springer.
- Goff HD, Regand A dan Tharp BW. 2002. The potential for natural ice-structuring proteins in ice cream. *Dairy Industries International*. **67**(10):30–32
- Gruere GL, Nagarajan O dan King EDI. 2009. The role of collective action in the marketing of underutilized plant species: Lessons from a case study on minor millets in South India. *Food Policy*. **34**: 39-45.
- Grundhofer P., Niemetz R., Schilling G., dan Gross G.C. 2001. Biosynthesis and subcellular distribution of hydrolysable tannins. *Phytochemistry*. **57**:915-927.
- Gulluce M., Sahin F., Sokmen M., Ozer H., Daferera D., Sokmen A., et al. 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanols extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *Longifolia*. *Food Chemistry*. **103**:1449-1456.
- Gutierrez P.M.R., Mitchell S., dan Solis V.R. 2008. Psidium guajava: A review of its traditional uses, photochemistry and pharmacology. *Journal of Ethno pharmacology*. **117**:1-27.
- Halliwell B. 1997. Antioxidants and human diseases: A general introduction. *Nutrition Review*. **55**:44-52.
- Halliwell B. dan Gutteridge J.M. 2000. Free radicals and antioxidants in the year 2000. *A historical look to the future*. 137-147
- Hancock J., Desikan R., dan Neill S. 2001. Role of reactive oxygen species in cell signaling pathways. *Biochemical Society Transactions*. **29**(2):345-350.
- Hashim M.A., Soumyadeep Mukhopadhyay, Jaya Narayan Sahu, dan Bhaskar Sengupta. 2016. Remediation technologies for heavy metal contaminated groundwater. *Journal of Environmental Management*. **92**:2355-2388
- Hasnah Haron dan Mamat Said. 2004. *Penentuan Kandungan Nutrien dan Antinutrien Dalam Kernel Biji Magnifera Pajang Kostermans*. **2**(2):1-11.
- Hassan FA, Ismail A, Abdul Hamid A dan Azlan A. 2011. Identification and quantification of phenolic compounds in bambangan (*Mangifera pajang* Kort.) peels and their free radical scavenging activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **59**:9102-9111.
- Heber D. 2004. Vegetables, fruits and phytoestrogens in the prevention of diseases. *Journal of Postgraduate Medicine*. **50**:145-149.

- Herald TJ, Aramouni FM dan Abu-Ghoush MH. 2008. Comparison study of egg yolks and egg alternatives in French vanilla ice cream. *Journal of Texture Studies*. **39**:284–295
- Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., dan Van de Putte B. 1993. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **41**:1242-1246.
- Hilary Walden. 1995. *Ice Cream : Over 400 Variations from Sample Scoops to Spectacular Desserts*. The Book Company.
- Hock-Eng Khoo, K.Nagendra Prasad, Amin Ismail, Nohaizan Mohd Esa. 2010. Carotenoids from mangifera pajang and their antioxidant capacity. *Molecules*. **15**: 6699-6712.
- Huang D.J., Ou B.X., Hampsch-Woodill M., Flanagan J.A., Prior R.L. 2002. High throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a micro plate fluorescence reader in 96-well format. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. **50**:4437-4444.
- Huang D.J. Ou B.X., dan Prior R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. **53**:1841-1856.
- Hu F.B. 2003. Plant based foods and prevention of cardiovascular disease: An overview. *American Journal of Clinical Nutrition*. **78**:544s-551s.
- Hui Y.H. 2006. *Handbook of Fruits & Processing*. 1<sup>st</sup> edition. Carlton: Blackwell Publishing.
- Hulya Orak H. 2007. Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*. **111**:235-241.
- Huppertz T, Smiddy MA, Goff HD dan Kelly AL. 2011. Effect of high pressure treatment of mix on ice cream manufacture. *International Dairy Journal*. **21**:718–726.
- Hwang J., Kim H.S., Seok J.W., Kim J.D., Koun S., Park S.Y., Lee J., Kim H.S., Kim K.S., Chang K.T., Ryoo Z.Y., Wang S.M., Huh T.L. dan Lee S. 2009. Transcriptome analysis of the zebrafish mind bomb mutant. *Molecular Genetics and Genomics*. **281**(1):77-85.
- Ibrahim M., Prasad K.N., Ismail A., Azlan A. dan Hamid A.A. 2010. Physicochemical composition and antioxidant activities of underutilized Mangifera Pajang fruits. *African Journal of Biotechnology*. **9**:4392-4397.
- Ikram E.H.K, Eng K.H., Jalil A.M.M, Ismail A., Idris S. dan Azlan A. 2009. Antioxidant Capacity and Total Phenolic Content of Malaysian Underutilized Fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. **22**(5):388-393.

- Isabella M., Lee L.B., Lim T.M., Koh P.W., Huang D., dan Ong N.C. 2010. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. *Food Chemistry*. **123**:77-84.
- Jaafar A.R., Rahman B.R.A., Mahmod C.Z.N, dan Vasudevan R. 2009. Proximate analysis of dragon fruit (*Hylecereus polyhizus*). *American Journal of Applied Sciences*. **6**(7):1341-1346.
- Jittawan Kubola dan Sirithon Siriamornpun. 2011. Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai gac (*Momordica cochinchinensis* spreng). *Journal of Food Chemistry*. **127**:1138-1145.
- Jittawan Kubola, Sirithon Siriamornpun dan naret Meeso. 2011. Phytochemicals, vitamin C and sugar content of Thai wild fruits. *Food Chemistry*. **126**:972-981.
- John, O. P. 1990. *The "Big Five" factor taxonomy: Dimensions of personality in the natural language and questionnaires*. New York: Guilford Press.
- Kanbakan U., Con A.H. dan Ayar. 2004. Determination of Microbiological Contamination Sources During of Microbiological Contamination Sources During Ice-cream Production in Denizli, Turkey. *Food Control*. **15** (6):463-470.
- Karaman S. dan Kayacier A. 2012. Rheology of ice cream mix flavored with black tea or herbal teas and effect of flavoring on the sensory properties of ice cream. *Food Bioprocess Technology*. **5**:3159–3169
- Kawaii S., Tomono Y., Katase E., Ogawa K. dan Yano M. 1999. Antiproliferative activity of flavonoids on several cancer cell lines. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. **63**(5):896-899
- Khoo HE dan Ismail A. 2008. Determination of daidzein and genistein contents in mangifera fruit. *Malaysian Journal of Nutrition*. **14**(2):189-198.
- Khoo HE, Prasad KN, Ismail A dan Mohd Esa N. 2010. Carotenoids From Mangifera Pajang and Their Antioxidant Capacity. *Molecules*. **15**:6699-6712.
- Kittiphom S. 2012. Utilization of mango seed. *International Food Research Journal*. **19**(4):1325-1335
- Konczak I., Zabarar D., Dunstan M., dan Aguas P. 2010. Antioxidant capacity and phenolic compounds in commercially grown native Australian herbs and spices. *Food Chemistry*. **122**:260-266.
- Lakshminarayana, S., Subhadra, N.V. and Subramanyam H. 1970. Some aspects of development physiology of mango fruit. *Journal of Horticultural Sci*. **45**: 133-142.
- Lee R.Y., Labuza T.P., Acott K., Tatini S.R., Flink J. Dan McCall W. 1976. Water Activity Determination: A Collaborative Study of different Methods. *Journal of Food Science*. **41**(4):910-917.

- Lee K. Seung dan Adel A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. **20**:207-220
- Leong L.P. dan Shui G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry*. **76**:69-75.
- Lim S-Y, Swanson BG, Ross CF dan Clark S. 2008. High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improved body and texture of lowfat ice cream. *Journal of Dairy Science*. **91**:1308–1316
- Liu Hong Zhang. 2010. *Lord Liu Chun's Secrets of Longevity : 600 Years of Proven Cures*. Bloomington. Universe.
- Liu R. H. 2003. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combination of phytochemicals. *American Journal of Clinical Nutrition*. **78**:517S–520S.
- Lucas F. dan Bellisle. 1987. The measurement and food preferences in humans: Do taste-and-spit tests predict consumption?. *Physiology and Behaviour*. **39**(6):739-743
- Magalhaes L.M., Segundo M.A., Reis S., dan Lima J.L.F.C. 2006. Automatic method for determination of total antioxidant capacity using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay. *Analytica Chimica Acta*. **558**:310-318.
- Mahmood N. Malik. 2008. *Horticulture*. Delhi. Biotech Books.
- Mahmood Ahmed, Muhammad Imtiaz Shafiq, Anum Khaleeq, Rahila Huma, Muhammad Abdul Qadir, Ayesha Khalid, Amir Ali dan Abdul Samad. 2016. Physiochemical, biochemical, minerals content analysis, and antioxidant potential of national and international honeys in Pakistan. *Journal of Chemistry*. **1**:1-10.
- Maisuthisakul P., Suttajit M., dan Pongsawatmanit R. 2007. Assessment of phenolic content and free-radical scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chemistry*. **100**:1409-1418.
- Manach C., Williamson G., Morand C., Scalbert A., dan Remesy C. 2005. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *American Journal of Clinical Nutrition*. **81**:230-242.
- Jen. 23 October 2009. "*Mangifera* spp. Seeds". <http://bananaschocolateandicecream.blogspot.my/2009/10/mangifera-spp-seeds.html>.
- Manosroi A., Saraphanchotiwitthaya A., dan Manosroi J. 2005. In vitro immunomodulatory effect of *Pouteria Cambodiana* (Pierre ex Dubard) Baehni extract. *Journal of Ethnopharmacology*. **101**:90-94.

- Maria Smiechowska dan Przemyslaw Dmowski. 2006. Crude fiber as a parameter in the quality evaluation of tea. *Food Chemistry*. **94**(3):366-368.
- Marshall, R.T. dan Arbuckle W.S. 2003. *Ice cream*. (5<sup>th</sup> edition). New York. Chapman & Hall.
- McGregor, J. U. dan C. H. White. 1987. Effect of sweeteners on major volatile compounds and flavor of yogurt. *Journal Dairy Science*. **70**:1828-1834.
- Megala J., dan Geetha A. 2010. Free radical-scavenging and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, K<sup>+</sup>-ATPase inhibition activities of *Phytocellobium dulce*. *Food Chemistry*. **121**:1120-1128.
- Meilgaard M., Civille G.V. dan Carr B.T.1999. *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd ed. Boca Raton, Florida : CRC Press
- Miean H.K., dan Mohamed S. 2001Flavonoid (myricetin, Quercetin, Kaempferol, Luteolin, and Apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **49**:3106-3112.
- Milica Radosavljevic, Marija Milasinovic Seremesic, Dusanka Terzic, Goran Todorovic, Zorica Pajic, Milomir Filipovic, Zeljko Kaitovic dan Sneza Mladenovic Drinic. 2012. Effects of hybrid on maize grain and plant carbohydrates. *Genetika*. **44**(3):649-659.
- Mohd Fadzelly Abu Bakar, Maryati Mohamed, Asmah Rahmat dan Jeffrey Fry. 2010. *Phytochemicals and Antioxidant Activity of Different Parts of Bambangan (Mangifera Pajang) and Tarap (Artocarpus Odoratissimus)*. Food Chem. **113**(2):479-483.
- Mohd Fadzelly Abu Bakar, Mohamed M., Rahmat A. dan Fry J. 2009. Phytochemicals and Antioxidant Activity of Different Parts of Bambangan (*Magnifera Pajang*) and Tarap (*Artocarpus Odoratissimus*). *Food Chemistry*. **113**:479-483.
- Mohd Fadzelly Abu Bakar, Mohamed, M., Rahmat, A., Burr, S.A, Fry, J.r. 2010. Cytotoxicity and polyphenol diversity in selected parts of *Mangifera Pajang* and *Artocarpus odoratissimus* fruits. *Nutrition Food Science*. 2010. **40**(1):29-38.
- Mohd Fadzelly Abu Bakar dan Jeffrey R.Fry. 2013. A Review of Underutilized Indigenous Bambangan (*Mangifera Pajang*) Fruit As a Potential Novel Source for Functional Food and Medicine. *Journal of Medicinal Plants Research*. **7**(45):3292 – 3297.
- Mohamad Idris dan Z.A. 1991. *Pengeluaran Buah-Buahan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Morten Meilgaard, Gail Vance Civille dan B. Thomas Carr. 2007. *Sensory Evaluation Techniques*. (4<sup>th</sup> edition). Taylor and Francis.

- Moyer R.A., Hummer K.E., Finn C.E., Frei B. dan Wrolstad R.E. 2002. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, rubus, and ribes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **50**:519-525.
- Muhammad Ibrahim, K.Nagendra Prasad, Amin Ismail, Azrina Azlan dan Azizah Abd. Hamid. 2010. Physiochemical Composition and Antioxidant Activities of Underutilized Magnifera Pajang Fruit. *African Journal of Biotechnology*. **928**:4392-4397.
- Müller-Fischer N. F., Suppiger D., dan Windhab E. J. 2007. Impact of static pressure and volumetric energy input on the microstructure of food foam whipped in a rotor-stator device. *Journal of Food Engineering*. **80**(1):306-316.
- Murtaza M. Anjum, G. Mueen Ud Din, Nuzhat Huma, M. Asim Shabbir dan Shahid Mahmood. 2004. Quality Evaluation of Ice Cream Prepared with Different Stabilizers or Emulsifier Blends. *International Journal of Agriculture and Biology*. **6**(1) 65-67.
- Naik G.H., Priyadarsini K.I, Satav J.G., Banavalikar M.M, Sohoni P.P., dan Biyani M. 2003. Comparative antioxidant activity of individual herbal components used in Ayurvedic medicine. *Phytochemistry*. **63**:97-104.
- Neto C.C., Amoroso J.W. dan Libert A.M. 2008. Anticancer Activities of Cranberry Phytochemicals: an Update. *Molecular Nutrition and Food Research*. **52**:672-678.
- Netzel M., Netzel G., Tian Q., Schwartz S., dan Konczak I. 2007. Native Australian fruits- A novel source of antioxidants for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **8**:339-346.
- Nickerson, J.F.R, Licciardello, J.J, Ronsivalli dan L.J. 1983. *Radurization and Radicidation : Fish and Shell-fish in Preservation of Food by Ionizing Radiation*. Volume 3. Florida : CRC Press Inc.
- Nielsen S. Suzanne. 2003. *Instructor's Manual for Food Analysis : Answers to Study Question*. (3<sup>rd</sup> edition). Spring Street : Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Nitisewojo P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Selangor: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Nurliyana, R., Syed Zahir, I., Mustapha Suleiman, K., 'Aisyah, M.R. dan Kamarul Rahim K. 2010. *Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study*. International Food Research Journal. **17**:367-375.
- Nweze C.C., Abdulganiyu M.G. dan Eihabor O.G. 2015. Comparative analysis of vitamin C in fresh fruits of *malus domestica*, *citrus sinensi*, *Ananas comosus* and *citrullus lanatus* by iodometric titration. *International Journal of science, environment and technology*. **4**(1):17-22.

- Ohmes RL, Marshall RT dan Heymann H. 1998. Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers. *Journal of Dairy Science*. **81**:1222–1228
- Othman Yaacob dan Suranant Subhadrabandhu. 1995. *The Production of Economics Fruits in South-East Asia*. Kuala Lumpur: Oxford University Press.
- Othman A., Ismail A., Abdul Ghani N., dan Adenan I. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food Chemistry*. **100**:1523-1530.
- Panasttico ER. B. 1995. *Fisiologi Lepas Tuai: Pengendalian dan Penggunaan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Sub-Tropika*. Mohamad Nordin Abd. Karim. Selangor: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Paolo Boffetta, Elisabeth Couto, Janine Wichmann, Pietro Ferrari, Dimitrios Trichopoulos, H. Bas Bueno-de-Mesquita Fränzel J.B. van Duynhoven, Frederike L. Büchner, Tim Key, Heiner Boeing, et. al,. 2010. Fruit and Vegetable intake and overall cancer risk in the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC). *Journal of the National Cancer Institute*. **102**:529-537.
- Parvez Masud G.M. 2016. Pharmacological Activities of Mango (*Mangifera Indica*): A Review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. **5**(3): 01-07.
- Patel MR, Baer RJ dan Acharya MR. 2006. Increasing the protein content of ice cream. *Journal of Dairy Sciences*. **89**:1400–1406
- Patmore JV, Goff HD dan Fernandes S. 2003. Cryo-gelation of galactomannans in ice cream model systems. *Food Hydrocolloids*. **17**:161–169
- Pereira GG, Resende JV, Abreu LR, Giarola TM dan Perrone IT. 2011. Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. *European Food Research and Technology*. **232**:1093–1102
- Perkins-Veazie O. 2007. Carotenoids in watermelon and mango. *Acta Horticulture*. **746**:259–264.
- Persson M. 2009. Nutritionally-optimized ice cream fats. *Lipid Technology*. **21**(3):62–64.
- Potter N.N. dan Hotchkins J.H. 1995. *Food Science*. New York: Chapman and Hall.
- Prasad K.N., Yang B., Dong X., Jiang G., Zhang H., Xie H., et al. 2009. Flavonoid contents and antioxidant activities from cinnamomum species. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **10**:627-632.
- Prior R.L., Hoang H., Gu L., Wu X., Bacchiocca M., Howard L., et al. 2003. Assays of hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food sample. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **51**:3273-3279.

- Pulido R., Bravo L. dan Saura-Calixto F. 2013. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. **48**:3396-3402.
- Rangkadilok N., Sitthimonchai S., Warasuttayangkurn L., Mahidol C., Ruchirawat M. dan Satayavivad J. 2007. Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food and Chemical Toxicology*. **45**:328-336.
- Rangsriwong P., Rangkadilok N., Satayavivad J., Goto M., dan Shotipruk A. 2009. Subcritical water extraction of polyphenolic compounds from Terminalia Chebula Retz. Fruits. *Separation and Purification Technology*. **66**:51-56.
- Regand A, Goff HD. 2002. Effect of biopolymers on structure and ice recrystallization in dynamically frozen ice cream model systems. *Journal of Dairy Science*. **85**:2722-2732
- Regand A dan Goff HD. 2003. Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. *Food Hydrocolloids*. **17**:95-102
- Regand A dan Goff HD. 2005. Freezing and ice recrystallization properties of sucrose solutions containing ice structuring proteins from cold-acclimated winter wheat grass extract. *Journal of Food Science*. **70**(9):E552-E556
- Regand A dan Goff HD. 2006. Ice recrystallization inhibition of ice structuring proteins from winter wheat grass in model solutions and ice cream. *Journal of Dairy Science*. **89**:49-57
- Relkin P, Sourdet S, Smith AK, Goff HD dan Cuvelier G. 2006. Effects of whey protein aggregation on fat globule microstructure in whipped frozen emulsions. *Food Hydrocolloids*. **20**:1050-1056
- Rex Harrill. 1998. *The origin of the word brix: Using a refractometer to test the quality of fruits and vegetables: Perfect Organics blend*. Keedysville. Pineknoll publishing.
- Riboli E. dan Norat T. 2003. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetable on cancer risk. *American Journal of Clinical Nutrition*. **78**(3):559-569.
- Rice-Evans C.A., Miller N.T., dan Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*. **4**:304-309.
- Robards K., Prenzler P.D, Tucker G., Swatsitang P. dan Glover. 1999. Phenolic Compounds and Their Role in Oxidative Processes in Fruits. *Food Chemistry*. **66**:401-436.
- Ruan Z.P., Zhang L.L dan Lin Y.M. 2008. Evaluation of the antioxidant activity of Syzgium cumini leaves. *Molecules*. **13**(10):2545-2556.

- Rui Hai Liu. 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *American Journal of Clinical Nutrition*. **78**:5175-20S.
- Rukimini C., dan Vijayaraghavan M. 1984. Nutritional and toxicological evaluation of mango kernel oil. *Journal of The American Oil Chemists Society*. **61**:780-792.
- Sachau A.G., Wu X., Prior R.L., Ou B., Huang D., Owens J., Agarwal A., Jensen G.S., Hart A.N., dan Shanbrom E. 2006. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry *Euterpe oleracea* Mart (acai). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **54**(22):8604-8610.
- Saeed A.R., Karamalla K.A dan Khattab A.H. 1976. Polyphenolic Compounds in the Pulp of *Mangifera Indica* L. *Journal of Food Science*. **41**:959-960.
- Sakanaka S., Tachibana Y., dan Okada Y. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha). *Food Chemistry*. **89**:569-575.
- Sakura H, Wat N, Horton V, Millns H, Turner RC dan Ashcroft FM . 1996. Sequence variations in the human Kir6.2 gene, a subunit of the beta-cell ATP-sensitive K-channel: no association with NIDDM in while Caucasian subjects or evidence of abnormal function when expressed in vitro. *Diabetologia*. **39**(10):1233-1236.
- Saleem A., Husheem M., Harkanen P., dan Pihlaja K. 2002. Inhibition of cancer cell growth by crude extract and the phenolics of *Terminalia Chebula* Retz. Fruit. *Journal of Ethnopharmacology*. **81**:327-336.
- Samaddar H.N. 2001. *Commercial Production of Horticultural Crops*. 1<sup>st</sup> edition. Kolkata. Naya Udyog.
- Sanchez-Mata, M.C., Camara-Hurtado, M., Diez-Marques C. dan Torija-Isasa M.E. 2000. Comparison of high-performance liquid chromatography and spectrofluorimetry for vitamin C analysis of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Food Research and Technology*. **210**(3):220-225.
- Scalbert A. dan Williamson G. 2000. Dietary Intake and bioavailability of polyphenols. *The journal of Nutrition*. **130**:2073s-85s.
- Scalbert A., Johnson I.T. dan Saltmarsh M. 2005. Polyphenols antioxidants and beyond. *American Journal of Clinical Nutrition*. **81**:215s-217s.
- Scalbert A., Manach C., Morand C., Remesy C. dan Jimenez L. 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. **45**:287-306.
- Schieber A., Keller P. dan Carle R. 2001. Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by HPLC. *Journal of Chromatography*. **910**:265-273.

- Schieber A., Ullrich W. dan Carle R. 2000. Characterization of polyphenols in mango puree concentrate by HPLC with diode array and mass spectrometric detection. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **1**(2):161-166.
- Schlingmann KP, Konrad M , Jeck N , Waldegger P , Reinalter SC , Holder M , Seyberth HW dan Waldegger S. 2004. Salt wasting and deafness resulting from mutations in two chloride channels. *The New England Journal of Medicine*. **350**(13):1314-1319.
- Schorsch C, Jones MG dan Norton IT. 1999. Thermodynamic incompatibility and microstructure of milk protein/locust bean gum/sucrose systems. *Food Hydrocolloids*. **13**:89-99.
- Schorsch C, Jones MG dan Norton IT. 2000. Phase behaviour of pure micellar casein/kappa-carrageenan systems in milk salt ultra filtrate. *Food Hydrocolloids*. **14**:347-358
- Seo E.K, Silva G.L, Chai H.B, Chagwedera T.E, Fransworth N.R., Cordell G.A, Pezzuto J.M. dan Kinghorn A.D. 1997. Cytotoxic prenylated flavanones from Monotes Engleri. *Phytochemistry*. **45**(3):509-515.
- Serudin H., dan Tinggal D.S. 1992. Tarap (artocarpus odoratissimus): potential tropical fruits for product opportunities. *ISHC Acta Horticulture*. **321**:106-111.
- Shahidi F., dan Wanasundara P.K.J.P.D. 1992. Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **32**:67-103.
- Sheila Mosses dan V. Mosses. 1995. *Exploiting Biotechnology*. Harwood Academic Publisher.
- Sijan Kamaruzaman, Wan Mohamad Wan Othman, Siti Hajar Ahmad dan Nik Masdek Nik Hassan. 1995. *Commercial Production of Fruits, Vegetables and Flowers*. Selangor: Universiti Pertanian Malaysia.
- Singh Harbant. 1996. *Pengenalan Patologi Tumbuhan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Singleton V.L., dan Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of enology and Viticulture*. **16**:144-158.
- So F.V., Guthrie N., Chambers A.F., Moussa M. dan Carroll K.K. 1996. Inhibition of human breast cancer cell proliferation and delay of mammary tumorigenesis by flavonoids and citrus juices. *Nutrition and Cancer*. **26**(2):167-181.
- Soong Y.Y dan Barlow P.J. 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*. **88**:411-417.

- Soong Y.Y, dan Barlow P.J. 2006. Quantification of gallic acid and ellagic acid from longan (*Dimocarpus longan* Lour) seed and mango (*Mangifera indica* L.) kernel and their effects on antioxidant activity. *Food Chemistry*. **97**:524-530.
- Soukoulis C, Rontogianni E dan Tzia C. 2010. Contribution of thermal, rheological and physical measurements to the determination of sensorially-perceived quality of ice cream containing bulk sweeteners. *Journal of Food Engineering*. **100**:634–641.
- Sourdets S, Relkin P, Fosseux P-Y dan Aubry V. 2002. Composition of fat protein layer in complex food emulsions at various weight ratios of casein-to-whey proteins. *Lait*. **82**:567–580.
- S.T. Beckett. 1995. *Physico-chemical aspects of food processing*. United Kingdom (UK). Blackie A & P.
- Suzanne Nielsen S. 2010. *Food Analysis*. 4th ed. USA. Springer.
- Sukumar De. 2002. *Outline of Dairy Technology*. Oxford University Press.
- Tezcan F., Gultekin Ozguven M., Diken T., Ozcelik B., dan Bedia Erim F. 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*. **115**:873-877.
- Tharp W. Bruce dan Young Steven L. 2012. *Tharp and Young on ice cream: an encyclopedic guide to ice cream science and technology*. Pennsylvania. DEStech Publication.
- Tomas-Barberan F.A., dan Clifford M.N. 2000. Dietary hydroxybenzoic acid derivatives- Nature, occurrence and dietary burden. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. **80**:1024-1032.
- Torronen R., Hakinena S., Karenlampic S., dan Mykkanen H. 1997. Flavonoids and phenolic acids in selected berries. *Cancer Letters*. **114**:191-192.
- Tortora Gerard J., Berdell R Funke dan Christine L. Case. 2010. *Microbiology an introduction*. 10th ed. San Francisco. Pearson.
- Usenik V., Fabcic J., dan Stampar F. 2008. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*. **107**:185-192.
- Uzelac D.V., Pospisil J., Levaj B., dan Delonga K. 2005. The study of phenolic profiles of raw apricots and apples and their purees by HPLC for the evaluation of apricot nectars and jam authenticity. *Food Chemistry*. **91**:373-383.
- Vega C, Dalglish DG dan Goff HD. 2005. Effect of k-carrageenan addition to dairy emulsions containing sodium caseinate and locust bean gum. *Food Hydrocolloids*. **19**:187–195

- Velioglu Y. S., Mazza G., Gao L. dan Oomah B. D. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **46**(10):4113–4117.
- Vinson J.A., Dabbagh Y.A., Serry M.M., dan Jang J. 1995. Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **43**:2800-2804.
- Vita J.A. 2005. Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function. *American Journal of Clinical Nutrition*. **81**:292-297.
- Wall M.M. 2006. Ascorbic acid, Vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*. **19**:434-445.
- Wang X., Wei Y., Yuan S., Liu G., Zhang Y.L.J dan Wang W. 2006. Potential anticancer activity of litchi fruit pericarp extract against hepatocellular carcinoma in vitro and in vivo. *Cancer Letters*. **239**(1):144-150.
- Wang Y.C., Chuang Y.C. dan Ku Y.H. 2007. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*. **102**:1163-1171.
- Weber P, Bendich A dan Schalch. 1996. Ascorbic acid and human health-a review of recent data relevant to human requirements. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. **66**:19-30.
- Wildmoser H., Jeelani S.A.K. dan Windhab E.J. 2005. Serum separation in molten ice creams produced by low temperature extrusion processes. *International Dairy Journal*. **15**:1074–1085.
- Wolfe K., Wu X., dan Liu R.H. 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **51**:609-614.
- Wong KC dan Siew SS. 1994. Volatile Components of The Fruits of Bambang (Mangifera pajang kostermans) and Binjai (*Mangifera caesia* Jack). *Flavor and Fragrance journal*. **9**:173-178.
- Yaman, Elmali, Ulukanli, Tuzcu dan Genctav. 2006. Microbial Quality of Ice-cream Sold openly by Retail Outlets in Turkey. *Revue Med Vet*. **157** (10): 457-462.
- Yao L.H., Jiang Y.M., Shi J., Thomas Baeberan F.A., Datta N., Siganusong R., dan Chen S.S. 2004. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*. **59**:113-122.
- Zabidah A.A., Kong K.W. dan Amin I. 2011. Antioxidant properties of tropical juices and their effects on in vitro haemoglobin and low density lipoprotein (LDL) oxidations. *International Food Research Journal*. **18**:549-556.

Zhang Z. dan Goff HD. 2005. On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglyceride. *International Dairy Journal*. **15**:495–500.



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# LAMPIRAN A

## Borang Penilaian Sensori (Ujian Hedonik) bagi Aiskrim Bambang

### Sensory Evaluation Form (hedonic test) of Bambang Ice Cream

Tarikh / Date : \_\_\_\_\_

**Sampel / Sample : Aiskrim Bambang (Bambang Ice Cream)**

Jantina / Gender : ☐ Lelaki / Male

☐ Perempuan / Female

Umur / Age : \_\_\_\_\_

No.Panel / Panelist No. : \_\_\_\_\_

**Arahan:** Nilai sampel-sampel yang dihidangkan bermula dari sebelah kiri ke kanan mengikut tahap kesukaan anda mengenai setiap atribut bagi semua sampel pada ruang yang diberikan berdasarkan skala berikut:

**Instruction :** Evaluate each served sample from left to right based on your preferences by using below scale

- 9 Tersangat suka / Like extremely
- 8 Sangat suka / Like very much
- 7 Sederhana suka / Like moderately
- 6 Suka sedikit / Like slightly
- 5 Suka pun tidak, tidak suka pun tidak / Neither like nor dislike
- 4 Tidak suka sedikit / Dislike slightly
- 3 Sederhana tidak suka / Dislike moderately
- 2 Sangat tidak suka / Dislike very much
- 1 Tersangat tidak suka / Dislike extremely

**Peringatan: Bilas mulut setiap kali sebelum dan selepas merasa setiap sampel**

**Reminder: Rinse your mouth every time before and after tasting each sample**

**Kod Sampel / Sample Code**

**Atribut / Attribute**

Warna (Color)

Rasa bambang (Bambang taste)

Kelicinan (Smoothness)

Kemanisan (Sweetness)

*Firmness*

Aroma

*After taste*

*Overrun*

Penerimaan keseluruhan (Overall acceptability)

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ( )   | ( )   | ( )   | ( )   |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ |

**Berikan komen anda (jika ada) / Additional Comments:**

***Terima kasih kerana meluangkan masa untuk menjawab soal selidik ini.***

***Thank you for taking time to answer this questionnaire.***

## LAMPIRAN B



presents this

# Certificate of Participation

to

***FARAH HIDAYAH RAISIN***

as Poster presenter of the paper entitled,

**“Analysis of bioactive compounds for three different parts of  
Mangifera pajangkostermans”**

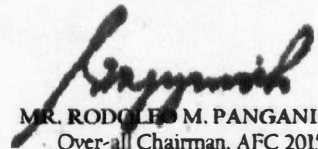
at the

**14th ASEAN Food Conference**  
**“The Bigger Picture: One ASEAN Through Food Technology”**

held on the 24-26 June 2015 at the SMX Convention Center,  
Mall of Asia, Pasay City, Philippines



**DR. MARIA PATRICIA V. AZANZA**  
Chairman, AFC 2015 Scientific Committee  
Director, DOST-ITDI



**MR. RODOLFO M. PANGANIBAN**  
Over-all Chairman, AFC 2015  
President, FIFSTA and PAFT



FSMP  
Postgraduate  
Colloquium 2015



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# Certificate of Participation

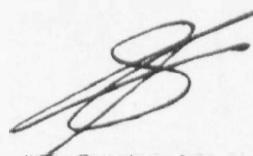
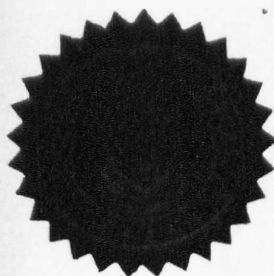
to

**FARAH HIDAYAH RAISIN**

As a presenter at the

**Faculty of Food Science & Nutrition  
POSTGRADUATE COLLOQUIUM  
2015**

Held on 12 & 13 August 2015 at FSMP Seminar Room,  
Universiti Malaysia Sabah

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the Dean of the Faculty of Food Science and Nutrition.

Assoc. Prof. Dr. Sharifudin Md. Shaarani  
Dean, Faculty of Food Science and Nutrition