

**PEMBANGUNAN GEGULUNG BUAH NAGA
(*Hylocereus polyrhizus*) BERSAMA RUMPAI LAUT
(*Kappaphycus alvarezii*)**

QUAH XIAU TUNG

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**FAKULTI SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2015**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PEMBANGUNAN GEGULUNG BUAH NAGA
(*Hylocereus polyrhizus*) BERSAMA RUMPAI LAUT
(*Kappaphycus alvarezii*)**

QUAH XIAU TUNG

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**LAPORAN PENYELIDIKANINI DIKEMUKAKAN
UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA
SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

**FAKULTI SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2015**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PEMBANGUNAN GEGULUNG BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*)
BERSAMA RUMPAI LAUT (*Kappaphylus alvarezii*)

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIO)

SESI PENGAJIAN: 2014 / 2015

Saya _____ QUAH XIAU TUNG

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

lge.

Disahkan oleh
NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Darley
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 5, 6TH AVENUE,

ASTON SETTLEMENT,

31900 KAMPAR, PERAK

ENLIK MANSOOR ABDUL HAMID

Nama Penyelia

Tarikh: 22.6.2015

Tarikh: 24.06.2015

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

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

* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Mu-



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satu telah dijelaskan sumbernya.

5 MEI 2015


QUAH XIAU TUNG
BN11110165



PENGESAHAN

NAMA : QUAH XIAU TUNG

NO. PELAJAR : BN11110165

TAJUK : PEMBANGUNAN GEGULUNG BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*)
BERSAMA RUMPAI LAUT (*Kappaphycus alvarezii*)

IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)

DISAHKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA
(ENCIK MANSOOR ABDUL HAMID)

2. PEMERIKSA 1
(PROF. MADYA DR. PATRICIA MATANJUN)

3. PEMERIKSA 2
(ENCIK MOHD. NAZRI ABDUL RAHMAN)

4. DEKAN
(PROF. MADYA DR. SHARIFUDDIN MD SHAARANI)

PENGHARGAAN

Saya bersyukur kepada Tuhan kerana telah memberi saya kekuatan, kesabaran, dan kebijaksanaan untuk menyiapkan projek akhir tahun ini dengan jayanya. Setinggi-tinggi penghargaan saya tujukan kepada Encik Mansoor Abdul Hamid selaku penyelia serta penasihat bagi projek penyelidikan akhir tahun saya ini. Ribuan terima kasih saya ucapkan kepada beliau kerana sudi meluangkan masa, tenaga, dan memberi tunjukajar serta nasihat yang membina kepada saya sepanjang projek ini dijalankan.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua pensyarah dan kakitangan Fakulti Sains Makanan dan Pemakanan yang memberi bantuan kepada saya sepanjang projek penyelidikan ini dijalankan. Sekalung penghargaan kepada semua ahli keluarga saya yang tersayang dan sahabat baik yang sering memberi sokongan moral dan dorongan kepada saya untuk terus bersemangat menjayakan projek penyelidikan ini.

Akhir kata, ribuan terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam projek penyelidikan ini. Tanpa mereka, projek penyelidikan akhir tahun saya ini tidak dapat disempurnakan dengan lancar dan sempurna. Semua jasa dan budi baik akan saya hargai selama-lamanya.

Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

PEMBANGUNAN GEGULUNG BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*) BERSAMA RUMPAI LAUT (*Kappaphycus alvarezii*)

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan produk gegulung buah naga bersama rumpai laut. Buah naga merah *Hylocereus polyrhizus* dan rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* digunakan sebagai bahan mentah dalam kajian ini. Sebanyak 9 formulasi telah dihasilkan dengan kombinasi tiga peratusan puri buah naga (55%, 65%, 75%), tiga peratusan rumpai laut (8%, 10%, 12%), sukrosa sebanyak 10%, asid sitrik sebanyak 1%, dan air sebagai pelengkap formulasi. F1, F2, dan F5 telah terpilih sebagai tiga formulasi yang digemari oleh para panel melalui Ujian Pemeringkatan(BIB). Melalui ujian sensori skala hedonik, formulasi F2 yang mengandungi 55% puri buah naga, 10% rumpai laut, 10% sukrosa, 1% asid sitrik, dan 24% air telah terpilih sebagai formulasi yang terbaik. Analisis proksimat menunjukkan gegulung buah naga bersama rumpai laut F2 mengandungi 9.19% lembapan, 2.32% abu, 2.14% protein, 0.01% lemak, 12.69% serat kasar, dan 71.35% karbohidrat. Analisis antioksidan telah dijalankan untuk menentukan kandungan antioksidan dalam gegulung buah naga bersama rumpai laut yang dihasilkan. Jumlah kandungan fenolik yang terkandung dalam produk yang dihasilkan adalah sebanyak 179.40mgGAE/g b.k. manakala aktiviti Pemerangkapan Radikal Bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) adalah sebanyak 15.56%. Ujian mutu penyimpanan telah dijalankan melalui analisis fizikokimia dan analisis mikrobiologi untuk mengkaji sebarang perubahan pada atribut-atribut produk gegulung buah naga bersama rumpai laut sepanjang tempoh lapan minggu tempoh penyimpanan. Analisis fizikokimia melibatkan penentuan perubahan pH, jumlah pepejal larut, dan warna. Secara keseluruhannya, hasil ujian fizikokimia menunjukkan bahawa nilai pH dan warna menurun manakala nilai jumlah pepejal larut meningkat. Ujian mikrobiologi menunjukkan bahawa gegulung buah naga bersama rumpai laut masih selamat dimakan sepanjang lapan minggu tempoh penyimpanan. Ujian pengguna dijalankan untuk mengetahui tahap penerimaan pengguna terhadap produk yang dihasilkan. Hasil ujian pengguna menunjukkan terdapat 80% pengguna berminat untuk membeli produk baru ini sekiranya terdapat di pasaran. Ini menunjukkan bahawa produk gegulung buah naga bersama rumpai laut berpotensi untuk dipasarkan dalam pasaran Malaysia.

ABSTRACT

PRODUCT DEVELOPMENT OF DRAGON FRUIT (*Hylocereus polyrhizus*) LEATHER WITH SEAWEED (*Kappaphycus alvarezii*)

The purpose of this research is to develop dragon fruit leather with seaweed. Red dragon fruit *Hylocereus polyrhizus* and seaweed *Kappaphycus alvarezii* are used as the main raw material. A total of nine formulations were created from three combinations of red dragon fruit puree (55%, 65%, 75%), three combinations of seaweed (8%, 10%, 12%), 10% sucrose, 10% citric acid and water as the complement to 100%. F1, F2, and F5 were chosen as three best formulations through a ranking test with Balanced Incomplete Block (BIB) design. F2 which consists of 55% red dragon fruit puree, 10% seaweed, 10% sucrose, 1% citric acid and 24% water was chosen as the best formulation through hedonic test. Results from proximate analysis showed that dragon fruit leather with seaweed F2 contains 9.19% moisture, 2.32% ash, 2.14% protein, 0.01% fat, 12.69% crude fibre and 71.35% carbohydrate. Antioxidant analysis was carried out to determine the antioxidant content in dragon fruit leather with seaweed. The product contains 179.40mgGAE/g d.w. phenolics content and 15.56% DPPH activity. Shelf life study of dragon fruit leather with seaweed was carried out through physicochemical analysis and microbiological analysis to observe changes of product throughout the eight weeks storage period. Physicochemical analysis involved determination of pH, total soluble solids and colour changes. The values of pH and colour decreased while total soluble solids increased. Microbiological analysis showed that dragon fruit leather with seaweed was safe for consumption throughout the eight weeks storage period. Consumer test has been conducted to determine the level of consumers' acceptance towards dragon fruit leather with seaweed. The results showed that 80% of consumers were interested in buying this new product if it is available in the market. This indicates that dragon fruit leather with seaweed has potential to be marketed in the Malaysian market.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SINGKATAN	xii
SENARAI SIMBOL DAN UNIT	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1: PENDAHULUAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pernyataan Masalah	4
1.3 Kepentingan Kajian	7
1.4 Objektif	7
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Gegulung Buah	8
2.1.1 Asal usul Gegulung Buah	8
2.2 Buah Naga	9
2.2.1 Taksonomi	9
2.2.2 Ciri Morfologi	10
2.2.3 Musim bunga dan buah	11
2.2.4 Penanaman	12
2.2.5 Indeks kematangan buah	13
2.2.6 Nilai pemakanan	14
2.3 Rumpai Laut	15
2.3.1 <i>Kappaphycus alvarezii</i>	16
2.3.2 Jenis <i>Kappaphycus alvarezii</i>	17
2.4 Penyediaan Buah untuk Pemprosesan	17
2.5 Pembentukan Gel	18
2.5.1 Karagenan	19
2.5.2 Asid	19
2.5.3 Gula	19
2.6 Pengeringan	20
2.6.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan	20
2.6.2 Kaedah Pengeringan yang Digunakan	22
2.6.3 Kesan-kesan pengeringan	23
2.6.4 Kesan terhadap Gegulung Buah Selepas Pengeringan	25
2.7 Pembungkusan dan Penyimpanan	27
2.7.1 Fungsi Pembungkusan	27

BAB 3: BAHAN DAN KAEADAH	
3.1 Bahan Mentah dan Peralatan	28
3.1.1 Bahan Mentah	28
3.1.2 Peralatan dan Radas	29
3.2 Pemprosesan gegulung buah	30
3.2.1 Penyediaan buah dan rumpai laut	31
3.2.2 Pemanasan	31
3.2.3 Pengeringan	31
3.2.4 Formulasi	32
3.3 Ujian Penilaian Sensori	33
3.3.1 Ujian Pemeringkatan (Balance Incomplete Block)	33
3.3.2 Ujian Skala Hedonik	34
3.3.3 Analisis Data	34
3.4 Analisis Proksimat	34
3.4.1 Penentuan Kandungan Lembapan	34
3.4.2 Penentuan Kandungan Abu	35
3.4.3 Penentuan Kandungan Protein	36
3.4.4 Penentuan Kandungan Lemak	37
3.4.5 Penentuan Kandungan Serabut Kasar	37
3.4.6 Penentuan Kandungan Karbohidrat	38
3.5 Analisis Antioksidan	38
3.5.1 Penyediaan Sampel	38
3.5.2 Penentuan Jumlah Kandungan Fenolik (TPC)	39
3.5.3 Penentuan Aktiviti Pemerangkapan Radikal Bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	39
3.6 Ujian Mutu Penyimpanan	40
3.6.1 Analisis Fizikokimia	40
3.6.2 Analisis Mikrobiologi	41
3.7 Ujian Pengguna	43
3.7.1 Analisis Data	44

BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1 Hasil Ujian Penilaian Sensori	45
4.1.1 Hasil Ujian Pemeringkatan (BIB)	45
4.1.2 Hasil Ujian Skala Hedonik	47
4.2 Analisis Proksimat	55
4.2.1 Kandungan Lembapan	55
4.2.2 Kandungan Abu	57
4.2.3 Kandungan Protein	58
4.2.4 Kandungan Lemak	59
4.2.5 Kandungan Serat Kasar	60
4.2.6 Kandungan Karbohidrat	61
4.3 Analisis Antioksidan	62
4.3.1 Penentuan Jumlah Kandungan Fenolik (TPC)	62
4.3.2 Penentuan Aktiviti Pemerangkapan Radikal Bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	63
4.4 Ujian Mutu Penyimpanan	64
4.4.1 Analisis Fizikokimia	65
4.4.2 Analisis Mikrobiologi	70
4.5 Ujian Pengguna	71

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Cadangan	79
RUJUKAN	81
LAMPIRAN	92

SENARAI JADUAL

Jadual	Halaman
2.1 Indeks kematangan buah naga	13
2.1 Nilai pemakanan buah naga	14
3.1 Senarai bahan mentah yang digunakan	28
3.2 Senarai peralatan yang digunakan	29
3.3 Formulasi gegulung buah naga bersama rumpai laut	32
4.1 Rumusan jumlah skor ujian pemeringkatan dan analisis statistik terhadap 9 formulasi gegulung buah bersama rumpai laut	46
4.2 Nilai skor min ($n=40$) hasil penilaian sensori untuk atribut-atribut bagi 3 formulasi produk gegulung buah naga bersama rumpai laut yang terpilih	48
4.3 Nilai proksimat bagi setiap komposisi untuk formulasi terbaik produk gegulung buah naga bersama rumpai laut	55
4.4 Aktiviti antioksidan untuk formulasi terbaik produk gegulung buah naga bersama rumpai laut	62
4.5 Keputusan analisis perubahan pH dalam produk gegulung buah naga bersama rumpai laut sepanjang tempoh penyimpanan	66
4.6 Keputusan analisis perubahan jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Briks) dalam produk gegulung buah naga bersama rumpai laut sepanjang tempoh penyimpanan	67
4.7 Keputusan analisis perubahan warna produk gegulung buah naga bersama rumpai laut sepanjang tempoh penyimpanan	69
4.8 Jumlah koloni untuk medium PCA dan PDA sepanjang lapan minggu tempoh penyimpanan produk gegulung buah naga bersama rumpai laut	70
4.9 Demografik Responden Ujian Pengguna	71

SENARAI RAJAH

Rajah	Halaman
3.1 Carta aliran proses penghasilan gegulung buah naga bersama rumpai laut	30
4.1 Warna produk gegulung buah bersama rumpai laut pada Minggu 0	69
4.2 Warna produk gegulung buah bersama rumpai laut pada Minggu 8	69
4.3 Peratusan responden yang menggemari buah naga merah segar	72
4.4 Peratusan responden yang pernah memakan gegulung buah	73
4.5 Peratusan responden terhadap penerimaan rasa gegulung buah naga bersama rumpai laut	74
4.6 Peratusan potensi pembelian produk gegulung buah naga bersama rumpai laut	75

SENARAI SINGKATAN

AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
BIB	<i>Balance Incomplete Block</i>
CFU	<i>Colony Forming Unit</i>
DPPH	<i>2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FSMP	Fakulti Sains Makanan dan Pemakanan
GAE	<i>Gallic Acid Equivalent</i>
H ₂ SO ₄	Asid Sulfurik
NaOH	Natrium Hidroksida
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
PP	Polipropilena
SPSS	<i>Statistical Package of Social Science</i>
TH	Tidak Hadir
TPC	<i>Total Phenolic Content</i>
UMS	Universiti Malaysia Sabah
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UV	<i>Ultraviolet</i>
Vis	<i>Visible</i>

SENARAI SIMBOL DAN UNIT

\pm	Tambah tolak
%	Peratus
cm	Centimeter
g	Gram
m	Meter
mg	Miligram
ml	Mililiter
mm	Milimeter
M	Molariti
Mt	Tan Metrik
n	Nano
μ	Mikro
$^{\circ}\text{C}$	Darjah Selsius
a_w	Aktiviti Air
<	Kurang daripada
>	Lebih daripada

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Gambar-gambar	92
B Kaedah Pengiraan Nilai T dan LSD _{rank}	93
C Kaedah Pengiraan Nilai Jumlah Kandungan Fenolik (TPC)	94
D Borang Ujian Pemeringkatan (BIB)	96
E Borang Ujian Skala Hedonik	97
F Borang Ujian Pengguna	98
G Data Analisis Statistik	99



BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Gegulung buah berasal dari Empayar Parsi, di mana ia dikenali sebagai "Pestil" di Turkey, "Bastegh" atau "Pastegh" di Armenia, "Qamar al deen" di Lebanon, Syria, dan negara Arab lain, dan "Fruit Roll" atau "Fruit Leather" di Amerika Syarikat (Ruiz *et al.*, 2011). Gegulung buah merupakan makanan ringan yang mempunyai populariti yang tinggi dan pasaran yang berkembang stabil di pasaran Eropah dan Amerika Utara. Namun, gegulung buah tidak dikenali di negara-negara tropikal, termasuklah Malaysia (Babalola *et al.*, 2002). Gegulung buah mendapat namanya berdasarkan penampilan produk akhirnya, iaitu lapisan bersinar yang mempunyai tekstur seperti kulit (Suna *et al.*, 2014). Biasanya, ia dipasarkan dalam bentuk gulungan individu.

Gegulung buah merupakan sejenis produk konfeksi yang berasaskan buah-buahan kering dengan "*intermediate moisture content*" yang biasanya dimakan sebagai makanan ringan atau pencuci mulut (Valenzuela dan Aguilera, 2014). Sebagai pilihan lain, gegulung buah boleh dijadikan sebagai antara salah satu bahan dalam bijirin sarapan, muesli, dan produk bakeri (Okilya, 2010). Gegulung buah dihasilkan dengan pengeringan isi buah-buahan segar yang dihancurkan atau jus buah-buahan pekat dicampur dengan bahan-bahan lain untuk menghasilkan penampilan produk akhir yang lut cerah. Gegulung buah mempunyai tekstur yang kental, kaya dengan rasa buah-buahan, rendah lemak, serta kaya dengan kandungan fiber dan karbohidrat. Gegulung buah berasaskan isi buah-buahan segar lebih disukai ramai dari aspek nutrisi dan organoleptik. Ini kerana ia mengandungi kuantiti fiber pemakanan, karbohidrat, vitamin, dan antioxidant yang memanfaatkan badan manusia. Gegulung buah juga memberi kandungan kalori yang jauh lebih rendah berbanding makanan ringan lain, iaitu kurang daripada 100

kcal setiap sajian (Diamante *et al.*, 2014). Oleh itu, gegulung buah sering disasarkan kepada pengguna yang peka terhadap kesihatan melalui cara-cara pemasaran dengan menggunakan terma seperti “asli”, “semula jadi”, dan “kaya dengan vitamin” (Vatthanakul *et al.*, 2010).

Terdapat banyak jenis buah-buahan yang sesuai digunakan untuk penghasilan gegulung buah seperti epal, betik, jambu, anggur, strawberi, nangka, beri, dan nanas. Buah-buahan segar tidak mudah disimpan untuk tempoh yang panjang selepas dituai, termasuklah buah naga. Selain daripada dimakan secara segar, buah-buahan boleh dikeringkan untuk menghasilkan gegulung buah (Diamante *et al.*, 2013). Buah-buahan yang telah masak atau terlampau masak sesuai dijadikan gegulung buah untuk mengurangkan pembaziran makanan. Buah-buahan yang bermusim seperti buah naga boleh dihasilkan kepada gegulung buah sebagai salah satu cara pengawetan dan memanjangkan tempoh ketersediaannya semasa bukan musim buah-buahan tersebut (Maskan *et al.*, 2002). Buah-buahan lembut seperti buah naga yang sensitif terhadap penyimpanan dan mudah lebam juga menjadi pilihan yang baik untuk penghasilan gegulung buah bagi memanjangkan tempoh penyimpanannya. Pemprosesan buah-buahan segar kepada gegulung buah telah menjadi satu alternatif popular yang mendapat permintaan yang makin bertambah di pasaran antarabangsa (Chowdhury *et al.*, 2010). Oleh itu, produk buah naga bersama rumpai laut mempunyai potensi yang tinggi untuk dibangunkan.

Tempoh penyimpanan gegulung buah amat bergantung kepada kandungan lembapan akhir yang rendah, iaitu sekitar 15-25%. Pengurangan kandungan lembapan kepada tahap selamat memanjangkan tempoh penyimpanan produk dan dengan itu menyediakan keadaan mikrobiologi yang stabil serta mengurangkan tindak balas kimia yang akan merosakkan produk. Gegulung buah boleh disimpan sehingga selama sembilan bulan sekiranya ia dikeringkan dan dibungkus dengan baik (Karki, 2011). Dalam sestengah gegulung buah yang dikomersilkan, bahan tambahan seperti kalium metabisulphit, natrium bisulfit, natrium metabisulfit digunakan dalam pemeliharaan warna dan pemanjangan tempoh penyimpanan

produk (Diamante *et al.*, 2014). Namun, sulfit boleh menyebabkan reaksi alahan yang serius terhadap sesetengah individu (Lauritzen, 1992). Sebagai hasilnya, penggunaan sulfur dioksida (SO_2) telah dikawal dan diharamkan dalam sesetengah produk makanan di Eropah dan Amerika Syarikat. Sulfit akan mencemarkan rasa buah-buah dan memberi rasa yang buruk sekiranya digunakan secara berlebihan. Asid sitrik telah diperkenalkan sebagai pengganti untuk mencegah tindak balas pemerangan walaupun ia tidak berkesan seperti sulfur dioksida (Karki, 2011). Asid askorbik dan jus lemon juga merupakan pilihan alternatif yang lain (Raab dan Oehler, 2000).

Buah naga, juga dikenali sebagai "pitaya", merupakan sejenis buah-buahan yang tergolong dalam keluarga Cactaceae genus *Hylocereus* yang berasal dari Latin Amerika, termasuklah Mexico, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan (Wu *et al.*, 2006). Namun, ia telah mendapat banyak perhatian daripada seluruh dunia atas pelbagai kebaikannya. Kini, buah naga ditanam secara komersial di negara tropikal dan sub-tropikal seperti Malaysia, Thailand, Israel, Australia, New Zealand, dan Sepanyol atas keadaan suhu dan iklim yang sesuai untuk pertumbuhannya (Ong *et al.*, 2014). Menurut Jabatan Pertanian Malaysia, penanaman buah naga semakin bertambah di Malaysia. Pada tahun 2007, jumlah pengeluaran buah naga di Malaysia adalah sebanyak 5296 ton metrik (Mt) dan meningkat kepada 15701 Mt pada tahun 2008. Pengeluaran yang semakin bertambah akan membawa kepada masalah pembaziran buah naga sepanjang penyimpanan dan pengangkutan. Oleh itu, penghasilan gegulung buah naga melalui kaedah pengeringan akan menjadi satu cara yang baik dan berkesan untuk mengawet buah naga dan mengurangkan masalah pembazirannya.

Pemakanan rumput laut semakin meningkat di negara-negara Eropah sejak tahun-tahun ini. Ini kerana rumput laut dikenali sebagai sumber makanan bernutrien tinggi yang mengandungi vitamin, protein, mineral, dan kandungan serabut. Rumput laut boleh dimakan mentah sebagai salad, sup, atau ditambah dalam masakan. Atas sebab sifat rumput laut yang rendah lemak dengan kehadiran protein serta karbohidrat, ia menyumbang kalori yang rendah dalam pemakanan

(El-Said dan El-Sikaily, 2013). Tambahan pula, rumpai laut juga merupakan sumber aditif makanan dan bioperubatan yang amat berharga (Rorrer dan Cheney, 2004). Oleh itu, atas manfaatnya yang banyak, rumpai laut mempunyai potensi yang amat tinggi untuk dihasilkan dan dikomersilkan sebagai produk makanan (Aguilera-Morales *et al.*, 2005).

Penghasilan gegulung buah masih kurang popular di pasaran Malaysia walaupun produk ini telah lama wujud. Musim yang terhad dan keadaan buah-buahan yang cepat rosak akan menyebabkan berlakunya lambakan buah naga apabila tiba musimnya. Oleh itu, dengan penghasilan gegulung buah naga bersama rumpai laut, masalah ini dapat diatasi di samping mempelbagaikan produk makanan yang berasaskan buah naga dan rumpai laut.

1.2 Pernyataan Masalah

Buah-buahan segar merupakan produk makanan yang mudah rosak selepas penuaian, terutamanya buah-buahan lembut seperti buah naga yang amat sensitif terhadap penyimpanan dan mudah lebam sepanjang tempoh pengangkutan. Buah-buahan segar akan menjadi terlampau masak tidak lama selepas penuaian dan penyimpanan, yang biasanya tidak disukai ramai. Sebagai hasilnya, buah-buahan yang lebam dan terlampau masak ini dibuang dan dibazirkan.

Jumlah keluasan tanah yang ditanam untuk buah-buahan direkodkan pada 298.429 hektar dengan pengeluaran pada 1767800 tan metrik setahun di Malaysia (Jani dan Tih, 2010). Menurut Jabatan Pertanian Malaysia, penanaman buah naga semakin bertambah di Malaysia. Pada tahun 2007, jumlah pengeluaran buah naga di Malaysia adalah sebanyak 5296 tan metrik dan meningkat kepada 15701 tan metrik pada tahun 2008. Pengeluaran yang semakin bertambah dan berlebihan sering membawa kepada masalah pembaziran buah naga atas kelemahan sepanjang tempoh penyimpanan dan pengangkutan. Oleh itu, kaedah pengeringan menjadi satu cara yang baik dan berkesan untuk mengawet buah naga dan mengurangkan masalah pembazirannya.

Pengeringan buah-buahan merupakan kaedah yang biasa diamalkan sejak dahulu lagi kerana mudah dijalankan dengan kos yang rendah. Kebanyakan buah-buahan dikeringkan secara keseluruhannya seperti anggur, beri, dan aprikot atau dalam kepingan kecil seperti manga, kiwi, dan nangka. Buah-buahan juga boleh dikeringkan menjadi gegulung buah dengan proses mengupas, memotong, dan mengisarkannya kepada puri untuk dikeringkan. Produk makanan kering ini selepas itu boleh dibungkus dan disimpan untuk beberapa bulan (Diamante *et al.*, 2013). Oleh itu, penghasilan gegulung buah naga merupakan antara salah satu kaedah yang paling berkesan dalam pengurangan pembaziran buah naga yang disebabkan oleh pembuangan buah-buahan yang terlalu ranum.

Selain itu, pemprosesan buah naga kepada gegulung buah merupakan satu cara yang baik untuk memastikan ketersediaan buah naga sepanjang tahun. Buah naga merupakan buah-buahan yang bermusim dan tidak didapati sepanjang tahun. Tumbuhan buah naga berbuah sekali-kala sepanjang tahun, bergantung kepada cuaca dan iklim kerana ia tidak akan berbuah sehingga cuaca sangat panas. Oleh itu, buah naga boleh dikeringkan sebagai satu cara untuk memastikan ketersediaannya sepanjang tahun untuk memenuhi permintaan pasaran dan pengguna. Cara yang paling biasa digunakan dalam pengawetan buah-buahan ialah kaedah pengeringan, iaitu kaedah pengeringan buah naga yang digunakan dalam kajian ini. Kaedah ini berasaskan prinsip pengurangan air daripada buah naga segar untuk mengawal aktiviti enzim dan mikrob yang akan membantu menghalang kerosakan buah-buahan. Oleh itu, pemprosesan buah naga kepada gegulung buah naga memenuhi kehendak pasaran pada masa bukan musim buah naga (Teshome, 2010).

Gegulung buah mungkin tidak popular di Malaysia, namun produk ini mempunyai potensi untuk dibangunkan. Di pasaran antarabangsa seperti pasaran Eropah, gegulung buah telah menjadi semakin popular sebagai sejenis makanan ringan. Berdasarkan laporan daripada USDA Foreign Agriculture Service (2013), ia dinyatakan bahawa produk makanan kering, termasuk gegulung buah, mendapat permintaan yang bertambah di pasaran Malaysia. Ini menunjukkan bahawa

gegulung buah mempunyai peluang dan potensi jualan yang sangat baik di pasaran Malaysia. Buah naga dikatakan mempunyai nilai nutrien dan kandungan antioksidan yang tinggi. Ini mewujudkan peluang kepada segmen-segmen makanan kesihatan yang baru muncul di pasaran Malaysia. Gegulung buah naga dijangka menjadi makanan ringan alternatif yang lebih baik kepada individu daripada semua peringkat umur, dari golongan kanak-kanak hingga orang dewasa. Gegulung buah juga boleh dimakan sebagai bahan tambahan dalam sesuatu produk selain dimakan sebagai makanan ringan secara individunya. Kadar pemakanan bijirin sarapan dan produk bakeri yang tinggi di pasaran Malaysia mencerminkan potensi industri gegelung buah. Gegulung buah naga boleh ditambah sebagai buah-buahan kering di dalam bijirin sarapan manakala dalam produk bakeri pula, gegulung buah boleh dijadikan sebagai topping. Bersama dengan pengembangan industri makanan, permintaan terhadap bahan baru akan diwujudkan. Gegulung buah naga akan menjadi bahan alternatif yang lebih murah untuk menembusi pasaran yang telah sedia ada (Teshome, 2010).

Sejak tahun-tahun ini, penggunaan rumpai laut sebagai sumber makanan amat tinggi di kawasan Asia, terutamanya Jepun, China, dan Korea manakala di negara-negara Barat, penggunaan rumpai laut lebih kepada sumber hidrokoloid, iaitu agar, alginate, dan karageenan untuk diaplikasikan dalam industri makanan (Paiva *et al.*, 2014). Namun, sejak beberapa dekad yang lalu, pemakanan rumpai laut semakin meningkat di negara-negara Eropah. Ini kerana rumpai laut kini dikenali sebagai sumber makanan bernutrien tinggi yang mengandungi vitamin, protein, mineral, dan kandungan serabut. Rumpai laut boleh dimakan mentah sebagai salad, sup, atau ditambah dalam masakan. Oleh sebab sifat rumpai laut yang rendah lemak dengan kehadiran protein serta karbohidrat, ia menyumbang kalori yang rendah dalam pemakanan (El-Said dan El-Sikaily, 2013). Tambahan pula, rumpai laut juga merupakan sumber aditif makanan dan bioperubatan yang amat berharga (Rorrer dan Cheney, 2004). Oleh itu, atas manfaatnya yang banyak, rumpai laut mempunyai potensi yang amat tinggi untuk dihasilkan dan dikomersilkan sebagai produk makanan (Aguilera-Morales *et al.*, 2005). Dalam kajian ini, rumpai laut akan ditambah ke dalam penghasilan gegulung buah naga. Penambahan rumpai laut dalam gegulung buah naga akan meningkatkan nilai

nutrien dalam produk ini. Selain itu, rumpai laut juga berperanan sebagai agen pembentukan gel yang memberi ciri-ciri kekenyalan gegulung buah. Oleh itu, pektin boleh disingkirkan dalam penghasilan gegulung buah. Dengan itu, kos penghasilan gegulung buah naga bersama rumpai laut dapat dikurangkan.

1.3 Kepentingan Kajian

Projek pembangunan ini bertujuan untuk menguji kesesuaian campuran isi buah naga dan rumpai laut untuk dijadikan gegulung buah yang berkualiti. Memandangkan gegulung buah tidak popular di Malaysia, maka kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti potensi produk gegulung buah naga bersama rumpai laut untuk dijadikan snek yang kaya dengan kandungan nutrien dan antioksidan di pasaran Malaysia. Produk gegulung buah ini berpotensi untuk dijadikan sebagai alternatif yang lebih sihat kepada makanan ringan seperti keropok dan gula-gula. Selain itu, projek ini bertujuan mengurangkan pembaziran buah naga selepas dituai serta memperkenalkan produk gegulung buah yang dibuat daripada buah-buahan tropika.

1.4 Objektif

Objektif penghasilan gegulung buah naga bersama rumpai laut adalah seperti berikut:

- a. Mendapatkan formulasi terbaik untuk penghasilan gegulung buah naga bersama rumpai laut melalui ujian sensori.
- b. Menentukan ciri-ciri proksimat dan aktiviti antioksidan gegulung buah naga bersama rumpai laut dengan formulasi terbaik.
- c. Mengkaji mutu penyimpanan gegulung buah naga bersama rumpai laut melalui ujian fizikokimia dan ujian mikrobiologi.
- d. Menentukan tahap penerimaan pengguna terhadap gegulung buah naga bersama rumpai laut melalui ujian pengguna.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Gegulung Buah

2.1.1 Asal usul Gegulung Buah

Gegulung buah merupakan sejenis makanan ringan yang amat terkenal dan popular di pasaran Eropah serta Amerika Utara tetapi tidak dikenali di negara-negara tropikal, termasuklah Malaysia (Balabola *et al.*, 2002). Gegulung buah merupakan lembaran kering yang dibuat daripada hancuran isi buah-buahan atau jus buah-buahan pekat. Gegulung buah mempunyai permukaan yang cerah dan bersinar, bertekstur kenyal, dan mempunyai rasa buah-buahan. Banyak buah-buahan boleh digunakan untuk menghasilkan gegulung buah, termasuklah epal, durian, betik, pisang, nangka, dan sebagainya. Buah-buahan yang terlampau masak dengan kandungan gula yang tinggi dan aroma yang kuat amat sesuai untuk dijadikan gegulung buah (Ang *et al.*, 1999). Selain dimakan sebagai makanan ringan, gegulung buah juga boleh dijadikan sebagai antara salah satu bahan dalam sesuatu produk makanan seperti bijiran sarapan, muesli, produk bakeri, dan pencuci mulut (Okilya, 2010). Gegulung buah biasanya dipasarkan sebagai produk makanan yang sihat dalam pasaran, dengan menggunakan cara-cara pemasaran seperti "asli", "semula jadi", dan "kaya dengan vitamin" (Vatthanakul *et al.*, 2010).

Pemprosesan gegulung buah bermula dengan penghasilan puri daripada penghancuran isi buah-buahan diikuti dengan penambahan bahan-bahan lain seperti pektin, gula, dan air untuk mendapat ciri-ciri sensori dan fizikokimia yang baik. Dalam produk gegulung buah yang dikomersilkan dalam pasaran, bahan pengawet ditambah untuk memanjangkan jangka hayat produk (Diamante *et al.*, 2014). Selepas itu, campuran puri dituang dan diratakan atas dulang untuk proses pengeringan. Gegulung buah telah dihasilkan setelah campuran puri tersebut telah

RUJUKAN

- Abioye, V. F., Adejuyitan, J. A. and Idowu, C. F. 2014. Effects of different drying methods on the nutritional and quality attributes of baobab leaves (*Adansonia digitata*). *Agriculture and Biology Journal of North America*. **5**: 104-108.
- Abirami, R. G. and Kowsalya, S. 2011. Nutrient and Nutraceutical Potentials of Seaweed Biomass *Ulva lactuca* and *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Agricultural Science and Technology*. **5**(1): 1939-1250.
- Aguilera-Morales, M., Casas-Valdez, M. M., Carrillo-Domínguez, S., González-Acosta, B. and Pérez-Gil, F. 2005. Chemical composition and microbiological assays of marine algae Enteromorpha spp. As a potential food source. *Journal of Food Composition and Analysis*. **18**: 79-88.
- Ahmad, F., Sulaiman, M. R., Saimon, W, Chye, F. Y. and Matanjun, P. 2012. Proximate Compositions and Total Phenolic Contents of Selected Edible Seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *Borneo Science*. **31**: 74-83.
- Aisha, B., Nursabrina, M., Noriham, A., Norizzah, A. R. and Shahrimi, M. H. 2013. Anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa*, *Melastoma malabathricum* and *Ipomoea batatas* and its color properties. *International Food Research Journal*. **20**(2): 827-834.
- Akhtar, S., Riaz, M., Ahmad, A. and Nisar, A. 2010. Physico-chemical, microbiological and sensory stability if chemically preserved mango pulp. *Pakistan Journal of Botany*. **42**(2): 853-862.
- Akpabio, U. D. and Ikpe, E. E. 2013. Proximate composition and nutrient analysis of *Aneilema aequinoctiale* leaves. *Asian Journal of Plant Science and Research*. **3**(2): 55-61.
- Amid, M. and Manap, M. Y. A. 2014. Purification and characterisation of a novel amylase enzyme from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Food Chemistry*. **165**: 412-418.
- Aminah, A. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Anderson, E. F. 2001. *The Cactus Family*. USA: Timber Press.
- Ang, C. Y. W., Liu, K. and Huang, Y. W. 1999. *Asian foods: science and technology*. USA: Technomic Publishing Company, Inc.
- AOAC. 1992. *Official Methods of Analysis*. Washington: Association of Official Analytical Chemists.

- Ashaye, O. A., Babalola, S. O., Babalola, O. S., Aina, J. O. and Fasoyiro, S. B. 2005. Chemical and Organoleptic Characterization of Pawpaw and Guava Leathers. *World Journal of Agricultural Sciences*. **1**(1): 50-51.
- Ayub, M., Wahab, S. and Durrani, Y. 2003. Effect of Water Activity (Aw) Moisture Content and Total Microbial Count on the Overall Quality of Bread. *International Journal of Agriculture and Biology*. **5**(3): 274-278.
- Azerado, H. M. C., Brito, E. S., Moreira, G. E. G., Farias, V. L. and Bruno, L. M. 2006. Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *International Journal of Food Science and Technology*. **41**: 635-638.
- Babalola, S. O., Ashaye, O. A., Babalola, A. O. and Aina, J. O. 2002. Effect of cold temperature storage on the quality attributes of pawpaw and guava leathers. *African Journal of Biotechnology*. **1**(2): 61-63.
- Bal., L. M., Ahmad, T., Senapati, A. K. and Pandit, P. S. 2014. Evaluation of Quality Attributes During Storage of Guava Nectar Cv. Lalit from Different Pulp and TSS Ratio. *Journal of Food Processing and Technology*. **5**:5.
- Basera, C. H., Mutsikiwa, M. and Dhiliwayo, K. 2013. A Comparative Study on the Impact of Ambient Factors on Patronage: A Case of Three Fast Foods Retail Brands in Masvingo, Zimbabwe. *Journal of Arts, Science and Commerce*. **4**: 24-32.
- Bates, R. P., Morris, J. R. and Crandall, P. G. 2001. Principles and Practices of Small- and Medium-scale Fruit Juice Processing. *FAO Agricultural Services Bulletin*. **146**: 59-93.
- Bhat, R., Alias, A. K. and Paliyath, G. 2012. *Progress in Food Preservation*. UK: Wiley Blackwell.
- Bhattacharjee, S., Sultana, A., Sazzad, M. H., Islam, M. A., Ahtashom, M. M. and Asaduzzaman. 2013. Analysis of the proximate composition and energy values of two varieties of onion (*Allium cepa L.*) bulbs of different origin: A comparative study. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. **2**(5): 246-253.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. **28**: 25-30.
- Brennan, C. P. 1994. *Home Drying of Food*. Cooperative Extension, Utah State University.
- Blanshard, J. M. V. and Mitchell, J. R. 1988. *Food Structure: Creation and Evaluation*. UK: Butterworths.
- Berdanier, C. D., Dwyer, J. and Feldman, E. B. 2008. *Handbook of Nutrition and Food, Second Edition*. USA: CRC Press.

- Brennand, C. P. 1994. *Home Drying of Food*. Cooperative Extension, Utah State University.
- Bonazzi, C. and Dumoulin, E. 2011. *Quality Changes in Food Materials as Influenced by Drying Processes, in Modern Drying Technology, Volume 3: Product Quality and Formulation*. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Castelar, B., Reis, R. P., Moura, A. L. and Kirk, R. 2009. Invasive potential of *Kappaphycus alvarezii* off the south coast of Rio de Janeiro state, Brazil: A contribution to environmentally secure cultivation in the tropics. *Botanica Marina*. **52**: 283-289.
- Chadwick, J. 2009. *The Beginner's Guide to Preserving Food at Home*, 3rd Edition. USA: Storey Publishing.
- Chakraborty, P., Bhattacharyya, D. K., Bandyopadhyay, N. R. and Ghosh, M. 2013. Study on utilization of jackfruit seed flour and de-fatted soy flour mix in preparation of breakfast cereal by twin screw extrusion technology. *Discovery*. **4**(11): 32-37.
- Chen, X. D. and Mujumdar, A. S. 2008. *Drying Technologies in Food Processing*. UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Chowdhury, M. M. I., Bala, B. K. and Haque, M. A. 2011. Mathematical modeling of thin-layer drying of jackfruit leather. *Journal of Food Processing and Preservation*. **35**: 797-805.
- Chumyam, A., Whangchai, K., Jungkiang, J., Faiyue, B. and Saengnil, K. 2013. Effects of heat treatments on antioxidant capacity and total phenolic content of four cultivars of purple skin eggplants. *ScienceAsia*. **39**: 246–251.
- Cochran, W. G. and Cox, G. M. 1957. *Experimental Designs*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Crane, J. H. and Balerdi, C. F. 2005. *Pitaya growing in the Florida Home Landscape*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Dangkrajang, S., Sirichote, A. and Suwansochon, T. 2009. Development of roselle leather from roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) by-product. *Food Agro-Industry*. **2**: 788-795.
- Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G. 2007. Amino acid, fatty acids and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*. **103**: 891-899.
- Deanna, D. *How to Dry Foods*. USA: Penguin Group Inc.
- Delong, D. 2006. *How to Dry Foods*. USA: Penguin Group.
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

- Desroiser, N. W. dan Desroiser, J. N. 1988. *Teknologi Pengawetan Makanan*. Serdang: Penerbit Universiti Pertanian Malaysia.
- Diamante, L. M., Li, S. Xu, Q. and Busch, J. 2013. Effects of apple juice concentrate, blackcurrant concentrate and pectin levels on selected qualities of apple-blackcurrant fruit leather. *Foods*. **2**: 430-443.
- Diamante, L. M., Bai, X. and Busch, J. 2014. Fruit leathers: Method of preparation and effect of different conditions on qualities. *International Journal of Food Science*. Hindawi Publishing Corporation.
- Diharmi, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N. dan Heruwati, E. S. 2011. Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Euchema spinosum* (Alga Merah) dari Perairan Semenap Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **16**: 117-124.
- Distantina, S., Rochmadi, Wiratni, and Fahrurrozi, M. 2012. The Mechanism of Carrageenan Extraction from *Eucheuma cottonii* Using Alkaline Solvent. *Agritech*. **32**: 397-402.
- Effah-Manu, L., Oduro, I. and Addo, A. 2013. Effect of Dextrinized Sweet potatoes on the Physicochemical and Sensory Quality of Infra-Red Dried Mango Leather. *Journal of Food Processing & Technology*. **4**: 230.
- El-Said, G. F. and El-Sikaily, A. 2013. Chemical composition of some seaweed from Mediterranean Sea coast, Egypt. *Environmental Monit Assess*. **185**: 6089-6099.
- Eshun, G., Amankwah, E. A. and Barimah, J. 2013. Nutrients content and lipid characterization of seed pastes of four selected peanut (*Arachis hypogaea*) varieties from Ghana. *African Journal of Food Science*. **7**(10): 375-381.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1997. *Fruit Leather*. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/inpho/documents/FRUIT-LEATHER.pdf>
- Guiry, M. D. and Guiry, G. M. 2007. *Algae Base, Version 4.2, Worldwide electronic publication, National University of Ireland, Galway*. USA: Versa Press.
- Gunasena, H. P. M., Pushpakumara, D. K. N. G. and Kariyawasam, M. 2007. *Dragon Fruit Hylocereus undatus (Haw.) Britton and Rose*. In: Pushpakumara, D. K. N. G., Gunasena, H. P. M. and Singh, V. P. *Underutilized Fruit Trees in Sri Lanka*. New Delhi: World Agroforestry Centre, South Asia Office.
- Hayashi, L. and Reis, R. P. 2012. Cultivation of the red algae *Kappaphycus alvarezii* in Brazil and its pharmacological potential. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. **22**(4): 748-752.
- Hayes, P. R. 1995. *Food Microbiology and Hygiene, Second Edition*. UK: Chapman and Hall.

- Harrison, J. A. and Andress, E. L. 1999. *Preserving Food: Drying Fruits and Vegetables*. Cooperative Extension Service, University of Georgia, Athens.
- Herringshaw, D. 2009. *Family and Consumer Sciences*. Ohio State University Extension, The Ohio State University, USA.
- Hii, C. L., Jangam, S. V., Ong, S. P. and Mujumdar, A. S. 2012. *Solar drying: Fundamentals, Applications and Innovations*. Singapore: TPR Group.
- Hor, S. Y., Ahmad, M., Farsi, E., Yam, M. F., Hashim, M. A., Lim, C. P., Sadikun, A. and Asmawi, M. Z. 2012. Safety assessment of methanol extract of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): Acute and subchronic toxicity studies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. **63**: 106–114.
- Hui, Y. H., Sattar, S. A., Murrell, K. D., Nip, W. K. and Stanfield, P. S. 2001. *Foodborne Disease Handbook, Second Edition*. USA: Marcel Dekker, Inc.
- Hui, Y.H. 2006. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. USA: Blackwell Publishing.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering, Volume 3*. USA: CRC Press.
- Hurd, C. L., Harrison, P. J., Bischof, K. and Lobban, C. S. 2014. *Seaweed Ecology and Physiology*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Hussain, J., Rehman, N. U., Khan, A. L., Hamayun, M., Hussain, S. M. and Shinwari, Z. K. 2010. Proximate and Essential Nutrients Evaluation of Selected Vegetables Species from Kohat Region, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*. **42**(4): 2847-2855.
- Ibrahim, C. O., Ibrahim, D. dan Salleh, B. 1996. *Mikrobiologi Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Idawati, N. 2012. *Budidaya Buah Naga Hitam*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Ide, P. 2009. *Health Secret of Dragon Fruit*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI). 2014. *Manual Teknologi Penanaman Buah Naga*.
- Islam, M. Z., Khan, M. T. H., Hoque, M. M. and Rahman, M. M. 2012. Studies on the processing and preservation of dragon fruit. *The Agriculturists*. **10**(2): 29-35.
- Jaafar, R. A., Rahman, A. R. A., Mahmood, N. Z. C. and Vasudevan, R. 2009. Proximate Analysis of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *American Journal of Applied Sciences*. **6**: 1341-1346.
- Jabatan Pertanian Negeri Perak. 2015. *Panduan Menanam Buah Naga*.

- Jamal, K. H. dan Noraini, M. O. 1997. *Bahan Kimia dalam Makanan Kita*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Jangam, S. V., Law, C. L. and Mujumdar, A. S. 2010. *Drying of Foods, Vegetables and Fruits, Volume 1*. Singapore.
- Jani, M. F. M. dan Tih, S. 2010. Potential of Selected Malaysian Tropical Fruits in Europe: Strategic Framework to Penetrate EU Market. *Journal of Agribusiness Marketing Special Edition*.
- Javanmard, M. dan Endan, J. 2010. A survey on Rheological Properties of Fruit Jams. *Journal of Chemical Engineering and Applications*. **1**: 31-37.
- Jaya, I. K. D. 2010. Morphology and Physiology of Pitaya and its Future Prospects in Indonesia. *Crop Agro*. **3**: 44-50.
- Johanningsmeier, S. D., McFeeters, R. F. and Drake, M. 2005. A Hypothesis for the Chemical Basis for Perception of Sour Taste. *Journal of Food Science*. **70**: 44-48.
- Karki, M. 2011. *Evaluation of fruit leathers made from New Zealand grown blueberries*. Master thesis. Lincoln University, New Zealand.
- Khalili, R. M. A., Norhayati, A. H., Rokiah, M. Y., Asmah, R., Nasir, M. T. M. and Muskinah, M.S. 2006. Proximate composition and selected mineral determination in organically grown red pitaya (*Hylocereus* sp.). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*. **34**: 269–275.
- Khan, A., Zeb, A., Khan, M. and Shah, W. 2014. Preparation and evaluation of olive apple blended leather. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*. **3**:701.
- Kim, D., Jeong, S. W. and Lee, C. Y. 2003. *Food Chemistry*. USA: Elsevier.
- Krokida, M.K. and Maroulis, Z.B. 2001. Structural properties of dehydrated products during rehydration. *International Journal of Food Science and Technology*. **36**: 529-538.
- Lauritzen, G. C. 1992. *Reduced sugar and sugar-free food preservation*. Utah State University Extension Bulletin.
- Lindsay, W. and White, Z. 2002. Environmental impacts of seaweed farming in the tropics. *Commission of Conversational International*. **15**: 12-22.
- Luo, H., Cai, Y. Peng, Z., Liu, T. and Yang, S. Chemical composition and in vitro evaluation of the cytotoxic and antioxidant activities of supercritical carbón dioxide extracts of pitaya (dragon fruit) peel. *Chemistry Central Journal* 2014. **8**: 1.

- Manjarres-Pinzon, K., Cortes-Rodriguez, M. and Rodriguez-Sandoval, E. 2013. Effect of drying conditions on the physical properties of impregnated orange peel. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. **30**(3): 667-676.
- Marsh, K. and Bugusu, B. 2007. Food Packaging-Roles, Materials and Environmental Issues. *Journal of Food Science*. **72**: 39-55.
- Massa, A., Gonzalez, C., Maestro, A., Labanda, J. and Ibarz, A. 2010. Rheological Characterization of Peach Purees. *Journal of Texture Studies*. **41**: 532-548.
- Maskan, A., Kaya, S. and Maskan, M. 2002. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of Food Engineering*. **54**: 81-88.
- Mathlouthi, M. 2001. Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*. **12**: 409-417.
- McHugh, D. J. 2003. *A guide to seaweed industry*. FAO Fisheries Technical Paper 441, Food and Agricultural Organization of The United Nations, Rome.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T. 2007. *Sensory Evaluation Techniques*. USA: CRC Press.
- Merten, S. 2003. A Review of *Hylocereus* Production in the United States. *Journal of Professional Association for Cactus*. **5** : 98-105.
- Miranda, M., Vega-Gálvez , A., López, J., Parada, G., Sanders, M., Aranda, M. 2010. Impact of air-drying temperature on nutritional properties, total phenolic content and antioxidant capacity of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) *Industrial Crops and Products*. **32**:258-263.
- Mohamad, R., Ahmad, M. F., Noh, N. F. M., Saari, N. A. and Othman, A. M. 2013. Viability and Competitiveness of Seaweed Industry in Malaysia. *Economic and Technology Management Review*. **8**: 1-11.
- Molyneux, P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. **26** (2): 211-219.
- Muhammad, K., Izalin Mohd. Zahari, N., Gannasin, S.P., Adzahan, N.M., and Bakar, J. 2014. High methoxyl pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Food Hydrocolloids*.
- Mukisa, I. M., Okilya, S. and Kaaya, A. N. 2010. Effect of Solar Drying on the Quality and Acceptability of Jackfruit Leather. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. **9**(1): 101-111.
- Muñoz, J., Pelegrín, Y. F. and Robledo, D. 2004. Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (*Rhodophyta, Solieriaceae*) color strains in tropical waters of Yucatan, Mexico. *Aquaculture*. **239**: 161-177.

- Murano, P. S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. USA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Muskinah, M. S. 2006. Proximate composition and selected mineral determination in organically grown red pitaya (*Hylocereus* sp.). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*. **34**: 269-275.
- Nerd, A., Gutman, F. and Mizrahi, Y. 1999. Ripening and postharvest behavior of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Postharvest Biology Technology*. **17**: 39-45.
- Nielson, S. S. 2010. *Food Analysis, Fourth Edition*. USA: Springer.
- Nitisewojo, P. 1995. *Analisis Proksimat. Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Nwakalor, C. N. 2014. Sensory evaluation of cookies produced from different blends of wheat and *Moringa oleifera* leaf flour. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. **3**(4): 307-310.
- Okilya, S., Mukisa, I. M. and Kaaya, A. N. 2010. Effect of solar drying on the quality and acceptability of jackfruit leather. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. **9**: 101-111.
- Ong, Y. Y., Tan, W. S., Mohamad, R., Sieo, C. C. and Tey, B. T. 2014. Biochemical and molecular identification of *Enterococcus* spp. from red pitaya. *Process Biochemistry*. **49**: 563-568.
- Orphanides, A., Goulas, V. and Gekas, V. 2013. Effect of Drying Method on the Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Spearmint. *Czech Journal of Food Sciences*. **31**(5): 509-513.
- Owureku-Asare, M., Agyei-Amponsah, J., Saalia, F., Alfaro, L., Espinoza-Rodezno, L. A. and Sathivel, S. 2014. Effect of pretreatment on physicochemical quality characteristics of a dried tomato (*Lycopersicon esculentum*). *African Journal of Food Science*. **8**(5): 253-259.
- Özcan, M., Arslam, D. and Ünver, A. 2005. Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Food Engineering*. **69**: 375-379.
- Paiva, L., Lima, E., Patarra, R. F., Neto, A. I. and Baptista, J. 2014. Edible Azorean macroalgae as source of rich nutrients with impact on human health. *Food Chemistry*. **164**: 128-135.
- Paull, R. E. and Duarte, O. 2012. *Tropical Fruits, Volume 2*. London: Cabi.
- Pavlova, V., KArakashova, L., Stamatovska, V., Delchev, N., Necinova, L., Nakov, G., Menkinoska, M. and Blazevska, T. 2013. Storage impact on the quality of raspberry and peach jams. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. **5**: 25-28.

- Plainsirichai, M., Prasomthong, N., Bussaman, P. and Wongsawas, M. 2015. Methanol, Ethanol, and Acetone Result in Non Different Concentration of Total Phenolic Content in Mangosteen (*Gacinia mangostana L.*) Peel. *Journal of Agricultural Science*. **7**(2): 131-134.
- Pomeranz, Y. and Meloan, C. E. 1994. *Food Analysis: Theory and Practice*. New York: Chapman and Hall.
- Pometto, A., Shetty, K., Paliyath, G. and Levin, R. E. 2006. *Food Biotechnology*, Second Edition. USA: CRC Press.
- Potter, N. N. and Hotchkiss, J. H. 1998. *Food Science, Fifth Edition*. USA: Aspen Publishers, Inc.
- Prasad, M. P. and Leelavathi, M. S. 2014. Evaluation of Antioxidant properties of Marine Sea Weed samples by DPPH method. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. **2**(6): 132-137.
- Prasad, M. P. and Rajkumar, A. R. 2014. In vitro antioxidant essay of citrus species using DPPH method. *Indian Journal of Advances in Plant Research*. **1**(4):01-03.
- Quintas, M. A. C., Brandão, T. R. S. and Silva, C. L.M. 2007. Modelling color changes during the caramelisation reaction. *Journal of Food Engineering*. **83**: 483-491.
- Raab, C. and Oehler, N. 1976. *Making dried fruit leather. Fact Sheet 232*. Oregon State University Extension Service.
- Ravishankar, G. A., Sarada, R., Kamath, B. S. and Namitha, K. K. 2006. *Food Applications of Algae*. In Shetty, K., Paliyath, G., Pometto, A. & Levin, R. E. *Food Biotechnology* (2nd edition). USA: CRC Press.
- Rahman, M. S. 2007. *Handbook of Food Preservation*, Second Edition. USA: CRC Press.
- Rauch, G. H. 1985. *Jam Manufacture*. London: Leonard Hill Book.
- Ravishankar, G. A., Sarada, R., Kamath, B. S. and Namitha, K. K. 2006. *Food Applications of Algae*. In Shetty, K., Paliyath, G., Pometto, A. & Levin, R. E. *Food Biotechnology* (2nd edition). USA: CRC Press.
- Ridgwell, J. and Winson, A. 2001. *Food Technology, Second Edition*. UK: Heinemann Educational Publishers.
- Rorrer, G. L. and Cheney, D. P. 2004. Bioprocess engineering of cell and tissue cultures for marine seaweeds. *Aquacultural Engineering*. **32**: 11-41.
- Ruiz, N. A. Q., Demarchia, S. M., and Ginera, S. A. *Research on Dehydrated Fruit Leathers: A Review*. Proceedings of the 11th International Congress on Engineering and Food, Athens, Greece, 2011.

- Safdar, M. N., Mumtaz, A., Amjad, M., Siddiqui, N., Raza, S. and Saddozai, A. 2014. Quality of Guava Leather as Influenced by Storage Period and Packing Materials. *Journal of Agriculture*. **30**: 247-256.
- Sartal, C. G. 2012. *Bioavailability and Speciation of Arsenic in Edible Seaweed*. Universidade de Santiago de Compostela. Doctoral Thesis.
- Shafi'i, S. N., Ahmad, N., Abidin, M. Z., Hani, N. M. and Ismail, N. 2013. Optimization of hydrocolloids and maltodextrin addition on roselle-based fruit leather using two-level full factorial design. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. **3**: 387-391.
- Singleton, V. L. and Rossi, Jr. J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. **16**:144-158.
- Sinha, N., Sidhu, J., Barta, J., Wu, J. and Cano, M. P. 2012. *Fruits and Fruit Processing*. USA: Wiley-Blackwell.
- Sivasankar, B. 2002. *Food Processing and Preservation*. India: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Sodamade, A., Bolaji, O. S. and Adeboye, O. O. 2013. Proximate Analysis, Mineral Contents and Functional Properties of *Moringa Oleifera* Leaf Protein Concentrate. *Journal of Applied Chemistry*. **4**(6): 47-51.
- Soleha, I. 1995. *Pengawetan Makanan secara pengeringan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Suna, S., Tamer, C. E., İnceday, B., Sinir, G. Ö. and Copur, Ö. U. 2014. Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*. **13**: 47-55.
- Supriyono, S. P. 2003. *Mengukur Faktor-faktor dalam Proses Pengeringan*. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Swanson, M. A. 2009. *Drying Fruits and Vegetables, 3^d Edition*. University of Idaho.
- Teshome, B. 2010. *Effect of processing on some quality attributes of mango (*Mangifera indica*) fruit leather*. Master thesis. Addis Ababa University, Ethiopia.
- Tang, Y. P., Linda, B. L. L. and Franz, L. W. 2013. Proximate analysis of *Artocarpus odoratissimus* (Tarap) in Brunei Darussalam. *International Food Research Journal*. **20**(1): 409-415.
- Tran, D. H. and Chung, R. Y. Morphological Characteristics and Pollination Requirement in Red Pitaya (*Hylocereus* spp.). *International Journal of Biological, Veterinary, Agricultural and Food Engineering*. **8**: 190-194.

USDA Foreign Agriculture Service. 2013. *Malaysia Retail Foods Annual 2013*. http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Retail%20Foods_Kuala%20Lumpur_Malaysia_12-6-2013.pdf.

Valenzuela, C. and Aguilera, J. M. 2014. Effects of different factors on stickiness of apple leathers. *Journal of Food Engineering*.

Vatthanakul, S. Jangchud, A. Jangchud, K., Therdthai, N. and Wilkinson, B. 2010. Gold kiwifruit leather product development using quality function deployment approach. *Food Quality and Preference*. **21**: 339-345.

Verma, L. R. and Joshi, V. K. 2000. *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables: Technology*. New Delhi: Indus Publishing Company.

Wanitchang, J., Terdwongworakul, A., Wanitchang, P. and Noypitak, S. 2010. Maturity sorting index of dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*. *Journal of Food Engineering*. **100**: 409-416.

Wichienchot, S. Jatupornpipat, M. and Rastall, R. A. 2010. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their probiotic properties. *Food Chemistry*. **120**: 850-857.

Woo, K. K., Ngou, F. H., Ngo, L. S., Soong, W. K. and Tang, P. Y. 2009. Stability of Betalain Pigment from Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *American Journal of Food Technology*. **6**: 140-148.

Wu, L., Hsu, H. W., Chen, Y. C. Chiu, C. C., Lin, Y. I. and Ho, J. A. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*. **95**: 319-327.

Yulistiani, R., Murtiningsih, I. and Mahmud, M. 2011. The Role of Pectin and Sucrose on Purple Sweet Potato Jam. *Rekapangan*. **5**: 114-120.

Yildiz, O. 2013. Physicochemical and sensory properties of mulberry products: Gümüşhane pestil and köme. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. **37**: 762-771.

Zainun, C. A. 1992. Teknologi Pemprosesan Jem. *Teknologi Makanan MARDI*. **11**: 85-88.