

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TITEL: ~~PENANA~~ PENGHASILAN DAN PEMBEKUAN NANAS BERSALUT SERDIK ROTI

NAMA: SAUJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)

SESI PENGAJIAN: 2005/2006

NAMA: TEE SHUENN SHENG

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

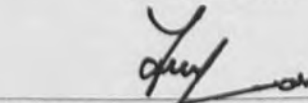
TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PENULIS)


(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: PT 323, TAMAN MARIDA

SENAWANG, 70450 SEREMBAN,

NEGERI SEMBILAN

PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH

Nama Penyelia

Tarikh: 19/05/09

Tarikh: 19/05/09

- TAMARAN: * Potong yang tidak berkenaan.
 * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran 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 Muda (LPS)



PENGHASILAN DAN PEMBEKUAN NANAS BERSALUT SERDAK ROTI

TEE SHUENN SHENG

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PENULISAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM BIDANG SAINS MAKANAN DAN
PEMAKANAN**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2009**

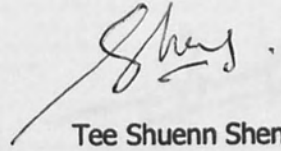


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

17 April 2009



Tee Shuenn Sheng
HN2005-1851




PENGESAHAN PEMERIKSA

DISAHKAN OLEH

Tandatangan

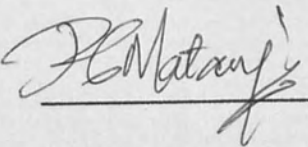
1. Penyelia
(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



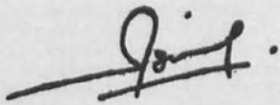
2. Pemeriksa I
(HO AI LING)



3. Pemeriksa II
(DR. PATRICIA MATANJUN)



4. Dekan
(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



PENGHARGAAN

Penghargaan ikhlas dirakamkan buat penyelia tesis saya, Prof. Madya Dr. Mohd. Ismail Abdullah atas bimbingan dan dorongan yang diberikan sepanjang tempoh penyelidikan tesis ini. Bimbingan dan cadangan beliau sepanjang tempoh penyelidikan ini telah membawa kepada kejayaan saya dalam menyempurnakan tesis ini.

Selain itu, saya juga ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua pensyarah di SSMP yang memberikan pengajaran dan pengetahuan yang amat berharga untuk masa depan saya. Terima kasih juga diucapkan kepada kakitangan SSMP yang selalu menghulurkan bantuan dalam menyiapkan kanjian tesis ini.

Tidak lupa juga kepada rakan-rakan saya yang memberikan bantuan semasa kajian ini dijalankan. Selain itu, saya juga ingin berterima kasih kepada ibu, bapa dan keluarga saya yang sentiasa memberikan sokongan dan dorongan kepada saya apabila saya menghadapi masalah dalam kajian ini. Jasa anda semua tetap akan saya kenangkan. Terima kasih.

Tee Shuenn Sheng
HN2005-1851



ABSTRAK

Produk baru yang berasaskan buah nanas telah dikaji dan diusahakan. Salah satu kaedah merupakan penggunaan proses penyejukan beku untuk menjamin kualiti dan memanjangkan tempoh hayat penyimpanan buah nanas. Dalam kajian ini, nanas bersalut serdak roti telah dihasilkan dan disimpan pada suhu -18°C . Sebanyak 9 formulasi telah diuji dan 1 formulasi terbaik dipilih oleh ahli panel dari semua atribut yang dikaji. Nanas dari indeks kematangan 5, 6 dan 7 telah digunakan. Melalui ujian hedonik, didapati bahawa formulasi dari indeks kematangan 7 yang mempunyai formulasi 10% tepung jagung, 18% tepung gandum, 23% air, 10% gula, celupan lapisan luar dengan telur dan serdak roti merupakan formulasi yang paling disukai oleh ahli panel. Kajian mutu simpanan terhadap formulasi terbaik produk sebelum dan selepas digoreng pada suhu -18°C telah dijalankan selama dua bulan. Nilai pH pada permulaan untuk produk sebelum digoreng dan selepas digoreng adalah 4.06 ± 0.006 dan 4.37 ± 0.026 masing-masing dan menurun menjadi 3.81 ± 0.025 dan 4.00 ± 0.040 selepas dua bulan. Manakala kandungan asid untuk produk sebelum digoreng dan selepas digoreng telah meningkat sebanyak 0.1 dan 0.13 % kepada asid sitrik sepanjang tempoh penyimpanan tersebut. Kandungan jumlah pepejal terlarut tidak menunjukkan perubahan yang ketara iaitu pada 7 °Brix untuk produk sebelum dan selepas digoreng. Peratusan kandungan kelembapan untuk produk sebelum digoreng menurun sebanyak 23.59% manakala produk selepas digoreng menurun sebanyak 20.34% selepas penyimpanan dua bulan. Ujian mikrobiologi tidak menunjukkan sebarang pertumbuhan mikroorganisma sepanjang tempoh penyimpanan. Namun, mutu produk berdasarkan ujian perbandingan berganda menunjukkan bahawa produk masih pada tahap yang boleh diterima selepas penyimpanan dua bulan. Dalam ujian pengguna, sebanyak 75% responden menyukai produk ini dan akan membelinya sekiranya dipasarkan. Oleh itu, produk nanas bersalut serdak roti ini adalah sangat berpotensi untuk dibangunkan dan dipasarkan.

ABSTRACT

PRODUCTION AND FROZEN OF BREADED PINEAPPLE

New products that based on pineapple fruit were being researched and developed. One of the method was the used of freezing process to retain the quality and enhance the shelf life of pineapple. In this research, breaded pineapple was produced and stored at temperature -18°C . There were 9 formulations being tested and 1 of the best formulation was chosen by the panel from all the attributes being tested. Pineapple from maturity index 5, 6 and 7 were used. Through hedonic test, the best formulation was the pineapple with maturity index 7 that content 10% of corn flour, 18% of wheat flour, 23% of water, 10% of sugar with coating of egg and bread crumb was the formulation that gained the popularity among most panels. Research about the storage quality for the best formulation of product before and after frying at temperature -18°C was held for two months. pH values at the beginning of the product before and after frying were each 4.06 ± 0.006 and 4.37 ± 0.026 and later decrease to 3.81 ± 0.025 and 4.00 ± 0.0040 after two months. Whereas acid content for product before and after frying were increase about 0.1 and 0.3 % of citric acid for each during the storage period. Total soluble solid content shown inconspicuous changes and remained around 7°Brix for the product before and after frying. Moisture content percentage for product before frying decrease about 23.59% whereas product after frying decrease about 20.34% after two months of storage. Microbiology test did not show any growth of microorganisms along the storage period. However, the product quality according to pair comparison test shown that those products were still at the level of acceptance after storage for two months. For the consumer test, about 75% respondents like this product and will be purchasing it if it is marketed. So the breaded pineapple product has high potential to be developed and marketed.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI JADUAL	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI SIMBOL	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1: PENGENALAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Objektif	3
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Asal Usul Nanas	4
2.2 Nanas	5
2.2.1 Variasi Nanas	6
2.2.2 Morforlogi	8
2.3 Penuaian dan Pengendalian Nanas	9
2.4 Penyimpanan Nanas	11
2.5 Penentuan Kematangan	12
2.6 Perubahan Fizikokimia Nanas	13
2.6.1 Perubahan Pigmen	13
2.6.2 Perubahan Tekstur	14
2.6.3 Respirasi dan Etilene	14
2.6.4 Perubahan pH	14
2.6.5 Perubahan Keasidan	14
2.6.6 Kandungan Asid Askorbik	15
2.6.7 Jumlah Pepejal Terlarut	15
2.6.8 Perubahan Kandungan Fenolik	16
2.6.9 Sebatian Ruapan	16
2.6.10 Perubahan Enzim	16
2.7 Kandungan Nutrien Dalam Buah Nanas	16
2.8 Penyejukbekuan	17
2.8.1 Teknik Penyejukbekuan	18
2.8.2 Produk Sejukbeku Bersalut Serdak Roti	19
2.9 Bahan Mentah Untuk Nanas Bersalut Serdak Roti	20
Sejukbeku	
2.9.1 Nanas Josapine	20

2.9.2 Gula	21
2.9.3 Tepung	21
2.9.4 Telur	21
2.9.5 Serdak Roti	22
2.9.6 Minyak Masak	22
BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH	
3.1 Bahan Mentah	23
3.1.1 Kajian Awal	24
3.2 Kaedah	24
3.3 Penentuan Formulasi	25
3.4 Penilaian Sensori	26
3.4.1 Ujian Pemingkatan	26
3.4.2 Ujian Hedonik	28
3.5 Ujian Penyimpanan	28
3.5.1 Penentuan pH	29
3.5.2 Penentuan Titratan Asid	30
3.5.3 Penentuan Jumlah Pepejal Terlarut	30
3.5.4 Kandungan Kelembapan	30
3.5.5 Ujian Mikrobiologi	31
3.5.6 Ujian Perbandingan Berganda	33
3.6 Ujian Pengguna	33
3.7 Penganalisis Data	33
BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN	
4.1 Penilaian Ujian Sensori	34
4.1.1 Ujian Pemingkatan	34
4.1.2 Ujian Skala Hedonik	35
4.2 Ujian Mutu Simpanan	39
4.2.1 Analisis Fizikokimia	39
4.2.2 Ujian Mikrobiologi	44
4.2.3 Ujian Perbandingan Berganda	45
4.3 Ujian Pengguna	49
BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Cadangan	53
Rujukan	54
Lampiran	60

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 3.1: Carta aliran penyediaan, penghasilan dan pembungkusan nanas bersalut serdak roti.	27
Rajah 4.1: Carta pai menunjukkan kesukaan pengguna terhadap buah nanas.	49
Rajah 4.2: Carta pai menunjukkan peratus kegemaran pengguna terhadap makanan sejukbeku.	50
Rajah 4.3: Carta pai menunjukkan peratusan pengguna menyukai produk hasilan buah nanas.	50
Rajah 4.4: Carta pai menunjukkan peratusan pengguna suka pada produk nanas bersalut serdak roti.	51
Rajah 4.5: Carta pai menunjukkan peratusan pengguna akan membeli produk nanas bersalut serdak roti sekiranya ia dijual di pasaran.	51

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1: Keluasan tanaman nanas di negeri Sabah menjelang 2010.	6
Jadual 2.2: Tujuh peringkat tahap kematangan buah nanas.	12
Jadual 2.3: Komposisi nilai nutrisi buah nanas segar per 100 g.	17
Jadual 3.1: Senarai bahan mentah yang digunakan dalam menghasilkan produk nanas bersalut serdak roti.	23
Jadual 3.2: Peralatan-peralatan yang digunakan untuk menghasil dan menyimpan produk nanas bersalut serdak roti.	24
Jadual 3.3: Penentuan Formulasi.	26
Jadual 3.4 <i>Balanced Incomplete Blocks.</i>	27
Jadual 4.1: Rumusan jumlah skor bagi 9 formulasi yang dikaji dan statistik analisis data.	34
Jadual 4.2: Nilai skor min bagi setiap atribut yang dikaji mengikut formulasi.	36
Jadual 4.3: Nilai pH bagi nanas bersalut serdak roti sebelum dan selepas goreng selama dua bulan.	39
Jadual 4.4: Kandungan asid untuk nanas bersalut serdak roti sebelum dan selepas goreng selama dua bulan.	41
Jadual 4.5: Jumlah pepejal terlarut bagi nanas bersalut serdak roti sebelum dan selepas digoreng dalam simpanan selama dua bulan.	42
Jadual 4.6: Kandungan kelembapan bagi nanas bersalut serdak roti sebelum dan selepas goreng yang disimpan selama dua bulan.	43
Jadual 4.7: Jumlah skor min bagi atrbut rasa nanas.	46
Jadual 4.8: Jumlah skor min bagi atribut kemanisan.	46
Jadual 4.9: Jumlah skor min bagi atribut tekstur.	47
Jadual 4.10: Jumlah skor min bagi penerimaan keseluruhan produk nanas bersalut serdak roti.	48

SENARAI FOTO

	Halaman
Foto 2.1: Nanas Josapine yang telah masak.	21
Foto 3.1: Sampel nanas bersalut serdak roti yang belum digoreng.	29
Foto 3.2: Sampel nanas bersalut serdak roti yang sudah digoreng.	29

SENARAI SIMBOL

%	-	Peratusan
mg	-	Miligram
ml	-	Mililiter
kg	-	Kilogram
m	-	Meter
cm	-	Sentimeter
g	-	Gram
°C	-	Darjah celsius
ha	-	Hekta
CO	-	Karbon monoksida
h	-	Hour
meq	-	Miliequivalents
μ m	-	Mikrometer
N	-	Normaliti
NaOH	-	Natrium hidroksida
ANOVA	-	Analysis of varians
SPSS	-	Statistical package of social science
AOAC	-	Association of Official Analytical Chemist
SSMP	-	Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan
UMS	-	Universiti Malaysia Sabah
Kcal	-	Kilokalori
MARDI	-	Malaysia Agriculture Research And Development Institute

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A: Borang Ujian Pemeringkatan.	60
Lampiran B: Borang Penilaian Sensori Ujian Hedonik.	61
Lampiran C: Borang Perbandingan Berganda.	62
Lampiran D: Borang Ujian Pengguna.	64
Lampiran E: Morfologi pokok nanas.	65
Lampiran F: X^2 – Distribution.	66
Lampiran G: Data analisis statistik ANOVA satu hala bagi ujian sensorial hedonik.	67
Lampiran H: Data analisis statistik ANOVA satu hala bagi ujian sensorial perbandingan berganda.	71
Lampiran I: Data analisis ANOVA satu hala bagi ujian penentuan pH.	77
Lampiran J: Data analisis ANOVA satu hala bagi ujian titratan asid.	78
Lampiran K: Data analisis ANOVA satu hala bagi ujian jumlah pepejal terlarut.	79
Lampiran L: Data analisis ANOVA satu hala bagi ujian kandungan kelembapan.	80
Lampiran M: Graf pH untuk penyimpanan produk nanas bersalut serdak roti selama dua bulan.	81

Graf kandungan asid untuk penyimpanan produk nanas bersalut serdak roti selama dua bulan.

Graf jumlah pepejal terlarut untuk penyimpanan produk nanas bersalut serdak roti selama dua bulan.

Graf kandungan kelembapan untuk penyimpanan produk nanas bersalut serdak roti selama dua bulan.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Nanas merupakan buah tropika yang ketiga terpenting di dunia selepas pisang dan mangga. Di Malaysia, terdapat 3 jenis nanas ditanam di Malaysia iaitu, nanas dari kultivar Cayenne, Queen dan Spanish. 'Smooth Cayenne' merupakan kultivar yang amat penting. Lebih daripada 70 peratus nanas untuk pengetinan dan buah segar di dunia ini adalah daripada kultivar ini. Kebanyakan buah nanas dimakan segar, tetapi sebahagian besar pengeluarannya ditinkan untuk dieksport. Kini, permintaan terhadap jus nanas sebagai minuman semakin meningkat. Di negara lain, daun nanas merupakan sumber penting serat untuk membuat jaring, benang dan fabrik (MARDI, 2008).

Produk makanan adunan dan bersalut serdak roti sudah lama menjadi popular di kalangan masyarakat. Teknologi telah diperkenalkan sejak menggunakan serdak roti untuk produk ikan. Penyalutan untuk produk makanan laut, daging, sayur-sayuran dengan adunan atau serdak roti sebelum masak merupakan amalan biasa untuk suri-rumah dan pengeluar makanan. Buah-buahan bersalut serdak roti merupakan satu makanan yang lebih kurang sama dengan makanan adunan dan bersalut roti (Zainun, 2004). Sehingga kini, buah-buahan bersalut serdak roti masih tidak dijual di pasaran sama ada tempatan atau luar negara. Produk ini boleh disimpan sejukbeku supaya ia boleh didapati untuk sepanjang tahun.

Produk makanan bersalut serdak ("*breaded products*") adalah bermaksud sebarang produk makanan hasil daripada haiwan dan tumbuhan yang disalut dan dilitupi dengan bahan salutan seperti serdak roti dan tepung yang seumpamanya dalam kandungan tidak melebihi sebanyak 30% daripada berat hasil akhir produk makanan yang bersalut tepung tersebut (USDA, 2002).



Buah-buahan bersalut dibuat daripada buah-buahan sebenar (Hasimah *et al.*, 2005). Penggunaan produk ini merupakan satu cara jangka panjang di mana untuk meningkatkan pengambilan buah-buahan dalam diet harian (MARDI, 2008). Zat pemakanan buah-buahan bersalut sejukbeku mengandungi vitamin B1, B2, C, karotena dan kandungan serat yang tinggi. Penggunaan serat yang tinggi disyorkan dalam diet untuk mencegah penyakit tekanan darah tinggi, penyakit usus, strok dan penyakit barah yang berkaitan dengan diet (Hasimah *et al.*, 2005). Produk sejukbeku sedemikian adalah bersesuaian, mudah dan sedia dimasak sama ada mengoreng dalam minyak atau membakar dalam ketuhar dan mudah disediakan.

Makanan sejukbeku juga dilaporkan masih dapat mengekalkan kandungan nutrien di dalamnya kerana proses pembekuan tidak merosakkan komponen makanan seperti karbohidrat, protein, lemak dan vitamin yang sensitif terhadap haba (Faridah, 2007). Selain itu, makanan sejukbeku juga tidak mudah rosak semasa penyimpanan kerana aktiviti mikroorganisma akan terencat apabila suhu diturunkan di bawah paras beku iaitu -18°C . Hasilan berasaskan buah-buahan juga boleh dijadikan makanan alternative kepada nugget daging dan ayam. Diet berasaskan buah-buahan dan sayur-sayuran dilaporkan boleh membantu menghindarkan pelbagai penyakit. Buah-buahan dan sayur-sayuran menyediakan vitamin dan zat galian penting yang diperlukan untuk membebaskan tenaga daripada karbohidrat, protein dan lemak.

Proses pembuatan buah-buahan bersalut sejukbeku dibahagikan kepada tiga peringkat iaitu penyediaan buah, penyalutan buah dan penyejukbekuan buah. Kandungan lemak hasilan buah-buahan bersalut sejukbeku adalah lebih rendah (0.1%-0.6%) berbanding dengan burger daging lembu yang belum masak (15.8%) ataupun nugget ayam mentah (30.4%). Oleh itu, ia baik untuk menggantikan nugget berasaskan daging (Hasimah *et al.*, 2005).

Buah nanas telah dipilih dan digunakan dalam penghasilan produk sejukbeku buah-buahan bersalut serdak roti ini kerana beberapa sebab iaitu nanas mempunyai nilai pemakanan yang tinggi, sumber serabut gentian dan juga mempunyai bau serta aroma yang disukai oleh ramai orang. Nanas yang digunakan dalam pembangunan produk ini adalah jenis nanas Josapine. Nanas Josapine ini boleh didapati daripada Korporasi Pembangunan Desa, Sabah. Selain itu, nanas Josapine juga mempunyai

kandungan gula yang tinggi dan tekstur yang ranggup adalah sesuai digoreng berbanding dengan nanas varieti yang lain. Tambahan pula, buah nanas Josapine mempunyai hayat penyimpanan yang lebih baik daripada nanas yang lain (Ahmad Rusli, 2008).

1.1.1 RUMAH KEBANGSAHAN

1.2 Objektif

Terdapat beberapa objektif yang ingin dicapai dalam projek penyelidikan ini:

- i. Menghasilkan nanas bersalut serdak roti dan menentukan formulasi terbaik melalui ujian sensori.
- ii. Mengkaji mutu simpanan produk melalui kesan perubahan pH, kandungan asid, kandungan kelembapan, kandungan jumlah pepejal terlarut, perubahan mikrobiologi dan penerimaan panel terhadap nanas bersalut serdak roti sebelum dan selepas goreng.
- iii. Menentukan tahap penerimaan pengguna terhadap produk nanas bersalut serdak roti.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Asal Usul Nanas

Nanas mula dijumpai oleh orang Eropah semasa Columbus dengan orangnya mendarat di sebuah pulau Guadelupe semasa pelayaran yang kedua pada tahun 1493. Mereka telah menamakan buah ini sebagai 'pina' kerana ia menyerupai pokok pine. Ia digunakan dengan meluasnya sebagai makanan, wain dan ubat semasa ketibaan Columbus di Amerikas dan ketiadaan keturunan liar nanas yang dicatatkan telah membuktikan keantikkan buah nanas tersebut (Nakasone & Paull, 1998).

Penyebaran nanas dari Amerikas telah diperkenalkan kepada orang Spain dan Portugal dan membantu dalam menghalang pengeringan pada mahkota daun dan tunas buah. Sebelum berakhirnya abad keenam belas, ia telah ditanam di China, Java dan Filipina (Nakasone & Paull, 1998). Hawaii yang sebelum ini menjadi pengeluaran nanas yang terbanyak di dunia telah memulakan penanaman secara komersial di Oahu pada tahun 1885. Walau bagaimana pun, sejak 1960, industri nanas Hawaii telah mulai merosot. Buah nanas telah mula dipertinkan di Malaysia dan tin buah-buahan telah mula dieksportkan ke Singapura pada tahun 1900 (Hui, 2007).

Thailand kini merupakan pengeluaran utama tin nanas di dunia diikuti dengan Filipina manakala Malaysia kini telah berada di luar lingkungan sepuluh pengeluar utama di dunia (Yaacob & Subhadrabandhu, 1995). Hampir keseluruhan nanas di dunia dijadikan tin nanas dan dieksportkan ke seluruh dunia seperti Hawaii ke Amerika Syarikat, Filipina dan Taiwan ke Japan, Cuba ke USSR dan Ivory Coast, Kenya dan South Africa ke negara Europe (Snowdon, 1990).



2.2 Nanas (*Ananas comosus Merrill*)

Nanas adalah dari famili *Bromeliaceae* yang merupakan salah satu daripada 45 genera dan 2000 spesis dalam famili ini. Famili *Bromeliaceae* ini berasal dari America tropikal (Nakasone & Paull, 1998). Tanaman nanas adalah diploid ($2n = 50$), walaupun ada yang triploid. Nanas merupakan buah-buahan tropikal beriklim basah yang bersifat merumpun kerana tanamannya mampu membentuk anak dan tunas akar. Di samping itu, tanamannya mampu membentuk tunas-tunas batang sehingga walaupun tanaman nanas sebenarnya *monokarpik* masih mampu berbuah beberapa kali (Sunarjono, 1987).

Nanas telah lama menjadi satu buah bukan sitrus tropikal dan subtropikal yang popular kerana rasa yang menarik dan keseimbangan gula-asid yang menyegarkan (Bartolome *et al.*, 1995b). Nanas merupakan buah-buahan bukan klimakterik, tidak boleh meneruskan kematangan apabila ditanggalkan dari pokok (Hui, 2007). Oleh itu, kenaikan respirasi kerana tindak balas terhadap etilena akan berlaku lebih daripada sekali dalam buah-buahan bukan klimakterik berbanding dengan peningkatan respirasi hanya sekali pada buah-buahan klimakterik (Ismail & Cheah, 1998). Dengan ketiadaan penyimpanan kanji bertukar ke gula, ia akan cepat rosak (Trowbridge, 2007).

Nanas dianggap sebagai buah yang unggul di kawasan tropika. Bentuknya yang cantik, isinya yang berjus, rasanya manis dan masam amat sesuai dijadikan hidangan pencuci mulut. Bentuk buah sama ada bujur atau silinder. Kulitnya yang keras, berlilin terdiri daripada mata/bebuah heksagonal yang tersusun secara berpilin (berpusing-pusing). Buah masak warnanya kuning, oren atau kemerah-merahan. Isinya hampir putih atau kuning. Pokok nanas tumbuh di atas tanah, dikelilingi daun berbentuk roset berlilin yang panjang berduri pada sisi dan hujung daun. Pokok ini biasanya dibiakkan daripada jambul (tumbuh pada bahagian atas buah) atau keratan (tunas sisi). Nanas hanya tumbuh di tanah rendah tropika dan secara relatifnya tahan terhadap kemarau. Ia hidup dengan subur di tanah loam berpasir bersaliran baik dan mempunyai pH 4.5-6.5 (MARDI, 2008).

Berasaskan perangkaan 1994, anggaran keluasan kawasan nanas di Semenanjung Malaysia ialah 13,470 hektar, iaitu 85% didapati di Johor, 4% di Kelantan dan 3.8% di Selangor. Eksport nanas segar masih lagi kecil. Pada tahun

1990, nilai eksport adalah sebanyak RM3.56 juta dan telah meningkat kepada RM 7.1 juta pada tahun 1994. Hampir 96% jumlah eksport adalah ke negara Singapura (MARDI, 2008). Jadual 2.1 berikut merupakan keluasan tanaman nanas di negeri Sabah menjelang tahun 2010 mengikut projek peningkatan buah nanas di Malaysia oleh Industri nanas Malaysia (LPNM, 2007).

Jadual 2.1: Keluasan tanaman nanas di negeri Sabah menjelang tahun 2010.

Daerah	Keluasan (hektar)
Penampang	1000
Beaufort	1000
Jumlah	2000

Sumber: LPNM, 2007

2.2.1 Variasi Nanas

Banyak variasi nanas yang diunggulkan. Varieti 'Smooth Cayenne' yang tumbuh di Thailand, Filipine dan pulau Hawaii adalah paling biasa didapati (Elss *et al.*, 2005). Variasi nanas yang telah dibudayakan sebenarnya hanya ada tiga jenis, iaitu nanas berduri penuh, berduri pada hujung daun dan tidak berduri sama sekali. Mengikut Nakasone & Paull, (1998) dan Sunarjono, (1987), dari jenis-jenis nanas tersebut dapat dibedakan menjadi beberapa variasi, iaitu:

a Cayenne

Buahnya besar sekali berbentuk silinder, warna buah matang hijau kekuningan, warna daging kuning, rasanya manis agak masam. Daunnya halus tidak berduri (yang biasanya disebut *Smooth Cayenne* atau *Cayenne Lisse*). Dari variasi ini ada pula yang daunnya berduri halus pada hujungnya. Kandungan vitamin C rendah 0.2 mg/ 1 ml jus buah. Penduduk tempatan biasanya menamakannya berdasarkan kawasan yang ditanam seperti 'Sarawak' di Malaysia. 'Champak' yang merupakan kumpulan ini berasal dari India dan ditanam secara meluas di Hawaii. Kumpulan ini adalah mudah dirosakkan oleh serangga perosak.

b Queen

Buahnya agak besar, bentuknya seperti kerucut. Warna buahnya matang kuning, warna daging kuning mas, dan rasanya manis. Seluruh daunnya berduri tajam. Kandungan vitamin C lebih kurang 0.34 mg/ 1 ml jus buah. Variasi nanas ini pada umumnya hanya dikembangkan di dataran rendah.

c Spanish

Buahnya cukup besar, berbentuk silinder. Warna buahnya yang matang hijau kekuningan, warna daging kuning mas, dan daunnya halus tidak berduri seperti pada Cayenne dan Hilo (yang biasa disebut *Singapore Spanish* atau *Singapore Caring* atau nanas *Ruby*). Kandungan vitamin C *Red Spanish* rendah iaitu 0.29 mg/ 1 ml jus buah dan *Singapore Spanish* cukup tinggi iaitu 0.41 mg/ 1 ml jus buah. Cabezona yang mempunyai triploid semulajadi dari kumpulan ini mempunyai pokok yang besar dan berat buah 4.5-6.5 kg.

d Abacaxi

Kultivar ini ditumbuhkan di Amerika Latin dan Caribbean. Buahnya sedang bertangkai panjang, berbentuk silindris sampai keruncut. Warna buahnya yang matang ada yang hijau kekuningan dan ada pula yang merah, tetapi pada umumnya dagingnya putih. Daunnya kecil, panjang dan berduri kasar. Rasa buah nanas ini agak masam dengan kandungan vitamin C cukup tinggi iaitu 0.6 mg/ 1 ml jus buah. Pada umumnya variasi *abacaxi* ini kurang baik untuk dibuat buah dalam tin.

e Maipure

Kumpulan ini dikultivarkan di tengah dan selatan Amerika sebagai buah segar untuk pasaran tempatan. Klon ini mungkin diminati oleh pembiak nanas di hemisfera barat, kerana ia mengandungi kolam gen yang tidak berguna untuk program pembiakan.

Walaupun demikian hanya variasi Cayenne yang diusahakan secara meluas di sembilan negara penghasil utama buah nanas. Jenis-jenis nanas yang merupakan kerabat dekat dengan *Ananas comosus* di antaranya ialah *Ananas bracteatus* dan *Ananas ananassoides*. Jenis nanas liar tersebut penting sekali sebagai bahan induk untuk persilangan kerana tahan terhadap penyakit busuk hati *Phytophthora sp.* dan kandungan vitamin C tinggi (Sunarjono, 1987).

Nanas yang ditanam di Malaysia tergolong dalam tiga kumpulan yang popular iaitu: Cayenne (varieti Smooth Cayenne dan Sarawak), Spanish (varieti Singapore Spanish, Masmerah, Gandul, Nangka, Selangor Green dan Nanas Johor) dan Queen (varieti Moris, Tailung NO. 2, Common Rough dan Ripley Queen) (Anon, 2005).

2.2.2 Morfologi

Buah nanas adalah zerofitik, berair, tidak berteras, dan sudah lama pokok ini bertumbuh (Mitra, 1997). Pokok yang sama akan berbuah beberapa kali melalui kitaran pertumbuhan nanas. Dalam penanam komersial, biasanya pokok nanas akan ditanam semula selepas buah dituai untuk menjamin kualiti buah. Pokok matang akan mempunyai ketinggian antara 1–2 m dan kelebaran pokok iaitu sebaran kanopi pula mencatat 1–2 m (Bartholomew *et al.*, 2003).

Terdapat empat bahagian tanaman nanas yang dapat digunakan untuk bibit:

- i. Mahkota daun (*crowm*) yang tumbuh pada hujung buah, jarang digunakan kerana mengambil masa selama 24 bulan untuk mengeluarkan buah.
- ii. Tunas buah (*slips*) yang tumbuh pada tangkai buah di bawah dasar buahnya, akan mengeluarkan buah dalam masa 14-16 bulan selepas penanaman.
- iii. Tunas batang (*sucker*) yang tumbuh pada batang nanas di bawah buah nanas dan menghasilkan buah dalam masa 18-20 bulan.
- iv. Tunas akar atau anakan (*ratone*) yang tumbuh pada pangkal batang di bawah tanah dan akan menghasilkan buah dalam masa 12-14 bulan selepas penanaman (OGTR, 2003; Sunarjono, 1987).

Batang untuk nanas yang masak adalah panjang 30–35 cm dan berbentuk bujur dengan ketebalan diameter 6.5-7.5 cm. Ia mempunyai tunas aksil di setiap nodus. Tunas aksil ini boleh tumbuh menjadi tunas buah atau tunas batang, di mana ia digunakan untuk pembiakan. Tunas buah mempunyai berat dari 250–450 g dan mahkota daun dari 100–350 g (Nakasone & Paull, 1998). Tunas buah yang sebenar merupakan anak pokok yang keluar dari tunas aksil yang berada di batang bunga, manakala tunas bunga merupakan anak pokok yang keluar dari batang bunga yang berdekatan dengan tunas akar. Tunas batang boleh tumbuh sehingga penuaian atau pembungaan berlaku (Py *et al.*, 1987).

Akar yang berasal dari embrio hanya ditemui di anak pohon. Akar yang biasa dijumpai di buah nanas merupakan akar luar biasa dari tisu vaskular yang membahagikan silinder tengah dan batang korteks. Mahkota daun mengeluarkan akar lebih banyak daripada tunas batang (Py *et al.*, 1987). Akar dibentuk melalui primordia akar yang berada di batang. Akar dibahagikan kepada akar tanah, iaitu mengembang menjadi asas kepada batang dan membentuk akar di bawah tanah dan

akar aksil yang terbentuk di atas permukaan tanah di dalam daun aksil. Akar aksil berfungsi untuk menyerap air dan nutrien (Nakasone & Paull, 1998).

Daun nanas adalah meruncing ke hujung dan panjang (Py *et al.*, 1987), liat dan tidak mempunyai tulang daun utama (Sunarjono, 1987). Warna daun adalah berbeza dari kuning pucat sehingga hijau-biru tua, bergantung kepada ekologi, iklim dan keadaan nutrisi. Panjang daun boleh mencapai 100 cm dan lebar sebanyak 7 cm (Py *et al.*, 1987). Pada tepi daunnya ada yang tumbuh duri tajam dan ada yang tidak berduri. Tetapi, ada pula yang durinya hanya di hujung daun. Duri nanas tersusun rapi menuju ke satu arah menghadap hujung daunnya (Sunarjono, 1987).

Semasa kematangan, batang bunga berpanjangan dan berterusan untuk pembungaan. Ia mengandungi 100–200 bunga dalam satu pembungaan dan bunga akan buka dari satu sehingga beberapa bunga pada setiap hari, bermula dari asas batang bunga dalam masa 3–4 minggu. Apabila pembungaan berhenti, bermulalah perkembangan dan pertumbuhan mahkota daun (Nakasone & Paull, 1998). Pembungaan tanaman nanas dapat diatur sesuai dengan kemahuan pengusaha dengan memberikan zat kimia yang mampu bertindak sebagai hormon bunga dan mampu merangsang terbentuknya primordia bunga (Sunarjono, 1987). Untuk keadaan komersial, pengatur perkembangan seperti etilena digunakan untuk merangsang perkembangan bunga (Bartholomew & Criley, 1983).

Bijinya yang terdapat dalam rongga buah majmuk yang berdiri tegak pada tangkainya disebut *syncarpic* (Sunarjono, 1987). Buah berkembang daripada bunga yang tidak tanggal. Style, stamen dan petal dengan bahagian flora yang tertinggal akan berkembang menjadi buah. Suhu akan mempengaruhi sama ada mempercepat atau memperlakan perkembangan tersebut. Berat buah meningkat lebih kurang 20^{10} dari masa pembungaan hingga ke kematangan buah (Nakasone & Paull, 1998). Smooth cayenne boleh mencapai berat buah sehingga 6 kg dan 12 kg untuk varieti yang lain (Py *et al.*, 1987).

2.3 Penuaian dan Pengendalian Nanas

Buah nanas menjadi matang apabila mencapai 6 bulan selepas penggunaan perangsang bunga. Buah dituai apabila mereka mencapai satu per tiga matang (Yaacob & Subhadrabandhu, 1995). Buah yang hijau atau satu per empat kuning

akan dihantar ke pasar yang jauh untuk dijual (Nakasone & Paull, 1998). Ethephon digunakan oleh penanam 48 jam sebelum buah nanas dituai untuk mempercepat kelunturan warna hijau dan kematangan nanas. Kecepatan kelunturan warna hijau ini disebabkan oleh kemusnahan klorofil yang memberikan kerataan warna pada buah nanas (Mitra, 1997).

Nanas mengalami perubahan semasa kematangan dan kemasakkan. Semasa kemasakkan, 'mata' nanas bertukar dari runcing kepada rata dengan sedikit berongga pada bahagian tengah; buah tersebut menjadi besar, kurang teguh dan lebih wangi. Warna kulit nanas digunakan untuk menentukan indeks kematangan yang berbeza (Bartolome *et al.*, 1995b).

Perubahan kematangan nanas boleh diketahui dengan pertukaran warna dari hijau ke kuning pada dasar nanas tersebut. Nanas merupakan buah bukan klimaterik dan boleh dituai secepat mungkin apabila ia sesuai dimakan. Kandungan minimal pepejal terlarut 12 peratus dan kandungan maksimal asid 1 peratus diperlukan untuk diterima oleh pengguna dengan saiz dan tekstur serata, tidak busuk, tidak ada keretakan yang disebabkan matahari, tidak ada lebam dalaman dan tidak ada kerosakan yang disebabkan oleh serangga (Medina & Garcia, 2008). Kematangan buah ditentukan pada kerataan 'mata' buah dan kekuningan kulit untuk buah yang segar (Seymour *et al.*, 1993). Pengguna memilih kematangan buah berdasarkan warna dan aroma. Nisbah gula:asid yang dicadangkan adalah 0.9-1.3 (Mitra, 1997).

Penuaian buah nanas dituai bersama tangkai berukuran 6-10 cm dengan menggunakan parang dan dimasukkan ke dalam bakul yang disangkut di belakang pekerja dan dikumpulkan di suatu tempat di ladang (Anon, 2005). Mengikut Nakasone & Paull (1998) dan Mitra (1997), buah nanas akan digilap dengan polyetilena dan paraffin atau carnauba dan paraffin selepas dibersihkan. Penggilapan yang dilakukan tersebut akan mengurangkan kejadian pemerangan dalaman buah nanas yang merupakan gejala kecederaan dingin, mengurangkan kehilangan air, dan memastikan pemberian fungisid yang rata dicampurkan dalam campuran tersebut serta memberikan kelihatan yang cantik kepada buah nanas (Mitra, 1997; Nakasone & Paull, 1998).

RUJUKAN

- Abdullah, H., Rohaya, M.A. & Aziz, I.A., 1996. Quality Changes In Pineapple (*Ananas cosmosus* cv. N36) Stored At Low Temperature. *MARDI Research Journal*. 24: 39-47.
- Ahmad Rusli, B.A., 2008. Kursus Teknologi Tanaman Nanas. Temu bual, 29 Oct.
- Aminah, A. 2000. *Prinsip penilaian sensory*. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Anon, 2005. *Aggaran Kos Pengeluaran Dan Pendapatan Bagi Buah-buahan*. Institut Penyelidikan Dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- AOAC. 1998. Official Method of Analysis, 16th edition. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Baker, R. C. & Scott-Kline, D. 1988. Development of high protein coating using egg albumen. *Poultry Science*. 67: pg557-564
- Bajaj, Y.P.S., 1990. *Biotechnology In Agriculture And Forestry 13: Wheat*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bartolome, A.P., Ruperez, P. & Fuster, C. 1995a. Changes In Soluble Sugars of Two Pineapple Fruit Cultivars During Frozen Storage. *Journal of Food Chemistry*. 56: 163-166.
- Bartolome, A.P., Ruperez, P. & Fuster, C. 1995b. Pineapple fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. *Journal of Food Chemistry*. 53: pg 75-79.
- Bartholomew, D.P. & Criley, R.A. 1983. *Tropical Fruit and Beverage Crops. In Plant Growth Regulating Chemicals*. US: CRC Press.
- Bartholomew, D.P., Paull, R.E. & Rohrbach, K.G. 2003. *The Pineapple: Botany, Production, and Uses*. UK: CABI Publisher.
- Birch, G.G. & Parker, K.J., 1979. *Sugar: Science And Technology*. UK: Applied Science Publishers Ltd.
- Chan, H.T., Chenchin, E. & Vonnahme, P. 1973. Nonvalatine Acid in Pineapple Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 21: 208-210.
- Codex Standard For Wheat Flour Codex Stan 152-1985 (Rev. 1 - 1995). www.codexalimentarius.net/download/standards/50/CXS_152e.pdf. Sep 2008.

- Cochran, W.G. & Coz, G.M. 1957. *Experiment Design*, 2nd Edition. Canada: John Wiley & Sons.
- Dull, G.C., Young, R.E. & Biale, J.B. 1967. Respiratory Patterns In Fruits of Pineapple, *Ananas Comosus* Detached At Different Stages of Development. *Physiologia Plantarum*. 20: 1059-1065.
- Dull, G.G. 1971. *The Pineapple: General*. In *the Biochemistry of fruits and Their Products*. London: Academic Press.
- Elss, s., Preston, C., Hertzig, C., Heckel, F., Richling, E. & Schreier, P. 2005. Aroma Profile of Pineapple Fruit (*Ananas comosus* [L.] Merr.) And Peniapple Products. *LWT*. 38: 263-274.
- Erickson, M. C. & Hung, Y. C. 1997. *Quality In Frozen Food*. US: Springer.
- FAMA. 1990 . Nanas.
www.famaxchange.org/index.php?ch=15&pg=32&ac=71&bb=77. Jul 2008.
- Faridah, M.S. 2007. Makanan Sejukbeku – Fakta Yang Perlu Diketahui. *Pusat Penyelidikan Teknologi Makanan, MARDI: Buletin Teknologi Makanan*. Bil. 4(2007): 37-43.
- Fellows, P. J. 2000. *Food Processing Technology: Principle And Practice*. England: Woodhead Publishing Limited.
- Flath, R.A. 1986. *Pineapple*. In *Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses*. Westport: AVI Publishing Inc.
- Flath, R.A. & Forrey, R.R. 1970. Volatile Components of Smooth Cayenne Pineapple. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 18: 306-309.
- Gortner, W.A.1965. Chemical and Physical Development of the Pineapple Fruit. IV. Plant Pigment Constituents. *Journal of Food Science*. 30: 30-32.
- Gortner, W.A. & Singleton, V.L. 1965. Chemical and Physical Development of The Pineapple Fruit. III. Nitrogenous and Enzyme Constituents. *Journal of Food Science*. 30: 24-29.
- Haagen-Smit, A.J., Kirchner, J.G., Prater, A.N. & Deasy, C.L. 1945. Chemical Studies of Pineapple (*Ananas sativa* Lindl.) I. The Volatile Flvor and Odor Constituents of Pineapple. *Journal of the American Chemical Society*. 67: 1646-1652.
- Hamner, K.C. & Nightingale, G.T. 1946. Ascorbic acid content of pineapples as correlated with environment factors and plant compositio. *Food Research*. 11: 535-541.

- Hasimah, H.A., Zainun, C.A., Rafiah Hasanah, M.Y. 2005. Buah-buahan Bersalut Sejukbeku – Apakah Keistimewaannya? *Pusat Penyelidikan Teknologi Makanan, MARDI: Buletin Teknologi Makanan*. Bil. 1(2005): 7-10.
- Hernandez, Y., Lobo, M.G. & Gonzalez, M. 2006. Determination of Vitamin C In Tropical Fruits: A Comparative Evaluation of Methods. *Food Chemistry*. 96: 654-664.
- Huet, R. 1958. The Chemical composition of Ananas. *Fruits*. 13: 183-197.
- Hui, Y.H. 2007. *Handbook of Food Products Manufacturing*. California: John Wiley and Sons.
- Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M. & Schade R., 2007. *Bioactive Egg Compounds*. New York: Springer Berlin Hwidelberg.
- Ismail, N. & Cheah, P.B. 1998. *Lepas Tuai: suatu pengenalan fisiologi dan pengendalian buah-buahan dan sayur-sayuran*. Malaysia: Sinaran Bros. Sdn. Bhd.
- Jabatan Pertanian Malaysia, 2006. *Manual tanaman nanas (Ananas comosus)*. Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani.
- James, M. J. 2000. *Modern Food Microbiology, Sixth Edition*. UK: Aspen Publication.
- Jeremiah, L. E. 1996. Freezing Effect On Food Quality. UK: CRC Press.
- Kabasakalis, V., Siopidou, D. & Moshatou, E. 2000. Ascorbic Acid Content of Commercial Fruit Juices And Its Rate of Loss Upon Storage. *Journal of Food Chemistry*. 70: 325-328.
- Kelly, W.P. 1911. A Study of The Composition of Hawaiian Pineapples. *Journal of Industrial Engineering and Chemistry*. 3: 403-405.
- Kyung, Y.Y., Edward, E.W. & Yong, D.H. 2005. Relationship of Acid Phosphatase Activity And Brix/Acid Ration in Apples. *LWT*. 38: 181-183.
- Larmond, E.1673. *Laboratory methods for sensory evaluation of food*. Canada Department of Agriculture.
- Latifah, M. N., Abdullah, H., Selamat, M. M., Habsah, M., Talib, Y., & Jabir, H. 2000. *Shelf Life of Minimally Processed Pineapple*. Kuala Lumpur: MARDI.

- Lodh, S.B., Selvaraj, Y., Chadha, K.L. & Melanta, K.R. 1972. Biochemical Changes Associated With Growth and Development of Pineapple Fruit Variety Kew II. Changes In Carbohydrate and Mineral Constituents. *Indian Journal of Horticulture*. 29: 287-291.
- Lodh, S.B., Divakar, N.G., Chadha, K.L. Melanta, K.R. & Selvaraj, Y. 1973. Biochemical Changes Associated With Growth and Development of Pineapple Fruit Variety Kew. III. Changes In Plant Pigments and Enzyme Activity. *Indian Journal of Horticulture*. 30: 381-383.
- Lembaga Perindustrian Nanas Malaysia (LPNM). 2007. Nanas. http://www.mpib.gov.my/v1/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1. Sep 2008.
- Mallett, C. P. 1993. *Frozen Food Technology*. US: Springer.
- MARDI, 2008. Institut Penyelidikan Dan Kemajuan Pertanian Malaysia. <http://www.mardi.my/main.php>. Sep 2008.
- Marrero, A. & Kader, A.A. 2006. Optimal Temperature And Modified Atmosphere For keeping quality of Fresh-Cut Pineapples. *Postharvest Biology and Technology*. 39: 163-168.
- Mateljan, G. 2008. Egg. <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=92>. Sep 2008.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. & Carr, B.T. 1999. *Sensory Evaluation Technique*. 3rd edition. Florida: CRC Press.
- Medina, J.D.L.C. & Garcia, H.S. 2008. Chapter XXXIII: Pineapple post-harvest operations. http://www.fao.org/inpho/content/compand/toc_main.htm. Jul 2008.
- Merck. 2005. *Microbiological Manual*, 12 Edition. Germany: Merck KGaA.
- Miller, E.V. & Hall, G.D. 1953. Distribution of total Soluble Solids, Ascorbic Acid, Total Acid, and Bromelain Activity In The Fruit of the Natal Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). *Plant Physiology*. 28: 532-534.
- Mitra, S. 1997. *Post Harvest Physiology And Storage of Tropical And Subtropical Fruits*. India: CAB International.
- Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E. & Barrufet, M. A. 1999. *Deep Fat Frying: Fundamental And Application*. US: Springer.

- Nakasone, H.Y. & Paull, R.E. 1998. *Crop Production Science In Horticulture: Tropical Fruits*. USA: Cab International.
- Neason, A. M. E. & Robinson, D. S. 2000. Food Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical And Microbiological Changes. UK: CRC Press.
- Norrakiah, A.S. & Vivien Tan, L.F. 2006. Kualiti Simpanan Produk Bakeri Prabakar Dan Tahap Penerimaannya Di Kalangan Pengguna Tempatan. *Malaysia Journal of Analytical Sciences*. 10: 129-136.
- OGTR 2003. Gene Technology Regulator. [www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/pineapple-3/\\$FILE/pineapple.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/pineapple-3/$FILE/pineapple.pdf). Jul 2008.
- Pardio, S.V., Waliszewski, K.K.N. & Garcia, A.M. 1994. Ascorbic Acid Loss And Sensory Changes In Intermediate Moisture Pineapple During Sotrage At 30-40 °C. *International Journal of Food Science and Technology*. 29: 551-557.
- Paull, R.E. & Rohrbach, K.G. 1982. Juice characteristics and Internal Atmosphere of Waxed 'Smooth Cayenne', Pineapple Fruit. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 107: 448-452.
- Paull, R.E. & Rohrbach, K.G. 1985. Symptom Development of Chilling Injury In Pineapple Fruit. *Journal of American Horticulture Science*. 110: 100-105.
- Py, C., Lacoueilhe, J. & Teisson, C. 1987. *The Pineapple: Cultivation and Uses*. Paris: Editions Quae.
- Reddy, M.N., Keim, P.S., Heinrickson, R.L. & Kezdy, F.J. 1975. Primary Structural Analysis of Sufhydryl Protease Inhibitors From Pineapple Stem. *Journal of Biological Chemistry*. 250: 1741-1750.
- Remedium. 2008. Pineapple nutrition facts. <http://health.learninginfo.org/nutrition-facts/pineapple.htm>. Ogos 2008.
- Sahin, S. & Sumnu, S. G. 2008. *Advances In Deep-Fat Frying Of Foods*. UK: CRC Press.
- Seymour, B., Taylor, J.E. & Tucker, G.A. 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. UK:Chapman & Hall.
- Snowdon, A.L. 1990. *Volume 1: General Introduction And Fruits - A Color Allas of Post-harvest: Diseases And Disorders of Fruits And Vegetables*. Spain: Wolfe Science Ltd.

- Soleha I. 1995. *Pengawetan Makanan Secara Pengeringan*. Malaysia: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Sun, D. W. 2006. *Handbook of Frozen Food Processing And Packaging*. UK: CRC Press.
- Sunarjono, D.H. 1987. *Ilmu Produksi Tanaman Buah-buahan*. Malaysia: Penerbit Sinar Baru Bandung.
- Tay, T.H. 1977. Fruit Ripening Studies On Pineapple. *MARDI Research Bulletin*. 4: 29-34.
- Trowbridge, P. 2007. Pineapple Selection And Storage. <http://homecooking.about.com/od/foodstorage/a/pineapplestor.htm>. Sep 2008.
- USDA. 2002. Food Safety & Inspection Service. <http://www.a257.g.akamaitech.net>. Jul 2008.
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21, 2008. http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl. Sep 2008.
- van Lelyveld, L.J. & de Bruyn, J.A. 1977. Polyphenols, Ascorbic Acid and related Enzyme Activities Associated With Black Heart in Cayenne Pineapple Fruit. *Ageochemophysica*. 9: 1-6.
- Wardlaw, C.W. 1937. Tropical Fruits and Vegetables: An Account of Their Storage and Transport. *Tropical Agriculture*. 24: 288-298.
- Wikipedia, 2008a. Breadcrumb. <http://en.wikipedia.org/wiki/Breadcrumb>. Sep 2008.
- Wikipedia, 2008b. Cornstarch. <http://en.wikipedia.org/wiki/Cornstarch>. Sep 2008.
- Yaacob, O. & Subhadrabandhu, S. 1995. *The Production of Economic Fruits In South-East Asia*. New York: Oxford University Press.
- Zainun, C.A. 2004. *Product Development of Breaded Cempedak*. Malaysia: Food Technology Research Centre, MARDI.