

**CIRI-CIRI TEKSTUR DAN FIZIKOKIMIA PISANG
MAS (*Musa sapientum* cv. *Mas*) MENGIKUT
INDEKS KEMATANGAN**

HING KEE NGUANG

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2006**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**CIRI-CIRI TEKSTUR DAN FIZIKOKIMIA PISANG MAS
(*Musa sapientum* cv. *Mas*) MENGIKUT INDEKS
KEMATANGAN**

HING KEE NGUANG

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

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PROGRAM TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES
SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

APRIL 2006



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TITUL: CIRI-CIRI TEKSTUR DAN FIZIKOKIMIA PISANG MAS
 (Musa sapientum cv. Mas) MENGIKUT INDEKS KEMATANGAN

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN

SESI PENGAJIAN: 2003/2004

Saya HING KEE NGUANG
 (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 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: ~~B~~ LOT B-2, HOUSE

NO 4-1-2, NOUNTUM APARTMENT
 INANAM, 88400 KOTA KINABALU

DR. LEE JAU SHYA
 Nama Penyelia

Tarikh: 25.05.2006

Tarikh: 25.05.2006

PETAKATAN: * 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.

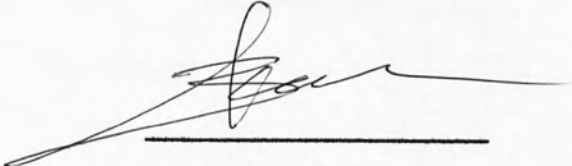
* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

13 April 2006



(HING KEE NGUANG)

NO. MATRIK : HN 2003-2479



PERAKUAN PEMERIKSA

1. PENYELIA

(DR. LEE JAU SHYA)

A square seal with Chinese characters in seal script, likely representing the name of the supervisor, Dr. Lee Jau Shya.

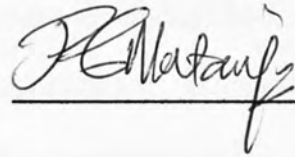
2. PEMERIKSA 1

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'I.A.', written over a horizontal line.

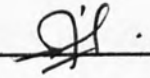
3. PEMERIKSA 2

(PUAN PATRICIA MATANJUN)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. Matanjun', written over a horizontal line.

4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'I.A.', written over a horizontal line.

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengambil peluang ini untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Dr. Lee Jau Shya, selaku penyelia projek penyelidikan saya yang telah banyak memberi bimbingan, dorongan dan tunjuk ajar yang amat berharga dalam membantu saya menyiapkan projek penyelidikan ini. Tanpa kerjasama dan komitmen beliau, tidak mungkin projek ini dapat disiapkan dengan lancar.

Selain itu, saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada kedua-dua ibu bapa saya yang telah memberi komitmen dan semangat dari masa ke semasa kepada saya sepanjang tempoh menyiapkan projek ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan khas kepada semua kakitangan pejabat, pembantu makmal, pensyarah-pensyarah dan juga dekan Sekolah Sains Makanan Dan Pemakanan Universiti Malaysia Sabah yang telah memberi pandangan dan kerjasama secara langsung atau secara tidak langsung kepada saya dalam menyiapkan projek ini. Bantuan, kerjasama dan pandangan anda amat saya hargai.

Akhirnya sekali, saya juga ingin tujukan ribuan penghargaan kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung atau secara tidak langsung dalam menghulukan bantuan kepada saya dalam usaha menyiapkan projek penyelidikan ini.

Sekian, Terima Kasih.



ABSTRAK

Kajian tentang ciri-ciri tekstur dan fizikokimia buah pisang Mas (*Musa sapientum* cv. *Mas*) mengikut indeks kematangan telah dijalankan. Ciri-ciri fizikokimia seperti perubahan warna kulit, kehilangan berat, nisbah berat pulpa dengan berat kulit, kelembapan, nilai pH, peratusan asid malik, kandungan gula dan jumlah pepejal larut telah diuji terhadap indeks kematangan buah pisang. Pengurangan kandungan kanji merentasi kematangan telah diikuti secara kualitatif melalui pemerhatian mata kasar. Selain daripada itu, ujian penembusan dan ujian *Warner bratzler* telah digunakan untuk menguji ciri-ciri tekstur buah pisang mengikut indeks kematangannya. Pisang bertukar dari hijau pada indeks 1 ke warna kekuningan oren dengan bintik perang pada indeks 8. Kehilangan berat buah, nisbah berat pulpa dengan berat kulit dan kandungan lembapan adalah berkorelasi kuat dengan indeks kematangan ($r > 0.950^{**}$). Kandungan gula dan kandungan pepejal larut menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap indeks kematangan ($r = 0.970^{**}$ dan $r = 0.804^{**}$). Kandungan pepejal larut merupakan penunjuk yang baik untuk kandungan gula dalam buah pisang ($r = 0.911^{**}$). Nilai pH menunjukkan penurunan dari indeks 1 ke indeks 2 dan meningkat dengan signifikan ke indeks 8 ($P < 0.05$), bertentangan dengan tren perubahan asid malik. Titik hasil (*yield point*) bagi setiap bahagian buah dan diameter prob yang berbeza (3.2 mm, 4.8 mm dan 6.4 mm) menunjukkan penurunan apabila merentasi indeks kematangan ($r < -0.600^{**}$). Didapati wujudnya kesan interaksi di antara saiz prob, indeks kematangan dan bahagian buah pisang terhadap tekstur buah pisang. Daya dan tenaga maksimum bagi ujian *Warner bratzler* juga menurun mengikut kematangan ($r < -0.600^{**}$). Perubahan tren tekstur pisang bagi kedua-dua ujian tekstur adalah sama di mana ia menunjukkan penurunan yang mendadak dari indeks 1 ke indeks 2 dan menurun dengan perlahan ke indeks 8. Kedua-dua parameter ini juga didapati berkorelasi kuat dan negatif terhadap ciri-ciri fizikokimia bagi kandungan pepejal larut dan gula bukan penurun ($r < -0.800^{**}$). Kedua-dua ciri-ciri fizikokimia ini merupakan penunjuk yang sesuai untuk menggambarkan tahap pelembutan buah pisang Mas. Kesimpulannya, ciri-ciri fizikokimia dan tekstur buah pisang Mas boleh digunakan sebagai penunjuk untuk tahap kematangan buah.

**TEXTURAL AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF PISANG
MAS (*Musa sapientum* cv. Mas) BY MATURITY INDICES**

ABSTRACT

*The study of the textural and physicochemical properties of pisang Mas (*Musa sapientum* cv. Mas) by maturity indices had been carried out. Physicochemical properties such as peel color changes, weight loss, pulp and peel ratio, moisture content, pH value, percentage of malic acid, sugar content and total soluble solid were investigated along the maturity indices of banana. The reduction of starch content along the maturity indices was qualitatively observed by naked eyes. Besides, puncture test and Warner bratzler were performed to test the texture of banana along the maturity indices. The colour of banana peel changes from greenish at indices 1 to yellowish orange with brown dots at indices 8. Weight loss, pulp and peel ratio and moisture content showed the strong correlated with maturity indices ($r > 0.950^{**}$). Sugar content and total soluble solid increased significantly with maturity indices ($r = 0.970^{**}$ dan $r = 0.804^{**}$). Total soluble solid was found a good indicator for sugar content ($r = 0.911^{**}$). pH value decreased from indices 1 to indices 2 and increased significantly to indices 8; opposing the trend of malic acid. Yield force for different part of banana and probes diameter (3.2 mm, 4.8 mm and 6.4 mm) showed significant decrease along the maturity indices ($r < -0.600^{**}$). Significant interaction effect was found between the probe sizes, maturity indices and part of banana with the texture. Maximum force and energy of Warner bratzler test also decreased along the maturity indices ($r < -0.600^{**}$). The texture properties trend for both puncture test and Warner bratzler test was similar with abrupt decrease from indices 1 to indices 2 followed by graduated decrease to indices 8. These two texture parameters also strongly correlated to the total soluble solid and non-reducing sugar ($r < -0.800^{**}$). These two physicochemical properties could be used as indicator for softening of banana. As conclusion, physicochemical and texture properties of pisang Mas can be used as indicator for maturity stages.*



KANDUNGAN

TAJUK	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PERAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI SINGKATAN	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvi
SENARAI PERSAMAAN	xvii
BAB 1: PENGENALAN	1
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Faktor-faktor mempengaruhi tekstur buah-buahan	5
2.1.1 Faktor persekitaran	5
2.1.2 Faktor fisiologi	6
2.1.3 Faktor genetik	7
2.2 Cara pengukuran tekstur buah-buahan	7
2.2.1 Cara instrumen	8
2.2.1.1 Ujian penembusan	8
2.2.1.2 Ujian pemotongan	10



2.2.1.3 Ujian ekstrusi	10
2.2.1.4 Ujian mampatan	11
2.2.2 Cara sensori	11
2.3 Pisang Mas	12
2.3.1 Fisiologi pisang	14
2.3.1.1 Klimakterik	14
2.3.1.2 Peranan etilena	15
2.3.2 Perubahan fizikokimia semasa pemasakan buah pisang	17
2.3.2.1 Warna	17
2.3.2.2 Kehilangan berat dan nisbah berat pulpa dengan kulit buah	18
2.3.2.3 Karbohidrat	18
2.3.2.4 Asid-asid organik	20
2.3.2.5 Perubahan Tekstur	21
BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH	23
3.1 Peralatan	23
3.2 Bahan kimia	23
3.3 Persampelan	23
3.4 Ujian fizikal	24
3.4.1 Penentuan warna kulit pisang	24
3.4.2 Peratusan kehilangan berat	24
3.4.3 Nisbah berat pulpa dengan kulit	25
3.5 Ujian kimia	25
3.5.1 Penentuan kandungan lembapan	25
3.5.2 Penentuan nilai pH	26



3.5.3 Penentuan kandungan asid	26
3.5.4 Penentuan kandungan pepejal larut	27
3.5.5 Penentuan kandungan gula	27
3.5.5.1 Penyediaan reagen DNS	28
3.5.5.2 Penyediaan lengkuk piawai glukosa	28
3.5.5.3 Gula penurun	29
3.5.5.4 Jumlah gula	29
3.5.5.5 Pengukuran penyerapan sampel	29
3.5.5.6 Pengiraan	30
3.5.6 Penentuan kualitatif kandungan kanji (ujian iodin)	30
3.6 Ujian tekstur	31
3.6.1 Ujian penembusan	31
3.6.2 Ujian <i>Warner bratzler</i>	33
3.7 Ujian Statistik	34
BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN	35
4.1 Ujian fizikal	35
4.1.1 Penentuan indeks warna pisang Mas	35
4.1.2 Penentuan kehilangan berat pisang	36
4.1.3 Penentuan nisbah berat pulpa dengan berat kulit pisang	37
4.2 Ujian Kimia	38
4.2.1 Penentuan kandungan lembapan	38
4.2.2 Penentuan nilai pH dan kandungan asid malik	40
4.2.3 Penentuan kualitatif kandungan kanji	41
4.2.4 Penentuan kandungan gula	42
4.2.5 Penentuan kandungan pepejal larut	44



4.3 Ujian tekstur	44
4.3.1 Ujian penembusan	45
4.3.1.1 Kesan bahagian buah pisang	46
4.3.1.2 Kesan diameter prob	46
4.3.1.3 Kesan indeks kematangan	49
4.3.1.4 Kesan interaksi faktor saiz prob, indeks kematangan dan bahagian buah pisang	51
4.3.2 Ujian <i>Warner bratzler</i>	51
4.3.2.1 Kesan tekstur buah pisang terhadap indeks kematangan	52
4.4 Ujian kolerasi antara tekstur buah pisang dengan perubahan fizikal dan kimia	53
BAB 5: KESIMPULAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Cadangan	58
RUJUKAN	59
LAMPIRAN	63



SENARAI JADUAL

No.	Jadual	Halaman
2.1	Kaedah objektif dalam menentukan tekstur makanan.	8
2.2	Komposisi pisang.	13
2.3	Perubahan berlaku semasa pemasakan buah pisang.	17
2.4	Korelasi di antara warna kulit dan karbohidrat dengan merujuk kepada carta warna (MARDI).	19
2.5	Kandungan asid organik dalam pisang.	20
2.6	Perubahan bahan kimia semasa pemasakan dan penyimpanan buah pisang.	22
4.1	Kesan tekstur bahagian buah pada prob 4.8 mm.	47
4.2	Kolerasi ciri-ciri tekstur antara ujian penembusan dan ujian <i>Warner bratzler</i> .	53
4.3	Kolerasi tekstur pisang Mas terhadap perubahan fizikal dan kimia buah pisang.	55

SENARAI RAJAH

No.	Rajah	Halaman
2.1	Ujian Warner Bratzler.	10
2.2	Jenis pisang di Malaysia. a) Pisang Abu; b) Pisang Awak; c) Pisang Berangan; d) Pisang Cavendish; e) Pisang Mas; f) Pisang Nangka; g) Pisang Rastali; h) Pisang Tanduk.	13
2.3	Pola respirasi buah pisang.	15
2.4	Biogenesis etilena. Asid amino metionina digunakan untuk membekalkan zat perantara kekunci asid-1-nosiklopropana karbosilik (ACC).	16
3.1	Buah pisang Mas yang dibahagikan kepada 3 bahagian.	31
3.2	a) Hounsfield siri H-10-KS; b) Prob yang digunakan.	32
3.3	Cara ujian penetrasi terhadap buah pisang.	32
3.4	Cara ujian <i>Warner bratzler</i> terhadap buah pisang.	33
4.1	Perubahan warna pisang Mas dengan mengikut indeks kematangan.	35
4.2	Peratusan kehilangan berat sisir pisang Mas ikut indeks kematangan.	36
4.3	Nisbah berat pulpa dengan berat kulit buah pisang Mas ikut indeks kematangan.	37
4.4	Peratusan kandungan lembapan buah pisang Mas ikut indeks kematangan.	39
4.5	Nilai pH dan peratus kandungan asid malik buah pisang Mas ikut indeks kematangan.	40
4.6	Perubahan corak warna bagi kanji pada permukaan pulpa pisang Mas ikut indeks kematangan.	42
4.7	Peratusan jumlah gula, gula bukan penurun dan gula penurun bagi pisang Mas ikut indeks kematangan.	43
4.8	Kandungan pepejal larut bagi pisang Mas ikut indeks kematangan.	44
4.9	Graf daya-ekstensi bagi ujian penembusan terhadap buah pisang Mas.	46



- 4.10 Kesan diameter prob (3.2mm, 4.8mm dan 6.4mm) terhadap titik hasil bagi setiap bahagian (♦ atas, ■ tengah, ▽ bawah) indeks kematangan a) indeks 1; b) indeks 2; c) indeks 3; d) indeks 4; e) indeks 5; f) indeks 6; g) indeks 7; h) indeks 8. 48
- 4.11 Keteguhan buah pisang Mas dengan diameter prob berbeza mengikut indeks kematangan. 50
- 4.12 Graf daya-ekstensi bagi ujian *Warner bratzle*' terhadap pisang Mas. 51
- 4.13 Daya maksimum serta kerja yang dilakukan untuk memotong pulpa pisang dengan mengikut indeks kematangan. 53



SENARAI SIMBOL

>	=	Lebih daripada
<	=	Kurang daripada
%	=	Peratusan
α	=	alfa
$^{\circ}\text{C}$	=	darjah Celcius
mm	=	milimeter
cm^{-1}	=	persentimeter
ml	=	mili liter
μm	=	micrometer
nm	=	nanometer
/	=	per
M	=	molal
r	=	pemalar regresi



SENARAI SINGKATAN

DNS	Asid 3,5-dinitrosalicylic
USDA	United States Department of Agriculture
MARDI	Malaysian Agricultural Research and Development Institute
pH	Kepekatan ion hidrogen
NaOH	Natrium hidroksida
HCl	Asid hidroklorik
<i>et al.</i>	Lebih dari tiga orang pengarang



SENARAI LAMPIRAN

No.	Lampiran	Halaman
A	Graf Piawai Kandungan Glukosa	63
B	Output daripada ujian <i>Tukey</i> (Homogeneous subsets) bagi membandingkan kesan bahagian buah teksur terhadap indeks kematangan.	64
C	Output daripada Analisis Varians (ANOVA) Tiga hala dengan membandingkan kesan bagi tiga pembolehubah tak bersandar (Indeks kematangan, saiz prob dan bahagian buah)	71
D	Output daripada ujian <i>Tukey</i> (Homogeneous subsets) bagi membandingkan kesan teksur buah dengan ujian <i>Wamer bratzler</i> terhadap indeks kematangan.	72
E	Output daripada ujian <i>Tukey</i> (Homogeneous subsets) bagi membandingkan fizikokimia properties terhadap indeks kematangan.	73
F	Output daripada Pearson's Product-Moment Correlation bagi menguji korelasi perubahan ciri-ciri teksur dan fizikokimia dengan indeks kematangan buah pisang Mas.	77



SENARAI PERSAMAAN

No.	Persamaan	Halaman
2.1	Daya titik hasil	9, 49
3.1	Peratus kehilangan berat	25
3.2	Nisbah berat pulpa dengan berat kulit	25
3.3	Peratus kandungan lembapan	26
3.4	Peratus asid malik	27
3.5	Peratus jumlah gula / gula penurun dalam sampel (sebagai glukosa	30
3.6	Peratus gula bukan penurun dalam sampel	30



BAB 1

PENGENALAN

Pisang atau nama saintifiknya *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana* tergolong dalam famili Musaceae. Pisang adalah berasal dari Indo-Cina dan Asia Tenggara. Negara-negara pengeluar utama pisang di Asia ialah Filipina, Thailand, Vietnam, Indonesia dan Malaysia. Pisang kemudian ditanam dengan luas ke luar negara seperti Afrika, Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Kepulauan Carribean yang kini menjadi kawasan pengeluaran dan pengeksport utama pisang. Di Malaysia, tanaman pisang diusahakan dikebanyakan negeri-negeri dan kawasan terbesar pengeluaran terletak di negeri Johor (Jabatan Pertanian Malaysia, 2002).

Pisang Mas tergolong dalam kumpulan AA iaitu menjadi diploid yang membawa 2 set bagi kromosom yang diperolehi daripada *M. Acuminata*. Berat tandan sederhana di antara 8-12 kg dengan 5-9 sisir. Sebanyak 14-18 jejari sesisir. Jejari kecil di antara 8-12 cm panjang dan 2-3 cm garispusat. Pisang Mas yang sudah matang akan mempunyai berat isi yang amat rendah pada peringkat permulaan pembesaran buah, manakala berat isi akan bertambah pada peringkat matang.

Perbezaan peringkat kematangan buah selepas tuai merupakan faktor penting dalam menentukan kesesuaiannya untuk diproses menjadi pelbagai jenis produk. Perubahan komposisi kimia berlaku disebabkan oleh proses biokimia dalam buah semasa proses kematangan (Lustre *et al.*, 1976). Menurut Dadzie (1997), perubahan yang berlaku semasa proses kematangan adalah perubahan fizikal



(perubahan warna, nisbah berat pulpa dengan kulit buah, dan kepadatan atau kelembutan buah), perubahan biokimia dan fiziko-kimia (kanji ditukar kepada gula, perubahan kandungan pepejal larut, perubahan nilai pH dan kandungan asid, perubahan kandungan lembapan buah dan perubahan kadar respirasi dan penghasilan gas etilena).

Dalam peringkat proses kematangan buah, perubahan yang ketara bagi buah pisang adalah warna. Oleh itu, warna merupakan cara yang senang dan mudah digunakan dalam menentukan peringkat indeks kematangan buah pisang. Dengan merujuk kepada laporan daripada *Malaysian Agricultural Research and Development Institute*, MARDI (Lam, Ahmad Kamari & Wan Rahimah, 1983), indeks kematangan buah pisang dapat dibahagikan kepada 8 indeks iaitu:

Indeks 1: Hijau keseluruhan

Indeks 2: Hijau dengan sedikit kuning

Indeks 3: Lebih hijau daripada kuning

Indeks 4: Lebih kuning daripada hijau

Indeks 5: Kuning dengan sedikit hijau pada hujung buah

Indeks 6: Kuning keseluruhan

Indeks 7: Kuning oren dengan bintik perang

Indeks 8: Oren kekuningan dengan bintik perang yang banyak

Laporan daripada Lam, Ahmad Kamari & Wan Rahimah (1983), masa penyimpanan buah pisang Mas daripada indeks 1 hingga 8 dalam suhu bilik 24 hingga 35°C adalah 17 hari.

Warna kulit dan tekstur adalah penting dalam menentukan kualiti buah pisang. Buah pisang adalah serupa dengan buah yang lain iaitu mempunyai perbezaan

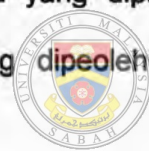


signifikan tekstur dan warna kulit apabila mencapai satu tahap kematangan (Chen & Ramaswamy, 2002). Pada indeks kematangan pertama, teksturnya keras dan berwarna hijau tua. Apabila mencapai indeks kematangan kelapan, tekstur akan menjadi lembut dan warna berubah menjadi oren kekuningan (Lam, Ahmad Kamari & Wan Rahimah, 1983; Ramaswamy & Tung, 1989). Semakin tinggi nombor indeks kematangan, semakin lembut isi buah.

Masa yang sesuai bagi lepas tuai telah dikaji oleh Abdullah, Rohaya & Zaipun (1985); Abdullah, Zaipun & Rohaya (1986). Ini adalah kerana lepas tuai pada masa pertumbuhan akan mempengaruhi kualiti pisang semasa pemasakan. Selain daripada itu, suhu penyimpanan pisang semasa pemasakan buah juga adalah penting dalam mempengaruhi tekstur buah dan warna kulit (Chen & Ramaswamy, 2002). Perubahan biokimia dan fiziko-kimia yang mempunyai signifikansi perbezaan yang nyata terhadap buah pisang semasa pemasakan buah telah dikaji oleh Lustre *et al.* (1976); Madamba, Baes & Mendoza (1977); Siriboon & Banlulilp (2004); Adao & Gloria (2005).

Kajian ini adalah penting dalam menghubungkan ciri-ciri tekstur pisang Mas dan perubahan fizikokimia dengan mengikut setiap indeks kematangan. Ini adalah kerana masih tidak ada kajian yang menghubungkan ciri-ciri tekstur dan fizikokimia terhadap indeks kematangan buah pisang. Selain daripada itu, data yang diperolehi dapat digunakan dalam kajian yang tertumpu pada cara pembungkusan dan cara pengendalian. Contohnya cara-cara penyusunan buah pisang ke dalam kotok (ketahanan teksturnya semasa penghantaran) hingga ke cara pengendalian adalah penting dalam mengurangkan kecacatan buah pisang.

Di samping itu, peletakan gred berdasarkan data yang diperolehi untuk kegunaan pemborong dan agen pemasaran. Data yang



digunakan untuk menentukan suatu sistem piawai import dan eksport buah-buahan. Seperti negara-negara maju, United Kingdom telah mewajibkan keteguhan minimum untuk pembekal epal atau pengeksport sebelum buah dieksport (Harker *et al.*, 1997).

Beberapa objektif utama kajian ini adalah:

- Menentukan kesan indeks kematangan buah pisang terhadap perubahan warna kulit, nisbah pulpa dengan kulit pisang, % kehilangan berat, kandungan pepejal larut, nilai pH, kandungan asid, kandungan lembapan, kualitatif kandungan kanji dan kandungan gula.
- Menentukan kesan indeks kematangan, perubahan saiz prob dan bahagian buah terhadap tekstur buah pisang dengan ujian penembusan.
- Menentukan kesan indeks kematangan buah pisang terhadap perubahan tekstur dengan cara ujian *Warner Bratzler*.
- Mengkaji perkaitan antara tekstur buah pisang Mas dan perubahan fiziko-kimia dengan indeks kematangan.



BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Faktor-faktor mempengaruhi tekstur buah-buahan

Cara pengendalian dan penyimpanan buah-buahan sebelum dan selepas tuai adalah mempengaruhi perubahan tekstur buah-buahan. Antara faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tekstur buah-buahan sebelum dan selepas tuai adalah faktor persekitaran, faktor fisiologi dan faktor genetik.

2.1.1 Faktor persekitaran

Kesan tekstur buah-buahan terhadap faktor persekitaran adalah cahaya, suhu dan kelembapan. Buah-buahan yang pendedahan cahaya matahari yang berterusan akan menyebabkan kerosakan kulit buah-buahan akibat daripada *sunburn* atau *sunscald* (Lurie, Pesis & Ben-Arie, 1991). Selain daripada itu, pendedahan cahaya ini akan menyebabkan kehilangan mutu buah epal manakala bagi buah tomato, mutu tekstur menurun serta menyebabkan kualiti buah menjadi rendah. Walau bagaimanapun, tekstur buah yang kurang terdedah kepada cahaya adalah lembut jika dibandingkan dengan tekstur buah yang terdedah kepada cahaya. Pendedahan cahaya yang sesuai kepada buah-buahan akan meningkatkan kualiti tekstur buah-buahan, tetapi pendedahan cahaya yang melebihi peringkat fotosintesis akan menyebabkan suhu buah meningkat dan akhirnya buah akan menjadi rosak serta mutu tekstur yang rendah (Sams, 1999).

RUJUKAN

- Abdullah, H., Rohaya, M. A., & Zaipun, M. Z. 1985. Physico-chemical changes during maturation and after ripening of bananas (*Musa sapientum* cv. Embun). *MARDI Research Bulletin*. **13**(3): 341-347.
- Abdullah, H., Zaipun, M. Z., & Rohaya, M. A. 1986. Maturity indices of banana (*Musa sapientum* cv. Berangan). *MARDI Research Bulletin*. **14**(3): 237-242.
- Adao, R. C. & Gloria, M. B. A. 2005. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *M. Balbisiana*). *Food Chemistry*. **90**: 705-711.
- Adisa, V. A. & Okey, E. N. 1987. Carbohydrate and protein composition of banana pulp and peel as influenced by ripening and mold contamination. *Food Chemistry*. **25**: 85-91.
- Ahmad, S., Clarke, B. & Thompson, A. K. 2001. Banana harvest maturity and fruit position on the quality of ripe fruit. *Annals of Applied Biology*. **139**: 329-335.
- Akkravessapong, P., Joyce, D. C. & Turner, D. W. 1992. The relative humidity at which bananas are stored or ripened does not influence their susceptibility to mechanical damage. *Scientia Horticulturae*. **52**: 265-268.
- Asif, M. H. & Nath, P. 2005. Expression of multiple forms of polygalacturonase gene during ripening in banana fruit. *Plant Physiology and Biochemistry*. **43**: 177-184.
- Azizah, O. Syafirin, N. N. S. & Suhaila, M. 2000. Comparing the physico-chemical characteristics of Mas, Rastali and Berangan bananas at 3 stages of maturity. Wahab, Z., Mahmud, T. M. M., Siti Khalijah, D., Nor'Aini Mohd, F. & Mahmood, M. (ed.). *Proceedings of the first national banana seminar at Awana Genting and country resort*. Malaysia: University Putra Malaysia, Serdang.
- Azizah, O., Mustapha, W. A. W. & Abdul Rahman, R. 2000. Development of ripening peel colour index for pisang rastali (*Musa sapientum* Var. Rastali). Wahab, Z., Mahmud, T. M. M., Siti Khalijah, D., Nor'Aini Mohd, F. & Mahmood, M. (ed.). *Proceedings of the first national banana seminar at Awana Genting and country resort*. Malaysia: University Putra Malaysia, Serdang.
- Basil, S. K. & deMAN, J. M. 1977. Some factors affecting gelatin gel texture evaluation by penetration testing. *Journal of Texture Studies*. **8**: 327-337.
- Bourne, M. C. 2002. Food texture and viscosity: concept and measurement. (2nd edition). London: Academic Press.
- Brennann, J.G. 1980. Food texture measurement. King, R.D. (ed.). *Development in food analysis techniques-2*. Weybridge: Applied Science. 1-68.
- Caussiol, L. 2001. *Postharvest quality of conventionally and organically grown banana fruit*. Master of Science in Postharvest Technology. Cranfield University, Silsoe.



- Chen, C. R. & Ramaswamy, H. S. 2002. Color and texture change kinetics in ripening bananas. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technology*. **35**(5): 415-419.
- Dadzie, B. K. et J. E. Orchard. 1997. Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods, INIBAP technical guidelines 2. International Plant Genetic Resources Institute.
- Harker, F. R., Redgwell, R. J., Hallett, I. C. & Murray, S. H. 1997. Texture of fresh fruit. *Horticultural Reviews*. **20**: 121-205.
- Hubbard, N. L., Pharr, D. M. & Huber, S. C. 1990. Role of sucrose phosphate synthase in sucrose biosynthesis in ripening bananas and its relationship to the respiratory climateric. *Plant Physiology*. **94**: 201-208.
- Jabatan Pertanian Malaysia. 2002. Keluasan (hektar) tanaman buah-buahan utama mengikut negeri dan jenis tanaman, Malaysia 2002. <http://agrolink.moa.my/doa/BI/Statistics/buah02.html>
- James, C. S. 1995. Analytical Chemistry of Foods. London: Blackie Academic & Professional.
- Imsabai, W., Ketsa, S. & van Doorn, W. G. 2002. Effect of temperature on softening and the activities of polygalacturonase and pectinesterase in durian fruit. *Postharvest Biology and Technology*. **26**: 347-351.
- Kachru, R. P., Kotwaliwale, N. & Balasubramanian, D. 1995. Physical and mechanical properties of green banana (*Musa paradisiaca*) fruit. *Journal of Food Engineering*. **26**: 369-378.
- Kajuna, S. T. A. R., Bilanski, W. K. & Mittal, G. S. 1997. Textural changes of banana and plantain pulp during ripening. *Journal of Science and Food Agricultural*. **75**: 244-250.
- Kamel, B. S. & Deman, J. M. 1977. Some factors affecting gelatin gel texture evaluation by penetration testing. *Journal of Texture Studies*. **8**: 327-337.
- Lam P. F., Ahmad Kamari, M. K. & Wan Rahimah, W. I. 1983. Colour charts and ripening indices for some table bananas. MARDI report No. 83.
- Larmond, E. 1979. Sensory measurement of food texture. Deman, J. M., Voisey, P. W., Rasper, V. F. & Stanley, D. W. (ed.). *Rheology and texture in food quality*. Westport: AVI Publishing Company.
- Lee, C. Y. & Bourne, M. C. 1980. Changes in grape firmness during maturation. *Journal of Texture Studies*. **11**: 163-171.
- Liu, S., Yang, Y., Murayama, H., Taira, S. & Fukushima, T. 2004. Effects of CO₂ on respiratory metabolism in ripening banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*. **33**: 27-34.
- Lohani, S., Trivedi, P. K. & Nath, P. 2004. Changes in activities of cell wall hydrolases during ethylene-induced ripening in banana: effect of 1-MCP, ABA and IAA. *Postharvest Biology and Technology*. **31**: 119-126.



- Lu, R. & Abbott, J. A. 2003. Force/deformation techniques for measuring texture. Kilcast, D. (ed.). *Texture in food, volume 2: Solid foods*. England: Woodhead Publishing Limited.
- Lustre, A. O., Soriano, M. S., Morga, N. S., Balagot, A. H., & Tunac, M.M. 1976. Physico-chemical changes in 'Saba' bananas during normal and acetylene-induced ripening. *Food Chemistry*. **1**:125-137.
- Madamba, L. S. P., Baes, A. U. & Mendoza, D. B. Jr. 1977. Effect of maturity on some biochemical changes during ripening of banana. *Food chemistry*. **2**: 177-183.
- Mattoo, A. K., Murata, T., Pantastico, Er. B., Chachin, K., Ogata, K. & Phan, C. T. 1995. Perubahan-perubahan kimia semasa dan senesens. Mohamad Nordin, A. K. *Fisiologi Lepas Tuai Pengendalian dan penggunaan buah-buahan dan sayur-sayuran tropika dan subtropika*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterjemahkan dari "Postharvest Physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables". Pantastico, Er. B. (ed.).
- Meyer, L. H. 1960. Food chemistry. New York: Reinhold Publishing Corporation.
- Mustaffa, R. Osman, A., Yusof, S. & Mohamed, S. 1998. Physico-chemical changes in cavendish banana (*Musa cavendish* L var Montel) at different positions within a bunch during development and maturation. *Journal of Science and Food Agricultural*. **78**: 201-207.
- Mustaffa, R., Azizah Osman, Mohamed, S. & Yusof, S. 1997. Changes in tannin and pectic substances at different positions within a bunch during development and maturation. *Journal of Tropical and Agricultul Science*. **20**(2/3): 157-162.
- Nilsson, T. 2000. Postharvest handling and storage of vegetables. Shewfelt, R. L. & Bruckner, B. (ed.). *Fruit & Vegetable Quality*. United States: Technomic Publishing Company.
- Nitisewojo, P. 1999. Enzimologi makanan. Malaysia: University Malaysia Sabah.
- Offem, J. O. & Thomas, O. O. 1993. Chemical changes in relation to mode and degree of maturation of plantain (*Musa paradisiaca*) and banana (*Musa sapientum*) fruits. *Food Research International*. **26**: 187-193.
- Palomer, X., Roig-Villanova, I., Grima-Calvo, D. & Vendrell, M. 2005. Effects of nitrous oxide (N₂O) treatment on the postharvest ripening of banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*. **36**: 167-175.
- Pantastico, Er. B., Mattoo, A. K. & Phan, C. T. 1995. Tindakan Etilena ke atas kemasakan. Mohamad Nordin, A. K. *Fisiologi Lepas Tuai Pengendalian dan penggunaan buah-buahan dan sayur-sayuran tropika dan subtropika*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterjemahkan dari "Postharvest Physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables". Pantastico, Er. B. (ed.).
- Pathak, N. & Sanwal, G. G. 1998. Multiple forms of polygalacturonase from banana fruits. *Phytochemistry*. **48**: 249-255.



- Payasi, A. & Sanwal, G. G. 2003. Pectate lyase activity during ripening of banana fruit. *Phytochemistry*. **63**: 243-248.
- Prabha, T. N. & Bhagyalakshmi, N. 1998. Carbohydrate metabolism in ripening banana fruit. *Phytochemistry*. **48**: 915-919.
- Purgatto, E., Nascimento, J. R. O. D., Lajolo, F. M. & Cordenunsi, B. R. 2002. The onset of starch degradation during banana ripening is concomitant to changes in the content of free and conjugated forms of indole-3-acetic acid. *Journal of Plant Physiology*. **159**: 1105-1111.
- Ramaswamy, H. S. & Tung, M. A. 1989. Technical note: Textural changes as related to color ripening bananas. *International Journal of Food Science and Technology*. **24**: 217-221.
- Sams, C. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest Biology and Technology*. **15**: 249-254.
- Siriboon, N. & Banlusilp, P. 2004. A study on the ripening process of 'Namwa' Banana. *AU Journal of Technology*. **7**: 159-164.
- Tan, S. C. 1990. Biokimia tumbuhan hijau. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Thompson, R. L., Fleming, H. P. & Hamann, D. D. 1992. Delineation of puncture forces for exocarp and mesocarp tissues in cucumber fruits. *Journal of Texture Studies*. **23**: 169-184.
- Thompson, R. L., Fleming, H. P., Hamann, D. D. & Monroe, R. J. 1982. Method for determination of firmness in cucumber slices. *Journal of Texture Studies*. **13**: 311-324.
- USDA. 2006. Nutrient Database for windows, Standard Reference Release SR18. USDA-Health Tech. www.healthetech.com. Cetak pada Januari 2006.
- Waldron, K. W. 2003. Plant structure and fruit and vegetable texture. Kilcast, D. (ed.). *Texture in food, Volume 2: Solid foods*. England: Woodhead Publishing Limited.
- Wyman, H. & Palmer, J. K. 1964. Organic acids in the ripening banana fruit. *Plant Physiology*. **39**: 630-633.
- Zabedah, M. 2001. Siri buah-buahan komersial Malaysia, pisang. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Zainon, M. A., Chin, L. H. & Lazan, H. 2004. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. *Plant Science*. **167**: 317-327.

