

Kesan pengolahan kalsium terhadap
kualiti buah betik tempatan.

oleh

Noriha binti Bukhari

Disertasi ini diserahkan bagi memenuhi syarat-syarat
untuk penganugerahan ijazah Sarjana Muda Sains Gunaan
dengan kepujian (Sains dan Teknologi Makanan).

Pusat Pengajian Teknologi Industri
Universiti Sains Malaysia
11800 Universiti Sains Malaysia
Pulau Pinang

Mac, 1988

PENGHARGAAN

Saya merakamkan penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada Puan Ruzita Ahmad selaku penyelia projek ini yang telah meluangkan banyak masa dalam membimbing serta memberi tunjukajar, bantuan, dorongan dan cadangan sepanjang projek ini dijalankan.

Penghargaan dan terima kasih ini juga saya tujukan kepada kesemua kakitangan makmal Teknologi Makanan iaitu Encik Sadali Othman, Puan Lee Phaik Saik dan Encik Zakaria.

Saya juga mengucapkan ribuan terima kasih kepada Cik Fawzea iaitu penasihat pembaca Perpustakaan Universiti Sains Malaysia.

Akhir sekali ucapan terima kasih kepada semua pensyarah dan rakan-rakan seperjuangan yang turut menjayakan projek ini.

Dengan kerjasama dari semua pihak inilah yang telah banyak mendorong saya untuk menjalankan projek ini dengan sebaik mungkin.

Noriha Bukhari

Universiti Sains Malaysia

Minden, Pulau Pinang.

PRAKATA

Buah betik adalah sejenis buah-buahan tropika dan sub-tropika yang digemari oleh penduduk Malaysia dan kini semakin dikenali oleh penduduk-penduduk di negara-negara lain seperti Jepun, United Kingdom dan Amerika Syarikat. Buah betik juga terkenal sebagai sumber yang kaya dengan Vitamin A dan C.

Kaedah semulajadi buah betik yang mudah mengalami kemerosotan menyebabkan ia lebih sesuai digunakan sebagai makanan segar penduduk tempatan sahaja. Kajian ini dijalankan dengan harapan ianya dapat membantu meluaskan pasaran buah betik dengan cara melambatkan peranuman dan mengekalkan atau membaiki kualitinya dengan pengolahan kalsium klorida di peringkat lepas-tuai.

ABSTRAK

Kajian telah dijalankan untuk melihat kesan pengolahan Ca (CaCl_2) pada kepekatan berlainan ke atas kualiti buah betik. Pengolahan yang dilakukan ialah kombinasi pra-pengolahan air panas iaitu perendaman di dalam air bersuhu 42°C selama 30 minit, kemudian suhu 47° selama 20 minit, akhirnya pada suhu bilik selama 20 minit. Pengolahan seterusnya ialah perendaman vakum infiltrasi selama 10 minit di dalam larutan 3% dan 4% CaCl_2 pada tekanan yang diturunkan dari 440 mmHg kepada 110 mmHg. Buah-buah itu kemudiannya distor pada suhu lebih kurang 10°C .

Buah telah dianalisis untuk kandungan asid askorbik, karotena- β , keasidan total, pepejal terlarut total. Kandungan kalsium dan penilaian organoleptik untuk tempoh penstoran selama 21 hari. Keputusan telah menunjukkan bahawa peranakan buah betik adalah dilambatkan oleh kaedah perendaman infiltrasi di bawah tekanan yang menurun di dalam larutan-larutan mengandungi kalsium klorida. Kualiti-kualiti yang terbaik adalah di capai melalui buah betik yang dioleh dengan 3% CaCl_2 dimana ia telah menunjukkan kandungan kalsium yang tertinggi iaitu 8.62 mg/100g, kandungan

asid askorbik yang tertinggi iaitu 190 mg/100g, kandungan pepejal terlarut total sebanyak 11.1%. Bagaimanapun buah tersebut meranum tanpa penurunan yang banyak dalam kandungan keasidan totalnya dan kandungan karotena- β juga di dapati mengurang semasa penstoranan. Apabila buah tersebut meranum, melalui penilaian organoleptik buah-buah tersebut di dapati mempunyai penerimaan keseluruhan yang tinggi dan mempunyai kualiti yang sama dengan buah yang segar atau meranum secara normal.

KANDUNGAN

Muka Surat

PENGHARGAAN	i
PRAKATA	11
ABSTRAK	iii
1. PENGENALAN	1
1.1 Aspek-aspek Botanical dan Hortikultural	1
1.2 Komposisi dan Nilai Pemakanan Buah Betik	4
1.3 Biokimia dan Fisiologi Semasa Peranuman dan Senescence Buah Betik	10
1.3.1 Proses peranuman normal	10
1.3.2 Peranuman dan Senescence	11
1.3.3 Perubahan Biokimia semasa peranuman lepas tuai	11
1.4 Kehilangan Lepas-Tuai	15
1.4.1 Tahap kehilangan	15
1.4.2.1 Mekanikal dan Fisiologi	15
1.4.2.2 Jangkitan oleh serangga dan mikro-organisma	16
1.5 Bioteknologi Untuk Mengurangkan Kehilangan Lepas-Tuai	17
1.5.1 Pengawasan di peringkat penuaian dan pengendalian	17
1.5.2 Penstoranan Dingin	17
1.5.3 Kawalan Kimia dan Irradiasi	17

1.6	Peranan Kalsium	
1.6.1	Pengenalan	19
1.6.2	Kalsium dan Senescence/Peranuman	20
1.6.3	Kalsium dan Fungsinya di dalam dinding sel	22
1.6.4	Kerosakan Fisiologi pada Buah-buahan yang Berkaitan dengan Kalsium	30
	1.6.4.1 Ca dan fungsi-fungsi membran	32
	1.6.4.2 Ca dan dinding sel	33
	1.6.4.3 Pengaruh Ca ke atas enzim-enzim	33
	1.6.4.4 Interaksi Ca-Fitohormon	34
1.6.5	Penggunaan CaCl_2 sebagai sumber Ca	35
1.7	Tujuan Projek	37
2.	BAHAN DAN KAEDAH	38
2.1	Bahan	38
2.2	Penyediaan Bahan	39
2.3	Analisis Kimia	40
	2.3.1 Penentuan kandungan asid askorbik	40
	2.3.2 Penentuan kandungan karotena- β	42
	2.3.3 Penentuan pepejal terlarut total	44
	2.3.4 Penentuan keasidan total	44
	2.3.5 Pengabuan Sampel	45
	2.3.6 Penentuan Kalsium Dengan Kaedah Spektrofotometri Penyerapan Atom	45
2.4	Analisis Deria	47

3. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	48
3.1 Perubahan Kandungan Asid Askorbik	48
3.2 Perubahan Kandungan Karotena- β	54
3.3 Perubahan Keasidan Total	60
3.4 Perubahan Kandungan Pepejal Terlarut Total	63
3.5 Kandungan Kalsium	67
3.6 Penilaian Analisis Deria	70
3.7 Cadangan Untuk Kajian Masa Depan.	74
KESIMPULAN	75
RUJUKAN	76
APPENDIKS	89 & 90

1. PENGENALAN

1.1 Aspek-aspek Botanikal dan Hortikultural

Betik (*Carica papaya L.*) adalah sejenis buah yang berasal dari Amerika tropika dan sub-tropika. Ia adalah dari famili Caricaceae atau Papayaceae dan genus *Carica*. Menurut Rumpf iaitu penulis buku *Herbarium Amboinensce* (1653-1692) betik telah dibawa oleh orang-orang Portugis dan Sepanyol ke Manila dalam pertengahan abad ke 16 dan kemudiannya ke Melaka di mana ia juga dipanggil papaya oleh orang-orang Melayu. (A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula).

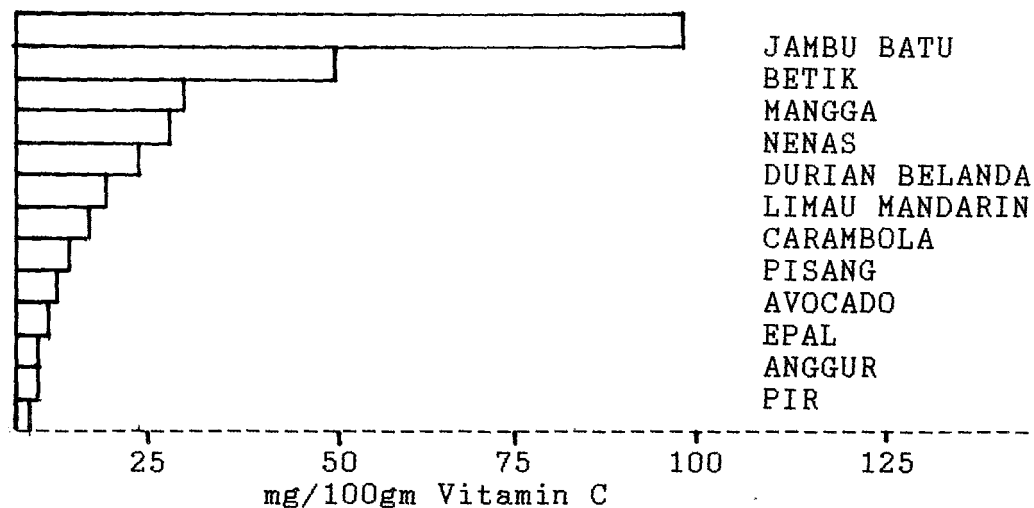
Menurut jenis seks pokok yang dijumpai di dalam populasi jenis-jenis betik boleh dikategorikan kepada dua kumpulan iaitu diesius dan ginodiesius. Kumpulan diesius adalah jenis yang terdiri dari pokok betina dan jantan manakala kumpulan-kumpulan ginodiesius mempunyai pokok betina dan hermafrodit. Kedua-dua pokok betina dan hermafrodit mengeluarkan buah tetapi di dalam bentuk yang berbeza. Buah betina adalah bulat atau berbentuk pir manakala buah hermafrodit (sempurna) berbentuk panjang. Berat buah berjulat dari kurang dari 0.5 kg hinggalah 9 kg. Ia juga mengandungi bilangan biji yang banyak yang diselaputi oleh bahan berlendir. Pulpanya mempunyai warna yang berbeza dari kuning hingga

merah jingga mengikut varieti. Buah-buah individu dianggap cukup matang untuk dipetik apabila ia mula menunjukkan sedikit atau lebih warna kuning di bahagian hujung apikal, tetapi ia juga boleh dibiarkan lebih lama di atas pokok untuk perkembangan warna yang lebih banyak dan perisa yang lebih kuat. Jika dibiarkan terlalu lama di atas pokok sehingga lebih dari satu pertiga berwarna kuning ia akan merosot lebih cepat setelah pencuaian.

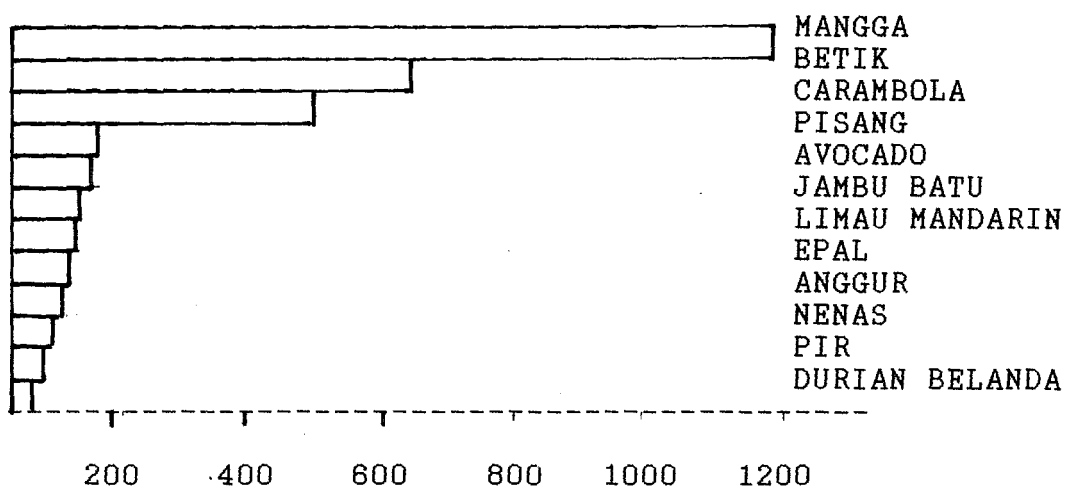
Di Malaysia, walaupun penanaman betik masih terhad di bidang perdagangan, kini ia semakin terkenal kerana rasanya yang manis, pulpanya yang berjus dan merupakan sumber yang kaya dengan vitamin A dan C (Rajah 1) .

Rajah 1: Kandungan vitamin C dan A bagi sebahagian buah-buahan tempatan dan diimpot

VITAMIN C



VITAMIN A



(I.U Vitamin A dalam 100 g bahagian)

Sumber: Pusat Bahagian dan Penyelidikan Teknologi Makanan, Serdang, Malaysia.

1.2 Komposisi dan Nilai Pemakanan Buah Betik

Buah betik adalah merupakan sumber yang kaya dengan provitamin A dan vitamin C (Wenkam dan Miller, 1965). Keperluan harian terhadap vitamin C bagi seorang dewasa adalah secara puratanya 50 mg (Schupan, 1965). Dengan merujuk kepada Jadual 1 dan 2, dapat dilihat bahawa suatu hidangan 100g buah betik adalah lebih dari mencukupi untuk memenuhi keperluan vitamin C harian seseorang.

Karotena (sejenis pigmen karotenoid) adalah prekursor vitamin A di dalam pemakanan manusia. Seseorang dewasa memerlukan minima 5000 I.U. vitamin A sehari (Duckworth, 1966). Jumlah ini boleh diperolehi daripada sayur-sayuran dan buah-buahan. Bagi buah-buahan, contohnya ialah varieti tertentu mangga dan betik di mana karotena adalah merupakan pigmen yang dominan (Duckworth, 1966).

Namun begitu, dari Jadual 3 iaitu yang menunjukkan analisis mineral isi betik, betik telah dikenalpasti sebagai suatu sumber Ca, P dan Fe yang tidak baik.

JADUAL 1 - Buah-Buahan Yang Kaya Dengan Karotena
Dan Vitamin C.

Buah-Buahan	Per 100 gram bahagian boleh dimakan ^a			
	Nilai Vitamin A		Vitamin C	
	% RDA ^b untuk wanita belasan tahun, kanak-kanak dan dewasa μg^c	mg	% RDA ^b kanak-kanak belasan tahun dan dewasa	mg
Acerola (<i>Malphigia glabra</i>)	408	10	1600 -	3555 - 5111
Betik (<i>Carica papaya</i>)			2300	
Hernafrodit	1093	27	84	180
Pistilat	2034	51	74	164
Cape gooseberry (<i>Physalis peruviana</i>)	1592	40	42	90
Tangerine (<i>Citrus reticulata</i>)	830	21	31	70

^a Dari rujukan Wenkam and Miller (1965)

^b Dari rujukan "Recommended Dietary Allowances" (RDA)

^c 6 μg karotena = 10 I.U. aktiviti vitamin A dari karotena-

JADUAL 2. Komposisi Nutrien Betik Var. Solo, Per 100g
Bahagian Boleh Dimakan.

Lembapan	86.80%
Tenaga	46 kalori
Protein	0.36 g
Lemak	0.06 g
Karbohidrat total	12.18 g
Gentian	0.58 g
Abu	0.57 g
Kalsium	29.9 mg
Posforus	11.6 mg
Besi	0.19 mg
Vitamin A	1093 ug
Thiamin	0.027 mg
Riboflavin	0.043 mg
Niacin	0.33 mg
Asid askorbik	84.00 mg

Sumber: Wenkam dan Miller (1965)

JADUAL 3. Analisis Mineral Isi Buah Betik

Elemen	mg/100g berat segar
P	9.9
K	178.5
Ca	9.43
Mg	40.71
Mn	0.0299
Fe	0.1909
B	0.1610
Cu	0.0276
Zn	0.1173
Al	0.0598
Mo	0.0025
Sn	0.0943
Na	0.0889
Ba	Tidak dikesani

Sumber: Chan et al., data tidak diterbitkan.

Karbohidrat yang utama di dalam betik adalah gula dengan sedikit atau tanpa kehadiran kanji (Chan et al., 1978). Pepejal terlarut total bagi puri betik telah didapati bernilai di antara 11.5⁰ hingga 13.5⁰ Brix (Brekke et al., 1973). Di dalam betik yang telah ranum, komposisi gulanya adalah sukrosa (48.3%) glukosa (29.8%) dan fruktosa (21.9%) (Chan dan Kwok, 1975).

Di antara buah-buahan, betik ternyata rendah dalam asid dan julat pHnya ialah di antara 4.5 hingga 6.0 (Pulley von Loesecke, 1941). Jadual 4, keasidan beberapa jenis buah-buahan tropika (dinyatakan sebagai asid sitrik). Dapat dilihat bahawa betik tidak mempunyai keasidan yang tinggi (Arriola et al., 1976).

Warna bagi isi betik yang ranum adalah disebabkan oleh pigmen-pigmen karotenoid. Yamamoto (1964) telah mengenalpasti karotenoid di dalam betik berisi kuning dan merah. Perbezaan utama di antara kedua-dua varieti ini ialah ketidakhadiran likopena di dalam jenis isi kuning. Komposisi relatif karotenoid bagi kedua-dua jenis adalah ditunjukkan dalam Jadual 5.

JADUAL 4. Keasidan Total Bagi Sebahagian Buah-Buahan Tropika (g/100g buah segar dinyatakan sebagai asid sitrik).

Mangga var Haden (<i>Mangifera indica</i>)	0.03
Betik (<i>Carica papaya</i>)	0.15
Jambu Batu (<i>Psidium guajava</i>)	0.53
Belimbing (<i>Averrhoa carombola</i>)	1.03
Markisa atau Buah Susu (Kuning) (<i>Passiflora edulis</i>)	4.60

Sumber: Arriola et al. (1976).

JADUAL 5. - Peratus Komposisi Pigmen Karotenoid di dalam Buah Betik.

Pigmen	Buah isi kuning	Buah isi merah
Karotena- β	4.8	4.8
Karotena-zeta	24.8	5.9
Kriptoxantina monoepoksida	15.6	4.4
Kriptoxantina	38.9	19.2
Likopena	0.0	63.5
Campuran tidak diketahui	15.9	2.2

Sumber: Yamamoto, 1964.

Betik juga telah didapati mengandung berbagai jenis enzim seperti papain, invertase, pektin esterase dan thioglucosidase. Di antaranya papain yang terkandung di dalam getah betik adalah sangat penting sebagai enzim proteolitik yang berguna dalam industri makanan, kosmetik, kulit dan dadah.

Di samping itu betik juga telah di dapati mengandung beberapa jenis sebatian meruap oleh beberapa orang penyelidik. Linalool merupakan komponen utama dan benzil isothiosianat adalah komponen kedua terbanyak (Flath dan Forrey, 1977).

1.3 Biokimia & Fisiologi Semasa Peranuman dan Senescence Buah Betik

1.3.1 Proses Peranuman Normal

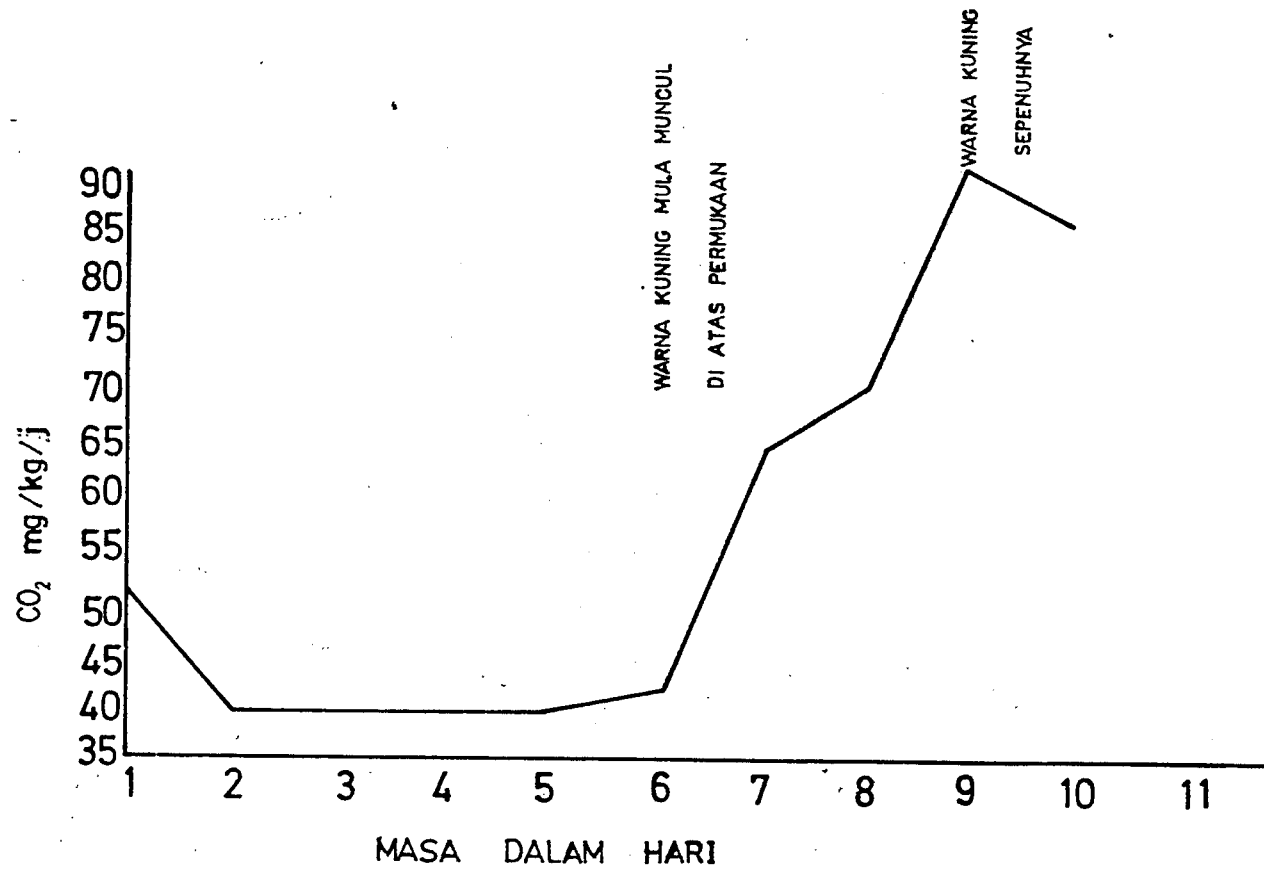
Proses peranuman normal adalah suatu proses yang selanjat yang bermula dari masa permulaan peranuman sehinggalah peranuman sepenuhnya dicapai. Perubahan pertama yang ketara ialah perkembangan warna kuning di dalam funikulus. Warna itu kemudiannya tersebar keluar, dan peranuman sepenuhnya dicapai apabila permukaan di sebelah luar menjadi kuning sepenuhnya. Berserta dengan perubahan warna, ciri-ciri fizikal bagi isi turut berubah dari terlalu keras dan bergetah sehingga kepada terlalu lembut dan mudah hancur.

1.3.2 Peranuman dan senescence

Betik adalah sejenis buah klimakterik. Rajah 1 menunjukkan respirasi buah betik semasa peranuman pada 25⁰C. Ia menunjukkan karbon dioksida yang dibebaskan oleh buah yang dituai pada peringkat matang hijau dan dibiarkan meranum pada suhu bilik. Kurva itu menunjukkan kesemua fasa-fasa bagi respirasi iaitu minima praklimakterik (hari ke 2 - 6) peningkatan dalam respirasi (hari ke 6 - 9), puncak klimakterik (hari ke 9) dan senescence (hari ke 10). Perubahan-perubahan fasa ini adalah sepadan dengan perubahan warna buah iaitu apabila warna mula berkembang, kadar respirasi meningkat dengan cepat dan mencapai satu puncak serentak dengan perkembangan warna yang sepenuhnya.

1.3.3 Perubahan Biokimia Semasa Peranuman Lepas Tuai

Perubahan biokimia yang paling signifikan berlaku semasa peranuman adalah kewujudan gula yang berbeza dari segi jenis dan kualiti. Polisakarida dimetabolisma kepada gula. Oleh kerana kanji tidak terdapat di dalam betik maka polisakarida yang terlibat adalah dari juzuk dinding sel seperti pektin dan hemiselulosa. Ini juga menyebabkan berlakunya perubahan dalam konsistensi isi semasa peranuman (Arriola et al., 1975).



RAJAH 2 : RESPIRASI BUAH BETIK SEMASA PERANUMAN PADA $\approx 25^\circ\text{C}$

Sumber: Jones et al. (1942)

Di dalam buah betik, kandungan gula adalah lebih tinggi dari keasidannya, jadi kemanisan lebih dirasai. Semasa peranakan betik pada suhu bilik (24 °C) keasidan boleh titrat meningkat dan apabila buah terlebih ranum keasidan boleh titrat berkurangan (Arriola et al., 1975).

Satu lagi perubahan yang jelas berlaku semasa peranakan betik ialah pengurangan kekakuan yang disebabkan oleh perubahan hidrolitik proto pektin kepada pektin-pektin terlarut. (Kertesz, 1951).

Kandungan vitamin C bagi betik yang sedang meranum meningkat perlahan-lahan sehingga mencapai nilai maksima (55 mg/100g). Ini adalah suatu pengecualian kepada apa yang biasa terjadi. Kebanyakan buah-buahan menunjukkan paras vitamin C yang mengurang semasa peranakan (Arriola et al., 1975) seperti ditunjukkan oleh Jadual 6.

Peningkatan yang progresif dalam pigmen-pigmen karotena dan xantofil telah diperhatikan semasa peranakan betik. Arriola et al. (1975) telah melaporkan bahawa karotena meningkat dari 0.3 hingga 2.0 mg/100g isi.

JADUAL 6: Kandungan Asid Askorbik Bagi Sebahagian Buah-
Buahan Tropika

Buah	Tahap Peranuman	Asid Askorbik*
Betik	Tidak Matang	42.0
	Ranum	55.0
Nenas	Tidak Matang	0.92
	Ranum	0.93
Mangga	Tidak Matang	93.28
	Ranum	18.81
Markisa	Tidak Matang	28.28
	Ranum	11.45

* mg/100g berat basah

Sumber : Arriola et al. (1975)

1.4 KEHILANGAN LEPAS-TUAI

1.4.1 Tahap Kehilangan

Kehilangan lepas-tuai bagi betik segar adalah dianggarkan 40 hingga 100% bagi negara-negara yang berlainan serta keadaan-keadaan iklim yang berbeza (National Research Council, 1978).

1.4.2 Sebab-sebab Kehilangan

1.4.2.1 Mekanikal dan Fisiologi

Kerosakan fisiologi yang seringkali dijumpai bagi sebahagian buah-buahan tropika adalah kelukaan dingin yang juga dijumpai pada betik. Di antara simpton-simpton kecederaan dinginan ialah hilangnya keupayaan untuk meranum secara normal, kurangnya perkembangan warna di dalam isi pengekalan warna-hijau di dalam tisu dan buah lebih terdedah kepada serangan fungi. Peranuman yang tidak sekata, pembintikan pada kulit, kegagalan untuk menghidrolisis sukrosa kepada gula penurun, pengumpulan air di dalam isi juga diperhatikan (Pantastico et al., 1971).

1.4.2.2 Jangkitan oleh serangga dan mikroorganism

Betik mempunyai kulit yang sangat nipis yang memudahkan serangan oleh mikroorganisma-mikroorganisma jika berlakunya sebarang kelukaan atau calaran semasa pengangkutannya. Reput buah disebabkan oleh *Phytophthora* dan *Colletotrichum* adalah di antara penyakit-penyakit yang serius. Misalnya kulat *Colletotrichum gloeosporoides* menyebabkan antraknos atau bintik berpusar dan juga bintikan coklat yang disebabkan oleh *C. gloeosporoides* jenis lain (Tsai, 1969).

Serangan oleh serangga pula adalah terutamanya oleh *Dacus dorsalis* dan *Anastrepha fraterculus* iaitu merupakan lalat-lalat buah yang seringkali menyerang betik di Hawaii dan Florida masing-masing (Alvarez, 1975).

1.5 Bioteknologi Untuk Mengurangkan Kehilangan Lepas-Tuai.

1.5.1 Pengawasan di peringkat penuaian dan pengendalian

Buah untuk kegunaan tempatan adalah dituai apabila warna hijau telah separuh bertukar ke warna kuning; untuk tujuan eksport, buah harus dituai lebih awal iaitu setelah hujung apikal mula menunjukkan sedikit warna kuning. Bagi mengelakkan serangan lalat buah-buahan, perlulah buah tersebut diolahkan terlebih dahulu dengan beberapa cara yang akan dibincangkan selepas ini. Kemudian barulah dibungkus di dalam kotak yang beralas.

1.5.2 Penstoranan Dingin

Suhu rendah boleh memanjangkan tempoh penstoranan sehingga ke tahap tertentu, bergantung kepada peringkat kematangan buah sewaktu dituai. Betik "solo" yang dituai pada peringkat 3/4 ranum berdasarkan perkembangan warna boleh distor selama 21 hari pada 7⁰C. Betik yang kurang ranum dari tersebut di atas, jika distor pada suhu 7⁰C akan terdedah kepada kelukaan dingin dan hilang kualitinya (Kahn et al., 1975). Pada suhu 7⁰C kerosakan penstoranan adalah kurang daripada suhu 12⁰C atau 13⁰C (Arisumi, 1956). Suhu penstoranan

12^oC hingga 13^oC adalah lebih sesuai untuk buah matang hijau.

Untuk tujuan eksport terutamanya kepada negara-negara yang beriklim sejuk seperti Amerika Syarikat dan United Kingdom, buah betik yang telah diolah dan dibungkus, distor pada suhu 10^oC selama beberapa hari bergantung kepada jadual perkapalan. Buah-buah yang telah dipra-dinginkan itu kemudiannya dipindah ke dalam bekas-bekas pendingin secepat mungkin untuk meminimakan peningkatan suhu buah. Suhu bekas-bekas tersebut mestilah dikekalkan pada lebih kurang 10^oC di sepanjang tempoh perjalanan (Akamine et al., 1977).

1.5.3 Kawalan Kimia dan Irradiasi

Perendaman buah-buah betik di dalam air pada suhu 47^oC selama 20 minit, diikuti oleh penyejukan dengan air, kemudian fumigasi dengan etilena dibromida (EDB) pada dos 8g/m³ selama 2 jam pada suhu tidak melebihi 21^oC di dapati amat berkesan (Akamine, 1975). Proses terkombinasi ini mengawal lalat betik (*Toxotrypana curvicauda*). Untuk mengatasi antraknos oleh kulat *Colletotrichum gloeosporoides* dan reput-reput buah oleh

Alternaria alternata misalnya bolehlah menggunakan semburan racun kulat seperti mancozeb atau maneb atau propineb dan benomyl atau thiophanate methyl (Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia).

Semenjak pengharaman etilena dibromida (EDB) dalam tahun 1984, industri betik Hawaii telah menggunakan air panas, kaedah perendaman-dubel sebagai suatu prosedur pembasmian sementara (Couey et.al., 1984). Kaedah kawalan kuarantin lalat-buah ini telah didapati kurang dari 100% berkesan baru-baru ini (Karst, 1987). Jadi, irradiasi telah digunakan dalam kombinasi pengolahan air panas. Dos sebanyak 75 krad adalah mencukupi untuk mengawal lalat buah. Pengolahan ini juga mempunyai faedah tambahan iaitu memanjangkan hayat penstoran dengan melambatkan proses peranakan (Clarke, 1971). Irradiasi di bawah keadaan-keadaan spesifikasi telah disahkan oleh Pentadbiran Makanan dan Dadah Amerika Syarikat untuk kawalan serangga (FDA, 1986).

1.6 Peranan Kalsium

1.6.1 Pengenalan

Kerosakan fisiologi adalah merupakan penyebab utama kepada pembaziran buah-buahan dan sayuran. Kebanyakan daripada kerosakan fisiologi pada buah-buahan

dan sayuran seringkali dikaitkan dengan kandungan kalsium di dalam tisu. Meningkatkan paras kalsium biasanya mengurangkan berlakunya kerosakan (Poovaiah, 1986).

Beberapa tahun kebelakangan ini, kalsium telah mendapat perhatian penting bukan sahaja kerana perhubungannya dengan kerosakan fisiologi tetapi juga kerana kesan-kesan lain yang diinginkan. Kepada buah-buahan khasnya, ia boleh mengurangkan respirasi (Bangerth et al., 1972 dan Bramlage et.al., 1974) melambatkan peranakan dan memanjangkan hayat storan (Sharples et al., 1977), meningkatkan kekukuhan (Bangerth et al., 1972 dan Cooper et al., 1976) dan kandungan vitamin C (Bangerth, 1976), mengurangkan evolusi karbon dioksida dan etilena dan kerosakan penstoranan (Conway et al., 1984). Kalsium juga mengurangkan pemerangan dalam epal (Hopfinger et al., 1984).

Ferguson (1984) telah mencadangkan bahawa tapak utama bagi tindakan kalsium berkaitan dengan senescence dan peranakan adalah pada struktur dan fungsi membran dan dinding sel.

1.6.2. Kalsium dan "senescence"/peranakan

Apabila membincangkan tentang tindakan Ca

berhubung dengan senescence atau peranakan buah satu percanggahan akan ditemui. Mengekalkan kepekatan Ca yang tinggi di dalam tisu akan melewati atau merencatkan senescence atau peranakan iaitu dengan mengekalkan fungsi sel yang normal. Pada masa yang sama, fungsi sel yang normal memerlukan pengekalan kepekatan Ca yang rendah bagi sitosol di mana sel bekerja untuk mengeluarkan Ca ke dalam ekstraselular atau persekitaran ekstrasitosolik.

Walaupun bagaimanapun, percanggahan ini dapat di atasi apabila diketahui bahawa kesan perencatan senescence oleh Ca adalah terutamanya ekstraselular. Ca bertindak ke atas dinding-dinding sel dan permukaan luaran bagi membran plasma. Jadi peningkatan dalam kepekatan Ca intraselular atau ketidakupayaan sel untuk mengekalkan $[Ca]_{sit}$ yang rendah akan menyebabkan senescence dan kemusnahan sel.

Telah diketahui juga pengekalan $[Ca]_{sit}$ yang rendah tidak semestinya menjadi penghalang kepada keperluan Ca ekstraselular yang tinggi untuk stimulasi sebahagian dari maklumbalas-maklumbalas anti-senescence intraselular. Dalam lain perkataan, aktiviti sebahagian dari sistem enzim spesifik yang berperantaraan - Ca di dalam sel akan digalakkan oleh $[Ca]_{eks}$ yang tinggi dan aktiviti ini mungkin

penting untuk merencat senescence. Contohnya adalah maklumbalas sitokinin.

Peningkatan $[Ca]_{eks}$ tidak semestinya bermakna peningkatan kepekatan Ca dalaman. Terdapat beberapa bukti yang menunjukkan berlakunya satu penurunan dalam ketetapan membran plasma terhadap Ca dengan peningkatan $[Ca]_{eks}$. Konsep ini telah dibincang oleh Hanson (1984) dan amat penting terhadap kesan perencatan senescence oleh Ca. Jadi adalah tidak mungkin bahawa kepekatan Ca ekstraselular yang tinggi dapat menghalang senescence sekiranya sel tersebut tidak dapat mengekalkan kandungan Ca sitosolik yang rendah secara normal.

Jadi peningkatan kecerunan ke arah dalam mestilah diikuti serentak dengan satu penurunan dalam ketetapan membran.

Jadi, dalam mempertimbangkan cara-cara di dalam mana Ca dapat menghalang senescence, tapak utamanya adalah ekstraselular atau sekurang-kurangnya ekstrasitosolik.

1.6.3 Ca dan fungsinya di dalam dinding sel

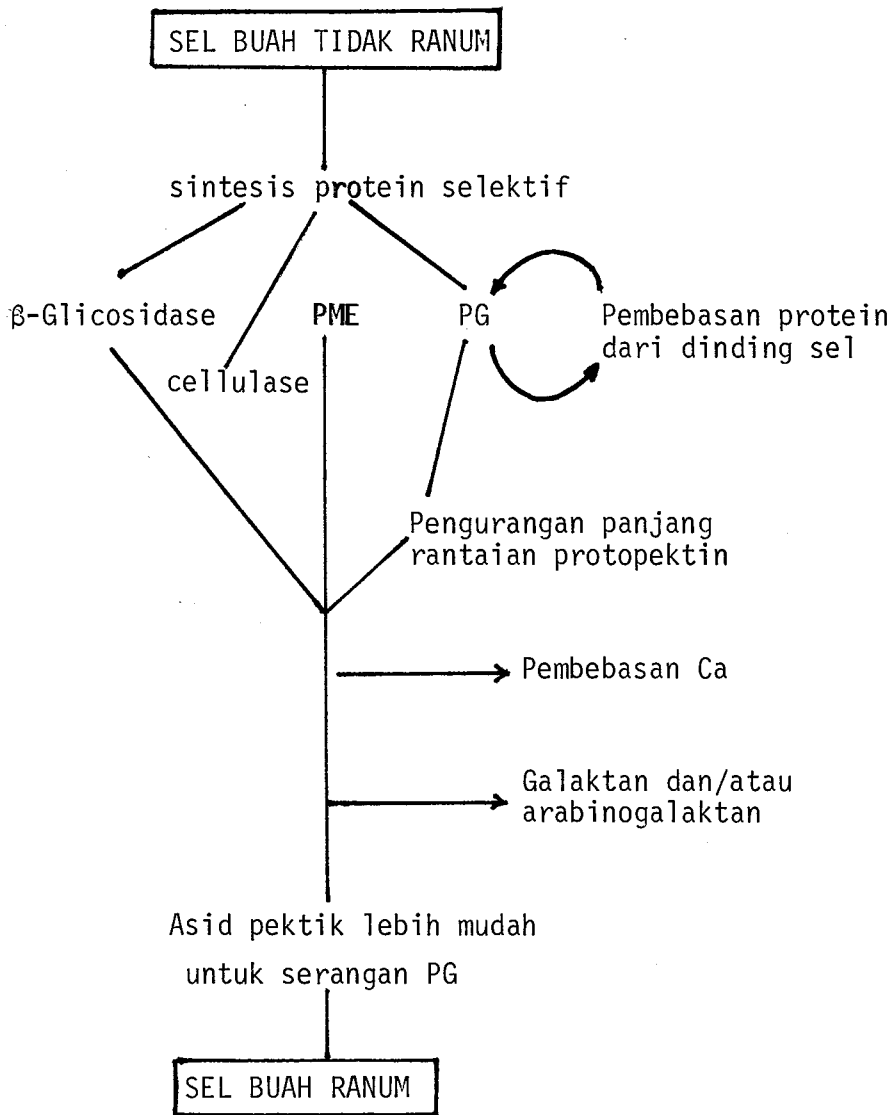
Perlembutan pada tisu buah-buahan adalah merupakan suatu komponen utama bagi peranakan, berlaku di

dalam kebanyakan buah-buah berserta dengan perubahan-perubahan klimakterik yang lain. Ianya di sertai oleh kehilangan dalam galaktosa, arabinosa dan sisa-sisa uronida dari dinding sel dan juga peningkatan dalam pektin-pektin terlarut. Perubahan-perubahan ini telah dikaitkan dengan pelarutan progresif lamella tengah dan penurunan viskositi pektin endogenus. Jadi perubahan-perubahan struktur utama yang berkaitan dengan peranakan adalah melibatkan perlonggaran dinding dan kehilangan "cohesion" sel dan bukannya degradasi dinding.

Aktiviti enzim yang terutamanya berkaitan dengan perlembutan ialah peningkatan di dalam aktiviti poligalakturonase (PG) (Rajah 2). PG bertindak terutamanya ke atas molekul-molekul pektin dan seringkali bertanggungjawab terhadap kehilangan galaktosa dan arabinosa dari dinding-dinding sel. Pektinesterase yang juga terdapat, di dapati kurang efisien untuk mendegradasi asid pektik. Aktiviti PG meningkat berikutan dengan penghasilan etilena. PG dirembeskan ke dalam persekitaran dinding sel. Ia bukanlah merupakan pemula kepada peranakan tetapi hanya turutan kepada peristiwa-peristiwa pemula.

Fungsi utama Ca di dalam struktur dinding sel ialah ikatan silang polimer-polimer pektik, terutamanya di dalam lamella tengah (Rajah 3). Komponen-komponen

Rajah 2. Skema Tentatif Bagi enzim-enzim yang bertanggung jawab bagi perubahan Tekstur Semasa Peranuman Buah Klimakterik.



SUMBER: Hobson, 1981.