

PUMS99:1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

TUDUL: Penentuan Asid Benzotik dan Asid sorbit Dalam
Jus Epl Terproses

HAZAH: Sarjana Muda Sains

SAYA KHOR BOON LING

SESI PENGAJIAN: 2003

(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan 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 institutsi 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: 189, Bt 43, Green Lane,
39100, C. Highlands, Bongsu

Mr. Moh Pak Yan

Nama Penyelia

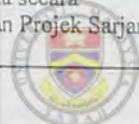
Tarikh: 27/4/06

Tarikh: 27/4/06

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi 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 disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

4000008667

HADIAH



**PENENTUAN ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK DALAM
JUS EPAL TERPROSES**

KHOR BOON LING

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

PERPUSTAKAAN UMS



1400008667

APRIL 2006



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

20 Mac 2006



KHOR BOON LING

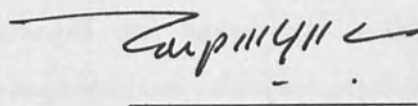
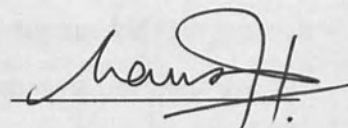
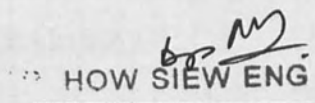
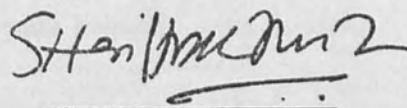
HS 2003-3043



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

Tandatangan

1. PENYELIA**(EN. MOH PAK YAN)****2. PEMERIKSA 1****(PROF. MADYA DR. MARCUS JOPONY)****3. PEMERIKSA 2****(DR. HOW SIEW ENG)**
HOW SIEW ENG**4. DEKAN****(SUPT./KS. PROF. MADYA DR. SHARIFF
A.K OMANG)**

PENGHARGAAN

Dalam proses menjalankan kajian ini, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada En. Moh Pak Yan selaku penyelia saya kerana beliau telah memberikan segala bimbingan dan tunjuk ajar, selain memberikan buah fikiran yang bernas serta kritikan yang membina dalam menjayakan penghasilan disertasi ini.

Ucapan penghargaan dan terima kasih juga kepada semua kakitangan dan pembantu makmal Sekolah Sains dan Teknologi (SST), terutamanya En. Sani dan En. Muhiin atas bantuan yang diberikan semasa menjalankan kerja-kerja makmal. Selain itu, ucapan terima kasih kepada semua kakitangan Sekolah Sains dan Teknologi (SST) atas kerjasama dan bantuan yang diberikan kepada saya semasa kajian ini.

Selain itu, saya juga berbesar hati kepada semua rakan-rakan seperjuangan saya yang telah memberikan sumbangan sama ada secara langsung atau tidak langsung semasa kajian dijalankan. Akhir sekali khas kepada keluarga saya di atas iringan doa dan dorongan yang diberikan.



ABSTRAK

Asid benzoik dan asid sorbik dalam 9 jus epal terproses telah ditentukan secara kualitatif dan kuantitatif oleh kromatografi cecair tekanan tinggi (HPLC) turus Supleco 516 C₁₈. Penimbal ammonium asetat-asetonitril digunakan sebagai fasa bergerak, dan asid benzoik dan asid sorbik dikesan oleh Pengesan UV pada panjang gelombang 235 nm. Sampel ujikaji disediakan secara pencairan sampel jus dengan fasa bergerak dan diikuti dengan penurasan. Kromatogram menunjukkan asid benzoik dan asid sorbik telah dikesan dalam 6 jenama jus epal terproses, iaitu *Peel Fresh*, *Buono Fresh*, *Fruit Tree*, *Sunkist*, *Wasser* dan *Nutrigen*. Keputusan menunjukkan bahawa jus epal *Buono Fresh* mengandungi asid benzoik dan asid sorbik yang tertinggi, masing-masing dengan 160.20 ppm dan 158.78 ppm. Jus epal *Sunkist* mengandungi kepekatan asid benzoik yang paling rendah dengan 4.22 ppm sahaja. Kandungan asid benzoik dan asid sorbik yang dikesan berada dalam had kebenaran Akta Makanan 1983 & Peraturan Malaysia.



Determination of Benzoic and Sorbic Acid in Processed Apple Juice

ABSTRACT

Benzoic acid and sorbic acid in 9 processed apple juices have been qualitative and quantitative determined using reverse phase column Supleco 516 C₁₈ high performance liquid chromatography (HPLC). Ammonium acetate-acetonitrile buffer was used as mobile phase, and the benzoic acid and sorbic acid were detected at wavelength 235 nm by UV Detector. Testing samples were prepared by diluting the juices samples with mobile phase followed filtration. The chromatograms showed that benzoic acid and sorbic acid were present in 6 brands of processed apple juices, namely *Peel Fresh*, *Buono Fresh*, *Fruit Tree*, *Sunkist*, *Wasser* and *Nutrigen*. The results showed that *Buono Fresh* apple juice contained highest concentration of benzoic acid and sorbic acid, with 160.20 ppm and 158.78 ppm, respectively. *Sunkist* apple juice contains the lowest concentration of benzoic acid where only 4.22 ppm. The benzoic acid and sorbic acid contents of all samples are within the permissible limit stated in Malaysia Food Act 1983 & Regulations.



KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
 BAB 1 PENGENALAN	 1
1.1 BAHAN PENGAWET DALAM MAKANAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	4
1.3 SKOP KAJIAN	4
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 5
2.1 BUAH EPAL DAN PRODUKNYA	5
2.2 PENGAWET	7
2.2.1 Mekanisma Tindakan Pengawet	8
2.2.2 Jenis-jenis Pengawet	8
a. Asid Asetik	8
b. Asid Benzoik	9
c. Asid Laktik	9
d. Asid Propionik	10
e. Asid Sorbik	10
f. Paraben	10
g. Nitrit dan Nitrat	11



h.	Sulfur Dioksida dan Sulfit	11
2.3	ASID BENZOIK	13
2.3.1	Ciri-ciri Kimia dan Fizik	14
2.3.2	Cara Tindakan Asid Benzoik	14
2.3.3	Penggunaan Asid Benzoik	16
2.4	ASID SORBIK	17
2.4.1	Ciri-ciri Kimia dan Fizik	18
2.4.2	Cara Tindakan Asid Sorbik	18
2.4.3	Penggunaan Asid Sorbik	20
2.5	KROMATOGRAFI CECAIR PRESTASI TINGGI (HPLC)	21
2.5.1	Fasa Normal dan Fasa Keterbalikan	22
2.5.2	Intrumentasi HPLC	23
2.5.3	Analisis Kualitatif dan Kuantitatif	25
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	27
3.1	SAMPEL KAJIAN	27
3.2	BAHAN KIMIA	28
3.3	ALAT RADAS	28
3.4	PENYEDIAAN LARUTAN STOK ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK	29
3.5	PENYEDIAAN LARUTAN PIAWAI CAMPURAN ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK	29
3.6	PENYEDIAAN FASA BERGERAK HPLC	31
3.7	PENGEKSTRAKAN ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK	31
3.8	ANALISIS ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK OLEH HPLC	32
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	34
4.1	KONDISI HPLC	34
4.2	MASA PENAHANAN ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK	36
4.3	KELUK KALIBRASI ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK	39
4.4	KEPEKATAN ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK DALAM JUS EPAL	42
4.5	PERBANDINGAN ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK	



DENGAN DATA WHO	45
4.6 PERBANDINGAN ASID BENZOIK DAN ASID SORBIK DALAM JUS EPAL TERPROSES	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	50
5.1 KESIMPULAN	50
5.2 CADANGAN	51
RUJUKAN	52
LAMPIRAN	58



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Fakta nutrisi epal per setiap hidangan (154 g).	6
2.2 Paras maksimum pengawet dalam jus buah-buahan.	12
3.1 Bahan kimia dalam kajian.	28
3.2 Alat radas dalam kajian.	28
4.1 Kepekatan asid benzoik dan asid sorbik dalam epal jus terproses.	44
4.2 Amaun asid benzoik dan asid sorbik per berat badan (anggapan berat badan orang Asia $\approx$ 65 kg).	46



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Molekul asid benzoik dan garamnya natrium benzoat.	13
2.2 Molekul asid sorbik.	17
4.1 Kromatogram larutan piawai asid benzoik 100 ppm.	36
4.2 Kromatogram larutan piawai asid sorbik 100 ppm.	37
4.3 Kromatogram asid benzoik dan asid sorbik.	39
4.4 Keluk kalibrasi bagi asid benzoik.	40
4.5 Keluk kalibrasi bagi asid sorbik.	41
4.6 Kepekatan asid benzoik dan asid sorbik dalam jus epal terproses.	48



SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
3.1 Sampel jus epal dari pasaran Kota Kinabalu, Sabah.	27
3.2 Kromatografi cecair prestasi tinggi (HPLC).	33



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran		Muka Surat
A	Kromatogram larutan piawai asid benzoik dan asid sorbik.	58
B	Kromatogram sampel jus epal.	63



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

K_x	pekali taburan
C_{18}	karbon <i>n</i> -oktildecil
C_8	karbon <i>n</i> -decil
M	kepekatan larutan
$[X]$	Komponen fasa pegun
V	isipadu larutan
R^2	koefisien korelasi
ADI	<i>acceptable daily intake</i>
GRAS	<i>Generally Recognized As Safe</i>
HPLC	kromatografi cecair tekanan tinggi
PTFE	politetrafloroetilena
UV	ultraungu
WHO	Pertubuhan Kesihatann Sedunia



BAB 1

PENGENALAN

1.1 BAHAN PENGAWET DALAM MAKANAN

Epal atau nama saintifiknya *Malus domestica* merupakan buah sitrus yang luas ditanam di kawasan antara latitud 30° sehingga 60° Selatan dan Utara Dunia. Mengikut statistik, pengeluaran epal sedunia bagi tahun 2002 ialah 45 juta tan. Daripada nilai ini, China merupakan pengeluar utama dan menyumbang lebih 50 % daripada jumlah pengeluaran dunia, diikuti oleh Argentina yang menyumbang 15 % daripada pengeluaran sedunia. Selain itu, Amerika Syarikat, Turki, Perancis, New Zealand, Cili juga merupakan negara pengeluaran epal yang utama (Gokmen dan Acar, 2004).

Produk-produk epal termasuk jus, sos, tuak, cuka dan pektin. Selain itu, wain epal dan gula-gula epal juga merupakan produk utama epal. Tambahan pula, epal merupakan ramuan utama dalam santapan manis seperti *pie* epal, kek epal, serpihan epal, *toffee* epal dan sebagainya. Dari segi kandungan nutrien, epal kaya dengan pelawas, karbohidrat, vitamin C, vitamin A, besi dan mineral lain (Mohd. Khan Ayob *et al.*, 1992).

Memandangkan zat makanan yang tinggi, pemprosesan buah epal adalah penting untuk memanjangkan hayat penyimpanan epal. Pembekuan merupakan proses yang telah lama diamalkan, di mana aktiviti penguraian oleh mikroorganisma dapat diminimumkan bawah suhu 4 °C (Ferreira *et al.*, 1999). Namun begitu, cara ini kurang sesuai bagi industri makanan kerana permintaan tenaga, ruang dan peti sejuk yang tinggi. Masalah ini dapat diatasi dengan penambahan aditif makanan iaitu pengawet untuk memanjangkan hayat penyimpanannya (Tilbury, 1980).

Isu pengawet telah menjadi semakin menarik disebabkan peningkatan penggunaannya dalam proses pengeluaran makanan. Makanan terproses seperti jus buah-buahan, air soda, keju, kacang soya dan produk lain biasa menggunakan pengawet untuk mengelakkan pertumbuhan spora (Pylypiw dan Grether, 2000). Pengawet makanan merupakan bahan tambah yang penting untuk menghalang tumbesaran dan pembiakan yis dan bakteria dengan menghentikan atau melambatkan proses penguraian nutrisi, aktiviti enzim serta perubahan biokimia dalam makanan sepanjang hayat penyimpanan (Bahruddin Saad *et al.*, 2004; Mota *et al.*, 2003; Tfouni dan Toledo, 2002). Pengawet yang biasa digunakan dalam makanan ialah asid benzoik serta garamnya, nitrat atau nitril, asid sorbik serta garamnya. Selain itu, asid asetik, asid propionik dan asid laktik juga digunakan dalam mengawet makanan (Mahindru, 2000). Paraben merupakan kumpulan ester bagi asid *p*-hidroksibenzoik juga luas digunakan dalam kosmetik, makanan dan produk farmasi (Kokoletsi *et al.*, 2005; Shabir, 2004).

Sejak kebelakangan ini, isu keselamatan pengguna telah menjadi faktor utama dalam pemilihan jenis pengawet. Mengikut Pertubuhan Kesihatan Sedunia, WHO

(*World Health Organization*), garam benzoat boleh memberikan kesan sampingan kepada kesihatan manusia, seperti alahan, asma, *urticaria* dan melemahkan sistem pengimunan (Tfouni dan Toledo, 2002). Manakala mengikut Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan, kandungan maksimum asid benzoik dan asid sorbik dalam jus buah-buahan masing-masing ialah 350 mgkg^{-1} . WHO pula menyatakan bahawa keselamatan penggunaan pengawet diukur dengan ADI (*acceptable daily intake*), iaitu amaun pengawet yang boleh diambil harian tanpa mengganggu kesihatan badan. ADI yang diterima oleh WHO pada tahun 1999 ialah $0-5 \text{ mgkg}^{-1}$ bagi asid benzoik serta garamnya. Manakala ADI bagi asid sorbik serta garam sorbat ialah $0-25 \text{ mgkg}^{-1}$ (Chen dan Wang, 2001; Food Act 1983 & Regulation, 2005).

Data-data Akta Makanan 1983 dan WHO tersebut menunjukkan kepekatan maksimum pengawet dalam makanan dikawal oleh peraturan. Ini kerana kepentingan pengawet makanan kepada pengguna sentiasa dihubungkan dengan isu kesihatan di mana paras asid benzoik dan asid sorbik yang tinggi adalah memudaratkan kesihatan manusia (Chu *et al.*, 2003; Shabir, 2004). Dengan tujuan ini, kaedah analisis yang pantas lagi jitu diperlukan untuk menentukan jenis pengawet dan kekekatannya dalam makanan. Memandangkan kecekapan dan resolusi yang tinggi, kromatografi cecair tekanan tinggi (HPLC) merupakan instrumentasi analisis yang biasa digunakan dalam menentu dan mengkuantitikan asid benzoik dan asid sorbik dalam makanan (Tfouni dan Toledo, 2002).



1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Paras pengawet yang berlebihan dalam makanan boleh mengganggu kesihatan manusia. Oleh itu, objektif kajian ini ialah:

- a) Mengenalpasti kehadiran asid benzoik dan asid sorbik dalam jus epal, dan
- b) Mengukur kepekatan pengawet asid benzoik dan asid sorbik yang terdapat dalam jus epal dengan menggunakan alat HPLC.

1.3 SKOP KAJIAN

Penentuan asid benzoik dan asid sorbik dalam jus epal akan dikaji secara kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan kromatografi cecair tekanan tinggi (HPLC). Sebelum menyuntikkan sampel ke dalam HPLC, sampel kajian disediakan melalui kaedah pencairan dan penurasan. Hasil penyediaan tersebut akan dikesan oleh pengesan ultraungu pada HPLC. Kepekatan asid benzoik dan asid sorbik akan dikira dengan memplotkan keluk kalibrasi. Data yang didapati akan dibandingkan dengan garis panduan Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 BUAH EPAL DAN PRODUKNYA

Epal, dengan nama saintifiknya *Malus domestica* merupakan sejenis buah sitrus yang luas ditanam di kawasan latitud 30° sehingga 60° Selatan dan Utara Dunia. Mengikut statistik, pengeluaran epal sedunia bagi tahun 2002 ialah 45 juta tan. China merupakan pengeluar utama dengan menyumbang lebih 50 % daripada jumlah pengeluaran dunia. Selain itu, Argentina, Amerika Syarikat, New Zealand, Cili, Turki juga merupakan negara pengeluar epal utama (Gokmen dan Acar, 2004).

Epal digunakan sebagai buah segar untuk dimakan terus. Selain itu, epal menghasilkan jus epal, sider epal, cuka dan lain-lain. Epal juga ditinkan dalam bentuk hirisan atau dijadikan sos epal yang boleh dibekukan sebagai hirisan epal. Tambahan pula, epal merupakan ramuan utama dalam santapan manis seperti *pie* epal, kek epal, serpihan epal, *toffee* epal dan sebagainya (Mohd. Khan Ayob *et al.*, 1992).

Walau bagaimanapun, kerosakan buah epal dan produknya boleh berlaku sekiranya tiada sistem penyimpanan yang lengkap. Ini kerana selepas epal dipetik, tisu epal masih terus menjalankan respirasi dan banyak perubahan fisiologi terus berlaku

menyebabkan kerosakan buah, seperti pemerangan empulur, penguraian dalaman, lecur dan penguraian basah (Mohd. Khan Ayob *et al.*, 1992). Selain itu, aktiviti penguraian oleh mikroorganisma juga mengakibatkan kerosakan buah epal dan produknya. Fakta nutrisi epal saiz kira-kira 154 g ditunjukkan dalam Jadual 2.1. Memandangkan nilai nutrisi yang tinggi seperti gentian pelawas dan vitamin C dalam epal, cara pemprosesan adalah penting untuk memanjangkan tempoh penyimpanan epal.

Jadual 2.1 Fakta nutrisi epal per setiap hidangan (154 g).

Nutrisi	Setiap Hidangan (154 g)
Karbohidrat	22 g
Gula	16 g
Pelawas	5 g
Kalium	170 mg
Vitamin C	8 %
Vitamin A	2 %
Besi	2 %

(Sumber: *Food and Drug Administration*, 1996)

Kaedah yang biasa digunakan di loji penyimpanan ialah cara pembekuan. Epal dimasukkan ke dalam kotak dan disejukkan pada suhu 0 °C atau tidak lebih daripada 3.3 °C sehingga diangkut (Woodroof dan Phillips, 1981). Namun demikian, cara pembekuan kurang sesuai bagi industri kerana permintaan tenaga, ruang dan peti sejuk yang tinggi. Untuk masalah ini, aditif makanan iaitu pengawet kimia digunakan untuk memanjangkan hayat penyimpanan (Ferreira *et al.*, 2000; Tilbury, 1980).

2.2 PENGAWET

Pengawet merupakan agen antimikrob yang luas digunakan dalam produk industri untuk menjamin kesihatan pengguna dan kestabilan produk (Kruijf *et al.*, 1989). Pengawet makanan ditambahkan untuk menghentikan atau melambatkan kehilangan nutrisi makanan yang disebabkan proses mikrobiologi, enzim atau perubahan kimia dalam makanan ketika hayat penyimpanannya (Mota *et al.*, 2003). Ini disebabkan pengawet mampu menghalang pembiakan yis, bakteria dan fungi atau menindas tindak balas mikroorganisma ini yang boleh merosakkan makanan (Bahruddin Saad *et al.*, 2004; Gonzalez *et al.*, 1998). Dengan tujuan ini, pengawet menjadi semakin penting dalam makanan, kosmetik dan produk farmasi (Kokoletsi *et al.*, 2005; Shabir, 2003).

Mengikut Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan, takrif pengawet ialah:

“...apabila ditambah pada makanan, sebatian ini mampu menyekat, merencat atau menahan proses mengurai, fermentasi atau menyembunyikan apa-apa tanda kerosakan tetapi termasuk herba, rempah, cuka dan asap kayu.”

Akta Makanan, Dadah dan Komestik Persekutuan pula menggelarkan bahan pengawet sebagai sebarang bahan kimia, apabila ditambah kepada makanan akan menahan atau melambatkan kerosakkan makanan tersebut (Food Act 1983 & Regulation, 2005).

2.2.1 Mekanisme Tindakan Pengawet

Secara amnya, pengawet boleh bertindak mengikut tiga cara. Pertama, pengawet bertindak terhadap membran sel lalu menyebabkan pertambahan ketelapan dan kehilangan kandungan sel. Kemudian, pengawet tersebut akan menghentikan atau membantut aktiviti enzim respirasi dan akhirnya merosakkan atau menghentikan aktiviti bahan genetik dalam mikroorganisma (Davidson, 1997).

2.2.2 Jenis-jenis Pengawet

Terdapat pelbagai sebatian kimia yang digunakan sebagai pengawet. Antaranya termasuk asid organik berserta garamnya seperti asid asetik, asid benzoik, asid laktik, asid propionik, asid sorbik dan paraben. Asid-asid inorganik seperti asid sulforous atau sulfit, asid karbonik juga digunakan sebagai pengawet makanan. Selain itu, garam seperti nitrit dan antibiotik seperti nisin dan pimarisin turut digunakan secara meluas. Pengawet makanan lain termasuk formaldehid, alkohol, gula dan cuka (Mahindru, 2000; Tilbury, 1980).

a. Asid Asetik

Asid asetik merupakan komponen utama dalam cuka dan garamnya seperti natrium, kalium, kalsium diasetat dan asid dihidroasetik merupakan antimikrob makanan yang paling tua diamalkan. Asid asetik memberi kesan ke atas bakteria spesies *Bacillus*, *Clostridium*, *E. coli* dan lain-lain. Namun begitu, yis dan kulat mempunyai rintangan

yang lebih tinggi terhadap asid asetik. Asid asetik biasanya digunakan dalam makanan berlemak, keju, roti, jam, daging dan sebagainya (Davidson, 1997).

b. Asid Benzoik

Asid benzoik dan natrium benzoat merupakan agen antifungi utama dalam makanan. Bertentangan dengan asid asetik, asid benzoik lebih berkesan ke atas yis dan kulat, berbanding dengan bakteria. Pada pH kurang dari 5.0, asid benzoik mampu menentang $20\text{-}700\ \mu\text{g mL}^{-1}$ yis dan $20\text{-}2000\ \mu\text{g mL}^{-1}$ kulat dalam makanan. Asid benzoik banyak digunakan dalam minuman beralkohol, mayonis, acar, kuih-muih dan lain-lain (Ray, 1996).

c. Asid Laktik

Asid laktik dihasilkan secara semula jadi oleh bakteria semasa proses fermentasi glukosa. Selain sebagai pengawet makanan, asid laktik juga digunakan sebagai agen pengawal pH dan agen perasa. Asid laktik mampu menentang pembentukan spora oleh bakteria seperti spesies *S. aureus* dan *Y. Enterocolitica* tetapi kurang efektif terhadap bakteria berbanding asid asetik, benzoik dan sorbik. Contohnya makanan yang menggunakan jenis pengawet ini ialah minuman karbonat, produk daging, kuah salad dan sebagainya (Eklund, 1989).

RUJUKAN

- Ashurst, P.R., 1998. *The Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*. 1st edition. Sheffield Academic Press, London.
- Baharuddin Saad, Md. Fazlul Bari, Muhammad Idris Saleh, Kamarudzaman Ahmad, Mohd. Khairuddin Mohd. Talib, 2004. Simultaneous determination of preservatives (benzoic acid, sorbic acid, methylparaben and propylparaben) in foodstuffs using high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* **1073**, 393-397.
- Booth, I.R. dan Kroll, R.G., 1989. The Preservation of Food by Low pH. Dlm: Gould, G.W. (pnyt.) *Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures*. Elsevier Science Publishers, London.
- Brul, S. dan Coote, P., 1999. Preservative agent in foods: mode of action and microbial resistance mechanisms. *International Journal of Food Microbiology* **50**, 1-17.
- Chapman, D.G., 1987. Preservatives Available for Use. Dlm: Board, R.G., Allwood, M.C., Banks, J.G. *Preservatives in the Food, Pharmaceutical and Environmental Industries*. 1st edition. Blackwell Scientific Publication, London.
- Chen, Q.C. dan Wang, J., 2001. Simultaneous determination of artificial sweeteners, preservatives, caffeine, theobromine and theophylline in food and pharmaceutical preparations by ion chromatography. *Journal of Chromatography A* **937**, 57-64.
- Christian, G.D., 2004. *Analytical Chemistry*. 6th edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Chu, T.Y., Chen, C.L., Wang, H.F., 2003. A rapid method for the simultaneous determination of preservative in soy sauce. *Journal of Food and Drug Analysis* **11**, 246-250.



- Davidson, P.M., 1997. Chemical Preservative and Natural Antimicrobial Compounds. Dlm: Doyle, M. P., Beuchat, L. R., Montville, T. J. (pnyt.) *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. ASM Press, Washington.
- Directive 95/2/CE, 1995. www.europa.eu.int/int/comm/food/fs/sfp/addit_flavor/flav11_en.
- Dvorak, J., Hajkova, R., Matysova, L., Novakova, L., Koupparis, M.A., Solich, P., 2004. Simultaneous HPLC determination of ketoprofen and its degradation products in the presence of preservatives in pharmaceuticals. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **36** 625-629.
- Eklund, T., 1989. Organic Acid and Ester. Dlm: Gould, G.W. (pnyt.) *Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures*. Elsevier Science Publishers, London.
- Ferreira, I.M.P.L.V.O., Mendes E., Brito, P., Ferreira, M.A., 2000. Simultaneous determination of benzoic and sorbic acids in quince jam by HPLC. *Food Research International* **33**, 113-117.
- Food Act 1983 & Regulation, 2005. Act 281 *Laws of Malaysia*, as at 25th June 2005.
- Fritz, J.S. dan Schenk, G.H., 1987. *Quantitative Analytical Chemistry*. 5th edition. Prentice Hall, New Jersey.
- Garcia, I., Ortiz, M.C., Sarabia, L., Vilches. C., Gredilla, E., 2003. Advances in methodology for the validation of methods according to the international organization for standardization application to the determination of benzoic and sorbic acids in soft drinks by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* **992**, 11-27.
- Gilbert, M.T., Pryde, A., 1979. *Applications of High Performance Liquid Chromatography*. 1st edition. Chapman and Hall Ltd., London.



- Gokmen, V. dan Acar, J., 2004. Fumaric acid in apple juice: a potential indicator of microbial spoilage of apples used as raw material. *Food Additives and Contaminants* **21**, 626-631.
- Gonzalez, M., Gallego, M., Valcarcel, M., 1998. Simultaneous gas chromatographic determination of food preservatives following solid-phase extraction. *Journal of Chromatography A* **823**, 321-329.
- Jamaluddin Mohd. Daud, 1988. *Kromatografi Asas*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Karovicova, J. dan Simko, P., 1992. Preservatives and Antioxidants. Dlm: Nollet, L. M. L. (pnyt.) *Food Analysis by HPLC*. Prentice Hall, New York.
- Kokolets, M.X., Kafkala, S., Tsiaganis, M., 2005. A novel gradient HPLC method for simultaneous determination of ranitidine, methylparaben and propylparaben in oral liquid pharmaceutical formulation. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **38**, 763-767.
- Kruijf, N., Schouten, A., Rijk, M.A.H., Soetaardhi, L.A.P., 1989. Determination of preservative in cosmetic products, high-performance liquid chromatography identification. *Journal of Chromatography* **469**, 317-328.
- Lough, W.J. dan Wainer, I.W., 1996. *High Performance Liquid Chromatography: Fundamental Principles and Practice*. Chapman & Hall, London.
- Lueck, E., 1980. *Antimicrobial Food Additives*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Mahindru, S.N., 2000. *Food Additives: Characteristics, Detection and Estimation*. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi.



- McMaster, M.C., 1994. *HPLC: A Practical User's Guide*. VCH Publishers, Inc., New York.
- Mihyar, G.F., Yousif, A.K., Yamani, M.I., 1999. Determination of benzoic and sorbic acids in labaneh by high-performance liquid chromatography. *Journal of Food Composition and Analysis* **12**, 53-61.
- Mikami, E., Goto, T., Matsumoto, H., Nishida, M., 2002. Simultaneous analysis of dehydroacetic acid, benzoic acid, sorbic acid and salicylic acid in cosmetic products by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **28**, 261-267.
- Mohd. Khan Ayob, Aminah Abdullah, Zawiah Hashim (ptrj.), 1992. *Pengenalan Sains Makanan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Mohd. Marsin Sanagi, 1998. *Teknik Pemisahan Dalam Analisis Kimia*. Ed. pertama. Penerbit Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- Mota, F.J.M., Ferreira, I.M.P.L.V.O., Cunha, S.C., Beatriz, M., Oliveira, P.P., 2003. Optimisation of extraction procedures for analysis of benzoic and sorbic acid in foodstuffs. *Food Chemistry* **82**, 469-473.
- Murano, P.S., 2003. *Understanding Food Science and Technology*. 1st edition. Thomson Learning, Inc., New York.
- Norman, W. D., 1970. *The Technology of Food Preservation*. 3rd edition. The AVI Publishing Company, Inc., Westport.
- Pearson, D., 1976. *The Chemical Analysis of Foods*. 7th edition. Longman Group Limited, New York.



- Pimbley, D.W., 1987. The Preservation of On-farm Pre-packed Beetroot. Dlm: Board, R.G., Allwood, M.C., Banks, J.G. *Preservatives in the Food, Pharmaceutical and Environmental Industries*. 1st edition. Blackwell Scientific Publication, London.
- Pryde, A. dan Gilbert, M.T., 1979. *Applications of High Performance Liquid Chromatography*. 1st edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Pylypiw, H.M. dan Grether, M.T., 2000. Rapid high-performance liquid chromatography method for the analysis of sodium benzoate and potassium sorbate in foods. *Journal of Chromatography A* **883**, 299-304.
- Ray, B., 1996. *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press, Florida.
- Rohani Sulaiman, Azmir Hanafiah, Rosiyah Abd Latif (ptrj.), 1994. *Kaedah Analisis Beralatan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Rubinson, J.F., 1998. *Contemporary Chemical Analysis*. 1st edition. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Sadek, P.C., 2002. *The HPLC Solvent Guide*. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Sawyer R. dan Crosby, N.T., 1980. Organic Preservative. Dlm: Tilbury, R.H. *Developments in Food Preservatives-1*. Applied Science Publishers, London.
- Scott, R.P.W., 1992. *Liquid Chromatography Column Theory*. 1st edition. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Shabir, G.A., 2004. Determination of combined *p*-hydroxy benzoic acid preservative in a liquid pharmaceutical formulation by HPLC. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **34**, 207-213.



- Skoog, D.A., 1985. *Principles of Instrumental Analysis*. 3rd edition. Saunders College Publishing, Florida.
- Tfouni, S.A.V. dan Toledo, M.C.F., 2002. Determination of benzoic and sorbic acids in Brazilian food. *Food Control* **13**, 117-123.
- Tilbury, R.H., 1980. *Developments in Food Preservatives-1*. Applied Science Publishers, London.
- Wan Aini Wan Ibrahim dan Zuhaimy Haji Ismail (ptrj), 1991. *Statistik Untuk Kimia Analisis*. Ed. kedua. Muapakat Jaya Percetakan Sdn. Bhd., Johor.
- Woodroof, J.G. dan Phillips, G.F., 1981. *Beverages: Carbonated and Noncarbonated*. AVI Publishing Company, Inc., Westport.

