

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@**JUDUL:** PENGELESTRAKAN ASID SITRIK DARIPADABUAH-BUAHAN TROPICAL FRUIT NENAS (Ananas comosus)**Ijazah:** SARJANA MUDA KIMIA INDUSTRI**SESI PENGAJIAN:** 2003/2004Saya CYNTHIA STEPHEN

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian 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

Cynthia

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: JK RAJAU ENSIKA,
SEBANGAN; 94800 SIMUNJANPROF. MADYA DR. AWANG BOND

Nama Penyclia

SARAWAKTarikh: 19 MAC 2004

Tarikh: _____

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 diklasaskan 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).



**PENGEKSTRAKAN ASID SITRIK DARIPADA BUAH – BUAHAN TROPIKA
NENAS (*Ananas comosus*)**

CYNTHIA STEPHEN

**TESISINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IZAJAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

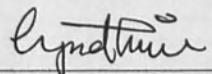
**PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

MAC 2004

PENGAKUAN

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

9 Februari 2004



CYNTHIA STEPHEN
HS2000-4326



UMS

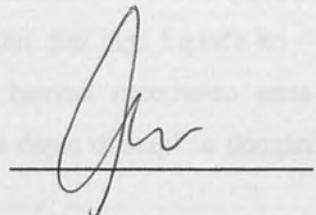
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

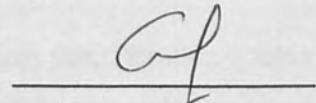
(Prof. Madya Dr. Awang Bono)

**3. PEMERIKSA 1**

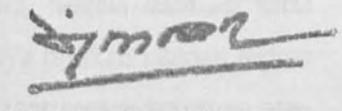
(Encik Jahimin Bin Asik)

**4. PEMERIKSA 2**

(Encik Collin Joseph)

**5. DEKAN**

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)

**UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Setinggi – tinggi penghargaan diucapkan kepada semua yang terlibat dalam usaha untuk menghasilkan penulisan ini dan ucapan ini ditujukan khas Prof. Madya Dr. Awang Bono selaku penyelia projek penyelidikan tahun akhir dan juga kepada ko – penyelia iaitu Prof. Dr. Duduku Krishnayah yang telah banyak membantu serta memberikan tunjuk ajar dan sokongan sehingga disertasi ini dapat di siapkan dengan sempurna.

Ucapan ini juga ditujukan buat kakitangan UMS terutama sekali pembantu makmal dan juga pelajar pascasiswah yang telah memberikan kerjasama dalam mendapatkan bahan kimia dan penggunaan alat di makmal di SST.

Tidak dilupakan juga buat teman – teman seperjuangan yang bersama – sama bertungkus lumus untuk menyiapkan projek ini. Terima kasih kerana sudi menemani dan memberikan kerjasama ketika di saat – saat genting. Segala bantuan serta pertolongan kalian amat – amat saya hargai. Akhir sekali saya tujukan ucapan terima kasih tak terhingga ini kepada individu – individu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam penyelidikan ini.

Ikhlas Daripada,

CYNTHIA STEPHEN
HS2000-4326
Mac 2004

ABSTRAK

Asid sitrik yang terkandung dalam buah nenas *Ananas comusus* telah diperolehi. Kaedah pengekstrakan dilakukan ke atas nenas mentah, separuh masak dan yang hampir masak dan ini telah menghasilkan keputusan di antara 4.00% - 5.00% asid sitrik. Daripada peratusan asid sitrik tersebut didapati nilai asid sitrik semakin menurun apabila ia hampir masak. Asid sitrik yang diperolehi, dianalisis menggunakan kromatografi cecair berprestasi tinggi (HPLC) menggunakan turus C18. Komponen asid sitrik ini dapat ditentukan melalui bacaan yang di berikan oleh kromatogram.

ABSTRACT

Citric acid that content in the pineapple fruit (*Ananas comucus*) have been analyzed. Extraction methods are applied on unripe, half-ripening and almost ripening pineapple and these give the results between 4.00 % - 5.00 % citric acid. From the percentage of citric acid, it was found that the value of citric acid decreased when it is almost ripening. The citric acid was analyzed by using high performance liquid chromatography (HPLC) using C18 column. The citric acid component was detected from the results of chromatogram.

SENARAI 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 SINGKATAN	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Asalan Tumbuhan Nanas	1
1.2 Diskripsi Tumbuhan Nanas	2
1.3 Penanaman Nanas	3
1.4 Komposisi Buah Nanas	3
1.5 Kegunaan Buah Nenas	4
1.6 Objektif Kajian	5
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 6
2.1 Pengenalan	6
2.2 Ciri-ciri Dan Sejarah Asid Sitrik	6
2.3 Sifat-sifat Fizikal Asid Sitrik	8
2.4 Sifat- sifat Kimia Asid Sitrik	11
2.5 Perolehan Asid Sitrik	14
2.6 Aplikasi Asid Sitrik	16
2.7 Aspek Ekonomi	19
2.8 Kaedah Pengekstrakan dan Kromatografi Cecair Berprestasi Tinggi (HPLC)	20
2.9 Kromatografi Cecair Berprestasi Tinggi	20

2.9.1	Instrumentasi	21
2.9.2	Kaedah dan Penggunaan	22
BAB 3	METHODOLOGI	24
3.1	Latar Belakang Sampel Kajian	24
3.2	Carta Alir Kerja Makmal Yang Dijalankan	25
3.3	Jenis Peralatan dan Bahan Kimia	26
3.4	Kaedah Penyediaan Bahan	27
3.5	Kaedah Persampelan	28
3.6	Kaedah Pengekstrakan	29
3.7	Kaedah Penghabluran	30
3.8	Kaedah Penentuan Menggunakan HPLC	33
3.8.1	Penyediaan Sampel	33
3.8.2	Penentuan Asid Sitrik Dalam Sampel	33
BAB 4	KEPUTUSAN	35
4.1	Jisim Asid Sitrik	35
4.2	Peratusan Hasil Asid Sitrik	36
4.3	Rumusan Bahan – bahan Dan Jumlah Yang Digunakan	36
4.4	Rumusan Hasil Perolehan	37
4.5	Keputusan Penentuan Asid Sitrik	37
BAB 5	PERBINCANGAN	41
5.1	Hasil Pengekstrakan	41
5.2	Kaedah Digunakan Bagi Menentukan Asid Sitrik	43
5.3	Analisis Keputusan Asid Sitrik	44
BAB 6	KESIMPULAN	45
6.1	Kesimpulan	45
6.2	Cadangan Kajian	46

RUJUKAN	47
LAMPIRAN	49

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Ciri –ciri fizikal asid sitrik.	9
2.2 Ketelarutan asid sitrik, anhidrous.	10
2.3 Graviti Spesifik larutan asid.	10
3.1 Jadual menunjukkan jenis – jenis peralatan yang digunakan semasa kajian dijalankan.	26
3.2 Jadual menunjukkan jenis – jenis bahan kimia yang digunakan semasa kajian dijalankan.	27
3.3 Pencirian sampel jus nenas.	29
3.4 Keperluan bagi menentukan penentuan asid sitrik dalam sampel 1, 2, 3.	34
4.1 Keputusan jisim asid sitrik	35
4.2 Keputusan peratusan asid sitrik	36
4.3 Jumlah bahan – bahan dan jumlah yang digunakan semasa menjalani pengekstrakan	36
4.4 Rumusan hasil peratusan asid sitrik yang diperolehi	37

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Formula struktur bagi asid sitrik	7
2.2 Tindakbalas pengesteran asid sitrik dengan menggunakan mangkin	11
2.3 Tindakbalas ketidakkomposisian terma asid sitrik (1) kepada asid akonitik (2), asid sitronik (4) dan pengoksidaan kepada asid asetondikarbosilik.	12
2.4 Tindakbalas pengoksidaan asid sitrik	13
2.5 Penghidrogenan trisodium sitrat terhadap mangkin Ni pada 8.6 Pa (85 atm) dan suhu pada 220°C.	13
2.6 Rajah kitaran Kreb	15
3.1 Ringkasan kaedah kajian	24
3.2 Ringkasan gerak kerja analisa sampel	26
4.1 Graf penentuan kehadiran asid sitrik dalam sampel 1	38
4.2 Graf penentuan kehadiran asid sitrik dalam sampel 2	39
4.3 Graf penentuan kehadiran asid sitrik dalam sampel 3	40

SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
1.1	Nenas <i>Ananas Comusus</i>	49
2.1	Alat turus kromatografi jenis C18	50
2.2	Alat analisis kromatografi cecair berprestasi tinggi (HPLC)	51
3.1	Alat mesin pengisar	52
3.2	Sampel jus nenas	53
3.3	Penurasan	54
3.4	Asid sitrik dalam bentuk cecair	55
3.5	Dry oven	56
3.6	Hot Plate dan Water Bath	57
3.7	Pam vakum	58

SENARAI SINGKATAN

%	Peratus
&	Dan
=	Bersamaan dengan
>	Lebih daripada
±	Lebih kurang
°C	Darjah Celcius
°F	Darjah Farenheit
atm	Tekanan atmosfera
g	Gram
mg	Miligram
L	Liter
ml	MiliLiter
µL	MikroLiter
psi	pound per inci persegi
Pa	Pascal
T	Suhu
t	Masa
t	Tan
m	Meter
cm	Sentimeter
mm	Milimeter
nm	Nanometer
µm	Mikrometer

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Asalan Tumbuhan Nanas

Nanas adalah datang dari famili Bromeliaceace dan dari order Bromeliales. Nanas terkenal dengan diklasifikasikan sebagai *Ananas comosus*. Nanas primitif, yang membiak secara banyak di Andes telah di klasifikasikan dalam genus *Puya*. Famili nanas mengandungi lebih daripada 2000 spesis dengan 46 genera adalah berasal dari kawasan tropika dan subtropika Amerika, dengan satu spesisnya di Barat Afrika. Banyak spesis nanas telah ditanam di merata – rata tempat di dunia masakini.

Mengikut sejarah, buah nanas berkemungkinan mula – mula didomestikkan di tengah Amerika Selatan; ia adalah ditanam secara meluas untuk seratnya, sebelum orang Eropah mula menjumpainya di Caribbean. Selepas itu, penanaman diperluaskan kepada seluruh kawasan beriklim panas di seluruh dunia. Hawai menghasilkan hampir satu pertiga daripada hasil tanaman di dunia dan membekalkan 60 peratus produk nanas dalam tin. Antara negara lain yang turut mengepalai pengeluaran adalah China, Brazil dan Mexico yang mana juga mempunyai keadaan iklim dan cuaca yang bersesuaian dengan penanaman nenas ini.

Bagaimanapun di Malaysia juga nanas ditanam secara meluas seperti di Johor, Selangor, Pulau Pinang dan di Sarawak kerana kesesuaian tanah dan iklimnya.

1.1 Diskripsi Tumbuhan Nanas

Buah nanas *Ananas comusus* merupakan di antara salah satu buah yang berbau wangi dengan mepunyai rasa tersendiri. Ia merupakan buah berbentuk bujur dan bersaiz kira – kira 12 inci panjang dan bercirikan dengan kulit yang keras dan bersisik. Ia membesar setinggi 50 – 100 cm. Gugusan daunnya panjang, lurus serta runcing mencapai sehingga 100 cm panjangnya dan tersusun secara roset tertumpu dari bahagian pusat tangkai. Tumbuhan ini mengandungi 100 – 200 bunga yang tersusun dalam kelompok lingkaran yang padat. Bunganya adalah lengkap dengan pelelah, 3 kelopak daun yang pendek bersama kelopak bunganya, 6 stamen, dan ovari yang terkedalam dengan 3 lokul. Pada puncak buahnya termampat berisi dedaun yang berbentuk seperti mahkota sebagaimana ditunjukkan dalam Foto 1.1 (Lampiran A)

Bahagian buah yang boleh di makan adalah bahagian serat yang berjus dan berwarna kuning, yang mana kebiasaannya dipotong kepada kepingan ataupun berbentuk kiub. Ianya paling sesuai dimakan sewaktu manis dan keasidan yang sederhana; yang mana ianya mungkin mengandungi antara 10 -18 peratusan gula dan 0.5 – 1.6 peratusan keasidan tertitrat. (Bartholomew *et al.*, 2002).

1.3 Penanaman Nanas

Nanas adalah tumbuhan yang sentiasa ada tanpa mengikut musim dan akan mati setelah penuaian buah. Ia memerlukan iklim yang panas dan lembap secukupnya untuk pertumbuhan dan sehingga kini nanas adalah buah yang berkadar dengan suhu tropik yang panas. Ia sesuai ditanam pada aras di bawah 840m (2800 kaki) dengan suhu tahunan pada had antara $18.5^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$ ($65^{\circ} - 79^{\circ}\text{ F}$). Kualiti buah yang baik adalah disebabkan oleh kawasan penanaman yang mempunyai kombinasi suhu malam dingin yang relatif, peratusan cahaya matahari yang tinggi dan suhu siang yang berkadar antara $21^{\circ}\text{C} - 29.5^{\circ}\text{C}$ ($70^{\circ} - 85^{\circ}\text{F}$), dan tidak melebihi 32°C (90°F).

Nanas adalah tanaman jenis *xerophytic* di mana ia agak tahan kepada keadaan kemarau. Ia boleh hidup dalam taburan hujan tahunan antara 500 – 3000 mm. Nanas boleh ditanam pada kebanyakkan jenis tanah daripada tanah alluvium ke asid sulfat dan tanah gambut dengan saliran yang baik (Tanaman Buah – Buahan, 2002).

1.4 Komposisi Buah Nanas

Bagi setiap 100g , nanas dikatakan mengandungi 47-52 kalori, 85.3-87.0g air , 0.4–0.7g protein, 0.2–0.3g lemak, 11.5–13.7g karbohidrat, 0.4–0.5g serat, 0.3–0.4g ash, 17–18mg kalsium, 8–12mg fosfat, 0.5mg ferum, 1–2mg natrium, 125–146mg K, 32–42mg b-karotin, 0.06–0.08mg thiamina, 0.03–0.04mg riboflavin, 0.2–0.3mg niacin, dan 17– 61 (-96)mg asid askorbik.

Nanas juga mengandungi 1 – 5 % asid sitronik (sehingga 8.6%), kalsium 3.5% manakala gula, 7.5% sukrosa, mencapai 15% pada peringkat kematangan. Didapati juga bahawa terdapat vanillin, metilin – propil keton, asid n – valerianik, asid isokapronik, asid acrylik, asid L(-)-malik, asid b – metilthiopropionik metil ester (dan etil ester), 5 –hidroksitriptamina, asid kuunik 1,4-di-p-koumarin.

1.5 Kegunaan Buah Nanas

Nanas adalah ditanam untuk buahnya; diguna secara segar, ditinkan, disejukkan ataupun dijadikan dalam bentuk jus perahan, sirap atau gula – gula. Kisaran nanas selepas daripada perahan jus, adalah mempunyai kandungan vitamin A yang dan digunakan sebagai makanan haiwan ternakan. Daripada jus nanas asid sitrik boleh di ekstrak atau semasa penapaian. Secara kormesil “bromelain” di sediakan daripada sisa – sisa nanas yang telah digunakan. Campuran daripada sedikit “proteases”, “bromelain” digunakan dalam melembutkan daging, menghalang pembekuan bir, pengilangan cereal setengah masak, dalam sesetengah kosmetik dan dalam penyediaan penyembuhan bahagian yang terbakar.

Jus nanas daripada buah yang belum matang bertindak sebagai bahan pencuci yang kuat, dan juga anthelmintic dan ecbolic. Nanas yang telah masak adalah diuretik; baik untuk sistem perkumuhan, tetapi dalam kuantiti yang banyak ia boleh mengakibatkan jangkitan rahim. Air rebusan daun di minum untuk penyakit venerues; penyakit jangkitan kelamin. Jus daripada daun tersebut digunakan untuk batuk – batuk, pembasmi cacing dan pencuci bahagian perut.

Buah yang telah masak digunakan sebagai antiskorbutik, kolagogik, diaphoretik, penyejukkan, dan amat diperlukan untuk penyakit kuning. Kesan sampingan yang bahaya terhadap pengambilan dos terapeutik ini adalah seperti rasa loya, muntah – muntah, cirit – birit, kulit kering dan menorrhagaia. Jika ianya masih mentah, nanas bukan sahaja tidak boleh dimakan malahan ianya dianggap beracun; menyebabkan gatal di bahagian kerongkong dan bertindak sebagai pencuci dalam perut yang drastik. Pengambilan bahagian empulur nanas yang berlebihan boleh mengakibatkan pembentukkan bebola fiber (bezoars) dalam organ perkumuhan.

Jus nanas, yang mengandungi asid sitrik, mempunyai rasa yang berbeza setelah ia menjadi semakin matang dan masak. Nanas yang masih muda mempunyai rasa yang lebih masam berbanding dengan buah yang telah masak. Buah nanas yang telah masak mempunyai rasa yang manis dan pada ketika yang sama rasa masamnya semakin berkurangan. Produk jus nanas boleh didapati secara kormesil dengan memproses buah nanas yang telah matang serta masak dengan sempurna di mana ianya mempunyai rasa dan warna yang tersendiri.

1.6 Objektif Kajian Projek

Objektif kajian thesis ini dijalankan adalah:

- Mengekstrak asid sitrik daripada jus buah nanas dan melakukan penghaburan ke atas asid sitrik
- Untuk menentukan keasidan buah nanas dengan menggunakan analisis HPLC

BAB 2

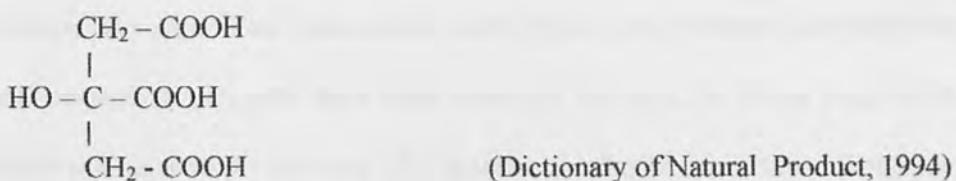
ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan

Ulasan perpustakaan yang dibuat oleh saya untuk adalah mengenai asid sitrik yang disediakan melalui kaedah pengekstrakan daripada buah nenas *Ananas comusus*. Ia melibatkan beberapa rujukan iaitu daripada jurnal – jurnal, ensiklopedia, buku – buku, majalah pendidikan, risalah dan sumber internet.

2.2 Ciri – Ciri Dan Sejarah Asid Sitrik

Asid sitrik (asid 2-hidroksi-1,2,3-propanetricarboxylic), adalah komponen semulajadi and metabolism umum dari tumbuhan dan juga haiwan. Ianya adalah merupakan asid organik yang paling versatil serta di gunakan secara meluas and memainkan peranan penting dalam makanan, minuman dan hasilan industri farmasi.



Rajah 2.1 Formula struktur bagi asid sitrik

Sebagai asid yang selamat dan boleh di makan, asid sitrik di gunakan secara meluas kerana kurang keasidan, kekuatan pengkelatan dan mempunyai rasa yang sedap, ianya di aplikasikan untuk perasa makanan, pengawet (seperti didalam minuman dan gula – gula) dan juga sebagai antioksidan. Asid sitrik menghasilkan kesan buih bila asid karbonat di hasilkan. Kebanyakan ubatan juga disediakan menggunakanannya. Contohnya seperti Piperazine citras (sebagai “anthelmintic”), Ferri Ammonni citas (tonik “hematic”) dan natri citras (sebagai anti beku dalam pemindahan darah).

Dalam kimia industri, trietyl acetocitrat dan tributyl acetocitrat boleh di gunakan sebagai pemplastikan bukan toksik untuk menghasilkan filem plastik. Untuk mematuhi kehendak perlindungan alam sekitar, sebagai ramuan detergen, asid sitrik semakin kerap digunakan secara meluas untuk menggantikan sodium tripolifosfat, yang mana boleh mencemarkan alam sekitaran (Encyclopedia of Chemical Technology, 1993).

Asid sitrik adalah kandungan utama dalam buah – buahan dan ia boleh disediakan dari lemon dan juga limau. Tetapi, pada hari ini cara penyediaan asid sitrik

kormesil yang paling biasa digunakan adalah proses penapaian yang menggunakan fungus *Aspergillus niger* atau *Aspergillus ventii*. Proses penghibridan dan pemilihan menghasilkan jenis mutan iaitu hasil yang berlainan daripada asalannya yang boleh menukar sehingga 80 peratus atau lebih sumber gula kepada asid sitrik. Walaupun industri merahsiakan maklumat sebenar bagaimana proses perindustrian penapaian dijalankan, eksperimen menunjukkan bagaimana proses penapaian ini dilakukan serta bagaimana ia menghasilkan asid sitrik. (MacMillan Encyclopedia of Chemistry, 1997).

Dari segi sejarah, lebih kurang abad ke 12, seorang ahli kimia Vincentius Bellovacensis mengenalpasti bahawa jus lemon dan limau mengandungi sejenis asid. Dalam tahun 1784, Scheele merupakan orang pertama yang mengasingkan asid sitrik secara pengkristalan dari jus lemon (Encyclopedia of Chemical Technology, 1993).

2.3 Sifat – sifat Fizikal Asid Sitrik

Asid sitrik, anhydrous, dikristalkan dari larutan akues menjadi bentuk hablur yang tak berwarna dan lut cahaya atau serbuk putih seperti kristal. Hablur yang terbentuk adalah monoklinik holohedra. Asid sitrik bersifat melembapcair dalam udara yang lembap. Sedikit sifat fizikal adalah ditunjukkan dalam jadual 2.1. Keterlarutan asid sitrik dalam air dan sesetengah pelarut organik diberikan dalam jadual 2.2. pH dan graviti spesifik larutan akues asid sitrik ditunjukkan dalam jadual 2.3.

Larutan akues asid sitrik menjadikan sistem penimbang yang baik bila separa terneutral kerana asid sitrik adalah asid yang lemah dan mempunyai tiga kumpulan

karbonil, maka terdapat tiga pK_a 's. Pada 20°C $pK_1 = 3.14$, $pK_2 = 4.77$, dan $pK_3 = 6.39$. kadar penimbal untuk larutan sitrat adalah pH 2.5 hingga 6.5. Sistem penimbal boleh dilakukan dengan menggunakan larutan asid sitrik dan sodium sitrat atau dengan peneutralan larutan asid sitrik dengan bahan asas seperti sodium hidroksida.

Asid sitrik monohidrat mempunyai berat molekul 210.14 dan dhablurkan dari larutan akues sejuk. Bila dipanaskan secara perlahan, hablur akan kehilangan air disebabkan hidrasi pada $70^\circ - 75^\circ\text{C}$ dan akan cair pada had $135^\circ - 152^\circ\text{C}$. Pemanasan secara cepat menyebabkan dehidrasi pada 100°C untuk membentuk hablur yang cair tepat – tepat pada 153°C . Asid sitrik monohidrat adalah terdapat dalam kuantiti komersil yang terhad kerana kebanyakan aplikasi masakini adalah dalam bentuk anhidrous.

Jadual 2.1 Ciri – ciri fizikal asid sitrik.

Ciri – ciri (Asid Sitrik Sebagai Anhidrous)	Nilai
Formula molekul	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$
Mol wt	192.13
Berat dalam gram	64.04
Takat didih	153
Suhu dekomposisi terma $^\circ\text{C}$	175
Ketumpatan, g/mL	1.665
Haba pembakaran, ^a MJ/mol ^b	1.96
Haba larutan, J/g ^b	117

Jadual 2.2 Keterlarutan^a asid sitrik, anhidrous.

Suhu, °C		g/100g larut piawai
Dalam air		
10		54.0
20		59.2
30		64.3
40		68.6
50		70.9
60		73.5
70		76.2
80		78.8
90		81.4
100		84.0

(Encyclopedia of Chemical Technology, 1993)

Jadual 2.3 Graviti Spesifik Larutan Akues Asid Sitrik.

Kepekatan % w/w	pH	Graviti spesifik pada 25°C
0.1	2.8	
0.5	2.4	
1.0	2.2	
5.0	1.9	
10.0	1.7	1.035
20.0		1.084
30.0	1.2	1.131
40.0		1.182
50.0	0.8	1.243
60.0		1.294

(Encyclopedia of Chemical Technology, 1993)

RUJUKAN

Bartholomeow, D.P., Rochrbach, K.G. dan Evans, D.O., 2002. *Pineapple Cultivation in Hawaii*, College of Tropical Agricultural and Human Resource, Hawaii.

Dictionary of Natural Product, 1994. Volume 1, Chapman & Hall, London.

Encyclopedia of Chemical Technology, 1993. Volume 6. Ed. ke-4. A Wiley – Interscience Publication, Canada.

Hulme, A.C., 1971. *The Biochemistry of Fruits And Their Products*, Vol.2. Academic Press, London

Lehman, J.W., 1999, *Operational Organic Chemistry (A problem Solving Approach to the Laboratory Course)*, Ed. ke-3, Prentice Hall, United States of America.

MacMillan Encyclopedia of Chemistry, 1997. Volume 1, Simon & Schuster MacMillan, New York.

Panel Penulis PCT, 2002, *Tanaman Buah – Buahan*. Penerbitan PCT Sdn. Bhd., Kuala Lumpur

Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S. dan Engel, R.G., 1995. *Introduction To Organic Laboratory Techniques: A Microscale Approach*, Ed. ke-2, Saunders College Publishing, United State of America.

Palleros, D.R., 2000, *Experimental Organic Chemistry*, John Wiley & Son INC, New York

Sue Azam Ali, 2001. *Production of Pineapple Juice*. ITDG. Intermediate Technology Development Group. <http://www.oneworld.org/itdg/production.html>

U.S Department of Agriculture, 1955. *United Standards for Grades of Concentrated Pineapple Juice*, United States of America.

Wilcox, C.F Jr. and Wilcox, M.F., 1995. *Experimental Organic Chemistry (A Small Scale Approach)*, Ed. ke-2, Prentice Hall, New Jersey.