

**UJI KELARUTAN BATU GINJAL KALSIMUM PADA EKSTRAK  
AIR BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)  
SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

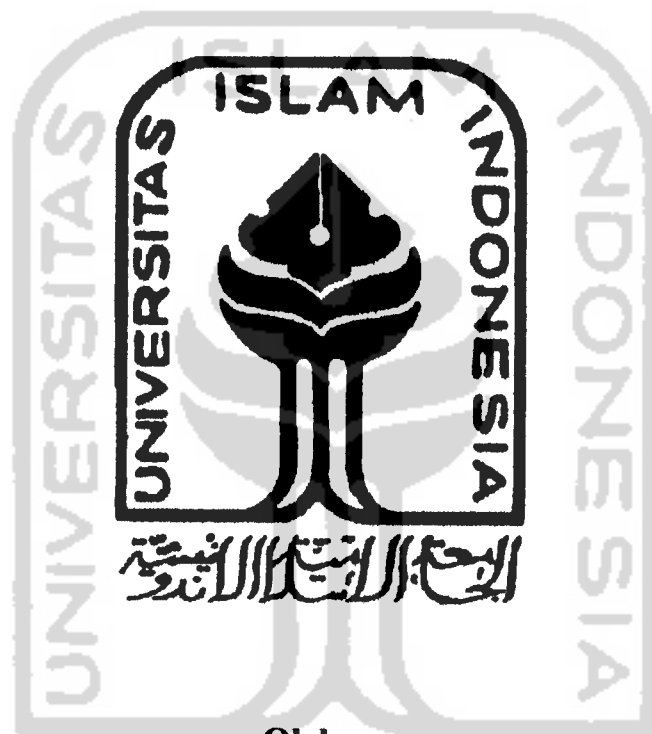


**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2006**

**UJI KELARUTAN BATU GINJAL KALSIUM PADA EKSTRAK  
AIR BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)  
SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Far.)  
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia Jogjakarta



Oleh :

**ELMA ELIYA SHOFA**

**02 613 084**


**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2006**

SKRIPSI

**UJI KELARUTAN BATU GINJAL KALSIUM PADA  
EKSTRAK AIR BUAH BELIMBING WULUH  
(*Averrhoa bilimbi* L.) SECARA *IN VITRO***



Pembimbing Utama

  
(Dra. Suparmi M.Si., Apt.)

Pembimbing Pendamping

  
(Dr. Sudibyo Martono M.S., Apt.)

SKRIPSI

UJI KELARUTAN BATU GINJAL KALSIMUM PADA ESTRAK  
AIR BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)  
SECARA *IN VITRO*

oleh :

Elma Eliya Shofa  
02 61 3084

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Skripsi  
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : Agustus 2006

Ketua Penguji,

  
Dra. Suparmi M.Si., Apt.

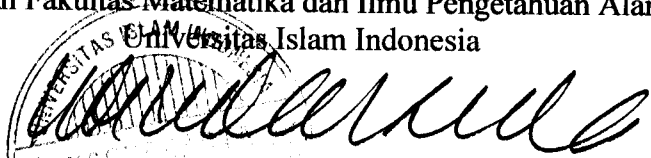
Anggota Penguji

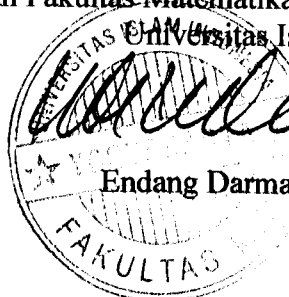
Anggota penguji

  
Dr. Ediati Sasmito M.Si., Apt.

  
Dr. Sudibyo Martono M.S., Apt.

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

  
Endang Darmawan M.Si., Apt.



## Bismillahirrohmanirrohim

Bukankah kami telah melapangkan untukmu dadamu?  
Dan kami telah menghilangkan daripadamu bebanmu  
yang memberatkan punggungmu?

Dan kami tinggikan bagimu sebutan (namamu) mu.  
Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada  
kemudahan.

Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan),  
kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang  
lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu  
berharap.

(Q.S. Alam Nasyrat : 1-8)

*Kupersembahkan Karya kecilku ini teruntuk:*

*Allah SWT...*

*Yang membuat hidup dan mati  
Terima kasih atas semua karunia dan ridho-Mu*

*Kedua orang tuaku tercinta, bapak ibu...  
Terima kasih untuk semua do'a, kasih sayang, perhatian, dukungan, nasihat  
dan kesabarannya.*

*Kakak-kakakku, Mas Ubab, Mas Adib, Mba Unun, Mas Didik,  
'n Mba Siti...  
Terima kasih untuk semua do'a, kasih sayang, perhatian, bantuan,  
semangat, dan masukannya.*

*Ade' kecilku, Aiq...  
Hai ndut... kangen neh, ayo belajar... jangan main terus! yang rajin yach..*

*Ponakanku, Gil-gil... 'n satu lagi yang mau hadir  
Moga kalian jadi anak yang soleh dan solekhah, amien...*

*I Love You All*

## *Special thanks to :*

### *Untuk seseorang yang di hatiku...*

*Terima kasih untuk semua kasih sayang, bantuan, do'a, dan dukungannya.  
Semoga apa yang kita rasakan dan apa yang kita lakukan, diijinkan ma Yang Di Atas  
Apa yang terjadi sekarang semoga ada hikmahnya ya...amien.*

### *My best friend...*

*Nopee (nak, jangan lugu-lugu yach... kita hidup di kota neh, hehe... tetaplah jadi nopee  
yang baik hati), Nissa (hey Bahar... kapan kita bisa curhat-curhatan lagi sambil  
ngrumpi bow, hehe...)*

### *Teman-teman seperjuanganku..*

*Anggit, Ana, Nita, Dian, Rini, Harini, Uli, Friska, Jumi, Sita, Aya', Damas, Rosi, Ira  
dan semua cali-cali farmasi angkatan '02 yang ga bisa disebutin satu persatu  
Makasih untuk semua bantuan, do'a, dan dukungannya  
Kalian telah menorehkan kisah indah dalam hidupku dengan persahabatan yang kalian  
bawa untukku.*

### *Mas-mas laboran...*

*Mas Kus, Mas Yusuf, Mas Har, 'n Mas Jamal  
Makasih ya bantuannya... setiap ada yang gagal dalam penelitian tetap cayo!*

### *Bapak-bapak satpam laboratorium terpadu...*

*Makasih dah dibukain pintu dan ditemenin klo ngelabnya lembur*

### *Cah-cah kos, Kos Duadara 'n Kos Candi...*

*Dina, Rosi, Ratna, Eris, Andes, Pipit, Mba Eli, Mba Fatme, Lince, Jatu, Ipeh, Ade,  
Dian  
Makasih untuk semua dukungan dan kebersamaannya*

### *Teman-teman KKN angkatan 31 unit 87...*

*Tari, Ahmed, Dian, Reza, Rizal, Pak Ketu...si Eben, Ucup, Bu Dosen...Yati, 'n Maul  
Makasih untuk semua bantuan dan kebersamaan kalian*

*You all are my sweet memories in Jogja*

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.



Jogjakarta, 29 Agustus 2006

Penulis,

ELMA ELIYA SHOFA



## KATA PENGANTAR



السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Penyusunan skripsi yang berjudul “**UJI KELARUTAN BATU GINJAL KALSIUM PADA EKSTRAK AIR BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L) SECARA *IN VITRO***”, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dra. Suparmi M.Si., Apt., selaku selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan masukan dan dorongan demi sempurnanya skripsi ini.
2. Dr. Sudiby Martono M.Si., Apt., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan saran hingga terselesaikannya skripsi ini.

3. Dr. Ediati Sasmito M.Si., Apt., selaku peguji yang telah memberikan masukan demi sempurnanya skripsi ini.
4. Endang Darmawan M.Si., Apt., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
5. Yandi Syukri M.Si., Apt., selaku Ketua Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
6. Seluruh Dosen Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta atas semua ilmu yang telah diberikan.
7. Kepala Laboratorium Farmasi F-MIPA Universitas Islam Indonesia Jogjakarta beserta staf yang telah membantu kelancaran selama penelitian berlangsung.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini, karena penulis sadar masih banyak kekurangan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua. Amin.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Jogjakarta, 29 Agustus 2006



Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan Pembimbing.....	ii
Halaman Pengesahan Penguji.....	iii
Halaman Motto.....	iv
Halaman Persembahan.....	v
Halaman Pernyataan.....	vii
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xv
Intisari.....	xvi
<i>Abstract</i> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
<b>BAB II STUDI PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
A. Uraian Tanaman.....	4
B. Uraian Batu Ginjal.....	6
C. Asam Sitrat.....	10
D. <i>High Performance Liquid Chromatography</i> .....	11
1. Peralatan dalam HPLC.....	11
2. Pentingnya polaritas dalam HPLC.....	11
E. Spektrofotometri Inframerah.....	12
F. Spektrofotometri Serapan Atom.....	14
G. Landasan Teori.....	16
H. Hipotesis.....	17

<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	18
<b>A. Alat dan Bahan</b> .....	18
1. Alat.....	18
2. Bahan.....	18
<b>B. Cara Penelitian</b> .....	18
1. Determinasi Tanaman .....	18
2. Penyiapan Sampel .....	19
3. Identifikasi Dan Analisis Kadar Asam Sitrat Dalam Ekstrak Buah belimbing Wuluh Menggunakan HPLC .....	19
4. Cara Analisis Kualitatif Batu Ginjal Secara Spektrofotometri Inframerah .....	20
5. Perendaman Batu Ginjal.....	20
6. Cara Analisis Kadar Kalsium Yang Larut Dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh Secara Spektrofotometri Serapan Atom .....	21
7. Analisis Hasil .....	21
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	22
<b>A. Hasil Determinasi Tanaman</b> .....	22
<b>B. Hasil Analisis Kualitatif Batu Ginjal</b> ..	22
<b>C. Hasil Analisis Kadar Asam Sitrat Dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh Secara HPLC</b> .....	25
1. Hasil Analisis Kualitatif Asam Sitrat Dalam Ekstrak Buah Belimbing Wuluh .....	25
2. Hasil Pembuatan Kurva Baku Asam Sitrat . .....	26
3. Hasil Perhitungan Kadar Asam Sitrat Dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh.....	28
<b>D. Hasil Analisis Kadar Kalsium Dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh Secara Spektrofotometri Serapan Atom</b> .....	29
1. Hasil Pembuatan Kurva Baku Kalsium.....	29
2. Hasil Analisis Kadar Kalsium Yang Terdapat Dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh.....	31

3. Hasil Analisis Kadar Kalsium Yang Terlarut Dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
A. Kesimpulan.....	39
B. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	40
LAMPIRAN.....	43



## DAFTAR TABEL

Tabel I	: Vibrasi prinsipal dari batu ginjal.....	24
Tabel II	: Hasil pengukuran asam sitrat standar.....	27
Tabel III	: Modifikasi data pengukuran asam sitrat standar.....	27
Tabel IV	: Hasil perhitungan kadar asam sitrat dalam ekstrak.....	28
Tabel V	: Hasil pengukuran absorbansi kalsium standar.....	29
Tabel VI	: Modifikasi data pengukuran absorbansi kalsium standar.....	30
Tabel VII	: Hasil pengukuran kadar kalsium total yang terdapat dalam ekstrak.....	31
Tabel VIII	: Hasil perhitungan kadar kalsium dalam ekstrak.....	32
Tabel IX	: Hasil pengukuran kadar kalsium terlarut dalam ekstrak.....	33
Tabel X	: Hasil uji statistik menggunakan <i>Post Hoc Test</i> .....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Komponen-komponen Spektrofotometer Serapan Atom .....	16
Gambar 2 : Spektrum batu ginjal uji .....	23
Gambar 3 : Spektrum standar <i>Whewellite + Weddellite</i> .....	23
Gambar 4 : Kromatogram asam sitrat standar.....	25
Gambar 5 : Kromatogram ekstrak buah belimbing wuluh ... ..	26
Gambar 6 : Kurva baku asam sitrat standar .....	28
Gambar 7 : Kurva baku kalsium yang digunakan dalam penentuan kadar kalsium yang terlarut dalam ekstrak.....	30



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Surat Keterangan Determinasi .....	44
Lampiran 2	: Spektrum Batu Ginjal Uji .....	45
Lampiran 3	: Spektrum Standar <i>Analyse des Calculus par Spectrophotometric Infrarouge Avantages et Limites de la Method</i> .....	46
Lampiran 4	: Tabel Vibrasi Prinsipal Batu Ginjal .....	50
Lampiran 5	: Kromatogram Ekstrak Buah Belimbing Wuluh .....	53
Lampiran 6	: Kromatogram Standar Asam Sitrat ..	54
Lampiran 7	: Hasil pengukuran kalsium standar dan kalsium terlarut dalam ekstrak air buah belimbing wuluh.....	60
Lampiran 8	: Analisis Hasil Menggunakan SPSS .....	61
Lampiran 9	: Perhitungan ..	63
Lampiran 10	: Tabel nilai kritik koefisien korelasi (r).....	66
Lampiran 11	: Skema penelitian .....	67



# UJI KELARUTAN BATU GINJAL KALSIUM PADA EKSTRAK AIR BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.) SECARA *IN VITRO*

## INTISARI

Penyakit batu ginjal banyak dijumpai di masyarakat. Untuk mengatasi penyakit batu ginjal digunakan berbagai macam metode yaitu penggunaan ultravibrasi, tindakan operasi, dan penggunaan obat-obatan yang dapat meluruhkan batu ginjal. Buah belimbing wuluh adalah salah satu buah yang digunakan secara tradisional untuk peluruh kencing, menurunkan tekanan darah, peluruh dahak, dan menurunkan panas.

Kandungan senyawa aktif buah belimbing wuluh antara lain asam sitrat, kalium, flavonoid, dan saponin. Asam sitrat dalam buah belimbing wuluh diduga mempunyai efek melarutkan batu ginjal kalsium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan buah belimbing wuluh dalam melarutkan batu ginjal kalsium secara *in vitro*. Pemeriksaan kandungan asam sitrat dalam ekstrak air buah belimbing wuluh dilakukan dengan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Batu ginjal yang digunakan dalam penelitian ini dianalisis kualitatif secara Spektrofotometri Inframerah untuk menentukan bahwa batu ginjal tersebut adalah batu ginjal kalsium. Setiap 100 mg serbuk batu ginjal, masing-masing direndam selama 4 jam dalam 10 ml ekstrak buah belimbing wuluh dengan berbagai konsentrasi, yaitu 4, 6, 8, dan 10%, kemudian disaring. Untuk menentukan kadar kalsium yang terlarut dalam ekstrak buah belimbing wuluh, dianalisis secara Spektrofotometri Serapan Atom. Dari hasil analisis, diketahui kadar kalsium dalam ekstrak 4, 6, 8, dan 10% berturut-turut (dalam ppm) adalah 52,182; 55,166; 63,303; dan 68,864. Dari data yang diperoleh dianalisis dengan metode statistik Anava satu arah. Hasilnya menunjukkan perbedaan kadar ekstrak berpengaruh secara signifikan pada jumlah kalsium terlarut.

Kata kunci : belimbing wuluh, asam sitrat, batu ginjal, kalsium, *in vitro*.

## THE SOLUBILITY TEST OF KIDNEY STONE ON EXTRACT OF AVERRHOA BILIMBI FRUITS (*Averrhoa bilimbi* L.) *IN VITRO*

### ABSTRACT

Kidney stone disease is commonly found in the society. In order to handle this disease could be governed by several kind of methods such as ultravibration, operation, modern and traditional medicine.

*Averrhoa bilimbi* fruits (*Averrhoa bilimbi* L.) is one of fruits used as traditional medicine for diuretic, antihypertensive, antiinflammatory, mucolytic, etc. The active compounds of *Averrhoa bilimbi* fruits are citrate, potassium, flavonoid, saponin, etc. The aim of this study was to evaluate the solubility activity of *averrhoa bilimbi* fruits extract on calcium kidney stone *in vitro*. The *averrhoa bilimbi* extract contains citrates that was tested by *High Performances Liquid Chromatography* (HPLC). To decide the calcium kidney stone used in this study was analyzed by *Infra Red Spectrophotometer*. Each of 100 mg calcium kidney stone was soaked for four hours in extract with concentration of 4, 6, 8, and 10%, and then filtered. To determine the calcium contain in filtrate, was used *Atomic Absorption Spectrophotometer*. The calcium concentration in filtrate of 4, 6, 8, and 10% were 52.182; 55.166; 63.303; and 68.864 (ppm) respectively. The data obtained was analyzed by statistic method of *One Way Anova*. The result is significantly indicated that the differences in concentration influence the solubility activity of *averrhoa bilimbi* fruits extract.

Key word : *Averrhoa bilimbi* fruits, citrate, kidney stone, calcium, *in vitro*.

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Batu ginjal merupakan penyakit yang telah diderita manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Hampir jutaan orang didunia setiap tahunnya menderita penyakit batu ginjal ini dan angkanya pun terus bertambah. Gejala penyakit batu ginjal diantaranya pinggang terasa nyeri dan pegal-pegal. Kadang-kadang, penyakit ini tidak menimbulkan keluhan. Rasa sakit akan muncul bila batu merusak jaringan atau terbawa ke saluran kemih hingga menyumbatnya (Heriana, 2003). Ukuran batu ginjal pada saluran kemih berbeda-beda, ada yang besar maupun kecil seperti kerikil. Jenisnya pun berbeda-beda, namun batu ginjal jenis kalsium menunjukkan prosentase jumlah penderitanya paling besar yakni sekitar 75 sampai 85 %.

Sudah banyak terapi yang dapat dilakukan untuk mengobati penyakit batu ginjal, diantaranya yaitu : penggunaan ultravibrasi, tindakan operasi, dan penggunaan obat-obatan yang dapat meluruhkan batu ginjal. Menurut ahli urologi dari Karsuneka Urology Center, dr. Kardi Suteja Sp.U., tidak semua penyakit batu ginjal dan saluran kemih harus dioperasi. Terapi yang bisa dilakukan tergantung pada jenis batu, ukuran batu, lokasi batu serta yang sangat penting fungsi ginjalnya (Sueca, 2004).

Pada umumnya penggunaan obat tradisional lebih disukai daripada penggunaan obat sintetis, terlebih lagi pengobatan dengan pemanfaatan tanaman yang ada di alam, karena lebih murah, mudah didapat, dan efek sampingnya lebih kecil daripada penggunaan obat sintetis. Sampai saat ini banyak penelitian dilakukan terhadap tanaman yang diduga berkhasiat dalam mengobati penyakit batu ginjal, antara lain yaitu daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) oleh Sumarmi (2002), rambut jagung (*Zea Mays*, L) oleh Nana Nurjanah (2003), daun duduk (*Desmodium triquetrum*, DC) oleh Eka Novica Haristy (2002), dan lain-lain. Masih banyak lagi tanaman lain yang berkhasiat sebagai peluruh batu ginjal yang belum diteliti.

Asam sitrat telah dikenal dapat menghambat kristalisasi antara kalsium dengan oksalat, dalam hal ini sitrat mendesak ikatan kalsium dengan oksalat sehingga terbentuk ikatan sitrat kalsium dan dapat larut dalam urin, sehingga dapat menyingkirkan batu ginjal. Menurut Kepala Instalasi Renal RS Dr. Sardjito, Yogyakarta, Prof. Dr. Mochammad Sja'bani, banyak penderita batu ginjal memiliki kadar sitrat yang rendah. Pada umumnya asam sitrat dalam air kemih pada penderita batu ginjal paling rendah pada malam dan dini hari (Wed, 2004).

Tanaman belimbing wuluh merupakan tanaman yang sudah tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia dan banyak terdapat dimana-mana. Buah belimbing wuluh mempunyai kandungan kimia diantaranya kalium oksalat, kalium sitrat, asam format (Wijayakusumah, 1996), flavonoid, polifenol (Syamsyuhidayat dan Hutapea, 1991) dan vitamin C (Gunawan dan Santoso, 1999). Buah ini bermanfaat sebagai antiradang, dapat melancarkan keluarnya air seni sehingga dapat menurunkan tekanan darah, mampu mengeluarkan dahak dan menurunkan panas.

Dengan mengetahui kandungan zat aktif yang terdapat dalam buah belimbing wuluh maka dilakukan penelitian lebih lanjut, dalam hal ini adalah pengaruh zat aktif asam sitrat dalam buah belimbing wuluh untuk melarutkan batu ginjal kalsium secara *in vitro*. Dari hasil penelitian diharapkan dapat memperluas dan mengembangkan pemanfaatannya sebagai obat tradisional, mempunyai dasar yang kuat serta pemakaiannya benar-benar dapat dipertanggungjawabkan. Selain telah diketahui sebagai peluruh batu ginjal alasan lain dalam pemilihan tanaman belimbing wuluh ini adalah dikarenakan tanaman belimbing wuluh merupakan tanaman yang tidak asing lagi bagi masyarakat dan dengan mudah dijumpai dimana-mana, sehingga diharapkan masyarakat mudah mendapatkan dan menggunakan tanaman belimbing wuluh ini sebagai salah satu alternatif obat tradisional dalam meluruhkan batu ginjal.

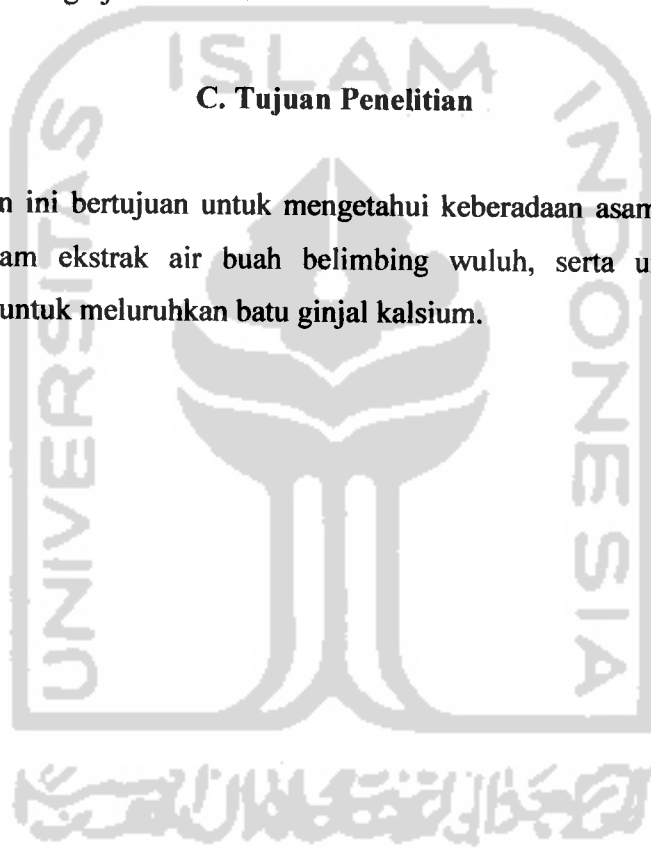
## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah ekstrak air buah belimbing wuluh mengandung asam sitrat yang diduga dapat meluruhkan batu ginjal kalsium?
2. Apakah ekstrak air buah belimbing wuluh mempunyai kemampuan untuk meluruhkan batu ginjal kalsium?

## C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan asam sitrat dan kadar asam sitrat dalam ekstrak air buah belimbing wuluh, serta untuk mengetahui kemampuannya untuk meluruhkan batu ginjal kalsium.



## BAB II STUDI PUSTAKA

### A. Uraian Tanaman

Tanaman yang dikenal dengan nama belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L) ini termasuk dalam suku (familia) Oxalidaceae. Tumbuh pada ketinggian 0-500 meter di atas permukaan laut dan tumbuh baik pada daerah basah maupun kering. Tanaman menghendaki tanah gembur dan tidak tergenang air. Tanaman dapat diperbanyak dengan cara cangkok, okulasi, dan biji.

*Averrhoa bilimbi* L, termasuk dalam kelas dicotyledonae karena bijinya berkeping dua, mempunyai akar tunggang yang bercabang-cabang meluas. Tumbuhan ini umurnya menahun, berbatang keras, tingginya 2 sampai 4 tahun (Anonim, 1984).

#### 1. Sistematika atau klasifikasi

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Bangsa	: Oxalidales
Familia/suku	: Oxalidaceae
Marga	: Averrhoa
Jenis	: <i>Averrhoa bilimbi</i> L (Backer dan van den Brink, 1962; Tjitrosoepomo, 1998)

#### 2. Nama umum

Tanaman *Averrhoa bilimbi* L mempunyai nama umum belimbing wuluh.

### 3. Nama daerah

Di beberapa daerah di Indonesia tanaman belimbing wuluh mempunyai nama yang berlainan, yaitu antara lain :

- Sumatera : Limeng, selimeng, thimeng asam, belimbing, malibi, balimbing.  
 Jawa : Balimbing, calincing, blimbing, blimbing wuluh, blimbing asem.  
 Sulawesi : Balimbing botol, lompiat litot, lopias, lambetu, bainang.  
 Maluku : Thinela, takurela, taprera  
 Irian : Useke (Anonim, 1984)

### 4. Deskripsi tumbuhan

Tinggi tanaman 5-10 m, tanda bekas daun bentuk ginjal dan jantung. Anak daun bulat telur atau memanjang, meruncing, 2-10 x 1-3 cm, menggantung, panjang 5-20 cm. Kelopak panjang  $\pm$  6 mm. Daun mahkota tidak atau hampir bergantung, bentuk spatel atau lanset, dengan pangkal yang pucat. Lima benang sari di depan daun mahkota mereduksi menjadi staminodia. Buah buni persegi membulat tumpul, kuning, hijau, panjang 4-6 cm, tanah asal tidak dikenal. Ditanam sebagai pohon buah. Kadang-kadang menjadi liar (Steenis, 1997).

- Batang : tegak bercabang-cabang, permukaan kasar, banyak tonjolan, hijau kotor  
 Bunga : majemuk, bentuk malai, pada tonjolan batang dan cabang, menggantung, panjang 5-20 cm, kelopak kurang lebih 6 mm, merah, daun mahkota bergandengan, bentuk lanset, ungu.  
 Daun : majemuk, menyirip, anak daun 24-25 helai, bulat telur, ujung meruncing, pangkal membulat, panjang 7-10 cm, lebar 1-3 cm, bertangkai pendek, pertulangan menyirip, hijau muda.  
 Buah : buni, bulat, panjang 4-6 cm, hijau kekuningan.  
 Biji : lanset atau segitiga, masih muda hijau.  
 Akar : tunggang, coklat kehitaman.

## 5. Kandungan kimia

Belimbing wuluh mempunyai kandungan kimia diantaranya kalium oksalat, glikosida, sulfur, asam format, peroksidase, kalium sitrat (Wijayakusumah, 1996), saponin, flavonoid, tannin, polifenol, alkaloida (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991), vitamin C, tiamin, niasin, riboflavin, dan  $\beta$ -karoten (Gunawan dan Santoso, 1999).

## 6. Kegunaan/khasiat

Cairan yang diperoleh dari gerusan daun belimbing wuluh diminum sebagai obat demam, rebusan daunnya sebagai obat minum pada peradangan dalam usus besar, daun muda yang digerus merupakan obat reumatik dan obat bisul, cairan yang diperoleh jika bunganya dikukus sebagai obat batuk, bunganya dimasak dengan gula dapat sebagai obat sariawan usus dan pada pengeluaran *afscheing* yang kurang baik (Tampubolon, 1981).

Belimbing wuluh juga bermanfaat sebagai antiradang (antiinflamasi) karena mengandung flavon. Kaliumnya melancarkan keluarnya air seni (diuretik) sehingga dapat menurunkan tekanan darah. Belimbing wuluh juga mampu mengeluarkan dahak dan menurunkan panas.

Kegunaanya/khasiatnya sebagai obat antara lain sebagai : obat demam, jerawat, rematik, salut gigi, batuk rejan, diabetes (kencing manis), hipertensi, gondongan, gusi berdarah dan kelumpuhan. Karena buah belimbing wuluh rasanya asam, sebaiknya tidak dimakan oleh penderita sakit maag (Asia maya.com, 2002).

## B. Uraian Batu Ginjal

Batu ginjal adalah batu saluran kemih, merupakan massa padat dari bentuk sediaan urin yang terdapat pada bagian tertentu di saluran kemih dan yang paling sering terdapat di dalam ginjal (Mursito, 2001).



Jenis-jenis batu ginjal yang sudah dikenal sampai saat ini :

a. Batu Kalsium

Batu jenis ini banyak ditemukan, yaitu 80-85 % dari jumlah pasien batu ginjal. Kalsium merupakan ion terbanyak yang menggambarkan kristal saluran urin. Batu ini ada dua macam, yaitu kalsium oksalat dan kalsium fosfat.

Batu kalsium oksalat ada dua jenis, yaitu batu *whewellite* yang merupakan batu yang keras, berwarna cokelat tua, bentuk seperti murbei dan tersusun atas kalsium oksalat monohidrat. Jenis yang lain adalah batu *weddellite* yang tersusun atas kalsium oksalat dihidrat, dengan ciri batu yang keras tetapi mudah pecah, berwarna kuning muda, dan permukaannya tajam.

Batu kristal lainnya yaitu batu kalsium fosfat, berciri lunak, berwarna agak keputihan, permukaannya licin, dan sering bercampur dengan komponen lain. Kedua macam batu tersebut yaitu batu kalsium oksalat dan batu kalsium fosfat, bisa terlihat dengan foto *Rontgent* (Scholtmeijer dan Schroiden, 1994).

b. Batu *Struvite*

Batu jenis ini terdapat sekitar 25 % dari jumlah pasien batu ginjal. Komposisi batu ini adalah magnesium, ammonium dan fosfat. Batu *struvite* adalah batu infeksi gabungan urea dan belahan organisme yang meliputi proteus, staphylococci, pseudomonas, providencia, klabseilla dan mycoplasma. Batu ini dapat menjadi besar dan mengisi sebagian besar ginjal sehingga batu berbentuk tanduk (*staghorn*). Dalam keadaan murni tidak terlihat dalam foto *Rontgent*.

c. Batu Asam Urat

Batu asam urat terdapat tidak lebih dari 5 % dari batu saluran urin. Setengah dari pasien jenis batu asam urat ini, menderita *gout*, yaitu suatu penyakit yang berhubungan dengan meningkatnya atau menumpuknya asam urat. Gejala penyakit jenis batu asam urat sudah dapat timbul dini karena endapan itu menyumbat saluran kencing. Batu asam urat merupakan batu yang keras berwarna

kuning coklat, permukaannya licin dan biasanya tidak tampak dalam foto *Rontgent* (Lumento, 1992).

d. Batu *Sistin*

Batu *sistin* ditemukan sekitar 1-3 % pasien batu. Penyakit batu ginjal jenis ini merupakan penyakit yang diturunkan. Batu ini mempunyai warna kuning muda, dengan permukaan licin tetapi teraba agak berlemak. Batu *sistin* terlihat dalam foto *Rontgent* tidak tampak jelas bila masih sangat kecil (Scholtmeijer dan Schroiden, 1994).

e. Batu *Ksantin*

Batu *ksantin* merupakan efek samping kekurangan ksantin oksidase sejak lahir. Sekitar 25 % pasien dengan kekurangan ksantin oksidase menjadi penderita batu saluran ini (Tanagho dan Mc Aninch, 1995).

Pemeriksaan adanya penyakit batu ginjal dilakukan untuk mengetahui lokasi batu itu berada dan penyebarannya. Biasanya air kencing yang keluar disaring dalam upaya untuk melihat apakah ada batu (kerikil) dan kadang-kadang benda padat yang ditemukan. Melalui sinar X pada saluran kencing, ginjal dan kantung kencing (yang disebut IVP atau *Intra Venoks Pyelogram*) bisa terlihat kalau ada gangguan pada sistem renal. Kini metode dengan menggunakan alat berteknologi tinggi telah menyebar luas dan didapati bahwa beberapa batu ginjal tertentu dapat diberi obat yang dapat melarutkan batu-batu tersebut untuk menghindari pembedahan (Knight, 1993).

Faktor-faktor yang mempengaruhi jenis batu ginjal yang terbentuk dapat dibagi menjadi :

1. Faktor di luar urin

Diet, makan yang banyak mengandung oksalat, *intake* cairan ke dalam tubuh, adanya gangguan keseimbangan air di dalam tubuh (misalnya : diare, muntah).

Keturunan, yaitu terbentuknya batu sistin, ras, trauma : dengan adanya gumpalan darah akan menjadi nidus untuk pembatuan.

## 2. Faktor dalam urin

Infeksi, adanya kelainan pada air seni, komposisi air seni, kejernihan air seni.

Penyakit batu ginjal adalah penyakit yang disebabkan adanya massa padat yang terbentuk dari sedimen urin dalam ginjal. Selain di dalam ginjal, sedimen urin juga terbentuk dalam saluran kemih, sehingga batu ginjal ini sering disebut juga dengan batu saluran kemih. Keadaan ini akan menyebabkan rasa nyeri yang hebat pada waktu batu berusaha melalui ginjal dalam perjalanannya ke kandung kemih. Gejala-gejala yang sering tampak adalah berupa rasa nyeri di daerah pinggang kemudian menyebar kearah kemih dan lipatan paha. Keadaan ini makin lama dapat menyebabkan pendarahan dalam urin yang lebih dikenal dengan *hematuria*, selain itu juga ditemukan adanya sel darah putih dalam urinnya (Mursito, 2001).

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya batu ginjal :

1. Adanya pengendapan garam-garam yang larut dalam urin. Pengendapan ini dapat terjadi jika kandungan garam dalam urin sangat tinggi menyebabkan urinnya menjadi jenuh.
2. Adanya faktor-faktor tertentu yang dapat menyebabkan kristalisasi zat-zat pembentuk batu. Penyakit infeksi dalam saluran kemih dapat menyebabkan terbentuknya inti untuk pembatuan. Inti pembatuan tersebut terbentuk dari sekumpulan bakteri dan sel-selnya, karena adanya penyakit infeksi dalam saluran kemih.
3. Adanya kelainan yang menyebabkan kristal-kristal berkumpul menjadi batu.  
Kelainan-kelainan tersebut antara lain :
  - a. Penurunan volume urin
  - b. Perubahan pH

- c. Defisiensi penghambat pembentuk batu ginjal seperti sitrat dan magnesium.
  - d. Adanya suatu kelainan dalam urin.
4. Terlalu banyak kelenjar *parathyroid* yang dapat menyebabkan meningkatnya pengeluaran kalsium dalam urin (Mursito, 2001).

### C. Asam Sitrat

Asam sitrat biasanya terdapat pada buah-buahan, khususnya pada golongan *citrus* misalnya lemon jus yang berisi sekitar 6-10 % asam sitrat. Senyawa ini dihasilkan oleh fermentasi larutan glukosa, sukrosa atau gula murni dalam bentuk garam anorganik tertentu, oleh beragam jamur, seperti *Citromyces pfefferianus*, *Aspergillus wentii* (Finar, 1973).

Sitrat terdiri dari beberapa tipe karena terdapat tiga atom hidrogen yang dapat diganti dari posisi satu ke posisi lain yang berbeda. Karena adanya gugus hidroksil, asam sitrat dapat juga berbentuk garam (Lynn, 1948). Asam sitrat berwarna putih pada suhu kamar, berbentuk bubuk kristal atau sebagai kristal besar, tidak berwarna, dan tembus cahaya. Asam sitrat mengembang di udara, tidak berbau, dan berasa asam (Daniel, 1966).

Larutan asam sitrat berair tidak stabil karena terjadi dekomposisi secara perlahan. Reaksi kimianya merupakan karakteristik dari asam organik. Garam dibentuk dengan seluruh hidroksida dan menghasilkan alkalin, larutan berair (garam kalium, kalsium, magnesium). Asam sitrat dapat membusakan karbonat, dan sifat ini dimanfaatkan dalam garam effervescent. Sitrat dalam bentuk logam alkali larut dalam air, sedangkan kebanyakan sitrat lainnya tidak larut dalam air. Namun sitrat yang tidak larut dapat dilarutkan dengan asam sitrat berlebih atau ion sitrat (biasanya disediakan oleh garam sitrat) (Daniel, 1966).

Penggunaan asam sitrat diantaranya : garam effervescent, sirup pada sediaan farmasi, elixir, bubuk dan tablet effervescent, untuk menyesuaikan pH makanan, dan sebagai antioksidan dalam pembuatan keju. Digunakan dalam minuman, jelly, selai,

pengawet dan perasa pada permen. Sebagai reagen untuk albumin, musin, glukosa, dan pigmen empedu (Anonim, 1983).

Penggunaan asam sitrat untuk terapi masih jarang. Namun untuk alasan yang beragam, asam sitrat ini memiliki manfaat yang luas dalam bidang farmasi. Beberapa garam asam sitrat telah tersedia dan digunakan untuk logam ion dan larutan sitrat, contohnya sodium sitrat USP dan potasium sitrat N.F. (Daniel, 1966).

#### **D. *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC)**

HPLC merupakan teknik relatif baru dari teknik kromatografi. Teknik ini sebenarnya berupa kromatografi cair yang cara elusinya menggunakan tekanan tinggi (hingga 5000 psi atau 300 atm). Oleh karena itu, teknik ini permulaannya disebut dengan *High Pressure Liquid Chromatography*. Pemakaian HPLC bertujuan untuk memisahkan campuran sehingga didapatkan suatu senyawa murni (Anwar, 1999).

##### **1. Peralatan Dalam HPLC**

Peralatan HPLC meliputi pompa pemindah cairan, bak pelarut, tempat injeksi, kolom, detektor, dan rekorder. Faktor terpenting dalam mengontrol pemisahan adalah komposisi dari fase gerak. Dibanding dengan kromatografi gas, eluen yang digunakan pada HPLC memiliki kekentalan 20 hingga 200 kali lebih besar dibanding kekentalan gas pada fase gerak di kromatografi gas. Untuk mengatasi ini, eluen harus dipompa dengan tekanan yang besar dan dengan laju antara 1-10 ml per menit. Analit yang keluar dari kolom berkadar rendah sehingga dibutuhkan detektor yang sangat sensitif. Detektor yang lazim digunakan dalam HPLC antara lain detektor Ultra Violet, detektor Indeks Bias, dan detektor Fluoresensi (Anwar, 1999).

##### **2. Pentingnya Polaritas Dalam HPLC**

Pembagian larutan antara dua fase ditentukan oleh interaksi larutan dengan masing-masing fase. Kemampuan interaksi ini ditentukan oleh jenis dan

ketentuan gaya intermolekuler yang ada, atau secara umum ditentukan oleh polaritas sampel fase gerak dan fase diam (Lindsay, 1992).

Bila polaritas fase diam dan fase gerak serupa, maka kemungkinan interaksi larutan dengan masing-masing fase juga serupa, terutama menurunkan pemisahan. Untuk fase diam tipe hidrokarbon (non polar), membutuhkan fase gerak yang bersifat polar. Sebaliknya silika yang tidak dimodifikasi, yang memiliki polaritas tinggi, memerlukan fase gerak dengan polaritas rendah (Lindsay, 1992).

#### E. Spektrofotometri Infra Merah

Spektrofotometri infra merah adalah bagian dari spektroskopi yang menggunakan radiasi infra merah sebagai sumber radiasinya. Bagian pokok dari spektrofotometri infra merah adalah sumber cahaya infra merah, monokromator, dan detektor (Sastrohamidjojo, 1990).

Spektrofotometri infra merah sangat penting dalam kimia modern. Spektrometer ini merupakan alat rutin untuk mendeteksi gugus fungsional, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran (Day dan Underwood, 1986).

Jika suatu energi yang berbentuk radiasi cahaya mengenai suatu materi maka akan terjadi interaksi antara radiasi dengan materi karena materi menyerap energi. Akibat interaksi ini, pada materi dapat terjadi vibrasi rentangan (*stretching*) dan vibrasi bengkakan (*bending*) dari ikatan kovalen.

Pada suhu kamar, molekul senyawa organik dalam keadaan vibrasi tetap. Setiap ikatan mempunyai frekuensi ulur dan frekuensi tekuk yang karakteristik dan dapat menyerap sinar dari frekuensi tersebut. Vibrasi dua atom yang dihubungkan dengan ikatan kimia dapat disamakan dengan vibrasi dua bola yang dihubungkan oleh pegas. Dengan menggunakan cara seperti itu dapat diterapkan beberapa hal yang penting dari spektrum inframerah (Sudjadi, 1985).

Pembagian daerah radiasi infra merah (*infra red* atau IR) :

1. Daerah IR dekat ( $\lambda$  0,78-2,5  $\mu\text{m}$ , bilangan gelombang 13000-4000  $\text{cm}^{-1}$ , frekuensi  $3,8 \times 10^{14}$ - $0,06 \times 10^{14}$  Hz)
2. Daerah IR sedang ( $\lambda$  2,5-5,0  $\mu\text{m}$ , bilangan gelombang 4000-200  $\text{cm}^{-1}$ , frekuensi  $1,2 \times 10^{14}$ - $0,06 \times 10^{14}$  Hz)
3. Daerah IR jauh (50-1000  $\mu\text{m}$ , bilangan gelombang 100-10  $\text{cm}^{-1}$ , frekuensi  $6,0 \times 10^{12}$ - $0,3 \times 10^{12}$  Hz)
4. Daerah yang biasa dipakai dalam analisis instrumental ( $\lambda$  2,5-15  $\mu\text{m}$ , bilangan gelombang 4000-670  $\text{cm}^{-1}$ , frekuensi  $1,2 \times 10^{14}$ - $0,2 \times 10^{14}$  Hz).

(Mulja dan Suharman, 1995)

Ada berbagai cara pengolahan cuplikan untuk spektrofotometer infra merah. Cara yang digunakan tergantung dari jenis cuplikan (gas, cairan, padatan). Ada 3 cara yang umum untuk menangani cuplikan bentuk padatan yaitu pellet kalium bromida, *mull* dan bentuk film atau lapisan tipis (Sastrohamidjojo, 1990).

Teknik pellet kalium bromida, dilakukan dengan cara sampel batu ginjal (0,5-1,0 mg) yang telah digerus halus dicampur dengan serbuk kalium bromida kering hingga homogen, kemudian dikempa dengan tekanan 10.000-15.000 psi menjadi *disk* atau tablet yang transparan (Sastrohamidjojo, 1990).

Pembacaan spektra infra merah dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu dengan membandingkan spektra baku dan interpretasi spektra menggunakan letak vibrasi gugus tertentu. Penggunaan spektra baku dapat dilakukan karena spektra infra merah merupakan "sidik jari" dari molekul, karena setiap gugus memiliki spektra yang khas. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan frekuensi vibrasi pada macam ikatan yang berbeda atau pada macam ikatan yang sama namun berbeda lingkungan ikatan tersebut (Hadjar, 1987).

Analisis kualitatif batu ginjal menghasilkan spektrum yang menunjukkan adanya "peak" karakteristik terhadap komposisi batu ginjal jenis tertentu pada garis spektra tertentu.

Garis spektra tersebut antara lain :

- a. garis spektra dengan bilangan gelombang 1610-1550  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 1620 \text{ cm}^{-1}$  dan bilangan gelombang 1420-1300  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 1318 \text{ cm}^{-1}$  adalah karakteristik untuk batu jenis "*Whewellite*".
- b. garis spektra dengan bilangan gelombang 1610-1550  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 1640 \text{ cm}^{-1}$  dan bilangan gelombang 1420-1300  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 1325 \text{ cm}^{-1}$  adalah karakteristik untuk batu jenis "*Whedellite*".
- c. garis spektra dengan bilangan gelombang 1200-950  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 1090 \text{ cm}^{-1}$  dan 1040-1300  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 965 \text{ cm}^{-1}$  dan juga pada bilangan gelombang  $\pm 600 \text{ cm}^{-1}$  adalah karakteristik untuk batu jenis "*Aposite*".
- d. garis spektra dengan bilangan gelombang 1520-1350  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 1465 \text{ cm}^{-1}$  dan 1415  $\text{cm}^{-1}$  dan juga bilangan gelombang 1040-1020  $\text{cm}^{-1}$  juga pada 600  $\text{cm}^{-1}$  adalah karakteristik untuk batu jenis "*Cobotite*".
- e. garis spektra dengan bilangan gelombang 3330-2800  $\text{cm}^{-1}$  / pada  $\pm 1500-1390 \text{ cm}^{-1}$  dan pada  $\pm 1000 \text{ cm}^{-1}$  adalah karakteristik untuk batu jenis "*Struvite*".

(Daudon *et al*, 1978)

Namun demikian, ternyata kita tidak dapat bertumpu seluruhnya pada spektrum infra merah. Semua data yang berhubungan dengan efek kimia-fisika dan spektroskopi perlu diperhatikan. Mengetahui perilaku senyawa sendiri dapat membantu mengungkapkan masalah (Sastrohamidjojo, 1990).

#### F. Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom merupakan spektrofotometri yang menggunakan sinar ultra lembayung dan sinar tampak sebagai sumber radiasinya. Fenomena yang terjadi adalah transisi elektron atomik, apabila radiasi foton dari sumber radiasi diabsorpsi oleh atom (Hicks *et al*, 1974).

Spektrofotometri serapan atom merupakan suatu metode analisis kimia untuk penentuan kadar unsur-unsur logam yang terdapat di dalam cuplikan yang berkadar



rendah. Prinsip dasar analisis dengan spektrofotometri serapan atom adalah interaksi berbagai bentuk energi dengan atom dari unsur yang dianalisa. Interaksi ini menyebabkan penyerapan sebagian atau seluruh energi, tergantung jumlah atom yang berada pada tingkat energi dasar dilewatkan seberkas radiasi yang berbanding lurus dengan jumlah atom yang mengalami eksitasi (Hendayana *et al*, 1994).

Radiasi yang diabsorpsi mempunyai panjang gelombang tertentu sesuai dengan energi yang diperlukan atom untuk eksitasi. Kondisi yang baik adalah energi itu hanya diabsorpsi oleh atom dan tidak oleh nyala api pengatoman (Pecsok *et al*, 1976).

Analisis spektrofotometri serapan atom dilakukan melalui 3 tahapan, yaitu :

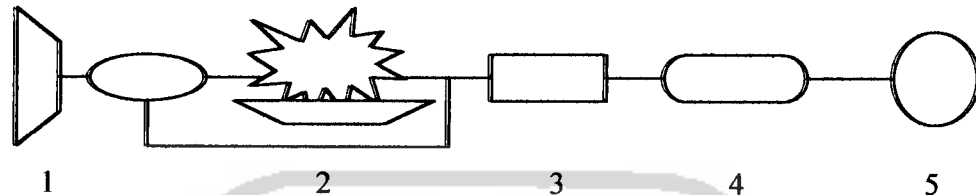
- a. Pengubahan sampel menjadi kabut atom. Pengubahan sampel menjadi kabut atom dapat menggunakan nyala atau tanpa nyala.
- b. Radiasi foton pada kabut atom dengan panjang gelombang tertentu untuk masing-masing unsur yang diperiksa.
- c. Penyerapan sinar oleh kabut atom sampel. Besarnya dapat dihubungkan dengan konsentrasi unsur yang diperiksa (Hicks *et al*, 1974).

Pembentukan kabut atom dengan energi dasar yang merupakan dasar metode spektrofotometri ini dapat dihalangi oleh 2 macam gangguan kimia yaitu :

- a. Pembentukan senyawa stabil yang menyebabkan disosiasi sampel tidak sempurna atau pembentukan senyawa stabil dalam nyala. Gangguan ini dapat dihindari dengan cara menaikkan suhu nyala, menggunakan zat pembebas (*releasing agent*) atau ekstraksi analit (atom unsur pengganggu).
- b. Ionisasi atom-atom gas pada tingkat energi dasar. Ionisasi atom-atom gas dalam nyala akan mengurangi intensitas absorpsi di dalam spektrofotometri serapan atom. Ionisasi dapat dikurangi dengan penambahan zat penahan ionisasi, biasanya berupa larutan yang mengandung kation dengan potensial ionisasi lebih rendah daripada analit (Hendayana *et al*, 1994).

Alat spektrofotometri serapan atom terdiri atas lima bagian utama yaitu sumber radiasi (biasanya lampu katoda cekung), sistem pengatoman, monokromator,

detektor, dan sistem pembacaan seperti tertera pada gambar 1 berikut (Christian dan O'Reilly, 1986) :



Gambar 1. Komponen-komponen spektrofotometer serapan atom

1. Sumber radiasi, yaitu bagian untuk menghasilkan sinar yang energinya dapat diserap oleh atom-atom unsur-unsur yang dianalisis. Sumber radiasi yang dipergunakan biasanya adalah lampu katoda cekung (*hallow cathode lamp*).
2. Sistem pengatoman, yaitu bagian untuk menghasilkan atom-atom bebas, karena pada blok ini senyawa yang dianalisis ditempatkan, diubah bentuknya dari bentuk ion menjadi atom bebas.
3. Monokromator, yaitu bagian yang berfungsi untuk mengisolasi salah satu garis resonansi dari beberapa spektrum yang dihasilkan oleh lampu katoda cekung.
4. Detektor, yaitu bagian yang berfungsi merubah tenaga sinar menjadi tenaga listrik kemudian tenaga listrik yang dihasilkan akan dipergunakan untuk mendapatkan sesuatu yang dapat dibaca oleh mata.
5. Sistem pembacaan, merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca.

### G. Landasan Teori

Buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L.) merupakan salah satu bahan obat tradisional. Semua bagian dari tanaman ini masing-masing mempunyai manfaat dan khasiat yang berbeda-beda. Bagian yang paling banyak digunakan adalah buah belimbing wuluh, yang banyak mengandung asam sitrat.

Asam sitrat ini akan memutuskan ikatan senyawa kalsium oksalat, yang merupakan salah satu senyawa penyusun batu ginjal yang tidak dapat larut dalam air karena berada dalam bentuk kristal yang keras. Pemutusan ikatan ini kemungkinan karena asam sitrat di dalam ginjal akan terurai menjadi ion sitrat yang memiliki tiga muatan negatif dan tiga ion hidronium, sedangkan oksalat hanya memiliki dua muatan negatif. Dengan demikian, kemungkinan kalsium yang terikat pada senyawa kalsium oksalat akan cenderung berikatan dengan ion sitrat karena ion sitrat memiliki muatan negatif lebih banyak daripada ion oksalat, membentuk senyawa kalsium sitrat yang larut dalam air. Ion oksalat yang telah kehilangan ion kalsium, kemungkinan akan berikatan dengan ion hidronium (hasil peruraian asam sitrat) membentuk senyawa asam oksalat yang larut dalam urin. Selain asam sitrat, buah belimbing wuluh juga mengandung kalium dan flavonoid. Kalium akan menyingkirkan kalsium dan bergabung dengan senyawa oksalat membentuk kalium oksalat yang mudah larut, sedangkan untuk kelarutan kalsiumnya diduga akan berikatan dengan (OH) membentuk kalsium hidroksida yang dapat larut. Reaksi pendesakan kalium terhadap garam kalsium dapat terjadi berdasarkan teori reaksi pendesakan yaitu apabila suatu atom unsur A misalnya lebih reaktif dibandingkan atom unsur yang lain misalnya B, maka dapat diramalkan bahwa kedudukan atom B dalam senyawanya misalnya BC, dapat didesak dan diganti oleh atom unsur A. Kereaktifan logam disusun menurut deret Nernst Volta dari reaktifitasnya yang tinggi sampai yang terendah yaitu : Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Zn, Cr, Fe, Ni, Sn, Pb, H, Sb, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au. Untuk flavonoid, yang memiliki gugus hidroksi karbonil dapat membentuk kompleks dengan kalsium sehingga batu ginjal tersebut akan tercerai berai dan larut.

### **H. Hipotesis**

Komponen yang terdapat dalam ekstrak air buah belimbing wuluh diduga kuat dapat melarutkan batu ginjal kalsium.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat**

Alat yang digunakan adalah *High Performance Liquid Chromatography* (*Shimadzu CTO-6A*), Spektrofotometri Serapan Atom (*Spek.AA 300 Varian Techtron Australia*), Spektrofotometri Inframerah (*Perkin Elmer 5100*), inkubator, timbangan (*Mettler Toledo AL 204 max 210 g min 0,01 g*), blender, ayakan 60-80, dan alat-alat gelas (gelas beker, gelas ukur, pipet ukur, dan labu takar), kolom *Hypersil BDS C8*.

##### **2. Bahan**

Bahan yang digunakan adalah buah belimbing wuluh siap panen (diambil dari daerah Seturan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta), batu ginjal kalsium (diperoleh dari RS Umum Dr. Sardjito Yogyakarta), standar kalsium, standar asam sitrat, *water for irrigation* (aquabides), aquades, kalium bromida p.a. (*Merck KgaA 64271 Darmstadt, Germany*), asam fosfat, metanol p.a. (*Merck KgaA 64271 Darmstadt, Germany*).

#### **B. Cara Penelitian**

##### **1. Determinasi Tanaman**

Tanaman belimbing wuluh yang digunakan pada penelitian ini berasal dari daerah Seturan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta dan dideterminasi di Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Islam Indonesia. Hasil determinasi digunakan untuk memastikan kebenaran tanaman belimbing wuluh tersebut. Surat keterangan determinasi dapat dilihat pada lampiran 1.

## 2. Penyiapan Sampel

### a. Pembuatan ekstrak buah

Buah belimbing wuluh segar siap panen, dibuang bijinya, dibersihkan dari debu dengan dicuci menggunakan air bersih yang mengalir dan ditiriskan, setelah kering dibuat ekstrak buah belimbing wuluh dengan cara: belimbing wuluh dipotong kecil-kecil lalu dibuat jus dengan cara diblender hingga campur dan diperas menggunakan kain kasa selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan corong Buchner, kemudian diidentifikasi kandungan asam sitratnya secara HPLC.

Setelah identifikasi dilakukan dan benar dalam buah belimbing wuluh terdapat asam sitrat, lalu dibuat ekstrak belimbing wuluh dengan kadar 4, 6, 8, dan 10% dengan dilakukan pengenceran menggunakan aquades.

### b. Pembuatan serbuk batu ginjal

Batu ginjal yang telah kering dan bersih digerus, dan diayak menggunakan ayakan 60-80 mesh sehingga diperoleh serbuk batu ginjal dengan ukuran yang homogen.

## 3. Identifikasi dan Analisis Kadar Asam Sitrat dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh Menggunakan HPLC

### a. Pembuatan Fase Gerak (eluen)

Fase gerak yang digunakan adalah metanol dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) 0,2 M dengan perbandingan 10 : 90. Pada penelitian ini, fase gerak dibuat sebanyak 200 ml dengan kandungan metanol sebanyak 20 ml dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) 0,2 M sebanyak 180 ml.

### b. Pembuatan kurva baku asam sitrat

Asam sitrat standar ditimbang 100 mg kemudian diencerkan dengan aquades sampai 100,0 ml sehingga diperoleh larutan asam sitrat standar kadar 1000 ppm. Dari larutan ini dapat dibuat variasi kadar yang lain yaitu 100, 200, 400, 600, dan 800 ppm dengan pengenceran. Kemudian keenam variasi kadar

dari larutan asam sitrat standar ini dianalisis secara HPLC, hasil yang diperoleh berupa luas area yang selanjutnya dapat dibuat persamaan kurva baku  $Y=BX+A$ .

**c. Pengukuran kadar asam sitrat**

Ekstrak diambil  $\pm 3$  ml, disaring menggunakan filter, dimasukkan ke dalam vial HPLC, diletakkan pada tempat injeksi, kemudian disuntikkan  $10 \mu\text{l}$  ke dalam kolom sehingga diperoleh hasil berupa kromatogram yang menunjukkan senyawa-senyawa yang terdapat dalam ekstrak. Kemudian ditentukan luas area asam sitrat, yaitu dengan menentukan luas area senyawa yang memiliki waktu retensi 5,164-5,288. Selanjutnya dapat ditentukan kadar asam sitrat yang terdapat dalam ekstrak dengan mensubstitusikan luas area sampel (ekstrak air buah belimbing wuluh) ke dalam persamaan kurva baku.

**4. Analisis Kualitatif Batu Ginjal Secara Spektrofotometri Inframerah**

Serbuk batu ginjal kurang lebih 5 mg ditambah 200 mg kalium bromida, dicampur homogen. Campuran tersebut dibuat tablet dengan bantuan tekanan 8000-1000 psi, selama 10 menit, kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometri inframerah. Spektra yang diperoleh dibandingkan dengan spektrum standar Daudon *et al* 1978.

**5. Perendaman Batu Ginjal**

Batu ginjal sebanyak 100 mg dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml ekstrak buah belimbing wuluh konsentrasi 4, 6, 8, dan 10% serta aquabides sebagai kontrol negatif. Perendaman dilakukan dalam inkubator pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam. Saring rendaman batu ginjal dengan kertas saring biasa. Filtrat yang didapat selanjutnya dipergunakan untuk pengukuran kadar kalsium yang terlarut secara spektroskopi serapan atom.

## 6. Analisis Kadar Kalsium Yang Larut Dalam Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh Secara Spektrofotometri Serapan Atom

### a. Pembuatan kurva standar kalsium

Standar kalsium diencerkan dengan aquabides sehingga diperoleh larutan kalsium standar dengan kadar 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm. Pengukuran serapan dilakukan secara spektroskopi serapan atom pada panjang gelombang 422,7 nm untuk analisis logam kalsium, dengan kondisi sebagai berikut :

- Sumber radiasi : *hallow cathoda lamp*
- Sumber pengatoman : sistem nyala
- Pembakar (*oxidant*) : udara
- Bahan bakar (*fuel*) : asetilena
- Laju alir pembakar : 10 L/min
- Laju alir bahan bakar : 3,8 L/min

Dari hasil pengukuran serapan dibuat kurva baku kalsium yang akan digunakan untuk penentuan kadar kalsium yang terlarut dalam ekstrak buah belimbing wuluh.

### b. Pengukuran kadar kalsium yang larut secara spektrofotometri serapan atom

Filtrat hasil perendaman batu ginjal dari masing-masing seri kadar 4, 6, 8, dan 10% serta kontrol negatif dengan tiga kali replikasi diukur serapannya dengan alat spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 422,7 nm untuk analisis logam kalsium dengan kondisi yang sama seperti pada pengukuran kalsium standar. Penentuan kadar kalsium yang terlarut dihitung dengan persamaan kurva baku kalsium dengan kadar 2, 4, 6, 8, dan 10%.

## 7. Analisis Hasil

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji anava satu arah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh terhadap kelarutan batu ginjal kalsium.

**BAB IV**  
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Determinasi Tanaman**

Determinasi tanaman bertujuan untuk menghindari kesalahan dalam pemilihan bahan tanaman yang akan digunakan. Untuk keperluan ini, maka determinasi dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi UII. Determinasi tanaman dilakukan dengan cara mencocokkan morfologi tanaman yang dideterminasi dengan kunci-kunci determinasi yang terdapat dalam buku Determinasi Tumbuhan saduran dari buku FLORA VOOR DE SCHOLEN IN INDONESIA karangan DR. C.G.G.J. VAN STEENIS yang diterbitkan kembali oleh F MIPA Program Studi farmasi UII (2003). Hasil determinasi yang diperoleh menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan adalah benar tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L*). Kunci determinasinya adalah sebagai berikut :

- 1b - 2b - 3b - 4b - 6b - 7b - 9b - 10b - 11b - 12b - 13b - 14a - 15b.....(Gol. 9)
- 197b - 208b - 219b - 220b - 224b - 225b - 227b - 229b - 230b - 234b - 235b - 236b - 237b - 238a.....(61. Oxalidaceae)
- 1a.....(1. *Averrhoa*)
- 1b.....(*Averrhoa bilimbi Linn*)

Surat keterangan determinasi dapat dilihat pada lampiran 1.

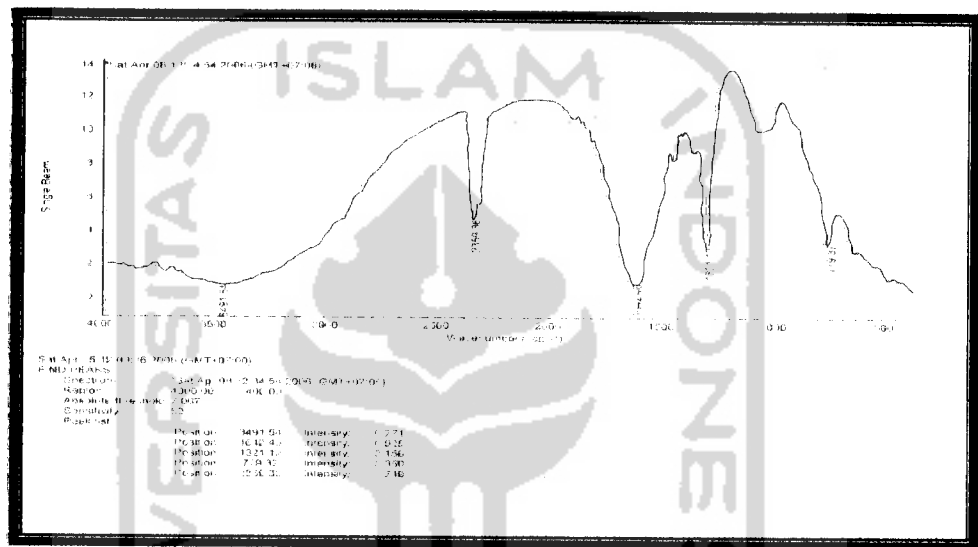
**B. Analisis Kualitatif Batu Ginjal**

Batu ginjal merupakan suatu senyawa yang tersusun dari berbagai macam gugus. Untuk mengetahui gugus yang merupakan komponen penyusun batu ginjal tersebut, maka dilakukan analisis kualitatif pada batu ginjal dengan menggunakan spektrofotometer infra merah. Hasil yang diperoleh berupa spektrum dengan puncak-puncak khas, yang kemudian dibandingkan dengan spektrum standar dari "Analyse

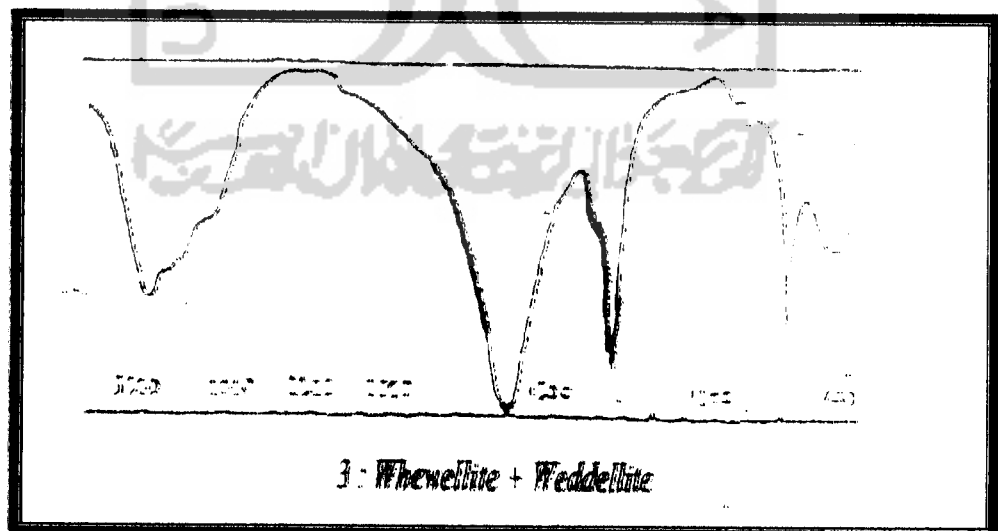


*Des Calculus Par Spectrophotometric Infrarouge Avantages Et Limites De La Method*” untuk mengetahui jenis batu ginjal yang digunakan dalam penelitian ini.

Hasil yang diperoleh berupa spektrum, yang selanjutnya dibandingkan dengan spektrogram standar dari *“Analyse Des Calculus Par Spectrophotometric Infrarouge Avantages Et limites de La Method”*.



Gambar 2. Spektrum Batu Ginjal Uji



Gambar 3. Spektrum Standar Whewellite + Weddellite

Penentuan jenis batu ginjal dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan membandingkan spektrum batu ginjal uji dan spektrum standar. Dari gambar 2, dapat diketahui bahwa *peak-peak* yang terdapat pada spektrum sampel batu ginjal serupa dengan *peak-peak* yang terdapat pada spektrum standar batu ginjal jenis *whewellite* dan *weddellite*. Kedua, dapat dilakukan dengan membandingkan posisi bilangan gelombangnya, yang dapat dilihat pada tabel I berikut ini :

Tabel I. Vibrasi prinsipal dari batu ginjal

Batu Ginjal	Ikatan Yang Bervibrasi	Gugus Fungsional	Tipe vibrasi	Posisi Bil. Gel. (cm <sup>-1</sup> )		Molekul Yang Bersesuaian
				Daerah Umum	Daerah Khusus	
Standar	C=O	Amida (peptide)	Ulur (asim)	1610 - 1550	1640	<i>Whewellite</i>
		- COO	Ulur (sim)	1420 - 1300	1325	<i>Weddellite</i>
Sampel	C=O	Amida (peptide)	Ulur (asim)	1610 - 1550	1642,46	<i>Whewellite</i>
		- COO	Ulur (sim)	1420 - 1300	1321,12	<i>Weddellite</i>

Keterangan :

*Whewellite* : Ca oksalat monohidrat [Ca (COO)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O]

*Weddellite* : Ca oksalat dihidrat [Ca (COO)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O]

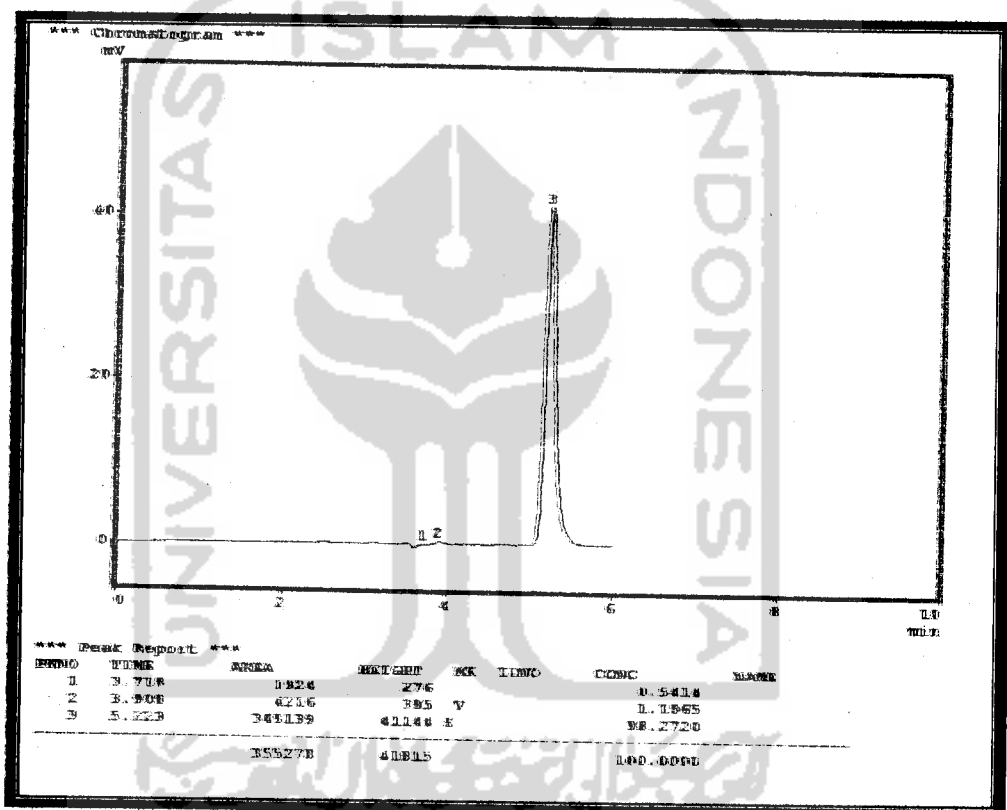
(Daudon *et al*, 1978)

Berdasarkan tabel, dapat dilihat puncak yang terdapat pada posisi bilangan gelombang 1642,46 cm<sup>-1</sup> dan 1321,12 cm<sup>-1</sup>, yang bersesuaian dengan molekul *whewellite* dan *weddellite*, yang merupakan batu ginjal yang memiliki unsur Ca.

### C. Analisis Asam Sitrat Dalam Ekstrak Buah Belimbing Wuluh Secara HPLC

#### 1. Analisis Kualitatif Asam Sitrat Dalam Ekstrak Belimbing Wuluh

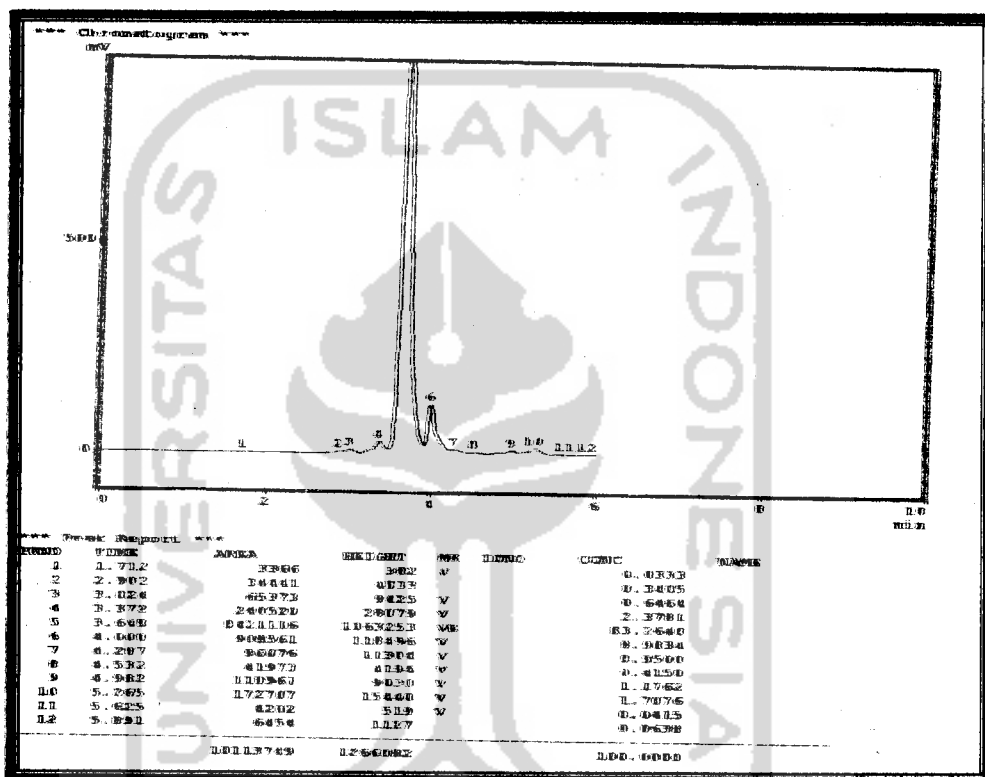
Analisis kualitatif asam sitrat bertujuan untuk mengetahui keberadaan asam sitrat dalam ekstrak buah belimbing wuluh. Dilakukan dengan membandingkan waktu retensi asam sitrat standar, yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 4. Kromatogram Asam Sitrat Standar Konsentrasi 1000 ppm**

**Fase gerak** : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
**Fase diam** : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
**Flowrate** : 1 ml/min  
**Volume injeksi** : 10  $\mu$ l  
**Detektor** : UV 220 nm  
**Tekanan** : 96 atm

Dari gambar 4 diatas, dapat diketahui bahwa waktu retensi asam sitrat adalah 5,223 menit. Data lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 6, dan diperoleh waktu retensi untuk asam sitrat adalah 5,164 - 5,228. Kemudian dibandingkan dengan kromatogram ekstrak buah belimbing wuluh yang dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini :



Gambar 5. Kromatogram Ekstrak Buah belimbing Wuluh Konsentrasi 100%

Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5 µm, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10 µl  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm

Senyawa asam sitrat pada ekstrak buah belimbing wuluh ditunjukkan oleh puncak nomor 10, yang memiliki waktu retensi 5,265 (Gambar 5). Dengan demikian telah terbukti bahwa ekstrak buah belimbing wuluh benar mengandung asam sitrat.

Pada kromatogram sampel terlihat puncak nomor 5 yang luas areanya paling besar, sehingga diduga ada senyawa lain yang lebih polar dibanding asam sitrat.

## 2. Kurva Baku Asam Sitrat Standar

Pembuatan kurva baku asam sitrat dilakukan dengan membuat larutan standar asam sitrat dengan kadar 100, 200, 400, 600, 800, 1000 ppm. Hasil yang diperoleh berupa luas area, yang dapat dilihat pada tabel II berikut ini :

Tabel II. Hasil pengukuran asam sitrat standar

Konsentrasi asam sitrat (ppm)	Luas area kromatogram	Keterangan
100	30792	a = -4671,427 b = 348,628 r = 0,9994
200	65922	
400	134455	
600	205632	
800	266779	
1000	349139	

Dari hasil pengukuran asam sitrat standar tersebut, selanjutnya dibuat grafik dan persamaan kurva bakunya. Grafik yang diperoleh ternyata hasilnya tidak bagus, maka dilakukan modifikasi data sebagai berikut :

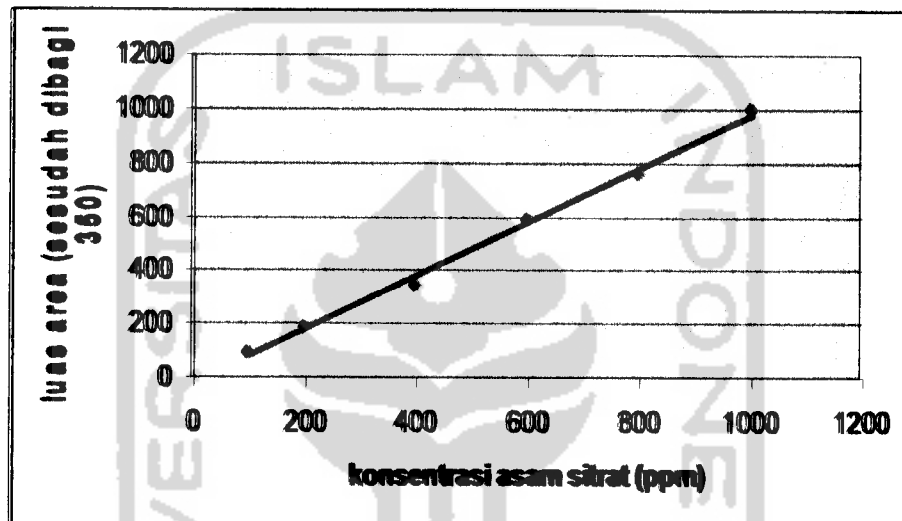
Tabel III. Modifikasi data pengukuran asam sitrat standar

Konsentrasi asam sitrat (ppm)	Luas area kromatogram (: 350)	Keterangan
100	87,977	a = -13,347 b = 0,996 r = 0,9994
200	188,348	
400	384,157	
600	587,520	
800	762,226	
1000	997,540	

Diperoleh persamaan kurva baku asam sitrat :

$$Y = 0,996X - 13,347$$

Grafik antara konsentrasi asam sitrat standar dan luas area dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 6. Kurva baku asam sitrat standar (Hubungan antara konsentrasi asam sitrat vs luas permukaan)

Dari gambar 6 di atas, dapat dilihat adanya korelasi antara konsentrasi dan luas area dengan nilai  $r$  hitung ( $0,9994$ )  $>$   $r$  tabel ( $0,829$ ) pada taraf kepercayaan ( $\alpha$ )  $0,05$ , daftar  $r$  tabel dapat dilihat pada lampiran 10, sehingga persamaan yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan kadar asam sitrat dalam sampel.

### 3. Kadar Asam Sitrat Dalam Ekstrak Buah Belimbing Wuluh

Sebagaimana hasil analisis kualitatif asam sitrat sebelumnya, diketahui bahwa senyawa asam sitrat pada sampel ditunjukkan oleh puncak nomer 10, dengan luas area 172707 diubah menjadi 493,448 (data modifikasi), yang kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan kurva baku  $Y = 0,996X - 13,347$ , dengan perhitungan sebagaimana terdapat pada lampiran 9. Dari hasil perhitungan, dapat

diketahui kadar asam sitrat dalam ekstrak buah belimbing wuluh, yaitu 508,830 ppm. Selanjutnya, dapat dihitung kadar asam sitrat dalam ekstrak pada konsentrasi 4, 6, 8, dan 10% dengan hasil sebagai berikut (Tabel IV) :

**Tabel IV. Hasil perhitungan kadar asam sitrat dalam ekstrak buah belimbing wuluh**

Konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (%)	Kadar asam sitrat (ppm)
4	20,353
6	30,530
8	40,706
10	50,883

#### D. Analisis Kadar Kalsium Secara Spektrofotometri Serapan Atom

##### 1. Kurva Baku Kalsium Standar

Kurva baku kalsium dilakukan dengan membuat larutan standar kalsium dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm. Hasil yang diperoleh berupa absorbansi yang kemudian dapat dibuat persamaan kurva bakunya. Absorbansi yang diperoleh pada pengukuran kalsium standar yang digunakan pada penentuan kadar kalsium dalam ekstrak buah belimbing wuluh adalah sebagai berikut (Tabel V) :

**Tabel V. Hasil pengukuran absorbansi kalsium standar**

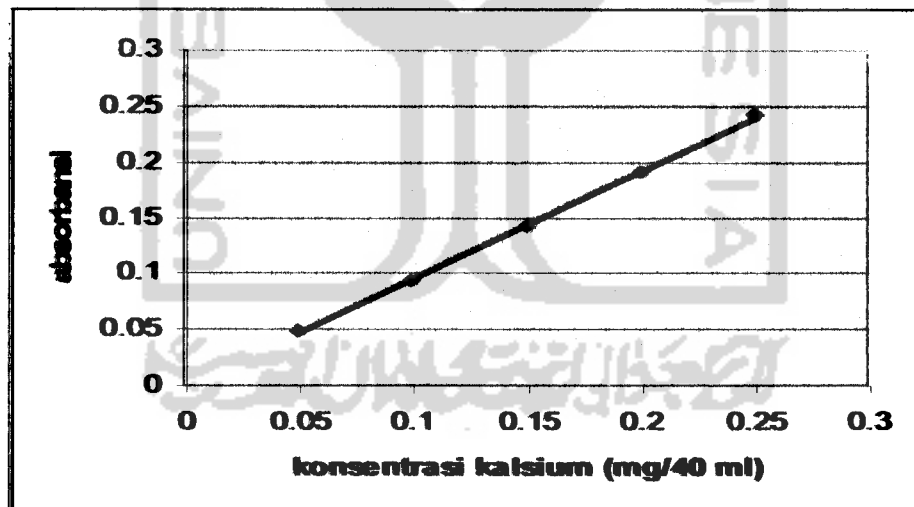
Konsentrasi kalsium (ppm)	Absorbansi	Keterangan
2	0,048	
4	0,093	$a = -2,5 \cdot 10^{-3}$
6	0,142	$b = 0,02425$
8	0,190	$r = 0,9997$
10	0,242	

Dari hasil pengukuran kalsium standar tersebut, selanjutnya dibuat grafik dan persamaan kurva bakunya. Grafik yang diperoleh ternyata hasilnya tidak bagus, maka dilakukan modifikasi data sebagai berikut :

**Tabel VI. Modifikasi data pengukuran absorbansi kalsium standar**

Konsentrasi kalsium (mg/40 ml)	Absorbansi	Keterangan
0,05	0,048	$a = -2,5 \cdot 10^{-3}$ $b = 0,970$ $r = 0,9997$
0,1	0,093	
0,15	0,142	
0,2	0,190	
0,25	0,242	

Grafik antara konsentrasi kalsium standar dan absorbansi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 7. Kurva baku kalsium standar (Hubungan antara konsentrasi kalsium vs absorbansi)**

Gambar 7 di atas menunjukkan adanya korelasi antara konsentrasi dan absorbansi dengan nilai  $r$  hitung ( $0,9997$ )  $>$   $r$  tabel ( $0,900$ ) dengan taraf kepercayaan ( $\alpha$ )  $0,05$ , daftar  $r$  tabel dapat dilihat pada lampiran 10, sehingga persamaan yang



diperoleh dapat digunakan untuk menentukan kadar kalsium dalam sampel. Adapun persamaan kurva baku yang diperoleh dari data tersebut adalah :

$$Y = 0,97X - 2,5 \cdot 10^{-3}$$

## 2. Kadar Kalsium Yang Terdapat Dalam Ekstrak Buah Belimbing Wuluh

Sebelum dilakukan pengukuran kalsium pada batu ginjal yang terlarut dalam ekstrak, terlebih dahulu dilakukan pengukuran kadar kalsium yang terdapat dalam ekstrak. Dalam menentukan kadar kalsium yang terkandung dalam ekstrak, dilakukan replikasi tiga kali. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

**Tabel VII. Hasil pengukuran kadar kalsium yang terdapat dalam ekstrak buah belimbing wuluh (100%)**

Ekstrak	Pengenceran	Absorbansi (*)	Kadar kalsium (ppm)
Replikasi 1	62,5x	0,024	68,299
Replikasi 2	62,5x	0,026	73,454
Replikasi 3	62,5x	0,025	70,876
Kadar rata-rata			70,876

**Keterangan :**

(\*) = ekstrapolasi (terhadap kurva)

Dari hasil pengukuran kadar kalsium yang terdapat dalam ekstrak diperoleh data ekstrapolasi untuk nilai absorbansinya karena nilainya di luar *range* absorbansi kalsium standar. Kemudian dapat dihitung kadar kalsium yang terkandung dalam ekstrak buah belimbing wuluh konsentrasi 100% dengan mensubstitusikan nilai absorbansi ekstrak ke dalam persamaan kurva baku kalsium standar, hasilnya yaitu 70,876 ppm. Selanjutnya, dapat dihitung kadar kalsium dalam ekstrak pada konsentrasi 4, 6, 8, dan 10%.

Tabel VIII. Hasil perhitungan kadar kalsium dalam ekstrak buah belimbing wuluh

Konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (%)	Kadar kalsium(ppm)
4	2,625
6	3,937
8	5,250
10	6,562

### 3. Kadar Kalsium Yang Terlarut Dalam Ekstrak

Pada penelitian ini untuk perendaman batu ginjal dalam ekstrak dilakukan inkubasi selama 4 jam karena berdasarkan penelitian sebelumnya yang berjudul "UJI KELARUTAN BATU GINJAL KALSIUM PADA EKSTRAK AIR BUAH NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) SECARA *INVITRO*" oleh Aisyah (2005) telah dilakukan orientasi waktu perendaman dan hasilnya waktu 4 jam merupakan waktu yang optimal dalam proses pelarutan kalsium oleh ekstrak buah nanas. Untuk mengukur kadar kalsium yang terlarut dalam ekstrak menggunakan spektrofotometer aerapan atom. Hasil pengukuran yang diperoleh berupa absorbansi. Kadar kalsium total yang terlarut dalam ekstrak dapat dihitung dengan mensubstitusikan absorbansi ke dalam persamaan kurva baku  $Y = 0,97X - 2,5 \times 10^{-3}$  yang telah diperoleh sebelumnya.

Tabel IX. Hasil pengukuran kadar kalsium yang terlarut dalam ekstrak buah belimbing wuluh

Konsent ekstrak (%)	Pengenc.	Absorbansi	Kadar Ca Total Dalam Ekstrak (ppm)	Kadar Ca Terlarut (ppm) $[Ca_{Total} - (Ca_{Ekstrak} + Ca_{Kontr. neg})]$	Kadar Ca Terlarut Rata2 (ppm) $\pm$ SD
4	62,5x	0,016	47,680	43,381	52,182
	62,5x	0,019	55,412	51,113	$\pm$
	62,5x	0,023	65,722	61,423	9,052
6	62,5x	0,020	57,990	52,274	55,166
	62,5x	0,020	57,990	52,274	$\pm$
	62,5x	0,023	65,722	60,006	4,464
8	62,5x	0,024	68,299	61,165	63,303
	62,5x	0,025	70,876	63,742	$\pm$
	62,5x	0,025	70,876	63,742	1,488
10	62,5x	0,026	73,454	64,902	68,864
	62,5x	0,028	78,608	70,056	$\pm$
	62,5x	0,028	78,608	70,056	2,976
Kontrol negatif		0,043	1,876		1,464
		0,027	1,216		$\pm$
		0,029	1,299		0,359

Keterangan :

Kontrol negatif : aquabides + batu ginjal

Data absorbansi yang diperoleh pada tabel IX merupakan data ekstrapolasi karena nilai absorbansinya di luar *range* absorbansi kalsium standar, selanjutnya dari data tersebut dapat ditentukan pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap kadar kalsium yang terlarut menggunakan uji statistik anava satu arah. Uji statistik anava digunakan untuk pengujian lebih dari dua sampel, yaitu kadar kalsium terlarut dengan replikasi sebanyak tiga kali. Untuk anava satu arah digunakan bila hanya terdapat satu faktor saja, yaitu kelompok konsentrasi.

Data yang diperoleh pada uji statistik anava satu arah dapat dilihat pada lampiran 8. Pada bagian deskriptif terlihat ringkasan statistika, yang berisikan jumlah sampel (N), rata-rata (*Mean*), Standar Deviasi, dan Standar Error rata-rata.

Sebelum uji statistik anava satu arah, dilakukan uji korelasi guna mengetahui ada tidaknya hubungan antara konsentrasi ekstrak dengan kadar kalsium yang terlarut  
Hipotesis yang digunakan :

$H_0$  : Tak ada korelasi antara konsentrasi ekstrak dengan kadar kalsium yang terlarut

$H_1$  : Ada korelasi antara konsentrasi ekstrak dengan kadar kalsium yang terlarut

Pengambilan keputusan berdasarkan :

a. Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima

b. Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Terlihat bahwa *Pearson Correlation* adalah 0,819 dengan nilai probabilitas 0,001. Oleh karena probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak atau ada korelasi antara konsentrasi ekstrak dengan kadar kalsium yang terlarut.

*Test of Homogeneity of Varians* ditujukan untuk menguji berlaku tidaknya asumsi untuk anava, yaitu apakah kelima konsentrasi mempunyai varians yang sama, sebab salah satu asumsi dasar dari anava adalah bahwa variannya haruslah sama.

Hipotesis :

$H_0$  : Kelima varians populasinya identik

$H_1$  : Kelima varians populasinya tidak identik

Pengambilan keputusan berdasarkan :

a. Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima

b. Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Terlihat bahwa *Levene Test* hitung adalah 2,273 dengan nilai probabilitas 0,157. Oleh karena probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima atau kelima varians adalah sama.

Bagian *Anova* berguna untuk menguji apakah variasi konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh berpengaruh terhadap pelarutan batu ginjal kalsium. Hipotesis yang digunakan dalam masalah ini adalah :

$H_0$  : Tak ada pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap kelarutan batu ginjal kalsium

$H_1$  : Ada pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap kelarutan batu ginjal kalsium

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- a. Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima
- b. Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Terlihat bahwa  $F_{hitung}$  adalah 5,945 dengan nilai probabilitas 0,020. Oleh karena probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata kadar kalsium terlarut pada kelima konsentrasi berbeda nyata.

Masalah yang akan dibahas pada *Post Hoc Test* adalah mana saja kelompok konsentrasi yang berbeda dan mana saja yang tidak berbeda. Hipotesis yang digunakan dalam masalah ini adalah :

$H_0$  : Tak ada pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap kelarutan batu ginjal kalsium

$H_1$  : Ada pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap kelarutan batu ginjal kalsium

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- a. Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima
- b. Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada tabel berikut ini (Tabel VIII) :

Table X. Hasil uji statistik menggunakan *Post Hoc Test*

Konsentrasi ekstrak	Konsentrasi ekstrak	Sig.	Keterangan
4%	6%	0,908	Tidak signifikan
	8%	0,132	Tidak signifikan
	10%	0,023	Signifikan
6%	8%	0,319	Tidak signifikan
	10%	0,057	Tidak signifikan
8%	10%	0,611	Tidak signifikan

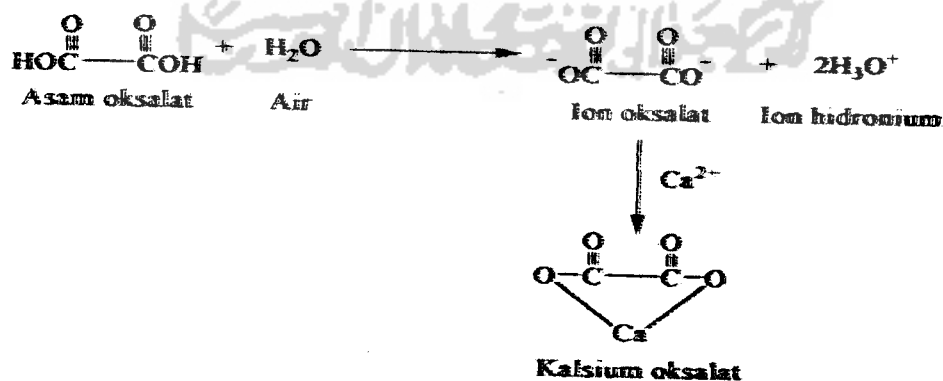
Hasil uji signifikansi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar kalsium terlarut rata-rata dari masing-masing konsentrasi ada yang berbeda secara signifikan atau perbedaan konsentrasi berpengaruh secara nyata terhadap kadar kalsium terlarut, namun adapula yang tidak

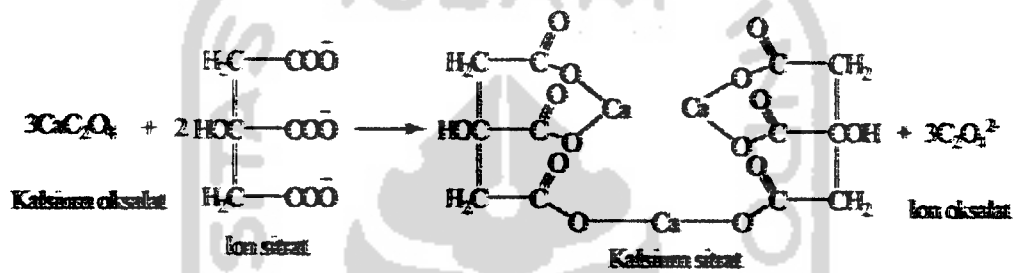
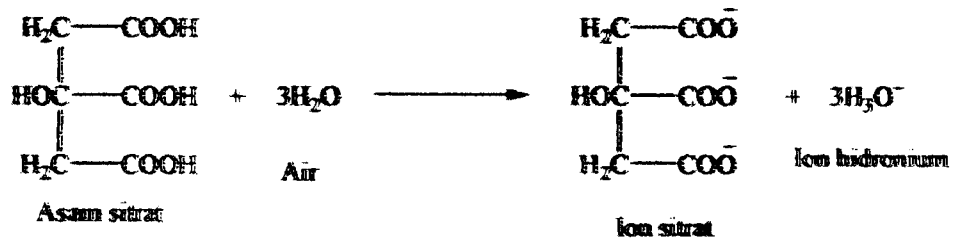
berbeda secara signifikan atau perbedaan konsentrasi tidak berpengaruh secara nyata terhadap kadar kalsium terlarut.

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan di atas, ternyata ekstrak buah belimbing wuluh dapat melarutkan kalsium yang terdapat dalam batu ginjal, dan diketahui juga bahwa kadar kalsium yang terlarut semakin tinggi dengan semakin besarnya konsentrasi ekstrak.

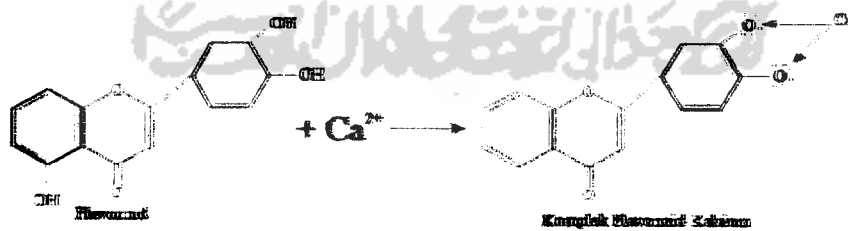
Karena senyawa yang terkandung dalam ekstrak buah belimbing wuluh bermacam-macam, maka kemampuan ekstrak buah belimbing wuluh dalam melarutkan batu ginjal tidak hanya dipengaruhi oleh asam sitrat, melainkan dipengaruhi juga oleh senyawa selain asam sitrat, misalnya kalium dan flavonoid. Untuk memastikannya dapat dilakukan pendekatan dengan menambah perlakuan perendaman batu ginjal dalam asam sitrat standar yang kadarnya setara dengan kadar asam sitrat dalam ekstrak buah belimbing wuluh variasi kadar 4, 6, 8, dan 10%. Dengan menggunakan data kadar kalsium yang terlarut dalam ekstrak buah belimbing wuluh dan asam sitrat, maka dapat ditentukan kadar kalsium dari batu ginjal yang dilarutkan oleh senyawa selain asam sitrat, yaitu dengan mengurangi kadar kalsium terlarut rata-rata dengan kadar kalsium yang terlarut dalam asam sitrat. Mekanisme-mekanisme yang mungkin terjadi pada proses pelarutan adalah sebagai berikut :

#### 1. Asam sitrat dan kalsium

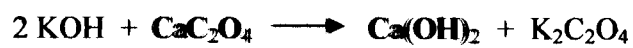




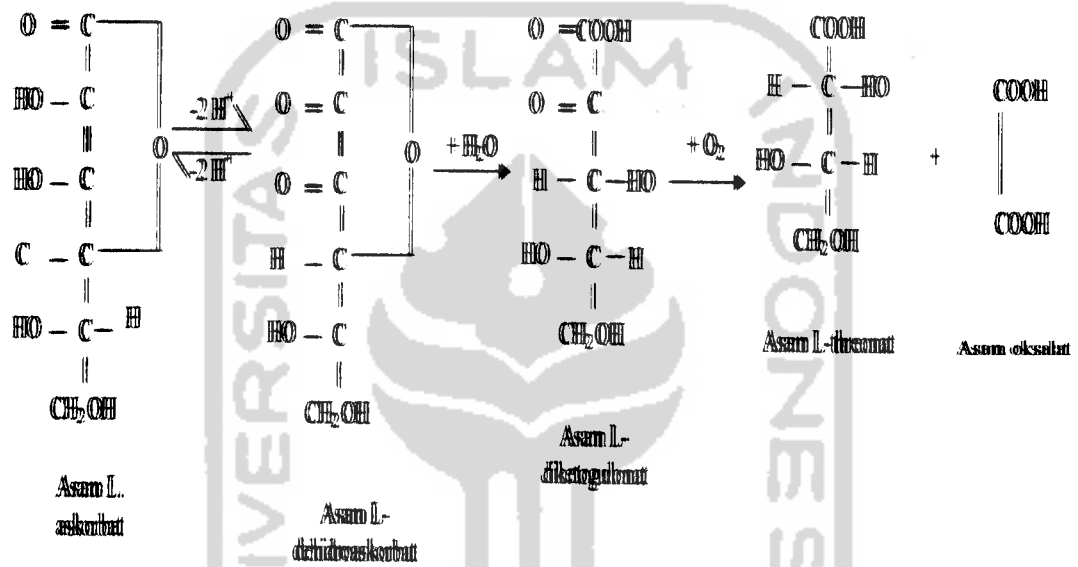
2. Flavonoid dan kalsium



3. Kalium dan kalsium



Hal terakhir yang perlu diperhatikan bahwa buah belimbing wuluh juga mengandung vitamin C, ini dapat menjadi masalah potensial bagi orang yang memiliki resiko batu ginjal, karena dalam tubuh vitamin C dirubah menjadi oksalat yang merupakan salah satu komponen penyusun batu ginjal. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :





## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**



#### **A. Kesimpulan**

1. Dalam ekstrak buah belimbing wuluh terdapat asam sitrat.
2. Ekstrak air buah belimbing wuluh dengan konsentrasi 4, 6, 8, dan 10% dapat melarutkan batu ginjal kalsium (ekstrapolasi).
3. Peningkatan konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh memberikan perbedaan yang signifikan terhadap peningkatan kadar kalsium batu ginjal yang terlarut.

#### **B. Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan (perbaikan) agar data spektrofotometri serapan atom untuk penetapan kalsium tidak ekstrapolasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui senyawa selain asam sitrat yang berpengaruh terhadap kelarutan batu ginjal kalsium.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apakah kalsium yang terlarut itu sepenuhnya disebabkan oleh asam sitrat atau juga kandungan buah belimbing wuluh yang lain dalam hal ini flavonoid dan kalium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, 2005, *Uji Kelarutan Batu Ginjal Kalsium Pada Ekstrak Air Buah Nanas (Ananas comosus L. Merr) Secara In vitro*, Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Anonim, 1983, *The Merck Index An Encyclopedia Of Chemical Drugs and Biological*, 10<sup>th</sup> edition, Merck & Co. Inc Rahway N.J., USA.
- Anonim, 1984, *Analisis Obat Tradisional Indonesia*, Jilid I, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Anonim, 2002, *Averrhoa bilimbi*, Linn, <http://www.Asiamaya.com>.
- Anwar, C., 1999, *Hand Out HPLC (High Performance Liquid Chromatography)*, Laboratorium Kimia Organik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Backer, C.A. and van den Brink, R.C., 1962, *Flora of Java (Spermatophytes Only)*, Volume I, 248, Wolters-Noordheff, N.V.-Groningen, Netherlands.
- Christian G.D. and O'Reilly, J.E., 1986, *Instrumental Analysis*, Second Edition, 296, Allyn and Bacon, Boston.
- Daniel T.C., 1966, *Textbook of Organic Medicinal and Pharmaceutical Chemistry*, 158-159, J.B. Lippincott Company, Philadelphia and Toronto.
- Daudon, M., Prostat, M.F., and Revelaud, R.J., 1978, *Analyse es Calcuspar Spectrophotometric Infrarouge, Avantages et Limites de la Methode*, Volume 36, 475-489, *Ann. Biol. Clim*, France.
- Day Jr R.A. dan Underwood A.L., 1986, *Analisis Kimia Kuantitatif*, diterjemahkan oleh Aloysius Pudjaatmaka, Edisi V, 387, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Finar I.L., 1960, *Organic Chemistry Volume I*, Sixth Edition, 492, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Gunawan, D. dan Santoso, D., 1999, *Ramuan Tradisional Untuk Penyakit Kulit*, 60-61, Penerbit PT Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hadjar, M.M.I., 1987, *Spektroskopi (I) Inframerah, Resonansi Magnetik Inti dan Massa*, PAU Bioteknologi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- Hendayana, S., Kadarohman, A.A., dan Supriatna, A., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi I, 189-199, IKIP Semarang press, Semarang.
- Heriana, S.T., 2003, *Mengenal Batu Ginjal*, <http://www.syariah.com>.
- Hicks, R., Schen Ken, J.R., Steinrauf, M.A., and Mc.Khorter, C.A., 1974, *Laboratory Instrumentation*, 52-60, Harper and Row Publisher Hagerstown.
- Knight, J.F., 1994, *Wanita Ciptaan Ajaib*, 245-246, Terjemahan Joshua L. Tobing dan Caroline V. Tobing-Kalemba, Advent Indonesia, Bandung.
- Lindsay, S., 1992, *High Performance Liquid Chromatography*, Second Edition, Published On Behalf Of Thames Polytecnic, London.
- Lynn, Eldin V. PH. D., 1948, *Organic Chemistry*, Third Edition, 121-122, Thoroughly revised, Lea and Fibiger, Philadelphia.
- Lumento, N.A., 1992, *Penyakit Ginjal (Penyebab, Pengobatan Medik, dan Pencegahannya)*, 10-15, PT. BPK Gunung Mulia, Jakarta.
- Mulya, H.M., dan Suharman, 1995, *Analisa Instrumental*, 60-61, Airlangga University press, Surabaya.
- Mursito, B., 2001, *Ramuan Tradisional Untuk Pengobatan Batu Ginjal*, 12, 13, 21, 49, 50, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pecsok, R.L., Shield, L.D., Caines, T., William, S.G., 1976, *Modern Methods of Chemical Analysis*, Second Edition, 243-262, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Sastrohamidjojo, H., 1990, *Spektroskopi Infra Merah*, 1, 3, 4, 12, 16, 17, 108, Liberty press, Yogyakarta.
- Scholtmeijer, R.J. and Scroden, F.H., 1994, *Urologi Untuk Praktek Umum*, diterjemahkan oleh RAM Soelarto, cetakan ketiga, 20-23, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Steenis, V., 1997, *Flora Untuk Sekolah di Indonesia*, cetakan ke-7, 236, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sudjadi, 1985, *Penentuan Struktur Senyawa Organik*, 202, 208, 213, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Sueca, 2004, *Terapi Batu Ginjal, Haruskah Lewat Operasi?*, Bali Post <http://www.balipost.co.id> (tgl akses 5 November 2004).

- Syamsuhidayat, S.S. dan Hutapea, J., 1991, *Inventaris Tanaman Obat*, Jilid I, 74-77, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Tampubolon, O., 1981, *Tumbuhan Obat Bagi Pecinta Alam*, Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Tanagho, E.A. and Mc.Annich, J.W., 1995, *Smiths General Urology*, 24<sup>th</sup> Ed., 279-282, Prentise Hall International Inc. USA.
- Tjitrosoepomo, G., 1998, *Taksonomi Umum : Dasar-dasar Taksonomi Tumbuhan*, 39, Gadjah Mada University press, Yogyakarta.
- Walpole, R.E., 1995, *Pengantar Statistika*, Edisi ke-3, 488, Diterjemahkan oleh Ir. Bambang Sumantri, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wed, 2004**, *Jeruk Nipis Cegah Kekambuhan Batu Ginjal*, <http://www.republika.co.id> (tgl akses 28 November 2004).
- Wijayakusumah, H., 1996, *Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia*, Jilid V, Pustaka Kartini, Jakarta.

# LAMPIRAN



**Lampiran 1 : Surat keterangan determinasi****UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JURUSAN FARMASI FMIPA UII  
LABORATORIUM BIOLOGI FARMASI**

---

Alamat : Jl.Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta  
Telpon : (0274) 895920 Ext. 3033

**SURAT KETERANGAN**

Nomor: 101/ UII/Jur Far/ det/VII/2006

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi Farmasi Jurusan Farmasi FMIPA UII menerangkan bahwa:

Nama : Elma Eliya Shofa  
NIM : 02613084  
Pada Tanggal : 27 Juli 2006

Telah mendeterminasi 1 (satu) species tanaman dengan bimbingan Dra. Iyok Budiarti, di Laboratorium Biologi Farmasi FMIPA UII.

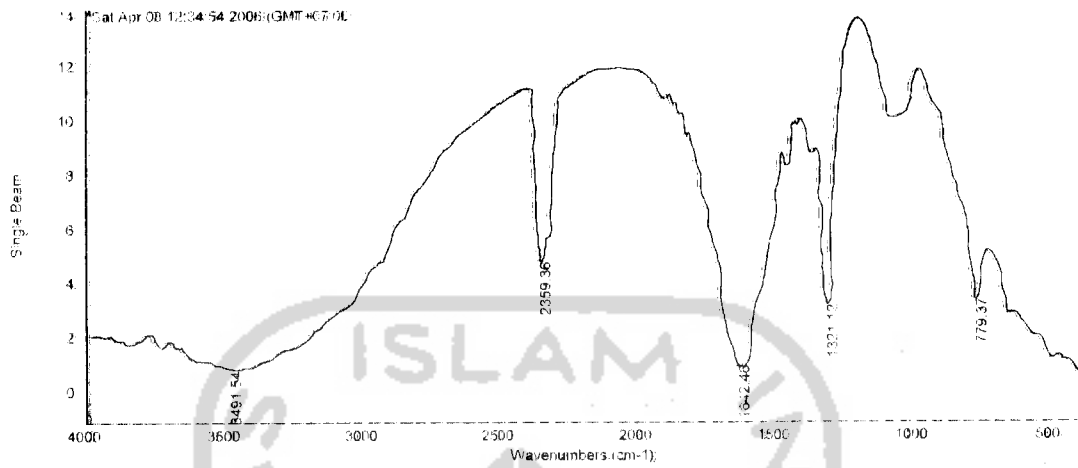
Tanaman tersebut: *Averrhoa bilimbi*, Linn ( belimbing wuluh )

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan semestinya..

Yogyakarta, 27 Juli 2006  
Laboratorium Biologi Farmasi  
Kepala

  
Asih Triastuti, S.F., Apt  
NIP. 03.469/MP

## Lampiran 2 : Spektrum Batu Ginjal Uji



Sat Apr 15 12:09:36 2006 (GMT+07:00)

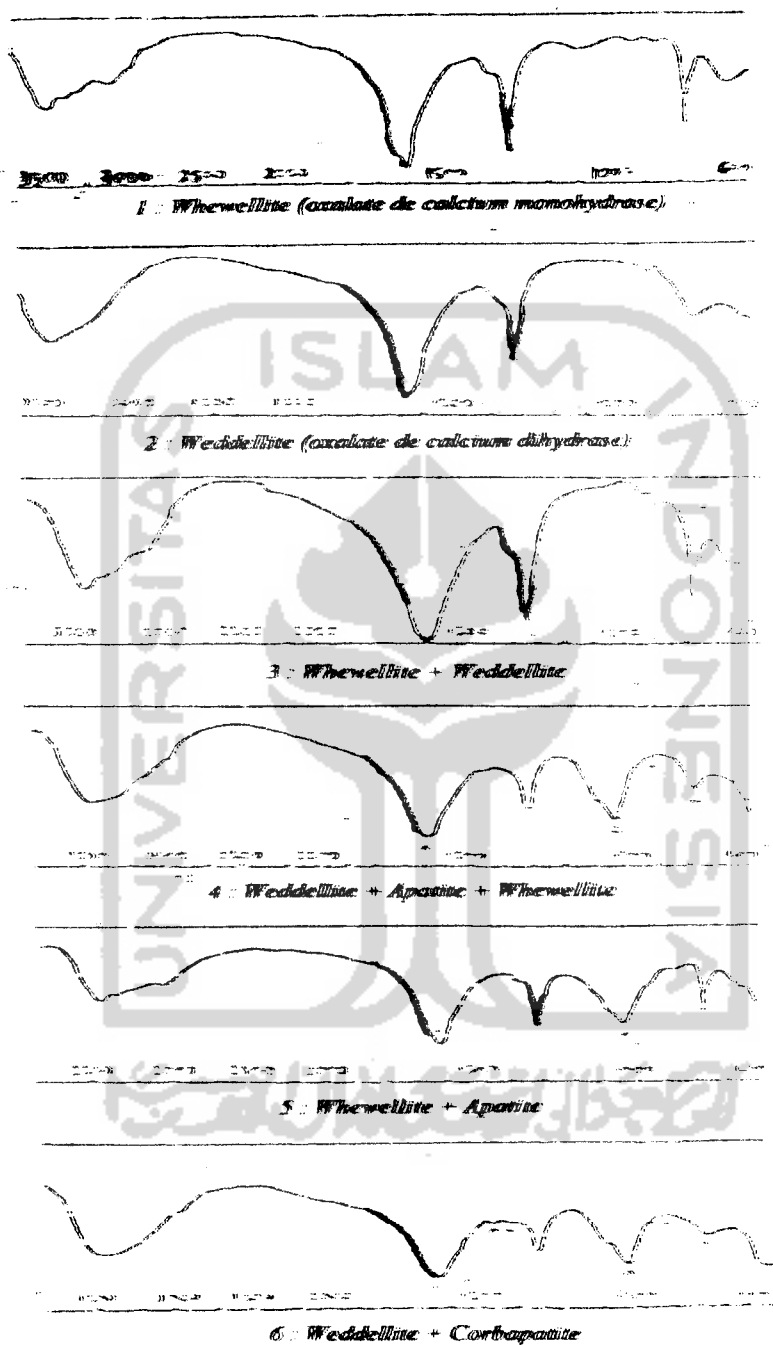
### FIND PEAKS

Spectrum: \*Sat Apr 08 12:34:54 2006 (GMT+07:00)  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 7.067  
 Sensitivity: 50

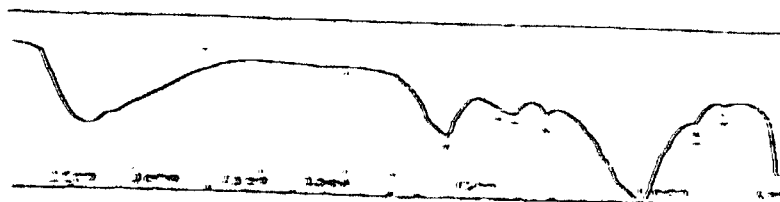
### Peak list

Position	Intensity
3491.54	0.771
1642.46	0.925
1321.12	5.156
779.37	3.350
2959.36	4.748

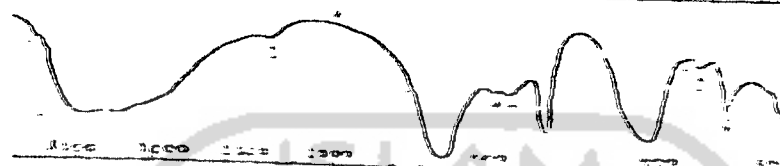
**Lampiran 3 : Spektrum Standar *Analyse des Calculus par Spectrophotometric Infrarouge* Advantage el Limitas de la Method**







7 : *Corbapatite + Whewellite + Weddellite*



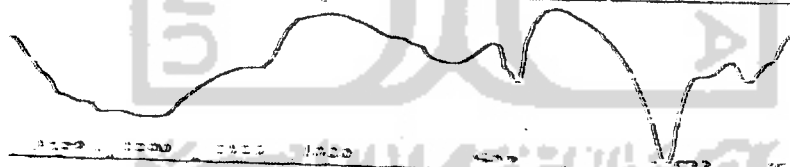
8 : *Weddellite + Corbapatite + Whewellite + Struvite*



9 : *Corbapatite + Struvite*



10 : *Struvite + Urate acide ammonium*



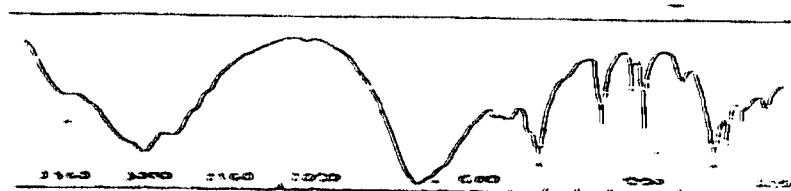
11 : *Struvite*



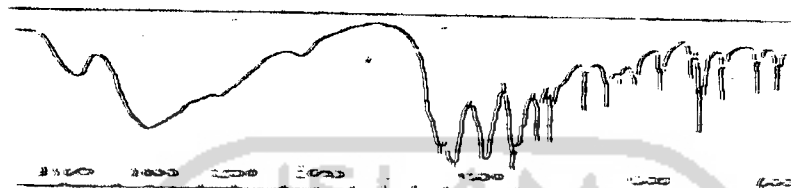
12 : *Corbapatite*



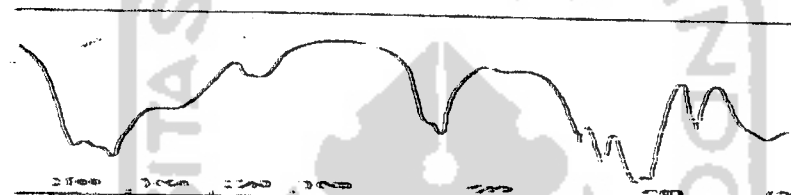
13 : *Brucite*



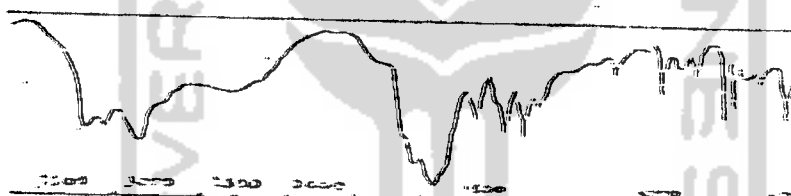
14 : Acide urique anhydre + Whewellite



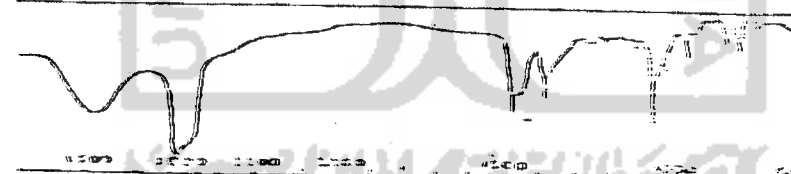
15 : Cystine



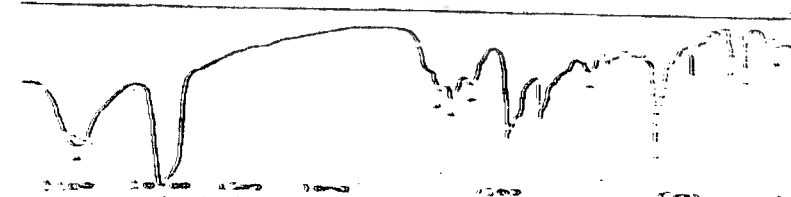
16 : Newberyite



17 : Dihydroxy adenine



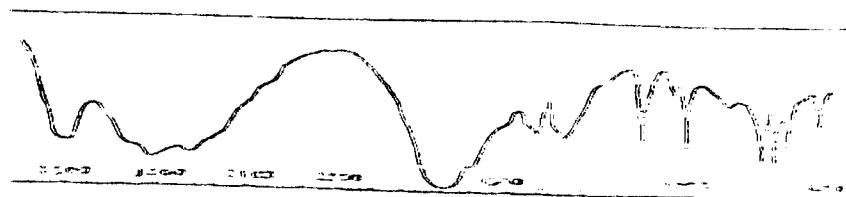
18 : Cholesterol



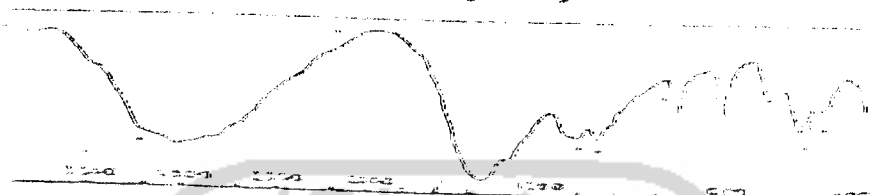
19 : Cholesterol + Biliurinate de calcium



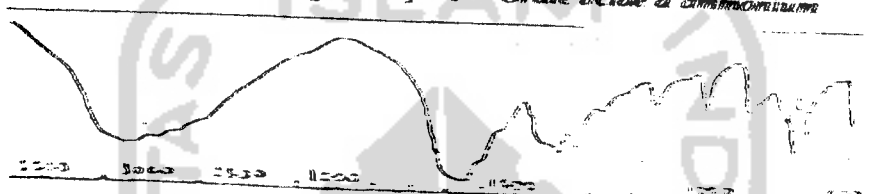
20 : Acide urique anhydrate



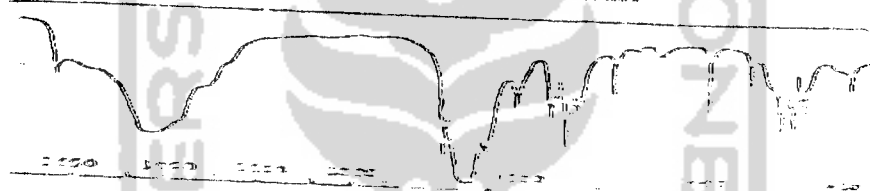
21 : Acide urique déhydrate



22 : Acide urique anhydre + Urate acide d'ammonium



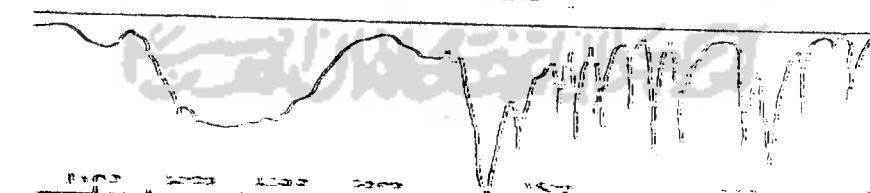
23 : Urate acide d'ammonium



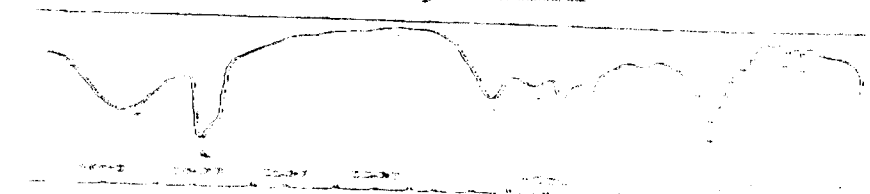
24 : Urate acide de sodium



25 : Xanthine



26 : Hydroxanthine



27 : Cholesterol + Proteines + Apamte

Lampiran 4 : Tabel Vibrasi Prinsipal Batu Ginjal

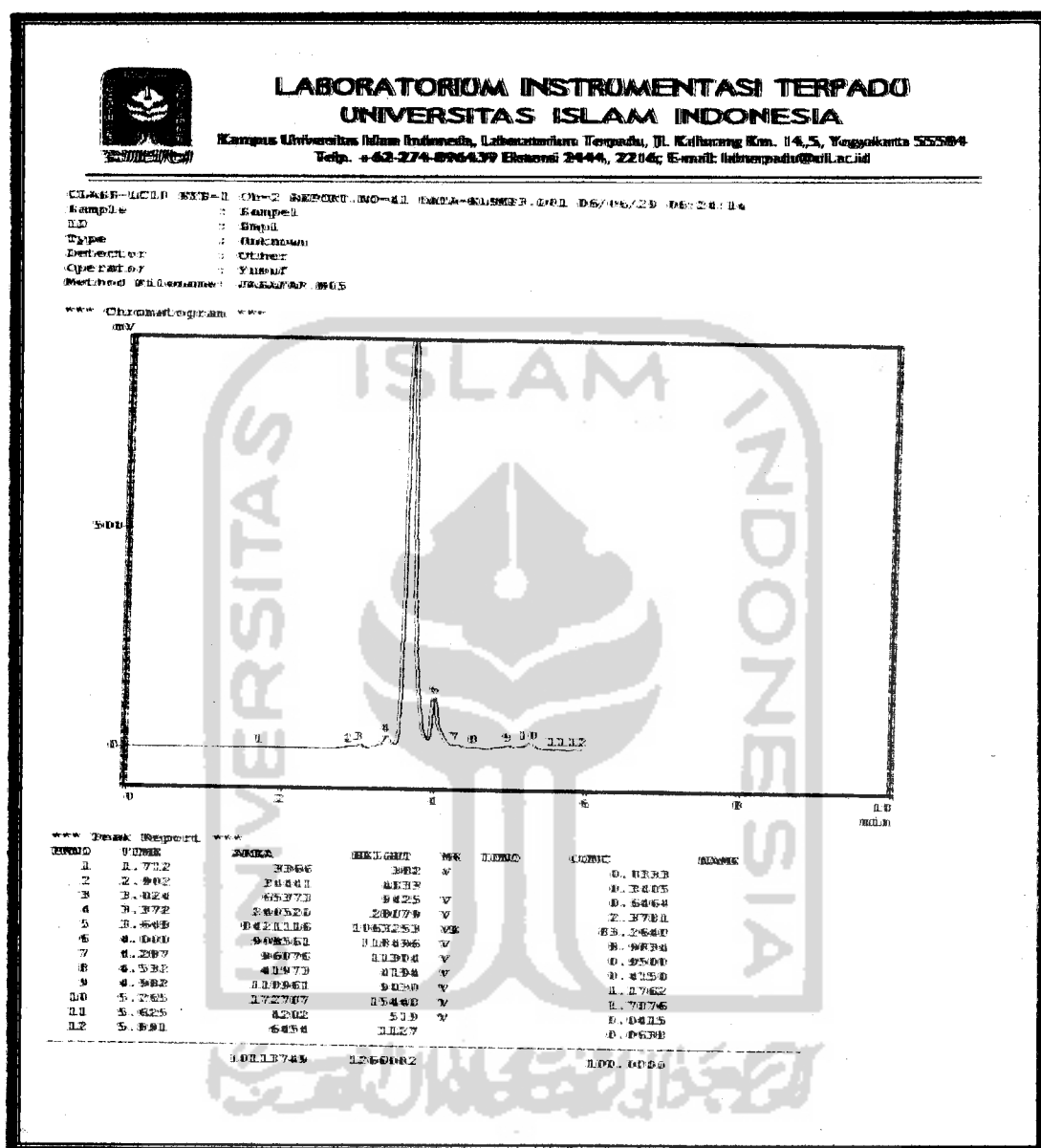
Ikatan Yang Bervibrasi	Gugus Fungsional	Tipe Vibrasi	Posisi Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Molekul Yang Bersesuaian
			Daerah Umum	Daerah Khusus	
O - H	Alkohol	Ulur	3640 - 3200	3500 - 3400	Cholesterol
		Tekuk	1250 - 1000	1055	Cholesterol
H <sub>2</sub> O		Ulur	3660 - 2880	1675; 1625	Struvite
		Tekuk		1655	Newberryte
Ion HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Tekuk (Osilan)		1647	Brushite
		Tekuk (Dalam Bidang)		875; 760; 690	Struvite
N - H	Amida (Peptida)	Tekuk (Ke Luar Bidang)		1215	Brushite
		Ulur	3330 - 3270	1235	Newberryte
NH <sub>4</sub>	Ammonium	Tekuk	1570 - 1390	785	Brushite
		Ulur	3330 - 2800	690	Newberryte
NH <sub>2</sub>	Amin Bermuatan (Aminoacides)	Tekuk	3330 - 2800	3290	Protein
		Ulur		1540 - 1525	Protein
C - H	- CH <sub>2</sub> , - CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub>	Tekuk		1465; 1445; 1430	Struvite, Urate acide d'ammonium
		Ulur	3130 - 3030		Struvite
C - H	- CH <sub>2</sub> , - CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub>	Tekuk	2140 - 2080	2090	Cystine
		Tekuk (Sim)	1660 - 1610	1620	Cystine
C - H	- CH <sub>2</sub> , - CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub>	Tekuk	1550 - 1480	1480	Cystine
		Tekuk (Sim)	2975 - 2845	2970 - 2845	Cholesterol
C - H	- CH <sub>2</sub> , - CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub>	Tekuk	1480 - 1435	1470 - 1435	Cholesterol
		Tekuk (Sim)	1385 - 1365	1380 - 1365	Cholesterol

C = O	Laktam	Ulur	1680 - 1630	1670	Acide urique
	Amida (Peptide) - COO	Ulur (asim)	1680 - 1630	1660	Urate d'ammonium
		Ulur (sim)	1610 - 1550	1650	Protein
		Ulur (asim)	1420 - 1300	1620	Whewellite
				1580	Cystine
				1325	Weddellite
				1318	Weddellite
	Karbonat	Ulur (asim)	1530 - 1350	1480 - 1460	Aragonite
				1435 - 1415	Calcite
				1465; 1415	Carbapatite
				857 (OOP)	Aragonite
				878 (OOP)	Calcite
				875 (OOP)	Carbapatite
		(Ulur (asim)	1200 - 950	1095	Apatite
	Phospat			1040 - 1020	Carbapatite
		Ulur (sim)		1135; 1125	Brushite
		Tekuk		1000	Struvite
		Ulur		1000; 985; 965	Apatite/Carbapatite
	HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>		640 - 550	600	Apatite/Carbapatite
				870	Brushite
P - OH				895; 885	Newberryte

**Keterangan :**

<i>Whewellite</i>	:	Kalsium Oksalat Monohidrat $[Ca(COO)_2 \cdot H_2O]$
<i>Weddellite</i>	:	Kalsium Oksalat Dihidrat $[Ca(COO)_2 \cdot 2H_2O]$
<i>Struvite</i>	:	Magnesium Ammonium Fosfat Heksahidrat $[MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O]$
<i>Brushite</i>	:	Kalsium Hidrogen Fosfat Dihidrat $[CaHPO_4 \cdot 2H_2O]$
<i>Newberryte</i>	:	$MgHPO_4 \cdot 3H_2O$
<i>Xanthine</i>	:	$C_5H_4O_2N_4$
<i>Hypoxanthine</i>	:	$C_5H_4ON_4$
<i>Cystine</i>	:	$C_6H_{12}N_2O_4S_2$
<i>Apatite</i>	:	Kalsium Fosfat Hidroksil
<i>Hidroxyapatite</i>	:	$Ca_{10}(PO_4)_5(OH)_2$
<i>Carbonat-apatite</i>	:	$Ca_{10}(PO_4CO_3)_8(OH)_2$
		Carbapatite
<i>Acide uriques</i>	:	$C_5H_4O_3N_4 \cdot H_2O$
<i>Acide urique sanshydrat</i>	:	Asam Urat Anhidrat
<i>Urate acide de sodium</i>	:	$NaC_5H_3O_3N_4 \cdot H_2O$
<i>Urate acide d'ammonium</i>	:	$NH_4C_5H_3O_3N_4 \cdot H_2O$

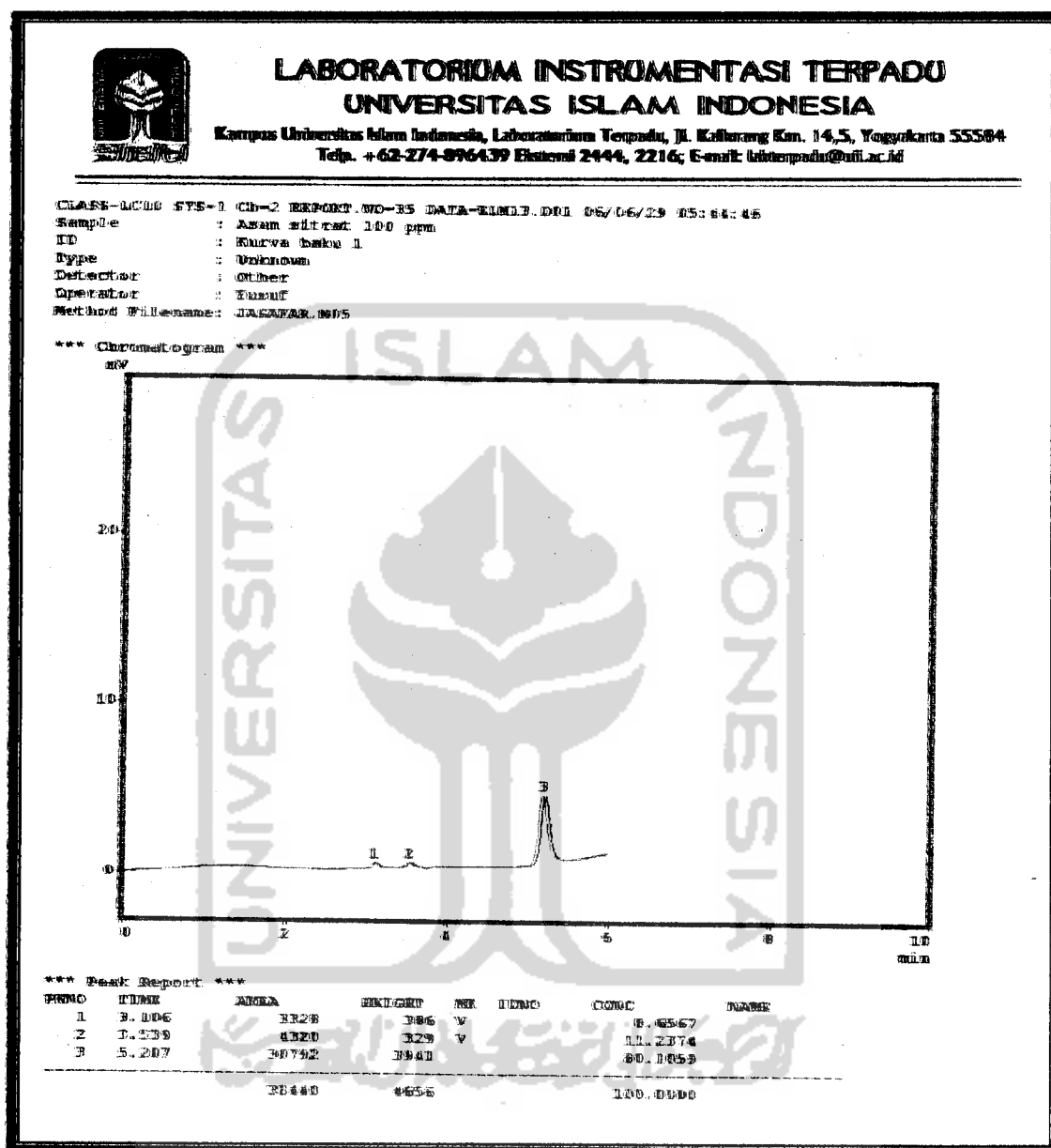
### Lampiran 5 : Kromatogram Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh



#### Keterangan :

Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10  $\mu$ l  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm

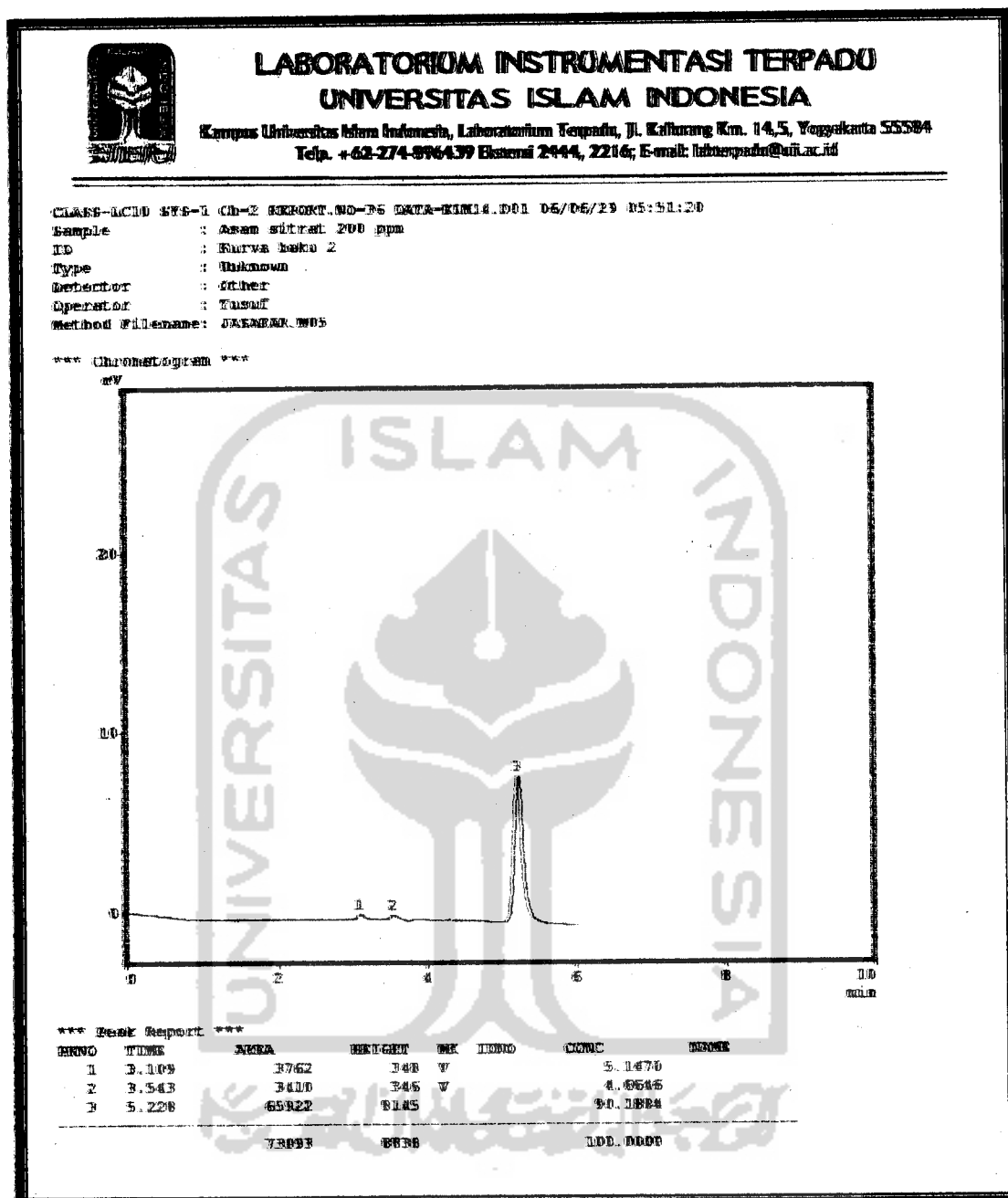
## Lampiran 6 : Kromatogram Standar Asam Sitrat



## Keterangan :

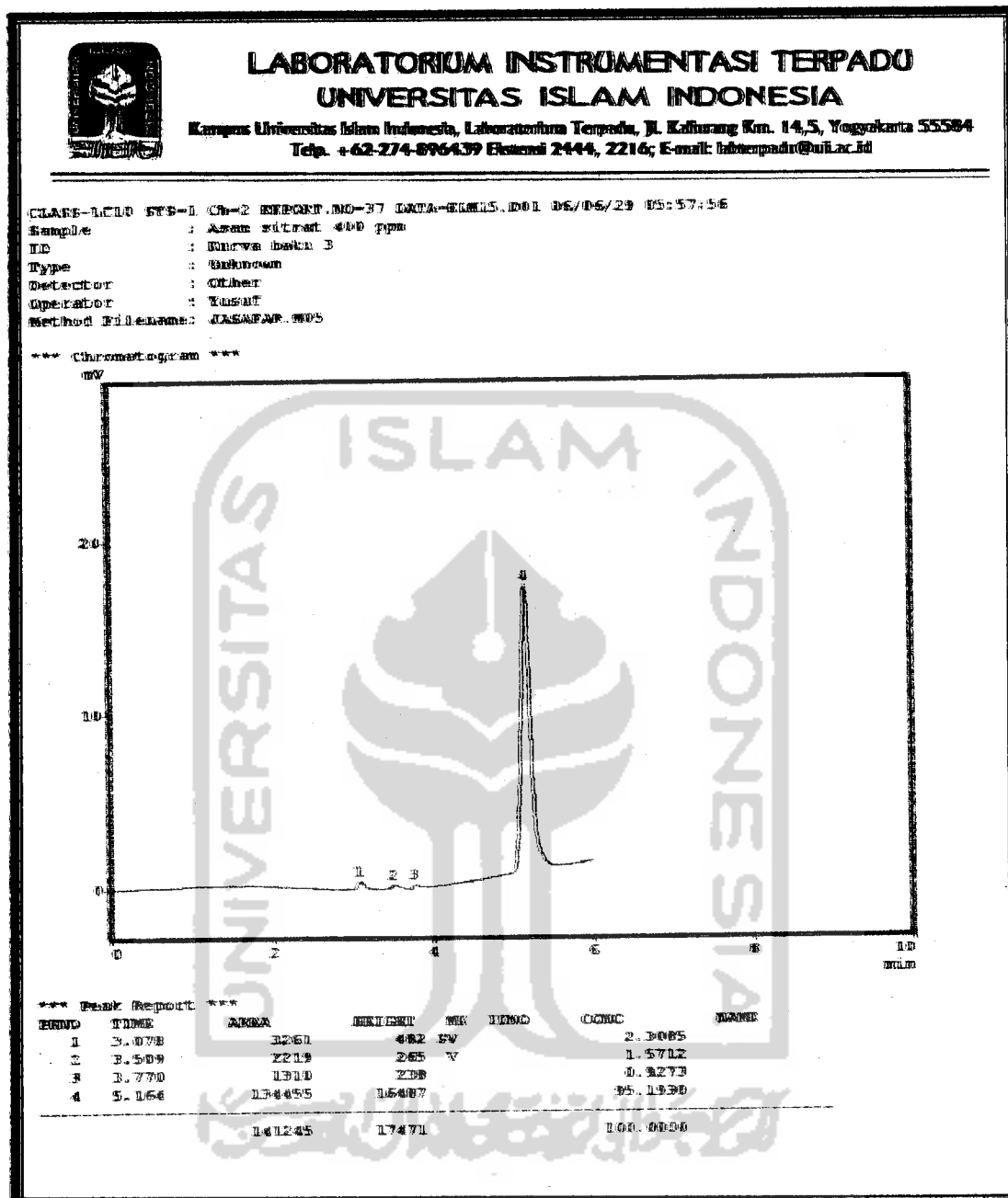
Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10  $\mu$ l  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm





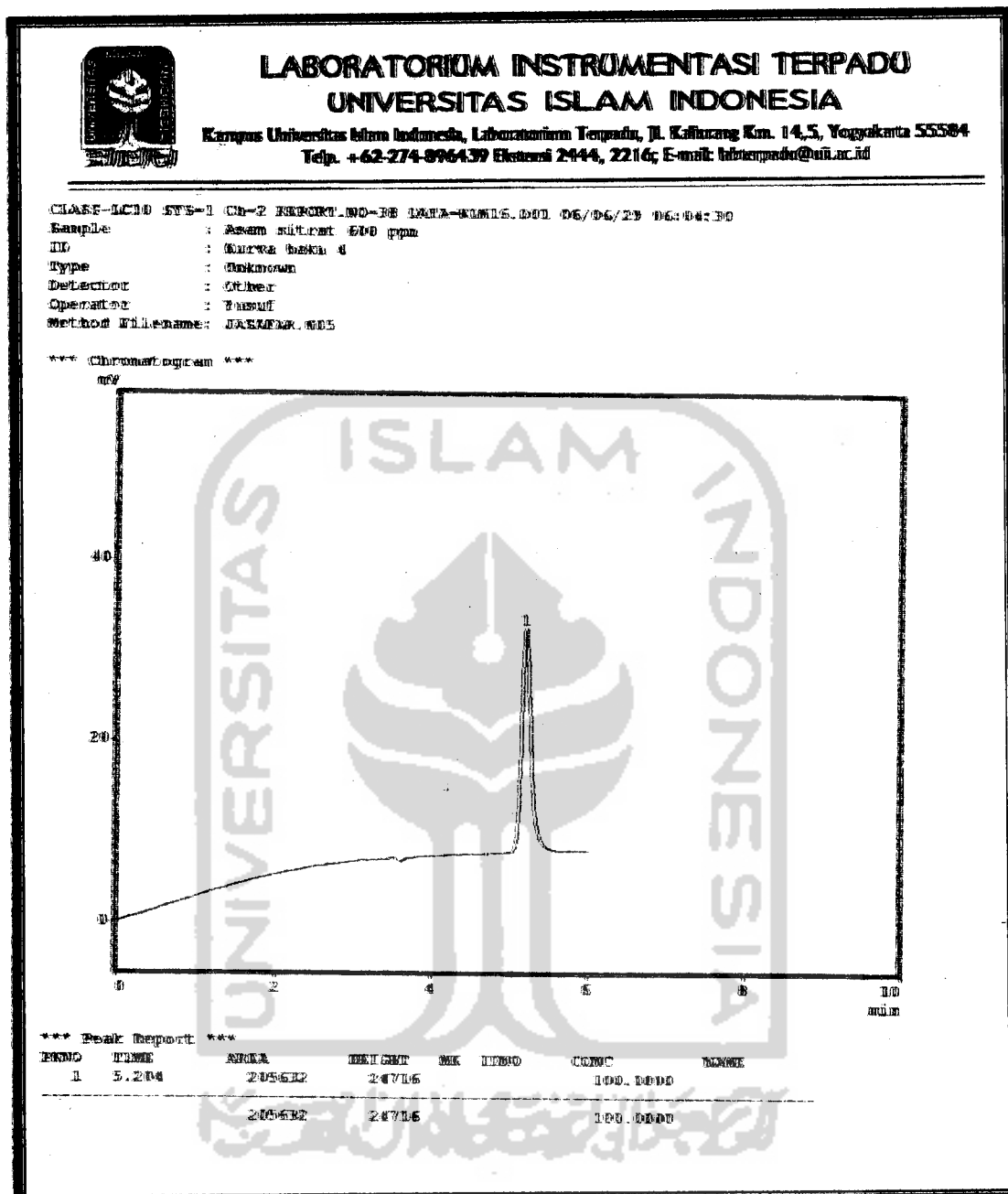
### Keterangan :

Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10  $\mu$ l  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm



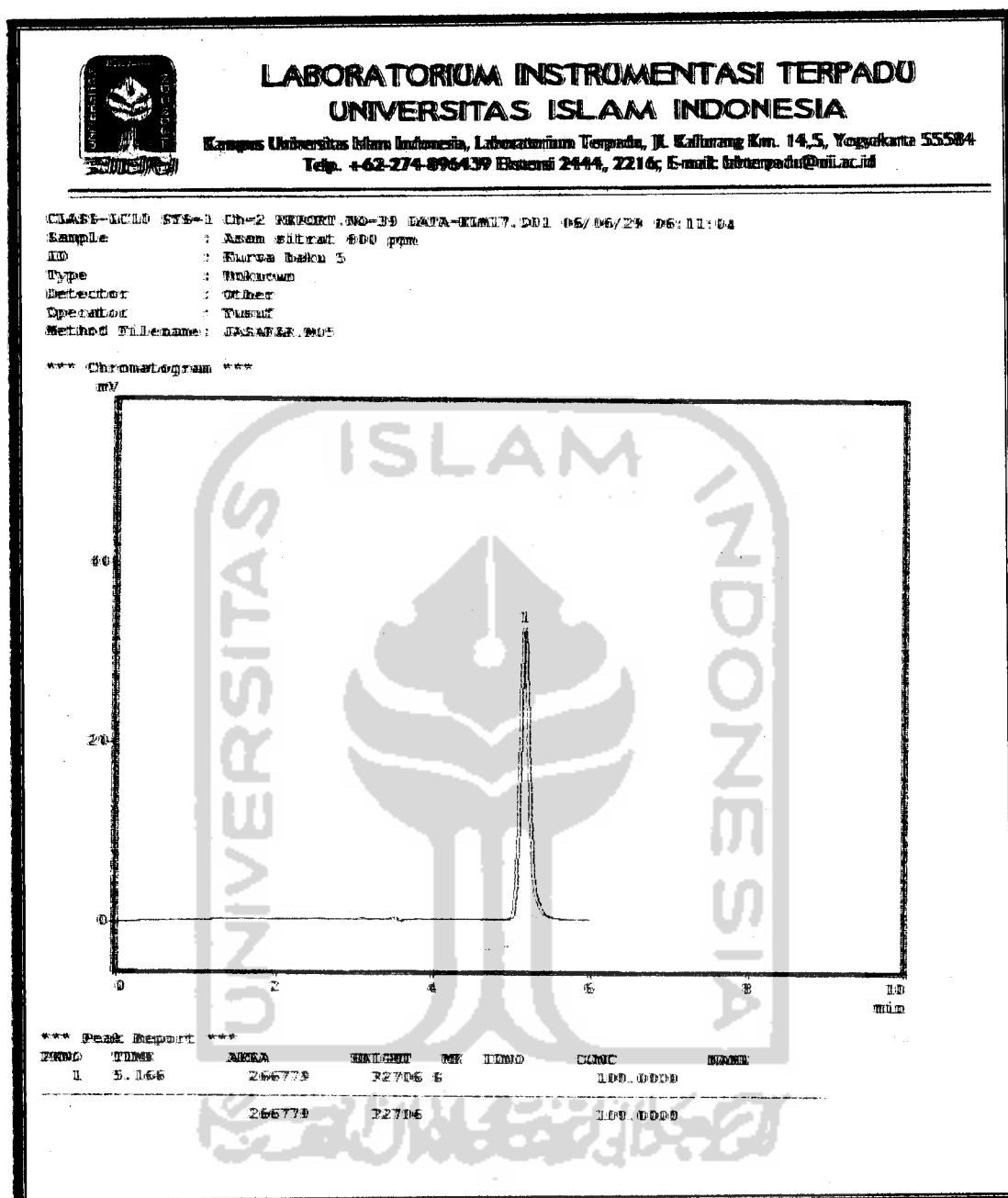
### Keterangan :

Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10  $\mu$ l  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm



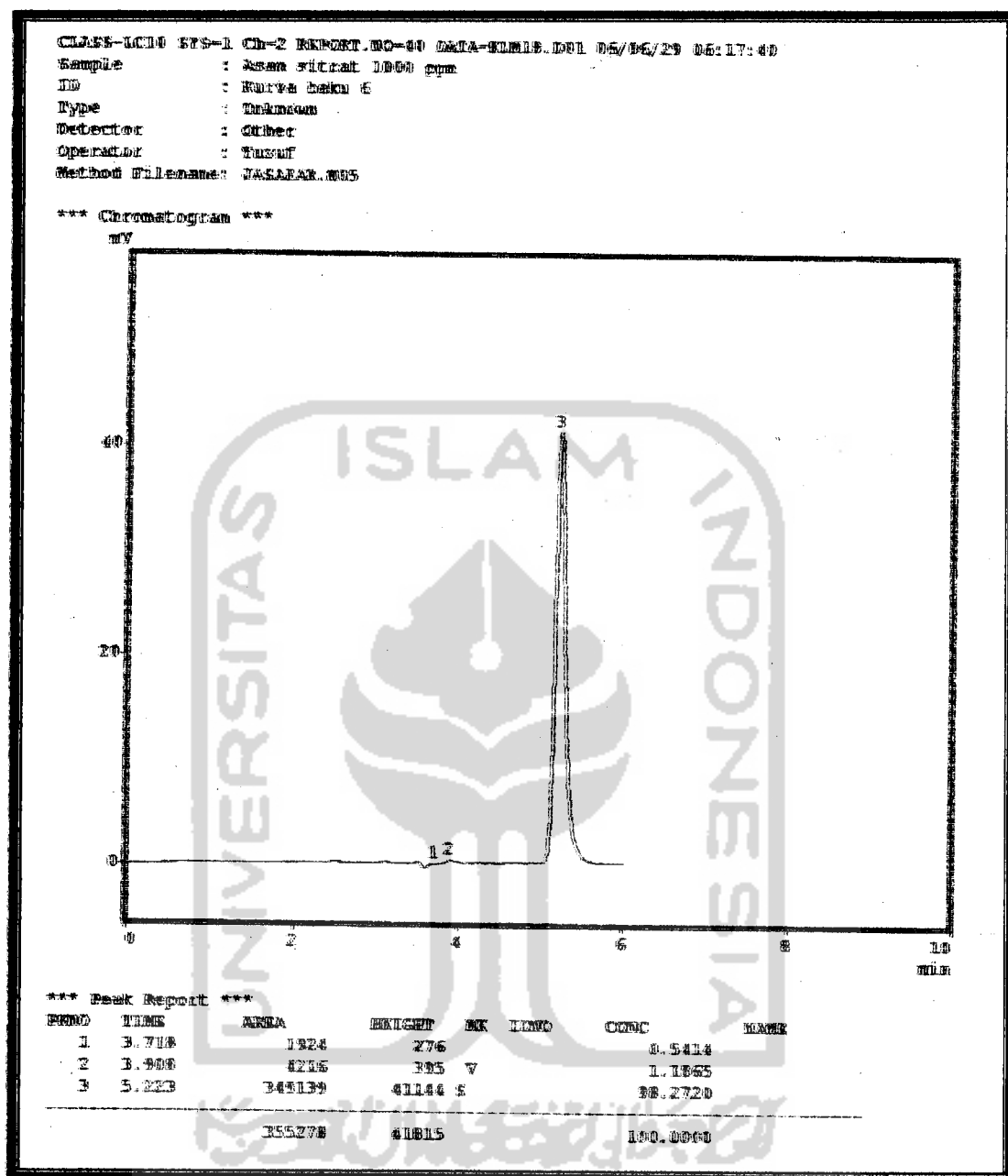
**Keterangan :**

Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10  $\mu$ l  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm



Keterangan :

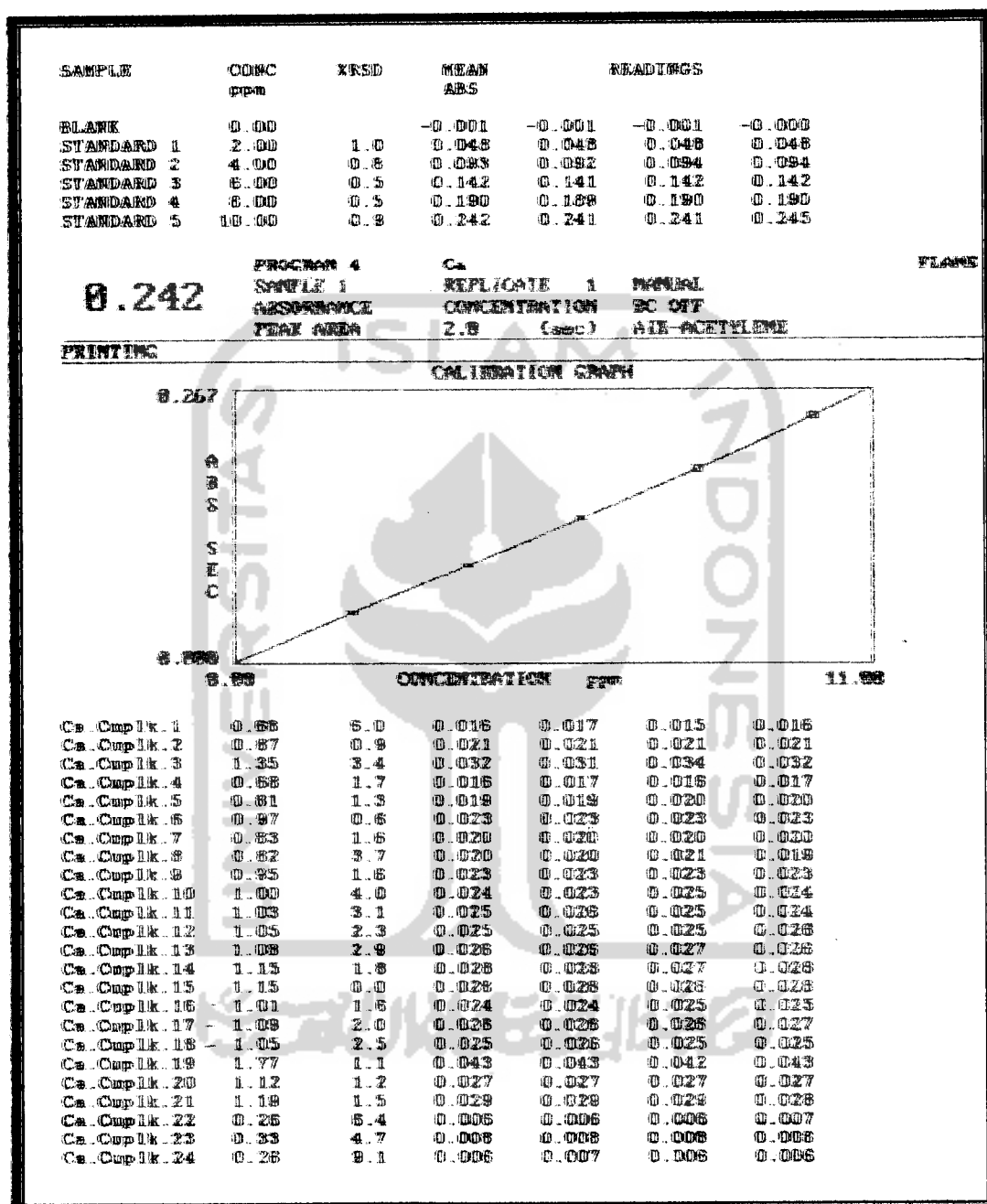
Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10  $\mu$ l  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm



Keterangan :

Fase gerak : 0,2 M Asam fosfat : Metanol (90 : 10)  
 Fase diam : Kolom Hypersil BDS C8, 5  $\mu$ m, 250 x 4,6 mm  
 Flowrate : 1 ml/min  
 Volume injeksi : 10  $\mu$ l  
 Detektor : UV 220 nm  
 Tekanan : 96 atm

Lampiran 7 : Hasil pengukuran kalsium standar dan kalsium terlarut dalam ekstrak air buah belimbing wuluh



Keterangan :

- Sumber radiasi : *Hallow Cathoda Lamp*  
 Sumber pengatoman : Sistem nyala  
 Pembakar (*oxidant*) : udara  
 Bahan bakar (*fuel*) : asetilena  
 Laju alir pembakar : 10 L/min  
 Laju alir bahan bakar : 3,8 L/min

### Lampiran 8 : Analisis hasil menggunakan SPSS

#### a. Uji Korelasi

##### Correlations

###### Correlations

		konsentrasi	kadar
konsentrasi	Pearson Correlation	1	.819**
	Sig. (2-tailed)	.	.001
	N	12	12
kadar	Pearson Correlation	.819**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.
	N	12	12

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

#### b. Uji Anava Satu Arah

##### Oneway

###### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4%	3	51.97233	9.051645	5.225970	29.48680	74.45787	43.381	61.423
6%	3	54.85133	4.464072	2.577333	43.76196	65.94070	52.274	60.006
8%	3	62.88300	1.487832	.859000	59.18702	66.57898	61.165	63.742
10%	3	68.33800	2.975663	1.718000	60.94604	75.72996	64.902	70.056
Total	12	59.51117	8.142748	2.350609	54.33751	64.68482	43.381	70.056

###### Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.273	3	8	.157

###### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	503.491	3	167.830	5.945	.020
Within Groups	225.857	8	28.232		
Total	729.348	11			

### Test of Homogeneity of Variances

kadar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.273	3	8	.157

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: kadar

Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4%	6%	-2.879000	4.338364	.908	-16.77197	11.01397
	8%	-10.910667	4.338364	.132	-24.80364	2.98230
	10%	-16.365667*	4.338364	.023	-30.25864	-2.47270
6%	4%	2.879000	4.338364	.908	-11.01397	16.77197
	8%	-8.031667	4.338364	.319	-21.92464	5.86130
	10%	-13.486667	4.338364	.057	-27.37964	.40630
8%	4%	10.910667	4.338364	.132	-2.98230	24.80364
	6%	8.031667	4.338364	.319	-5.86130	21.92464
	10%	-5.455000	4.338364	.611	-19.34797	8.43797
10%	4%	16.365667*	4.338364	.023	2.47270	30.25864
	6%	13.486667	4.338364	.057	-.40630	27.37964
	8%	5.455000	4.338364	.611	-8.43797	19.34797

\* The mean difference is significant at the .05 level.

### Homogeneous Subsets

kadar

Tukey HSD<sup>a</sup>

konsentrasi	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4%	3	51.97233	
6%	3	54.85133	54.85133
8%	3	62.88300	62.88300
10%	3		68.33800
Sig.		.132	.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



## Lampiran 9 : Perhitungan

### 1. Perhitungan kadar asam sitrat

Data larutan asam sitrat standar

Konsentrasi asam sitrat (ppm)	Luas area kromatogram	Luas area kromatogram : 350	Keterangan
100	30792	87,977	$a = -13,347$ $b = 0,996$ $r = 0,9994$
200	65922	188,348	
400	134455	384,157	
600	205632	587,520	
800	266779	762,226	
1000	349139	997,540	

Luas area asam sitrat dalam ekstrak belimbing wuluh (100%) = 172707 ppm

Data modifikasi = luas area asam sitrat ekstrak (100%) : 350 = 493,448 ppm

Persamaan kurva baku :  $Y = BX + A$

$$Y = 0,996X - 13,347$$

$$493,448 = 0,996X - 13,347$$

$$X = (493,448 + 13,347) : 0,996$$

$$= 508,830 \text{ ppm}$$

Kadar asam sitrat dalam ekstrak belimbing wuluh dengan seri kadar :

a. 4%  $\longrightarrow (4 : 100) \times 508,830 \text{ ppm} = 20,353 \text{ ppm}$

b. 6%  $\longrightarrow (6 : 100) \times 508,830 \text{ ppm} = 30,530 \text{ ppm}$

c. 8%  $\longrightarrow (8 : 100) \times 508,830 \text{ ppm} = 40,706 \text{ ppm}$

d. 10%  $\longrightarrow (10 : 100) \times 508,830 \text{ ppm} = 50,883 \text{ ppm}$

## 2. Perhitungan kadar kalsium yang terdapat dalam ekstrak buah belimbing wuluh

Data larutan kalsium standar

Konsentrasi kalsium (ppm)	Konsentrasi kalsium (per 40 ml)	Absorbansi	Keterangan
2	0,05	0,048	$a = -2,5 \cdot 10^{-3}$ $b = 0,97$ $r = 0,9997$
4	0,1	0,093	
6	0,15	0,142	
8	0,2	0,190	
10	0,25	0,242	

Absorbansi yang diperoleh pada pengukuran Ca yang terdapat dalam ekstrak dengan replikasi sebanyak tiga kali adalah 0,024; 0,026; 0,025.

Persamaan kurva baku :  $Y = BX + A$

$$Y = 0,97X - 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$Y = 0,024 \longrightarrow 0,024 = 0,97X - 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$X = (0,024 + 2,5 \cdot 10^{-3}) : 0,97$$

$$= (0,0273 \text{ ppm} \times 62,5) \times 40$$

$$= 68,299 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,026 \longrightarrow 0,026 = 0,97X - 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$X = (0,026 + 2,5 \cdot 10^{-3}) : 0,97$$

$$= (0,0294 \text{ ppm} \times 62,5) \times 40$$

$$= 73,454 \text{ ppm}$$

$$Y = 0,025 \longrightarrow 0,025 = 0,97X - 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$X = (0,025 + 2,5 \cdot 10^{-3}) : 0,97$$

$$= (0,0283 \text{ ppm} \times 62,5) \times 40$$

$$= 70,876 \text{ ppm}$$

Kadar kalsium rata-rata dalam ekstrak =  $(68,299 + 73,454 + 70,876) : 3$

$$= 70,876 \text{ ppm}$$

Kadar kalsium dalam ekstrak belimbing wuluh dengan seri kadar :

a. 4% →  $(4 : 100) \times 70,876 \text{ ppm} = 2,625 \text{ ppm}$

b. 6% →  $(6 : 100) \times 70,876 \text{ ppm} = 3,937 \text{ ppm}$

c. 8% →  $(8 : 100) \times 70,876 \text{ ppm} = 5,250 \text{ ppm}$

d. 10% →  $(10 : 100) \times 70,876 \text{ ppm} = 6,562 \text{ ppm}$



**Lampiran 10 : Tabel nilai kritik korelasi (r)**

<b>n</b>	<b><math>\alpha = 0,05</math></b>	<b><math>\alpha = 0,025</math></b>	<b><math>\alpha = 0,01</math></b>	<b><math>\alpha = 0,005</math></b>
5	0,900	—	—	—
6	0,829	0,886	0,943	—
7	0,714	0,786	0,893	—
8	0,643	0,738	0,833	0,881
9	0,600	0,683	0,783	0,833
10	0,564	0,648	0,745	0,794
11	0,523	0,623	0,736	0,818
12	0,497	0,591	0,703	0,780
13	0,475	0,566	0,673	0,745
14	0,457	0,545	0,646	0,716
15	0,441	0,525	0,623	0,689
16	0,425	0,507	0,601	0,666
17	0,412	0,490	0,582	0,645
18	0,399	0,476	0,564	0,625
19	0,388	0,462	0,549	0,608
20	0,377	0,450	0,534	0,591
21	0,368	0,438	0,521	0,576
22	0,359	0,428	0,508	0,562
23	0,351	0,418	0,496	0,549
24	0,343	0,409	0,485	0,537
25	0,336	0,400	0,475	0,526
26	0,329	0,392	0,465	0,515
27	0,323	0,385	0,456	0,505
28	0,317	0,377	0,448	0,496
29	0,311	0,370	0,440	0,487
30	0,305	0,364	0,432	0,478

(Walpole, 1995)

### Lampiran 11 : Skema penelitian

#### a. Analisis batu ginjal

Batu ginjal kering dan bersih digerus dan diayak (ayakan 60-80)



Dicampur homogen dengan serbuk kalium bromida



Dikempa menjadi tablet dengan tekanan 10000-15000 psi



Dianalisis secara spektrofotometri infra merah

#### b. Penyiapan larutan uji

Determinasi tanaman



Pembuatan ekstrak buah belimbing wuluh



Buah belimbing wuluh dibuang bijinya dan dipotong-potong



Diblender, disaring dengan kain kasa, disaring lagi dengan corong Buchner



Diperoleh ekstrak air buah belimbing wuluh

#### c. Analisis kandungan asam sitrat dalam ekstrak secara HPLC

Pembuatan larutan asam sitrat standar  
100, 200, 400, 600, 800, dan 1000 ppm

Ekstrak buah belimbing  
wuluh 100%



difilter

Analisis kualitatif dan kuantitatif secara HPLC



Diperoleh kadar asam sitrat dalam ekstrak buah belimbing wuluh



↓  
Dihitung kadar asam sitrat pada ekstrak buah belimbing wuluh  
dalam seri kadar 4, 6, 8, dan 10 %

- c. Penentuan kadar kalsium yang terdapat dalam ekstrak buah belimbing wuluh secara spektrofotometri serapan atom

Ekstrak buah belimbing wuluh 100%

↓  
Dianalisis secara spektrofotometri serapan atom

↓  
Diperoleh kadar Ca yang terdapat dalam ekstrak buah belimbing wuluh 100%

↓  
Dihitung kadar Ca yang terdapat dalam seri kadar ekstrak buah belimbing wuluh  
4, 6, 8, dan 10%

- d. Penentuan kadar kalsium yang terlarut dalam ekstrak buah belimbing wuluh secara spektrofotometri serapan atom

Dibuat ekstrak buah belimbing wuluh dengan seri kadar 4, 6, 8, dan 10%

↓  
Ditambahkan serbuk batu ginjal pada masing-masing larutan

↓  
Dilakukan perendaman batu ginjal dalam inkubator pada suhu 37°C selama 4 jam

↓  
Disaring hasil perendaman

↓  
Dianalisis secara spektrofotometri serapan atom

↓  
Diperoleh kadar Ca total yang terlarut dalam masing-masing seri kadar ekstrak  
buah belimbing wuluh 4, 6, 8, dan 10%

↓



Dihitung kadar Ca yang dilarutkan oleh senyawa asam sitrat  
[kadar Ca yang terlarut oleh asam sitrat = kadar Ca total yang terlarut dalam  
ekstrak buah belimbing wuluh – (kadar Ca yang terdapat dalam ekstrak buah  
belimbing wuluh + kadar Ca kontrol negatif)]

