

**ISOLASI DAN PENENTUAN STRUKTUR SENYAWA STEROID  
DARI DAUN TUMBUHAN KULU (*ARTOCARPUS CAMANSI*:  
SUKUN BERBIJI) YANG BERSIFAT ANTIDIABETES**

**DISERTASI**

**Oleh**

**ROSNANI NASUTION  
098103001/KIM**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2013**

**ISOLASI DAN PENENTUAN STRUKTUR SENYAWA STEROID  
DARI DAUN TUMBUHAN KULU (*ARTOCARPUS CAMANSI*:  
SUKUN BERBIJI) YANG BERSIFAT ANTIDIABETES**

**DISERTASI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Doktor  
dalam Program Studi Ilmu Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara

Oleh  
**ROSNANI NASUTION**  
**098103001/KIM**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2013**

**Judul Disertasi**            **ISOLASI DAN PENENTUAN STRUKTUR  
SENYAWA STEROID DARI DAUN  
TUMBUHAN KULU (*ARTOCARPUS CAMANSI*:  
SUKUN BERBIJI) YANG BERSIFAT  
ANTIDIABETES**

**Nama Mahasiswa**        : **Rosnani Nasution**  
**Nomor Pokok**            : **098103001**  
**Program Studi**            : **Doktor Ilmu Kimia**

**Menyetujui,  
Komisi Pembimbing**

**Prof. Dr. Tonel Barus**  
**Promotor**

**Dr. M. Pandapotan Nasution, MPS. , Apt.**  
**Co-Promotor**

**Dr. Nurdin Saidi, M.Si.**  
**Co-Promotor**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi,**

**Dekan,**

**Prof. Basuki Wirjosentono, MS, Ph. D.**

**Dr. Sutarman, M. Sc.**

**Tanggal Lulus: 15 Februari 2013**

## **PERNYATAAN ORISINILITAS**

**ISOLASI DAN PENENTUAN STRUKTUR SENYAWA STEROID DARI DAUN  
TUMBUHAN KULU (*ARTOCARPUS CAMANSI*: SUKUN BERBIJI) YANG  
BERSIFAT ANTIDIABETES**

### **DISERTASI**

Dengan ini saya nyatakan bahwa saya mengakui semua karya disertasi ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang tiap satunya telah dijelaskan sumbernya dengan benar.

Medan, 15 Februari 2013

Rosnani Nasution  
Nim:098103001

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rosnani Nasution  
Nomor Pokok : 098103001  
Program Studi : Doktor Ilmu Kimia  
Jenis Karya Ilmiah : Disertasi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas disertasi saya yang berjudul:

**ISOLASI DAN PENENTUAN STRUKTUR SENYAWA DARI DAUN  
TUMBUHAN KULU (*ARTOCARPUS CAMANSI*: SUKUN BERBIJI) YANG  
BERSIFAT ANTIDIABETES**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk data-base, merawat, dan mempublikasikan disertasi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau pemilik hak cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan 15 Februari 2013

Rosnani Nasution

Telah diuji pada

Tanggal : 15 Februari 2013

---

### **PANITIA PENGUJI DISERTASI**

**KETUA** Prof. Dr. Tonel Barus  
Guru Besar Kimia Bidang Kimia Organik Bahan Alam  
Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara

**ANGGOTA** Dr. M. Pandapotan Nasution, MPS. , Apt.  
Lektor Kepala Bidang Farmasi  
Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara

Dr. Nurdin Saidi, M.Si.  
Lektor Kepala Bidang Kimia Organik Bahan Alam  
Fakultas MIPA Universitas Syiah Kuala

Prof. Dr. Seri Bima Sembiring, M. Sc.  
Guru Besar Bidang Kimia Anorganik  
Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara

Prof. Dr. Yunazar Manjang  
Guru Besar Kimia Bidang Kimia Organik Bahan Alam  
Fakultas MIPA Universitas Andalas

## RIWAYAT HIDUP

Nama : Rosnani Nasution  
Tempat/Tanggal Lahir : Pematang Siantar, 24 Desember 1957  
Alamat Rumah : Jalan Melur No. 23, Pasar III, Tanjung Sari, Medan  
Hp : 0852 769 21 690  
E-Mail : [rosnast@yahoo.com](mailto:rosnast@yahoo.com)  
Instansi Tempat Bekerja : FMIPA Universitas Syiah Kuala  
Alamat Kantor : FMIPA UNSYIAH, BANDA-ACEH  
Telepon :

### Pendidikan

SD	: SD Negeri 7 Pematang Siantar	1970
SMP	: SMP Negeri II Pematang Siantar	1973
SMA	: SAA Negeri Medan	1976
STRATA-1	: Universitas Syiah Kuala	1989
STRATA-2	: Institut Teknologi Bandung	1997
STRATA-3	: Universitas Sumatera Utara	2013

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Kehadirat Allah SWT, Yang Maha Pengasih, Penyayang atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga disertasi dengan judul “Isolasi Dan Penentuan Struktur Senyawa Steroid Dari Daun Tumbuhan Kulu (*Artocarpus camansi*: Sukun Berbiji) Yang Bersifat Antidiabetes dapat diselesaikan.

Dengan selesainya disertasi ini, perkenankanlah kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Rektor Universitas Sumatera Utara, Prof. Dr. dr. Syahril Pasaribu, DTM&H, M.Sc., (CTM), Sp.A(K). , atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada kami untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Program Doktor Ilmu Kimia di FMIPA USU.

Dekan FMIPA Universitas Sumatera Utara, Bapak Dr. Sutarman, M.Sc dan Ketua Program Pascasarjana Ilmu Kimia Universitas Sumatera Utara, Bapak Prof. Basuki Wirjosentono, M.S., Ph.D. atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada kami untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Program Doktor Ilmu Kimia

Dengan tulus ikhlas, kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Prof. Dr. Tonel Barus, selaku pembimbing utama yang dengan penuh perhatian dan keseriusan dalam membimbing penelitian ini, juga memberikan dorongan dan saran-saran yang sangat bermanfaat bagi kami. Bapak Dr. M. Pandapotan Nasution, MPS., Apt., dan Bapak Dr. Nurdin Saidi, M.Si., selaku co. pembimbing yang telah membimbing kami, dan memberikan semangat bagi kami dalam menyelesaikan penelitian ini.

Terima kasih kami ucapkan kepada Tim penguji, Prof. Dr. Seri Bima Sembiring, M.Sc., Prof. Dr. Yunazar Manjang, dan Prof. Basuki Wirjosentono, M.S., Ph.D. atas kesediaan beliau untuk memberikan penilaian dan perbaikan Disertasi ini.



Terima kasih kepada Ananda Marianne, M.Si., Apt., sebagai Kepala Laboratorium Farmakologi, Fakultas Farmasi, USU, yang banyak membantu dalam pengujian aktivitas antidiabetes dalam Penelitian ini.

Terima kasih kami sampaikan kepada Rektor UNSYIAH Bapak Prof. Dr. Syamsul Rizal, Dekan FMIPA UNSYIAH Bapak Dr. Hizir Syofyan, dan Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSYIAH Bapak Prof. DR. Rinaldi Idrous yang telah mengizinkan dan memberi kesempatan kepada kami untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Program Doktor Ilmu Kimia

Terima kasih kami kepada Bapak Dosen Program Doktor Ilmu Kimia FMIPA USU yang telah memberikan ilmunya kepada kami, dan dengan ini kami minta izin untuk memakai ilmu tersebut.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama kami dalam pendidikan, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Terima kasih kami hantarkan kepada Suami tercinta Prof. Dr. Bastian Arifin, M.Sc dan anak kami tercinta, Marianne, M.Si., Apt., dan Andi (Suami); Johan Bukhari Bastian, ST; Hadi Muslim Bastian, ST; Mohammad Evans dan Ayu (istri); Yose Rizal, S.Si., dan Reza Akbar, S.Ked., yang telah rela kami tinggalkan untuk menempuh pendidikan Doktor ini, serta orang tua kami, H. M. Nur dan Hj. Sabariah yang telah memberi semangat kuat bagi kami dalam menempuh studi ini.

Medan, Februari 2013

Hormat saya,

Rosnani Nasution

Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. [Al-An'aam:99]



# ISOLASI DAN PENENTUAN STRUKTUR SENYAWA STEROID DARI DAUN TUMBUHAN KULU (*ARTOCARPUS CAMANSI*: SUKUN BERBIJI) YANG BERSIFAT ANTIDIABETES

## ABSTRAK

Penelitian terhadap daun tumbuhan *Artocarpus camansi* (kulu), bertujuan untuk mengetahui senyawa kimia (struktur senyawa) dan aktivitas antidiabetes daun tumbuhan tersebut terhadap mencit jantan *Swiss Webster*. Penelitian ini dimulai dengan mengisolasi ekstrak heksana, ekstrak etil asetat, dan ekstrak metanol dari daun tumbuhan *A. camansi* tersebut. Selanjutnya semua ekstrak tersebut dikarakterisasi dengan GC-MS dan diuji aktivitas antidiabetesnya. Hasil uji dengan GC-MS, ekstrak heksana mengandung metabolit sekunder  $\beta$ -sitosterol asetat dan  $\beta$ -tocoferol, ekstrak etilasetat mengandung metabolit sekunder A-neooleana-3(5),12-diena (terpenoid), ekstrak metanol mengandung 1- $\alpha$ -18-O-1,25-dihydroxychol. Hasil uji aktivitas antidiabetes diperoleh ekstrak heksana sebagai ekstrak yang paling aktif, berdasarkan hal ini, ekstrak heksana tersebut difraksinasi lebih lanjut sampai diperoleh kristal murni. Kristal murni atau senyawa murni berupa padatan berwarna putih dengan titik leleh 77-80<sup>0</sup>C. Senyawa murni setelah dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV, IR, <sup>1</sup>HNMR, <sup>13</sup>CNMR, DEPT dan diperkuat dengan COSY, HSQC, dan HMBC, dinyatakan sebagai  $\beta$ -sitosterol propionate. Pada pengujian aktivitas antidiabetes, senyawa murni  $\beta$ -sitosterol propionate menunjukkan aktivitas menurunkan gula yang lebih besar dibandingkan dengan ekstrak kasar (ekstrak heksana, ekstrak etil asetat, dan ekstrak metanol) yaitu 30 menit setelah loading dapat menurunkan glukosa darah mencit sebanyak 87,67 mg/dL, setelah 60 menit menurunkan gula darah sebanyak 89 mg/dL, pada menit ke 90, menurunkan gula darah 22 mg/dL, yang dilakukan terhadap mencit *Swiss Webster* jantan .

Kata kunci: *Artocarpus camansi*,  $\beta$ -sitosterol propionat, antidiabetes

# **ISOLATION AND STRUCTURE ELUCIDATION OF STEROID FROM LEAVES OF ARTOCARPUS CAMANSI (KULU) AS ANTIDIABETIC**

## **ABSTRACT**

*Research on plant leaves Artocarpus camansi (kulu) was aimed to find a chemical compound with antidiabetic activity in male Swiss Webster mice. The study began by preparing hexane, ethyl acetate and methanol extracts of the leaves of A. camansi plant. All extracts were analyzed by GC-MS and tested for their antidiabetic activity. GC-MS showed that hexane extract contained secondary metabolites:  $\beta$ -cytosterol acetate and  $\beta$ -tocopherol; and ethylacetate extract contained secondary metabolites A-neooleana-3(5),12-dien-3-ol as terpenoid; while methanol extract contained 1- $\alpha$ -18-O-1, 25-dihydroxycholesterol. The antidiabetic activity assay revealed that hexane extract was most active extract. Based on this, the hexane extract was further fractionated to give pure crystal. The crystal has a melting point of 77-80°C. The crystal was further characterized by UV, IR, one and two dimensional NMR experiments such as <sup>1</sup>HNMR, <sup>13</sup>CNMR, DEPT, COSY, HSQC, and HMBC, the result of the spectral analyses suggested that the isolate was  $\beta$ -cytosterol propionate. In the antidiabetic activity assays,  $\beta$ -cytosterol propionate showed a greater ability to reduce blood glucose than crude extract (extract of hexane, ethyl acetate extract and methanol extract), 30 minutes after the administration the  $\beta$ -cytosterol propionate can reduce blood glucose of mice 87.67 mg / dL; after 60 minutes reduce the blood sugar as much as 89 mg / dL; and 90 minute, reduce blood sugar 22 mg / dL, in male Swiss Webster mice .*

*Keywords: Artocarpus camansi,  $\beta$ -cytosterol propionate, antidiabetic*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
PANITIA PENGUJI DISERTASI	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
DAFTAR SINGKATAN	
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
2.1 Genus <i>Artocarpus</i>	7
2.2 Fitokimia pada Genus <i>Artocarpus</i> dan Aktivitas Biologi	7
2.3 <i>Artocarpus camansi</i>	29
2.4 Mekanisme Regulasi Glukosa Darah	31

2.5	Diabetes Melitus	33
2.5.1	Klasifikasi Diabetes Melitus	34
2.5.2	Diagnosis diabetes	35
2.5.3	Model Hewan Diabetes Melitus	36
2.5.4	Parameter Pemeriksaan Diabetes Mellitus	36
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	38
3.1	Alat dan Bahan	38
3.2	Tempat dan Waktu penelitian	39
3.3	Rancangan Penelitian	39
3.4	Pelaksanaan Penelitian	40
3.4.1	Determinasi Tumbuhan	40
3.4.2	Pengujian Fitokimia (Harborne 1987)	40
3.4.3	Isolasi metabolit sekunder dari daun tumbuhan <i>Artocarpus camansi</i> Blanco	41
3.4.4	Pembuatan Ekstrak dan Sediaan Uji	49
3.4.5	Induksi dan Perlakuan Terhadap Hewan Uji.	49
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	51
4.1	Jenis Metabolit Sekunder Pada Daun <i>Artocarpus camansi</i>	51
4.2	Analisis Ekstrak Daun <i>Artocarpus camansi</i> dengan GC-MS	52
4.3	Aktivitas Antidiabetes	56
4.4	Penentuan Struktur Senyawa BI-1	70
4.4.1	Analisis spectrum Sinar Infra Merah (FTIR)	70
4.4.2	Spektroskopi <i>Ultra Violet</i>	73
4.4.3	Spektroskopi <sup>13</sup> C-NMR	74
4.4.4	Spektroskopi DEPT	82
4.4.5	Spektroskopi Massa	84
4.4.6	Spektroskopi <sup>1</sup> H-NMR	87
4.4.7	Spektroskopi HMBC ( <sup>1</sup> H- <sup>13</sup> C <i>Heteronuclear Multiple Bond Connectivity</i> )	92

4.4.8 Spektroskopi HSQC ( <i>Heteronuclear Single Quantum Correlation</i> )	108
4.4.9 Spektroskopi COSY ( <i>1H-1H Homonuclear Correlation Spectroscopy</i> )	118
4.5 Hubungan antara senyawa yang dikandung daun <i>Artocarpus camansi</i> dengan daun <i>Artocarpus altilis</i> .	125
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	126
5.1 Kesimpulan	126
5.2 Saran	127
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	128
<b>LAMPIRAN</b>	132

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Distribusi senyawa triterpen yang telah ditemukan pada Genus <i>Artocarpus</i>	10
Tabel 2.2	Geseran kimia pada atom H pada $\beta$ -sitosterolasetat	15
Tabel 2.3	Senyawa kimia dari bagian tumbuhan <i>Artocarpus communis</i> yang telah diteliti, aktivitas biologinya dan penelitiannya	25
Tabel 2.4	Diagnosis diabetes mellitus	36
Tabel 3.1	Rancangan penelitian isolasi dan penentuan struktur senyawa dari daun tumbuhan kulu ( <i>Artocarpus camansi</i> : Sukun berbiji) yang bersifat antidiabetes	40
Tabel 3.2	Hasil pengelompokan fraksi-fraksi ekstrak heksana	45
Tabel 3.3	Hasil pemisahan kelompok fraksi B, jumlahnya, dan keberadaan steroidnya	46
Tabel 4.1	Kandungan metabolit sekunder pada daun tumbuhan <i>A. camansi</i>	51
Tabel 4.2	Kadar gula darah mencit pada uji antidiabetes ekstrak heksana daun <i>A.camansi</i>	57
Tabel 4.3	Kadar gula darah mencit pada uji antidiabetes ekstrak etilasetat daun <i>A. camansi</i>	59
Tabel 4.4	Kadar gula darah mencit pada uji antidiabetes ekstrak metanol daun <i>A. camansi</i>	61
Tabel 4.5	Kadar gula darah mencit pada uji antidiabetes kristal murni (senyawa BI-1) daun <i>A.camansi</i>	63
Tabel 4.6	Selisih kadar penurunan gula darah kontrol mencit dengan kadar gula darah mencit yang diberi ekstrak (heksana, etil asetat, metanol, dan kristal murni)	65
Tabel 4.7	Perbandingan penurunan kadar glukosa darah antara ekstrak dan kristal murni daun <i>A. camansi</i>	68



Tabel 4. 8	Interpretasi spektrum IR senyawa BI-1	71
Tabel 4. 9	Korelasi frekuensi C-O dengan stereokimia	72
Tabel 4. 10	Data pergeseran kimia karbon 13 senyawa BI-1	81
Tabel 4. 11	Hubungan spektrum DEPT dengan spektrum $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa BI-1	83
Tabel 4. 12	Perbandingan senyawa BI-1 dengan senyawa $\beta$ -sitosterol yang sudah teridentifikasi	121

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Reaksi biosintesis steroid	13
Gambar 2.2	Reaksi biosintesis terpenoid	14
Gambar 2.3	Struktur betasitosterol asetat dengan geseran kimia proton	15
Gambar 2.4	Beberapa bagian pohon <i>Artocarpus camansi</i> dan buahnya	30
Gambar 2.5	Proses pelepasan insulin (Karam, 1998)	32
Gambar 3.1	Isolasi ekstrak daun <i>Artocarpus camansi</i>	43
Gambar 3.2	Skema fraksinasi dan pemurnian ekstrak heksana daun <i>A.camansi</i>	47
Gambar 3.3	Kromatogram lapis tipis senyawa BI-1 dengan 3 jenis system eluen	48
Gambar 4.1	Kromatogram ekstrak heksana dengan Kromatografi-Gas	53
Gambar 4.2	Kromatogram pemisahan ekstrak etilasetat dengan kromatografi-gas	54
Gambar 4.3	Kromatogram pemisahan ekstrak metanol dengan kromatografi-gas	56
Gambar 4.4	Efek ekstrak heksana daun kulu pada penurunan kadar gula darah mencit terhadap kontrol	58
Gambar 4.5	Efek ekstrak etil asetat daun <i>A. camansi</i> terhadap penurunan kadar gula darah mencit terhadap kontrol	60
Gambar 4.6	Efek ekstrak metanol daun <i>A. camansi</i> terhadap penurunan kadar gula darah mencit terhadap kontrol	62
Gambar 4.7	Efek kristal murni daun <i>A. camansi</i> terhadap kadar gula darah mencit terhadap kontrol	64
Gambar 4.8	Efek ekstrak dan kristal murni (isolat) daun kulu terhadap penurunan kadar gula darah mencit	66
Gambar 4.9	Spektrum infra merah senyawa BI-1 sebagai pellet KBr	70

Gambar 4.10	Posisi gugus propionate dalam konformasi ekuatorial	72
Gambar 4.11	Spektrum UV senyawa BI-1	73
Gambar 4.12	Spektrum $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa BI-1	75
Gambar 4.13	Spektrum $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa BI-1 ( $\delta$ 11,8284-21,3799 ppm)	76
Gambar 4.14	Spektrum $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa BI-1 ( $\delta$ 22,6733-30,2322 ppm)	77
Gambar 4.15	Spektrum $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa BI-1 ( $\delta$ 31,5255-40,1286 ppm)	78
Gambar 4.16	Spektrum $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa BI-1 ( $\delta$ 42,1597-56,7217 ppm)	79
Gambar 4.17	Spektrum $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa BI-1 ( $\delta$ 121,6954-178,6983 ppm)	80
Gambar 4.18	Spektrum DEPT senyawa BI-1	82
Gambar 4.19	Spektrum massa senyawa BI-1	84
Gambar 4.20	Pola fragmentasi senyawa BI-1	86
Gambar 4.21	Pola fragmentasi senyawa BI-1 (2)	86
Gambar 4.22	Spektrum proton senyawa BI-1 (0-8 ppm)	88
Gambar 4.23	Spektrum $^1\text{H}$ -NMR senyawa BI-1, yang menunjukkan adanya gugus metil pada atom C18 dan 19.	89
Gambar 4.24	Ciri proton metin ( proton H-3) dengan multiplet (diperbesar)	90
Gambar 4.25	Spektrum $^1\text{H}$ -NMR untuk atom H-6 (diperbesar)	91
Gambar 4.26	Spektrum HMBC senyawa BI-1 Total	93
Gambar 4.27	Spektrum HMBC senyawa BI-1(1)	94
Gambar 4.28	Spektrum HMBC senyawa BI-1, korelasi antara proton- proton pada Gambar 4.27 dalam bentuk molekul	94
Gambar 4.29	Spektrum HMBC senyawa BI-1(2)	95
Gambar 4.30	Spektrum HMBC senyawa BI-1 korelasi antara proton- proton pada Gambar 4.29 dalam bentuk molekul	95
Gambar 4.31	Spektrum HMBC senyawa BI-1(3)	96

Gambar 4.32	Korelasi antara proton 19 Ke Atom C 10, atom C-1. Korelasi antara proton 24 (0,89 ppm) dengan karbon 22 (33,9 ppm). Korelasi antara proton 18 dengan atom C-12 (39,73 ppm) dan atom C-13 (42,28 ppm) dalam bentuk molekul	97
Gambar 4.33	Spektrum HMBC senyawa BI-1(4)	98
Gambar 4.34	Korelasi proton 26 dengan atom C-24 dan korelasi proton 18 dengan atom C-12 dan 13 dalam bentuk molekul	99
Gambar 4.35	Spektrum HMBC senyawa BI-1(5)	99
Gambar 4.36	Korelasi antara proton dengan karbon Gambar 4.35 dalam bentuk molekul	100
Gambar 4.37	Spektrum HMBC senyawa BI-1 (6)	101
Gambar 4.38	Korelasi antara proton H dengan karbon Gambar 4.37 dalam bentuk molekul	102
Gambar 4.39	Spektrum HMBC senyawa BI-1 (7)	102
Gambar 4.40	Korelasi antara proton H-7 dengan atom C-14 dalam bentuk molekul	103
Gambar 4.41	Spektrum HMBC senyawa BI-1 (8)	103
Gambar 4.42	Korelasi antara proton H-2' dengan atom C-3, korelasi antara proton 1 dengan atom C-3, dan korelasi antara proton H-4 dengan atom C-3 dalam bentuk molekul	104
Gambar 4.43	Spektrum HMBC senyawa BI-1 (9)	104
Gambar 4.44	Korelasi antara proton dan karbon Gambar 4.43 dalam bentuk molekul	105
Gambar 4.45	Spektrum HMBC senyawa BI-1 (10)	105
Gambar 4.46	Korelasi antara proton dengan karbon pada Gambar 4.45 dalam bentuk molekul	106
Gambar 4.47	Korelasi diantara proton (H) dan atom C di dalam senyawa BI-1.	107
Gambar 4.48	Spektrum HSQC senyawa BI-1 Total	108
Gambar 4.49	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (1)	109
Gambar 4.50	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (2)	110
Gambar 4.51	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (3)	111

Gambar 4.52	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (4)		112
Gambar 4.53	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (5)		113
Gambar 4.54	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (6)		114
Gambar 4.55	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (7)		115
Gambar 4.56	Spektrum HSQC senyawa BI-1. (8)		116
Gambar 4.57	Spektrum HSQC senyawa BI-1 (9)		117
Gambar 4.58	Spektrum COSY senyawa BI-1		119
Gambar 4.59	Spektrum COSY untuk hubungan antara proton H-2' (2,3 ppm) dengan proton H-3' (1,6 ppm) dan hubungan antara proton H-3' (1,6 ppm) dengan proton H-2' (2,3 ppm).		120
Gambar 4.60	Korelasi antara proton-proton di dalam BI-1 (2)	senyawa	121
Gambar 4.61	Struktur $\beta$ -sitosterol propionate		124

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nomor</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Skema kerja uji fitokimia	131
Lampiran 2	Bagan alir penyiapan pembuatan sampel untuk uji aktivitas antidiabetes	134
Lampiran 3	Bagan alir uji aktivitas antidiabetes terhadap mencit (Uji praklinis) ekstrak daun <i>A. camansi</i> (Toleransi glukosa)	135
Lampiran 4	Spektrum KG ekstrak heksana, ekstrak etil asetat, dan ekstrak metanol	136
Lampiran 5	Spektrum DEPT senyawa BI-1	139

## DAFTAR SINGKATAN

A	<i>Alpha</i>
B	<i>Beta</i>
$\lambda$	Panjang gelombang maksimum
$\delta$	Geseran kimia
G	Gram
EHDK	Ekstrak Heksana Daun Kulu
EEADK	Ekstrak Etil Asetat Daun Kulu
EMDK	Ekstrak Metanol Daun Kulu
IR	<i>Infrared</i>
KLT	Kromatografi lapis tipis
2D-NMR	<i>Two Dimensional Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy</i>
$^1\text{H-NMR}$	<i>Proton NMR Spectroscopy</i>
$^{13}\text{C}$	<i>13-Carbon NMR Spectroscopy</i>
C	<i>Carbon</i>
$\text{CDCl}_3$	<i>Deuterated chloroform</i>
COSY	<i><math>^1\text{H-}^1\text{H}</math> Homo Correlation Spectroscopy</i>
DEPT	<i>Distortionless Enhancement by Polarization Transfer</i>
GC-MS	<i>Gas Chromatography-Mass Spectroscopy</i>
HSQC	<i>Heteronuclear Single Quantum Correlation NMR Spectroscopy</i>
HMBC	<i>Heteronuclear Multiple Bond Coherence NMR Spectroscopy</i>
KMDK	Kristal Murni Daun Kulu
m/z	<i>Mass per charge</i>
mg/dL	Miligram/desi Liter

Ppm

*Part per million*