

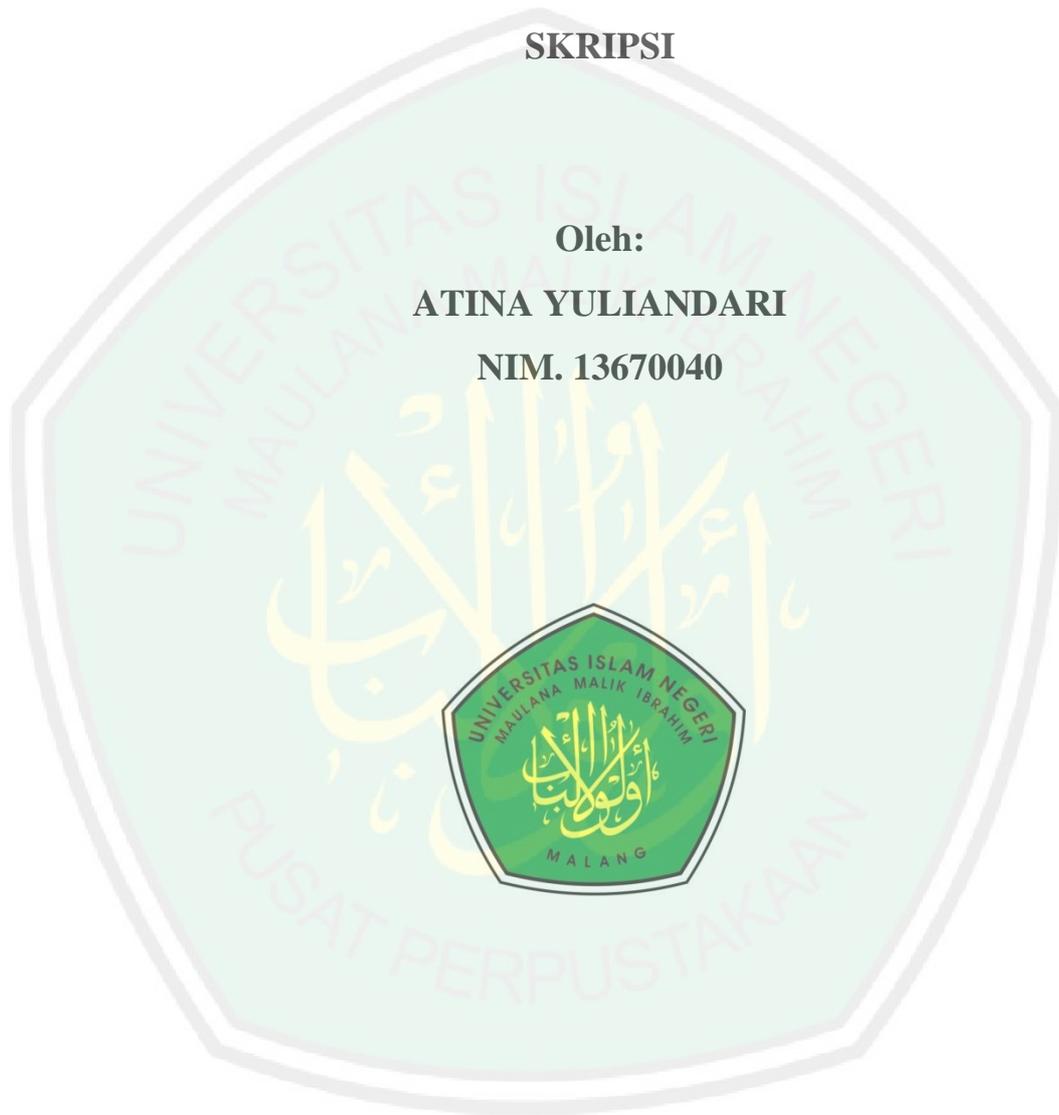
***METABOLITE PROFILING* DAUN BENALU MANGGA
(*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) MENGGUNAKAN UPLC-
MS DENGAN ANALISIS DATA MULTIVARIAT PCA**

SKRIPSI

Oleh:

ATINA YULIANDARI

NIM. 13670040



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU-ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

***METABOLITE PROFILING DAUN BENALU MANGGA
(Dendrophthoe pentandra (L.) Miq.) MENGGUNAKAN UPLC-
MS DENGAN ANALISIS DATA MULTIVARIAT PCA***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)**

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU-ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

METABOLITE PROFILING DAUN BENALU MANGGA (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) MENGGUNAKAN UPLC-MS DENGAN ANALISIS DATA MULTIVARIAT PCA

SKRIPSI

Oleh:

ATINA YULIANDARI
NIM. 13670040

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 11 Juli 2017

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt.
NIP. 19800203 200912 2 003

Abdul Hakim, M.Pl., Apt.
NIP. 19761214 200912 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi



Begum Fauziah, S.Si., M.Farm.
NIP. 19830628 200912 2 004

METABOLITE PROFILING DAUN BENALU MANGGA (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) MENGGUNAKAN UPLC-MS DENGAN ANALISIS DATA MULTIVARIAT PCA

SKRIPSI

Oleh:
ATINA YULIANDARI
NIM. 13670040

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)
Tanggal: 11 Juli 2017

Ketua penguji	:	Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt NIDT. 19900221 20170101 1 124	(.....)
Anggota penguji	1.	Begum Fauziah, S.Si., M.Farm. NIP. 19830628 200912 2 004	(.....)
	2.	Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt. NIP. 19800203 200912 2 003	(.....)
	3.	Abdul Hakim, M.Pl., Apt. NIP. 19761214 200912 1 002	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Farmasi



Begum Fauziah, S.Si., M.Farm.
NIP. 19830628 200912 2 004

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atina Yuliandari
NIM : 13670040
Jurusan : Farmasi
Fakultas : Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan
Judul Penelitian : “*Metabolite Profiling* Daun Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Menggunakan UPLC-MS dengan Analisis Data Multivariat PCA”

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 11 Juli 2017

Yang Membuat Pernyataan,



Atina Yuliandari
NIM. 13670040

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul **“Metabolite Profiling Daun Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Menggunakan UPLC-MS dengan Analisis Data Multivariat PCA”** dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita menuju jalan yang diridhai Allah SWT. Skripsi ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan program S1 di Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan terimakasih dengan segenap kesungguhan dan kerendahan hati kepada:

1. Keluarga penulis, khususnya kedua orang tua penulis, yakni Bapak Darbi dan Ibu Masrikiatin yang senantiasa mendoakan untuk kebaikan dan kesuksesan anaknya serta memberikan dukungan moriil maupun materiil.
2. Bapak Prof. Dr. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Prof. Dr. dr. Bambang Pardjianto, Sp.B, Sp.BP-RE (K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan.
4. Ibu Begum Fauziah, S.Si, M.Farm., selaku Ketua Jurusan Farmasi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan Penguji Utama yang memberikan motivasi kepada penulis untuk terus berusaha dan berinovasi
5. Ibu Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt. selaku dosen dan pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis demi terselesainya skripsi ini.
6. Bapak Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt. selaku dosen dan pembimbing II yang bersedia memberikan solusi terhadap permasalahan yang muncul selama penelitian.

7. Bapak Abdul Hakim, M.PI., Apt selaku Pembimbing Agama yang membimbing materi keagamaan dalam penyusunan skripsi.
8. Para Dosen Pengajar di Jurusan Farmasi yang telah membagi ilmunya kepada penulis selama berada di UIN Maliki Malang.
9. Ibu Dewi Sinta Megawati, M.Sc selaku dosen Jurusan Farmasi yang telah berusaha memberikan pelayanan laboratorium dengan baik.
10. Ibu Fauziyah Erni P., S.Si selaku staf administrasi Jurusan Farmasi atas bantuan pengurusan surat-menyurat dan nasehatnya.
11. Saudara-saudara satu kosan dan seperjuanganku, Neneng Fadi'ah Idzni dan Ratih Hefia R. yang bersedia meluangkan waktunya untuk sekedar mengerjakan naskah skripsi di perpustakaan, serta dukungan, motivasi, dan nasehatnya.
12. Kawan-kawan seperjuangan Golfy 2013 yang berjuang dan berkorban bersama selama bertahun-tahun menimba ilmu di Farmasi UIN Maliki Malang, serta semua teman-teman penulis yang turut memberikan dukungan dan motivasinya selama pengerjaan naskah skripsi ini.
13. Semua rekan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala bantuannya kepada penulis.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 11 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR SINGKATAN.....	vii
ABSTRAK	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan	8
1.4 Manfaat.....	9
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	9
1.4.2 Manfaat Terapan.....	9
1.5 Batasan Masalah.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Benalu Mangga (<i>Dendrophthoe pentandra</i> (L) Miq.)	11
2.1.1 Deskripsi Tanaman.....	11
2.1.2 Kandungan Senyawa dan Bioaktivitas.....	13
2.2 Lokasi Pengambilan Sampel.....	16
2.3 Faktor Lingkungan	20
2.3.1 Ketinggian Tempat.....	20
2.3.2 Tanah dan Unsur Hara	21
2.3.3 Iklim	22
2.4 <i>Moisture Analyzer</i>	25
2.5 Ekstraksi Ultrasonik	26
2.6 Pemrofilan Metabolit (<i>Metabolite Profiling</i>).....	29
2.7 UPLC-QToF-MS/MS.....	31
2.8 Analisis Data Multivariat PCA	35
BAB III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS	39
3.1 Kerangka Konseptual	39
3.2 Hipotesis.....	41
BAB IV METODE PENELITIAN	43
4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	43
4.2 Waktu dan Tempat Penelitian	43
4.3 Populasi dan Sampel	43
4.3.1. Populasi.....	43
4.3.2. Sampel.....	43
4.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	44
4.4.1 Variabel Penelitian	44
4.4.2 Definisi operasional	44
4.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	44

4.5.1. Alat.....	44
4.5.2. Bahan	45
4.6 Prosedur Penelitian.....	45
4.6.1 Determinasi Tanaman	45
4.6.2 Preparasi Sampel.....	46
4.6.3 Analisis Kadar Air Serbuk Daun Benalu Mangga	46
4.6.4 Ekstraksi Ultrasonik daun <i>D. pentandra</i>	47
4.6.5 <i>Metabolite Profiling</i> menggunakan UPLC-MS	47
4.6.6 Analisis Data Multivariat PCA	49
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
5.1 Lokasi Pengambilan Sampel Daun Benalu Mangga.....	50
5.2 Determinasi Tanaman Benalu Mangga (<i>D. pentandra</i>).....	51
5.3 Preparasi Sampel.....	52
5.4 Analisis Kadar Air Serbuk Daun Benalu Mangga	54
5.5 Ekstraksi Ultrasonik Serbuk Daun Benalu Mangga (<i>D. pentandra</i>).....	56
5.6 Analisis Profil Metabolit Menggunakan UPLC-MS.....	61
5.7 Analisis Data Multivariat PCA	73
BAB VI PENUTUP	78
6.1 Simpulan	78
6.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Senyawa Bioaktif pada Ekstrak Metanol Daun Benalu Mangga menggunakan GC-MS	16
Tabel 2.2 Kegunaan Unsur Hara bagi Tumbuhan.....	22
Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi Iklim Utama menurut Koeppen	23
Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi Iklim menurut Koeppen	24
Tabel 2.5 Spesifikasi <i>Moisture Analyzer</i> Mettler Toledo HC103.....	26
Tabel 2.6 Perbandingan antara HPLC dengan UPLC.....	32
Tabel 4.1 Karakteristik Lokasi Pengambilan Sampel Daun Benalu Mangga..	45
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat UPLC-MS	48
Tabel 4.3 Perbandingan eluen sistem eluasi gradien	48
Tabel 5.1 Hasil Analisis Kadar Air Serbuk Daun Benalu Mangga	55
Tabel 5.2 Rendemen Ekstrak Daun Benalu Mangga dari Berbagai Daerah	59
Tabel 5.3 Data senyawa hasil interpretasi kromatogram	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Benalu mangga (<i>Dendrothoe pentandra</i>).....	12
Gambar 2.2 Struktur Molekul Quercitrin (quercetin-3-O-rhamnosida).....	14
Gambar 2.3 Struktur Molekul Quercetin	15
Gambar 2.4 Peta Wilayah Indonesia	17
Gambar 3.1 Kerangka Konseptual Penelitian	42
Gambar 5.1 Benalu mangga	52
Gambar 5.2 Ekstrak kental daun benalu mangga.....	58
Gambar 5.3 Kromatogram Hasil UPLC-MS ekstrak daun benalu mangga	64
Gambar 5.4 Spektra m/z dan struktur molekul senyawa <i>12-Phenyldodecanoic acid</i>	70
Gambar 5.5 Spektra m/z dan struktur senyawa dominan.....	72
Gambar 5.6 Plot Skor	75
Gambar 5.7 Plot Loading	75

DAFTAR SINGKATAN

ATP	: <i>Adenosine Tri Phosphate</i>
b/v	: bobot (gram)/volume (mililiter)
CCRCUGM	: <i>Cancer Chemoprevention Research Center Universitas Gajah Mada</i>
CE-MS	: <i>Capillary Electrophoresis-Mass Spectrometry</i>
DNA	: <i>Deoxiribose Nucleid Acid</i>
DPPH	: <i>2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl</i>
ESI	: <i>Electrospray Ionization</i>
GC-MS	: <i>Gass Chromatography-Mass Spectrometry</i>
HPLC	: <i>High Performance Liquid Chromatography</i>
IBSAP	: <i>Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan</i>
IC ₅₀	: <i>Inhibitory Concentration 50</i>
IR	: <i>Infra Red</i>
KLT	: <i>Kromatografi Lapis Tipis</i>
LC-MS	: <i>Liquid Chromatography-Mass Spectrometry</i>
Mdpl	: meter di atas permukaan laut
m/s	: meter per secon
NADP	: <i>Nicotinamide Adenosin Dinucleotide Phosphate</i>
PCA	: <i>Principa; Component Analysis</i>
RNA	: <i>Ribose Nucleid Acid</i>
UPLC-QToF-MS/MS	: <i>Ultra Performance Liquid Chromatography-Quadrupole Time of Flight-Mass Spectroscopy</i>
SWT	: <i>Subhanahu Wata'ala</i>
UPLC-MS	: <i>Ultra-Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry</i>
UV-VIS	: <i>Ultraviolet-Visible</i>

ABSTRAK

Yuliandari, Atina. 2017. *Metabolite Profiling* Daun Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Menggunakan UPLC-MS dengan Analisis Multivariat PCA. Skripsi. Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt; Pembimbing II: Abdul Hakim, M.PI., Apt.; Konsultan: Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt.

Pembimbing : (I) Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt.
(II) Abdul Hakim, M.PI., Apt.

Benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra*) merupakan tanaman semiparasit terhadap inangnya yang berpotensi sebagai tumbuhan obat, sehingga diperlukan *metabolite profiling* untuk mengetahui senyawa-senyawa yang terdapat dalam daun benalu mangga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan profil metabolit daun benalu mangga yang diperoleh dari daerah Kediri, Jawa Timur; Pekalongan, Jawa Tengah; Gunung Batin Baru, Lampung dan Tanjung, Selor Hilir, Kalimantan Utara.

Metode ekstraksi dengan bantuan ultrasonik dengan pelarut etanol 96% perbandingan 1:10 [b/v] digunakan untuk memperoleh ekstrak kental daun benalu mangga. Keempat ekstrak dari daerah yang berbeda dianalisis menggunakan UPLC-QToF-MS/MS fase gerak campuran air/asam format 99,9/0,1 [v/v] dan asetonitril/asam format 99,9/0,1 [v/v] dengan sistem elusi gradien dan fase diam C18. Hasil dari analisis tersebut dilanjutkan dengan analisis kemometrik menggunakan PCA menggunakan perangkat lunak *Minitab* versi 17.

Terdapat perbedaan metabolit antar keempat daerah perolehan ekstrak. Pengelompokan berdasarkan metabolit yang hampir serupa terjadi pada daerah Kediri, Jawa Timur dengan daerah Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara. Diduga senyawa *methyl dioctylamine*; *scortechinone F*; *3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide*; dan *Pheophorbide A* merupakan senyawa penciri berdasarkan asal geografisnya.

Kata Kunci: daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L) Miq.), UPLC-QToF-MS/MS, PCA (*Principle Component Analysis*), ekstraksi bantuan ultrasonik

ABSTRACT

Yuliandari, Atina. 2017. *Metabolite Profiling in Benalu Mangga (Dendrophthoe pentandra (L.) Miq.) Leaves Using UPLC-MS with PCA Multivariate Data Analysis*. Supervisor: Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes.,Apt.; Supervisor of Religion: Abdul Hakim, M.PI., Apt.

Supervisor : (I) Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes.,Apt.
(II) Abdul Hakim, M.PI., Apt.

Benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra*) is a semi-parasitic plant which is potential as a medicinal plant, and it needs metabolite profiling to find out the compounds contained in that leaves. The purpose of this research is to find out the difference of metabolite profile of benalu mangga leaves obtained from Kediri, East Java; Pekalongan, Central Java; Gunung Batin Baru, Lampung and Tanjung Selor Hilir, North Kalimantan.

Ultrasonic assisted extraction with 96% ethanol as solvent, ratio of 1:10 [b/v] was used to obtain concentrated extract of benalu mangga leaves. The four extracts from different regions was analyzed using UPLC-QToF-MS/MS. UPLC system were performed by C18 as stationary phase and gradient elucidaion water/formic acid 99,9/0,1 [v/v]-acetonitrile/formic acid 99,9/0,1 [v/v]. The results of that analysis were analyzed by chemometric analysis using PCA *Minitab* software version 17.

There are differences on metabolite obtained from the four sampling areas. Grouping based on the metabolite similiarity is occurred in Kediri, East Java with Tanjung Selor Hilir, North Kalimantan. It is suspected that *methyl dioctylamine*; *scortechinone F*; *3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysynamide*; and *Pheophorbide A* are biomarker compound based on its geographic origin.

Keywords: benalu mangga leaves (*Dendrophthoe pentandra* (L) Miq.), UPLC-QToF-MS/MS, PCA (*Principal Component Analysis*), ultrasonic-assisted extraction

الملخص

بوليانداري، أتيينا. 2017. التنميط الأيضا لأوراق منغا الطفيلية (Dendrophthoe pentandra) باستخدام الأداء الفائق لسائل اللوني- قياس الطيف الكتلي بتحليل متعدد متغيرات (تحليل المكونات الرئيسية). المشرفان: (1) الدكتور رائحة المطيعة الماجستير و(2) عبد الحكيم الماجستير، مشرف الدين: برهان معارف الماجستير

الكلمة الرئيسية: أوراق منغا الطفيلية، الأداء الفائق لسائل اللوني- قياس الطيف الكتلي، تحليل المكونات الرئيسية، استخراج المساعدات بالموجات فوق الصوتية

طفيليات منغا هو نبات شبه الطفيليات لمضيفه الذي هو المحتمل كمنصع طبي، لذلك يحتاج المستقلب التنميط لمعرفة المركبات الموجودة في أوراق منغا الطفيلية. و غرض هذا البحث هو معرفة الفرق بين الملف المستقلب من المانجو ورقة الطفيليات التي تم الحصول عليها من كيديري، جاوة الشرقية. بيكالونغان، جاوا الوسطى؛ جبلباتين، لامبونج، وتانجونج، و سيلور، كاليمانتان الشمالية.

تم استخدام طريقة الموجات فوق الصوتية من قذف مع المساعدات بالموجات فوق الصوتية مع 96٪ نسبة الإيثانول المذبات من 1:10 [b / v] للحصول على استخراج سميك منورقة طفيلية. تم تحليل المستخلصات الأربعة من المناطق المختلفة باستخدام الأداء الفائق لسائل اللوني- قياس الطيف الكتلي خليط الماء / حمض الفورميك 0,1 / 99,9 [v / v] و أستونيتريل / حمض الفورميك 0,1 / 99,9 [v / v] مع نظام شطف التدرج و C18 في المرحلة الثابتة. واستمرت نتائج التحليل باستخدام التحليل الكيميائي و تحليل المكونات الرئيسية ببرنامج مينيتاب الإصدار 17.

هناك اختلافات في الأيضا بين المجالات الأربعة من استخراج الاستحواذ. يحدث تجميع الأيضا مماثلة في كيديري، جاوة الشرقية مع تنجونج سلور هيلير، كاليمانتان الشمالية. المركبات المشتبه فيها من متيلين ديويوتيلمين؛ سكورتيشينون F؛ 3-سيكلوهيكسيل-N- (إيثوكسي كاربونيل) -L-ألانيل-N، [7, E5, S4]، -7R ديويوتيلمين؛ سكورتيشينون F؛ 3-سيكلوهيكسيل-N- (إيثوكسي كاربونيل) -L-ألانيل-N، [7, E5, S4]، -7R كاريامويل-9-ميثيل-5-ديسن-4-يل-L-ليسينا ميد. و فيوفورييد A هو مركب مميز على أساس أصلها الجغرافي.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya akan keanekaragaman hayati. Menurut data *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP)* tahun 2003, Indonesia memiliki sekitar 38.000 jenis tumbuhan, yang mana 55% dari jumlah tersebut merupakan tumbuhan endemik Indonesia, sedangkan pada keanekaragaman hewan bertulang belakang di Indonesia, terdapat 515 hewan menyusui (39% endemik), 511 jenis reptil (30% endemik), 1.531 jenis burung (20% endemik), dan 270 jenis hewan amfibi (40% endemik) (Walujo, 2011). Tumbuhan merupakan jenis dari keanekaragaman hayati yang telah dimanfaatkan penduduk Indonesia sebagai bahan baku pembuatan obat tradisional.

Penduduk Indonesia telah memanfaatkan tumbuhan sebagai bahan baku obat tradisional sejak zaman dahulu, yakni zaman kerajaan, era perjuangan kemerdekaan, sampai dengan saat ini (Wasito, 2011). Sebanyak 9.600 spesies tumbuhan memiliki khasiat sebagai tumbuhan obat dan kurang lebih 300 spesies telah digunakan sebagai bahan obat tradisional oleh industri obat tradisional (Kemenkes RI, 2007). Perjalanan tanaman obat agar menjadi suatu obat tradisional yang terstandar memerlukan serangkaian proses ilmiah yang meliputi penelitian bertahap, yang mana dalam setiap tahap tersebut, peneliti dituntut untuk berkerja dan berpikir secara kritis, rajin dan tekun. Sifat tersebut juga dicerminkan dalam Islam yang juga menganjurkan manusia agar senantiasa memperhatikan

dan mempelajari proses alamiah yang terjadi di dunia. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-An'am ayat 99 sebagai berikut,

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: "Dan Dia-lah yang menurunkan air hujan dari langit lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuhan-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak, dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan 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." QS. Al-An'am ayat 99.

Ayat tersebut menerangkan bahwa Allah SWT menumbuhkan kebun-kebun anggur, zaitun, dan delima beraneka warna yang menakjubkan dengan cita rasa yang bervariasi melalui air hujan. Terkadang ada yang sama dalam sebagian bentuk, namun rasa dan warnanya berbeda. Itulah kebijaksanaan dari Yang Mahabijaksana lagi Maha mengetahui. Melalui serangkaian proses tersebut manusia diajarkan untuk berpikir, dengan contoh bagaimana proses pohon bisa berbuah dan berbunga. Direnungkan pula ketika buah itu masak dan merata, serta bagaimana rasanya ketika dimakan. Semua hal tersebut merupakan tanda-tanda keindahan Allah SWT Yang Mahakuasa (Al-Qarni, 2008). Dengan demikian manusia dapat memanfaatkan ciptaan-Nya serta menggunakan ilmu yang dipelajari dengan baik. Pembelajaran dengan meneliti potensi sebuah tanaman untuk dijadikan tanaman obat juga merupakan suatu proses yang dapat dikategorikan dalam ayat di atas. Salah satu tanaman yang berpotensi untuk

dikembangkan menjadi tumbuhan obat adalah benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra*).

Benalu mangga (*D. pentandra*) merupakan tumbuhan epifit semi-parasit yang menggunakan tumbuhan lain sebagai inangnya, yang mana dalam hal ini mangga (*Mangifera indica*) sebagai inangnya. Tumbuhan epifit semi-parasit adalah tumbuhan yang menempel pada tumbuhan lain sebagai inang tempat penyerapan sebagian makanan yang dibutuhkannya, sedangkan sebagian makanan yang lain diperoleh dari hasil fotosintesisnya sendiri (Giesen, 2006). Tumbuhan *D. pentandra* menyebar secara luas pada negara Cina, Kamboja, India, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Thailand, dan Vietnam (Zainuddin dan Sul'ain, 2015). Di Indonesia, benalu mangga dimanfaatkan untuk mengobati penyakit hipertensi, batuk, diabetes, kanker, diuretik, tukak lambung, cacar, infeksi di kulit, dan setelah melahirkan (Mustarichie *et al.*, 2015; Elsyana *et al.*, 2016; Endharti *et al.*, 2016).

Hasil skrining fitokimia ekstrak daun *D. pentandra* menunjukkan bahwa sampel mengandung sejumlah senyawa kimia antara lain, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid (Fitrilia *et al.*, 2015). Artanti *et al.* (2006) melaporkan bahwa di dalam ekstrak etanol 80% daun *D. pentandra* yang dianalisis menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), *Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (LC-MS), *Ultraviolet-Visible Spectrophotometer* (UV-VIS), dan *Infrared-Spectrophotometer* mengandung senyawa golongan glikosida flavonol, yakni quersitrin (quersetin-3-rhamnosida) yang aktif sebagai antioksidan dengan nilai IC_{50} 5,19 ppm, yang mana senyawa tersebut berpotensi sebagai agen

kemoterapi kanker. Selain itu, hasil analisis ekstrak metanol daun benalu *D. pentandra* menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) juga mengandung sejumlah senyawa kimia yang berperan aktif sebagai antikanker, yakni asam heksadekanoat, metil ester, dan *9,12,15-Octadecatrienoic acid* (Zainuddin dan Sul'ain, 2014). Dengan demikian, daun benalu mangga berpotensi untuk dikembangkan menjadi obat tradisional yang standarnya dapat disetarakan dengan obat kimia sintetik.

Perkembangan suatu tumbuhan obat yang mana dalam hal ini daun benalu mangga menuju obat tradisional yang terstandar harus berkualitas dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan, sehingga diperlukan informasi tentang kualitas daun benalu mangga. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan komposisi kimia dan kuantitas suatu senyawa dalam tanaman ialah kondisi lingkungan tumbuh seperti iklim, media tanam, dan ketinggian tempat (Pribadi, 2009). Selain itu, perubahan *metabolome* (total metabolit yang ada pada sampel) dipengaruhi oleh proses metabolik (anabolisme dan katabolisme) dan jalur biosintesisnya (Claudino *et al.*, 2007). Dengan demikian, diperlukan suatu metode analisis yang mampu mengidentifikasi keberagaman profil metabolit dalam suatu sampel. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penentuan keberagaman profil metabolit, yakni melalui pendekatan metabolomik (Anissa, 2012).

Metabolomik merupakan studi yang mempelajari tentang profil-profil metabolit pada sampel biologi (urin, saliva, dan plasma darah), jaringan, dan sel yang diisolasi. Tujuan umum dari metabolomik adalah untuk mengidentifikasi

ukuran dan menginterpretasikan konsentrasi, aktivitas, dan perubahan metabolit endogen dalam sel, jaringan, dan sampel biologi (Claudino *et al.*, 2007). Melalui pendekatan metabolomik, dapat dideteksi kerusakan molekular (*molecular damage*) termasuk evolusi, serta dapat membimbing dalam penemuan senyawa penciri (*biomarker compound*), bahkan informasi dari metabolomik dapat digunakan sebagai pendirian diagnosis (*diagnosis test*). Metabolomik dinilai sebagai metode analisis yang *powerful* yang mana dapat diaplikasikan secara luas (Zhao dan Lin, 2014). Salah satu metode dalam pendekatan metabolomik yang dapat diaplikasikan dalam menganalisis *metabolome* tanaman adalah pemrofilan metabolit (*metabolite profiling*).

Pemrofilan metabolik merupakan suatu teknik yang menganalisis semua analit yang terdeteksi pada sampel yang digunakan dan identifikasi metabolit yang diekspresikan secara berbeda pada sampel yang telah jelas klasifikasinya (Dettmer *et al.*, 2007). *Metabolomic profiling* menggunakan gabungan dari beberapa teknik analisis, seperti *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), *Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (LC-MS), atau *Capillary Electrophoresis-Mass Spectrometry* (CE-MS). Teknik-teknik tersebut dapat memberikan profil kromatografi yang detail dari sampel dan pengukuran jumlah absolut dan relatif dari senyawa-senyawa yang dideteksi (O’Gorman, 2010).

Ultra-Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (UPLC-MS) merupakan pengembangan dari teknik LC-MS yang dapat digunakan untuk analisis *metabolite profiling*. Teknik kromatografi tersebut dapat memberikan hasil kromatogram yang *reliable, powerful*, resolusi tinggi, pengukuran massa dan

informasi struktural yang akurat serta memungkinkan deteksi metabolit yang luas dari suatu sampel tanaman (Zhao dan Lin, 2014). UPLC-MS dapat merepresentasikan ribuan puncak dari sampel yang dianalisis, sehingga diperlukan perangkat lunak untuk mengangani kompleksitas data tersebut. Analisis data UPLC-MS ini menggunakan *MassLynxsoftware* (versi 4.1) yang digunakan untuk pemrosesan data awal kromatogram UPLC-MS sampai dengan identifikasi metabolit tanaman dan pendugaan identifikasi metabolit hasil representasi kromatogram dilakukan dengan database *chemspider* (www.chemspider.com) (Maharani dkk, 2016). Selanjutnya data metabolit yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis data multivariat, dalam hal ini menggunakan *Principle Component Analysis* (PCA) dalam *Minitab* versi 17 untuk pengenalan pola sampel dan pengelompokkan data berdasarkan korelasi tertentu (Anissa, 2012).

Analisis PCA merupakan salah satu jenis analisis kemometrik. Analisis kemometrik didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari pengaplikasian teori-teori matematika dan statistika untuk mengolah data kimia (Rohman, 2014). PCA dapat memudahkan visualisasi pengelompokkan data, evaluasi kesamaan antarkelompok atau kelas, dan menemukan faktor atau alasan di balik pola yang teramati melalui korelasi berdasarkan sifat kimia atau fisika-kimia sampel (Chew *et al.*, 2004). Analisis PCA ini bertujuan untuk mengelompokkan sampel daun benalu mangga berdasarkan perbedaan daerah pemerolehan serta menentukan metabolit penciri. Sejumlah penelitian tentang *metabolite profiling* menggunakan UPLC-MS dengan analisis data menggunakan PCA telah dilakukan.

Penelitian Farag *et al.* (2014) tentang analisis sejumlah kandungan senyawa kimia pada biji *Nigella* sp. dari beberapa daerah di dunia menggunakan GC-MS dan UPLC-MS menunjukkan bahwa UPLC-MS lebih efisien dalam mengklasifikasikan sampel berdasarkan genetik dan berdasarkan *geographical origin*, yakni dapat mendeteksi sebanyak 52 metabolit, yakni 8 saponin, 10 flavonoid, 6 fenolat, 10 alkaloid, dan 18 asam. Kemudian data kromatogramnya dianalisis kembali menggunakan analisis PCA, sehingga ditemukan senyawa pencirinya, yakni *kaempferol-3-O-[glucopyranosyl-(1-2)-galactopyranosyl-(1-2)-glucopyranoside* melalui *loading plot* yang direpresentasikan oleh PCA. Selanjutnya, Farag *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa analisis metabolit profiling menggunakan UPLC-MS dapat mendeteksi 93 metabolit dari biji *Trigonella* sp. yang diperoleh dari beberapa daerah di dunia dibandingkan dengan menggunakan GC-MS yang hanya dapat mendeteksi 91 metabolit dengan penggolongan senyawa yang lebih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi profil metabolit daun *D. pentandra* yang diperoleh dari beberapa daerah di Indonesia, antara lain Desa Sumber Gayam, Kediri, Jawa Timur (225 mdpl); Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah (8 mdpl); Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor, Kalimantan Utara (6 mdpl) dan Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah, Lampung (30 mdpl) menggunakan UPLC-MS dengan analisis data multivariat PCA untuk melihat pengelompokan metabolit berdasarkan perbedaan daerah sumber dan senyawa penciri dari daun benalu mangga. Daerah tersebut dipilih karena memiliki kriteria sebagai daerah penyebaran *D. pentandra*, yakni daerah dataran

rendah (ketinggian kurang dari 200 mdpl) sampai dengan daerah dengan ketinggian 2.300 mdpl (Uji dkk, 2008; CCRCUGM, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat perbedaan profil metabolit kromatogram UPLC-MS antar ekstrak etanol 96% daun benalu mangga dari Kediri, Jawa Timur; Pekalongan, Jawa Tengah; Selor Hilir, Kalimantan Utara dan Gunung Batin Baru, Lampung?
2. Senyawa apa sajakah yang menjadi senyawa penciri benalu mangga berdasarkan keempat daerah pemerolehan sampel?

1.3 Tujuan

1. Memperoleh data metabolit secara global dari daun benalu mangga yang diperoleh dari daerah tumbuh yang berbeda.
2. Mengetahui senyawa penciri pada daun benalu mangga dari Kediri, Jawa Timur; Pekalongan, Jawa Tengah; Selor Hilir, Kalimantan Utara dan Gunung Batin Baru, Lampung yang dapat dijadikan sebagai dasar pengelompokkan benalu mangga berdasarkan perbedaan lokasi tumbuh yang dianalisis dengan analisis data multivariat PCA.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ilmiah tentang jenis metabolit sekunder yang terkandung dalam daun benalu mangga serta senyawa pencirinya yang dapat digunakan sebagai dasar pengelompokkan benalu mangga berdasarkan lokasi tumbuh yang berbeda.

1.4.2 Manfaat Terapan

1. Metode *metabolite profiling* dapat digunakan sebagai dasar penetapan kualitas bahan baku *phytomedicine* dari ekstrak etanol daun benalu mangga dalam pengembangannya menuju obat tradisional yang terstandar.
2. Metode *metabolite profiling* dapat mencegah terjadinya pemalsuan produk ekstrak etanol daun benalu mangga dalam pengembangannya menuju obat tradisional yang terstandar.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain,

1. Sampel yang digunakan adalah daun benalu mangga yang diperoleh dari daerah Kediri, Jawa Timur; Pekalongan, Jawa Tengah; Selor Hilir, Kalimantan Utara dan Gunung Batin Baru, Lampung dengan inang dari spesies tanaman mangga (*Mangifera indica*).
2. Ekstraksi dengan metode ekstraksi ultrasonik menggunakan pelarut etanol 96 %.
3. Analisis profil metabolit daun benalu mangga menggunakan UPLC-MS.

4. Analisis pengelompokkan metabolit berdasarkan perbedaan daerah sumber dan senyawa penciri dari daun benalu mangga menggunakan PCA.
5. Analisis data multivariat PCA menggunakan perangkat lunak *Minitab* versi 17.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L) Miq.)

2.1.1 Deskripsi Tanaman

Benalu mangga merupakan tanaman parasit yang membutuhkan inang untuk kelangsungan hidupnya. Benalu mangga tergolong ke dalam famili tanaman *loranthaceae*, yakni kelompok tanaman setengah parasit yang memiliki batang berkayu dan dapat tumbuh dengan inang dari kelompok tanaman *Gymnospermae* dan *Cotyledonae* (Gembong, 1993). Tanaman parasit epifit ini memiliki karakteristik berupa daun dan batang yang halus hampir tanpa bulu, tapi bagian bunga dan tangkainya memiliki bulu yang lebat. Keseluruhan batang memiliki panjang 1 meter bahkan bisa sampai 3 meter. Daunnya dapat berbentuk *lanceolate* atau bulat, tetapi lebih sering berbentuk elip dengan panjang 5-20 cm dan lebar 2,5-12 cm dengan ujung yang runcing atau membulat. Satu tandan bunga memiliki kurang lebih 20 bunga dengan panjang tangkai 1-4 mm. Warna mahkota bunganya bervariasi, mulai dari kuning sampai jingga kemerahan dengan lobus kehijauan, warna merah salmon dengan lobus hijau, atau merah kehitaman dengan pucuk hijau. Buahnya berbentuk oval dengan panjang 10 mm dan diameter 6 mm (Giesen, 2006).

Berikut ini adalah kalasifikasi tanaman benalu mangga,

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub Divisi : Angiospermae
 Kelas : Dicotyledonae
 Ordo : Loranthales
 Famili : Loranthaceae
 Genus : *Dendrophthoe*
 Spesies : *Dendrophthoe pentandra* (L) Miq.



Gambar 2.1 Benalu mangga (*D. pentandra*) (Samiran, 2005)

Nama lain benalu mangga antara lain, mistletoe (Inggris), *kemladean*, *mangandeuh*, *pasilan* (Indonesia), *day chum goi* (Vietnam), *ka fak ma muang* (Thailand) (Giesen, 2006).

Tanaman ini dapat dijumpai di India dan Bangladesh serta daerah Asia Tenggara seperti Myanmar (Tenaserrim), Thailand , Filipina (jarang, Luzon dan Palwan), Singapura, Vietnam, Malaysia (Peninsular), dan Indonesia (Sumatra, Broneo, dan Jawa) (Giesen, 2006). Benalu ini dapat tumbuh sebagai parasit pada

berbagai jenis tumbuhan inang, baik berupa semak maupun pohon selama beberapa tahun. Secara khusus, benalu *D. pentandra* dapat daerah hutan hujan atau di hutan terbuka, di perkebunan, di taman kota, di sekitar pemukiman penduduk, juga di dataran rendah (ketinggian kurang dari 200 mdpl) hingga daerah dengan ketinggian 2.300 mdpl. Penyebarannya terjadi melalui burung-burung yang memakan bijinya (Sunaryo, 2008; Uji dkk, 2008; CCRCUGM, 2016).

2.1.2 Kandungan Senyawa dan Bioaktivitas

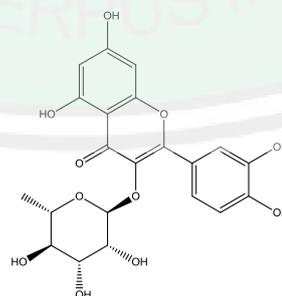
Benalu mangga (*D. pentandra*) banyak dimanfaatkan dalam dunia medis tradisional. Di Malaysia, benalu ini dimanfaatkan untuk menghentikan infeksi cacing gelang pada anak (Shanavaskhan *et al.*, 2012). Selain itu dimanfaatkan pula untuk mengobati batuk, hipertensi, diabetes, kanker, tukak lambung, campak, diuretik, infeksi kulit, dan keadaan setelah melahirkan (Artanti *et al.*, 2012; Mustarichie *et al.*, 2015; Zainuddin dan Sul'ain, 2015) serta berpotensi dikembangkan menjadi *immunomodulator* (Ang *et al.*, 2014). Oleh karena itu, daun benalu mangga dapat dikembangkan menjadi obat tradisional yang terstandar.

Tumbuhan diciptakan Allah SWT untuk dimanfaatkan sebaik-baiknya termasuk sebagai alternatif pengobatan. Salah satunya dengan riset ilmiah dalam rangka penggalan potensi sebuah tanaman sebagai obat penyakit tertentu. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 11 sebagai berikut,

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ۗ
 إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

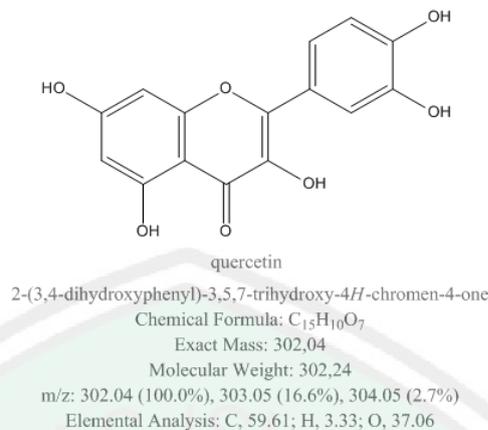
Artinya: Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan.

Berdasarkan tafsir ayat tersebut, mengindikasikan bahwa dengan air itu suburilah tumbuh-tumbuhan yang terdiri dari berbagai macam jenis dan bentuknya, seperti zaitun, kurma, anggur, dan segala pohon-pohon lain untuk menjadi rezeki dan makanan bagi manusia (Ash-Shiddieqy, 2000). Pada tafsir lain ayat di atas disebutkan bahwa proses pertumbuhan, penyiraman dengan air hujan, kemudian tumbuh dan berbuah pohonnya tersebut mengandung tanda-tanda yang jelas bagi orang-orang yang mau berpikir dan merenung supaya beriman (A-Qarni, 2007). Dengan demikian pula, penggalian potensi tanaman benalu mangga melalui serangkaian proses ilmiah dapat diungkapkan sebagai implementasi ayat tersebut. Melalui serangkaian proses ilmiah tersebut, telah ditemukan beberapa senyawa yang diduga aktif dapat dimanfaatkan sebagai obat.



Chemical Formula: $C_{21}H_{20}O_{11}$
 Exact Mass: 448,1006
 Molecular Weight: 448,3769
 m/z: 448.1006 (100.0%), 449.1039 (22.7%), 450.1073 (2.5%), 450.1048 (2.3%)
 Elemental Analysis: C, 56.25; H, 4.50; O, 39.25

Gambar 2.2 Struktur molekul quercitrin (quercetin-3-O-rhamnosida)



Gambar 2.3 Struktur molekul quercetin

Ekstrak etanol 80% daun benalu *D. pentandra* yang dianalisis menggunakan LC-MS, *Infra Red* (IR), dan UV-Vis mengandung senyawa isolat berupa glikosida flavonol, yakni *quercitrin* (*quercetin-3-O-rhamnoside*) yang aktif sebagai antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 5,19 mcg/mL melalui uji DPPH (Artanti *et al.*, 2006). Hasil dari skrining fitokimia menunjukkan ekstrak etanol benalu mangga mengandung senyawa flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid (Fitrilia *et al.*, 2015). Selain itu, skrining fitokimia fraksi n-heksana benalu mangga menunjukkan adanya flavonoid, monoterpen, dan sesquiterpen; fraksi etil asetat mengandung flavonoid dan kuinon; fraksi etil asetat terbasakan mengandung flavonod, polifenol, tanin, dan kuinon; sedangkan fraksi airnya mengandung flavonoid, polifenol, tanin, dan kuinon. Total flavonoid yang dikalkulasi sebagai quersetin pada daun benalu mangga sebesar 0,068 kg b/b (Mustarichie *et al.*, 2015). Ekstrak etanol 96% daun benalu *D. pentandra* dengan inang tumbuhan kersen (*Muntingia calabura*) mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, tanin, dan saponin (Nirwana dkk, 2015).

Adapun hasil analisis ekstrak metanol daun benalu mangga menggunakan instrumen GC-MS menghasilkan beberapa metabolit aktif yang bermanfaat pada bidang kesehatan. Senyawa-senyawa tersebut disajikan dalam tabel di bawah ini (Tabel 2.1):

Tabel 2.1 Senyawa bioaktif pada ekstrak metanol daun benalu mangga menggunakan GC-MS (Zainuddin dan Sul'ain, 2014)

No	RT	Nama Senyawa	Rumus molekul	Berat molekul	Area puncak (%)
1	5,86	Asam benzoat, metil ester	C ₈ H ₈ O ₂	136,15	37,90
2	10,21	2-nonen-1-ol	C ₉ H ₁₈ O	142,24	4,68
3	10,67	Asam heksadekanoat	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270,45	44,61
4	11,55	Asam 9,12,15-oktadekatrienoat	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	292,46	8,34
5	11,62	Asam nonadekanoat, metil ester	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312,53	4,46

2.2 Lokasi Pengambilan Sampel

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di benua Asia, yakni Asia Tenggara yang diapit Samudera Hindia dan Samudera Pasifik dengan koordinat posisi pada 6° LU-11°LS dan 95°BT-141°BT. Pulau yang paling utama adalah Pulau Weh yang dilalui 6°LU, pulau paling selatan yaitu Pulau Roti, yang dilalui garis lintang 11°LS. Pulau Weh juga dilalui oleh garis bujur 95°BT, sedangkan garis bujur 141°BT melalui batas Irian Jaya dengan Negara Papua. Dari 17.504 pulau yang tercatat sebagai milik Indonesia, terdapat 5 pulau terbesar di dalamnya, yakni pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Daratan Indonesia memiliki luas 1,9 juta km² dan luas lautan sebesar 5,9 juta km², oleh karena itu Indonesia disebut sebagai negara maritim, yakni negara yang memiliki luas lautan lebih besar dibandingkan dengan luas daratan (Kemendagri, 2017; Lasabuda, 2013). Indonesia memiliki iklim tropis basah, dengan curah hujan rata-rata 1600 mm setahun (Kemendagri, 2017).



Gambar 2.4 Peta wilayah Indonesia

Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terletak di Pulau Sumatera, tepatnya pada koordinat geografis dari Timur ke Barat $103^{\circ}40'$ - $105^{\circ}50'$ Bujur Timur, sedangkan dari Utara ke Selatan $6^{\circ}45'$ - $3^{\circ}45'$ Lintang Selatan dengan luas daratan sebesar $35.288,35 \text{ km}^2$ termasuk pulau-pulau yang terletak pada bagian sebelah paling ujung tenggara Pulau Sumatera. Di Lampung terdapat 2 daerah topografi, yakni daerah topografi berbukit sampai bergunung dan daerah topografi berombak sampai bergelombang. Daerah topografi berbukit sampai bergunung memiliki lereng yang curam dengan kemiringan 25% dan ketinggian rata-rata 300 mdpl yang ditutupi oleh vegetasi hutan primer atau sekunder, sedangkan daerah topografi berombak sampai bergelombang ditandai dengan adanya daerah bukit sempit dengan kemiringan 8%-15% dan ketinggian 300 mdpl-500 mdpl yang mana pada daerah ini ditumbuhi tanaman perkebunan seperti: kopi, cengkeh, dan lada, serta tanaman pertanian seperti: padi, jagung, dan

sayur-sayuran. Jenis tanah di Lampung yang dominan antara lain tanah podsolik merah kuning (PMK), latosol, dan andosol. Adapun data tentang bahan-bahan tambang (endapan mineral) yang telah tercatat adalah minyak bumi, uranium, batubara muda (brown coal), mineral besi, emas dan perak. Suhu udara rata-rata siang hari berkisar antara 32°C-35°C, sedangkan suhu udara pada malam hari berkisar antara 21-23. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember yang mencapai 330,3 mm, sedangkan curah hujan terendah curah hujan terendah terjadi pada bulan Oktober, yakni 1,8 mm (Pemerintah Provinsi Lampung, 2016^a).

Jawa Tengah merupakan provinsi yang letaknya diapit oleh 2 provinsi besar di Pulau Jawa, yakni diantara provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur, tepatnya pada koordinat geografis 108°30'-111°30' Bujur Timur dan 5°40'-8°30' Lintang Selatan. Luas wilayah Jawa Tengah sebesar 3,25 juta hektar atau sekitar 25,04% dari luas Pulau Jawa (1,70% luas Indonesia). Dari luas wilayah tersebut, sebanyak 30,80% (1,00 juta hektar) digunakan untuk lahan sawah dan 69,20% (2,25%) digunakan untuk lahan bukan sawah. Jenis tanah wilayah Jawa Tengah didominasi oleh tanah latosol, aluvial/alluvium, dan grumusol; sehingga hamparan tanah di provinsi ini termasuk tanah yang mempunyai tingkat kesuburan yang relatif subur. Suhu udara rata-rata di Jawa Tengah berkisar antara 18°C sampai 28°C, sedangkan curah hujannya tertinggi sebesar 3.990 mm dengan hari hujan 195 hari (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2017).

Jawa Timur secara geografis terletak diantara 111°0'-114°4' Bujur Timur dan 7°12'-8°48' Lintang Selatan, dengan luas wilayah sebesar 47.963 km² yang meliputi dua bagian utama, yaitu Jawa Timur dan Kepulauan Madura. Luas

wilayah daratan Jawa Timur sebesar 42,541 km² (88,70%), sementara luas Kepulauan Madura sebesar 5,422 km² (11,30%). Suhu rata-rata Jawa Timur sebesar 20,50°C-24,60°C, sedangkan jumlah curah hujan sebesar 2.136,00 mm dengan lama hari hujan sebanyak 228 hari (Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2017). Struktur Geologi Jawa Timur di dominasi oleh Alluvium dan bentukan hasil gunung api kwarter muda, keduanya meliputi 44,5 % dari luas wilayah darat, sedangkan bantuan yang relatif juga agak luas persebarannya adalah miosen sekitar 12,33 % dan hasil gunung api kwarter tua sekitar 9,78 % dari luas total wilayah daratan. Sementara itu batuan lain hanya mempunyai proporsi antara 0-7% saja. Batuan sedimen Alluvium tersebar disepanjang sungai Brantas dan Bengawan Solo yang merupakan daerah subur. Batuan hasil gunung api kwater muda tersebar dibagian tengah wilayah Jawa Timur membujur kearah timur yang merupakan daerah relatif subur. Batuan Miosen tersebar disebelah selatan dan utara Jawa Timur membujur kearah Timur yang merupakan daerah kurang subur (Pusdaling Provinsi Jawa Timur, 2017).

Provinsi Kalimantan Utara (Kaltara) merupakan provinsi yang terbentuk sejak tahun 2012 yang sebelumnya menjadi satu dengan Provinsi Kalimantan Timur. Provinsi Kalimantan Utara terletak pada koordinat antara 114°35'22" sampai 118°03'00' Bujur Timur, dan antara 1°21'36" sampai 4°24'55" Lintang Utara dengan luas wilayah sebesar 75.467,70 km². Rata-rata suhu di Provinsi Kalimantan Utara sebesar 24,1°C (suhu terendah) dan 32,8°C (suhu tertinggi), sedangkan rata-rata curah hujan tertinggi pada tahun 2013 tercatat pada Stasiun Meteorologi Tarakan sebesar 372,0 mm dan curah hujan terendah pada tahun

yang sama di Stasiun Meteorologi Nunukan sebesar 194,8 mm. Tanah di Provinsi Kalimantan Utara didominasi oleh jenis tanah alluvial, podzolik merah kuning, dan latosol (Pemerintah Provinsi Kalimantan Utara, 2017).

2.3 Faktor Lingkungan

Komposisi metabolit pada suatu tumbuhan dapat berbeda yang dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik (Heuberger *et al.*, 2014). Utamanya faktor abiotik yang berasal dari lingkungan yang banyak menyumbang perubahan dalam metabolit dalam tumbuhan (Suzuki *et al.*, 2014). Faktor abiotik tersebut antara lain, salinitas, cahaya, iklim, suhu, cuaca, kelembaban, kekeringan dan nutrisi (Wang *et al.*, 2003). Hal tersebut menyebabkan keberagaman metabolit pada tumbuhan, diperkirakan suatu tumbuhan memiliki 5000-10.000 metabolit dengan total dimungkinkan mencapai 200.000 struktur yang berbeda dalam kerajaan tanaman (*Kingdom Plantae*) (Colquhoun, 2007).

2.3.1 Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat dapat menyebabkan perubahan suhu dan kondisi iklim, sehingga perbedaan ketinggian tempat tumbuh tumbuhan dapat menyebabkan perubahan kandungan metabolit yang terkandung di dalam tumbuhan tersebut. Perubahan kandungan metabolit tersebut dikarenakan suhu dan iklim merupakan faktor abiotik yang berperan penting dalam pembentukan metabolit tanaman. Penelitian terhadap tanaman *Catharanthus roseus* yang tumbuh pada tempat dengan ketinggian yang berbeda berdampak pada perbedaan

profil metabolit senyawa fenolik dan aktivitas antioksidannya (Kumar *et al.*, 2013; Verma dan Sukhla, 2015). Selain itu, perbedaan ketinggian tempat tumbuh tanaman juga mempengaruhi perbedaan kandungan senyawa fenolik, kadar flavonoid total, dan aktivitas antioksidan pada tanaman teh (*Camellia sinensis* L. Kuntze) varietas GMB 7 (Martono dkk, 2016). Hal tersebut membuktikan bahwa kondisi geografis khususnya ketinggian dapat mempengaruhi kandungan metabolit tanaman.

2.3.2 Tanah dan Unsur Hara

Media tumbuh tanaman yang umum digunakan adalah tanah. Tanah adalah tubuh alam gembur yang menyelimuti sebagian besar permukaan bumi dan mempunyai sifat dan karakteristik fisik, kimia, biologi serta morfologi yang khas sebagai akibat dari serangkaian panjang berbagai proses yang membentuknya. Tanah mempunyai kemampuan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Di dalam tanah terdapat bahan campuran mineral dan organik yang menjadi sumber hara tanaman (Sartohadi dkk, 2014). Oleh karena itu, perbedaan jenis tanah dapat mempengaruhi kandungan metabolit pada tanaman.

Perbedaan jenis tanah dan unsur hara juga menyebabkan perbedaan kandungan metabolit pada tanaman. Kandungan alkaloid reserpin pada tumbuhan *Rauwolfia tetraphylla* dan alkaloid vinkristin pada tumbuhan *C. roseus* meningkat ketika tumbuh di daerah dengan kadar garam natrium tinggi dibandingkan dengan daerah dengan kadar garam natrium yang rendah (Said Al-Ahl dan Omer, 2011; Verma dan Sukhla, 2015). Selain itu kandungan senyawa asam fenolat pada

tanaman *Achillea fragrantissima* meningkat seiring dengan peningkatan salinitas tanah (Abd El-Azim dan Ahmed, 2009; Verma dan Sukhla, 2015).

Tabel 2.2 Kegunaan unsur hara bagi tumbuhan (Fageria *et al.*, 2011)

No	Unsur	Kegunaan
1	Nitrogen	Merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, komponen asam amino, berperan penting dalam hampir semua proses metabolisme tanaman
2	Fosfor	Komponen asam nukleat, fosfolipid, koenzim DNA, NADP, dan ATP. Mengaktivasi koenzim untuk memproduksi asam amino
3	Kalium	Aktivasi enzim, fotosintesis, stabilisasi sintesis protein, netralisasi muatan negatif pada asam amino
4	Kalsium	Merangsang pembentukan bulu akar, biji, dan memperkeras batang, merespon <i>environmental stress</i> , sebagai <i>second messenger</i>
5	Magnesium	Sebagai penyusun klorofil, berperan dalam metabolisme karbohidrat, aktivator enzim dalam sintesis asam nukleat (DNA dan RNA)
6	Belerang	Komponen penting dalam sintesis asam amino, dan sintesis protein, produksi klorofil, penggunaan fosfor dan nutrisi lainnya
7	Klor	Sebagai aktivator enzim, terlibat dalam pengaturan turgor, pertumbuhan sel dan resistensi kekeringan.
8	Besi	Berperan dalam reaksi reduksi oksidasi, rantai transport elektron pada fotosintesis dan respirasi, sintesis klorofil, menjaga struktur kloroplast, aktivitas enzim, mengatur reduksi, nitrat dan sulfat
9	Mangan	Aktivator enzim untuk asimilasi nitrogen, pembentukan klorofil, dan metabolisme karbohidrat
10	Tembaga	Berperan dalam fotosintesis, respirasi, pembentukan lignin dan proteksi terhadap stress oksidatif, kofaktor dalam sintesis protein, aktivator enzim
11	Boron	Aktivator enzim, metabolisme kadmium dan kalium, mengatur metabolisme karbohidrat, terlibat dalam sintesis RNA
12	Molibdenum	Bagian dari nitrogenase, pengangkut elektron bagi nitrogen reduktasi, metabolisme karbohidrat
13	Seng	Aktivator enzim, sintesis protein, hormon, RNA, DNA, stabilitas ribosom
14	Natrium	Berhubungan dengan pengaturan air dan tekanan osmotik, membuka dan menutupnya stomata
15	Nikel	Berperan dalam aktivasi enzim urease dan metabolisme nitrogen

2.3.3 Iklim

Iklim merupakan rata-rata pergantian atau keadaan cuaca di suatu wilayah yang luas dalam jangka waktu yang lama. Iklim berbeda pada daerah yang berbeda disebabkan oleh rotasi bumi dan revolusi bumi serta adanya perbedaan garis lintang dari setiap wilayah di dunia (Hartono, 2007). Ilmu yang mempelajari iklim disebut klimatologi. Karena klimatologi mencakup interpretasi

dan koleksi data pengamatan maka ilmu ini memerlukan teknik statistik, sehingga klimatologi disebut juga meteorologi statistik. Ada beberapa jenis iklim yang terdapat di bumi, sehingga diperlukan pengklasifikasi iklim. Salah satu sistem klasifikasi iklim adalah klasifikasi iklim oleh Koeppen (1846-1940) (Tjasyono, 2004).

Wladimir Koeppen, seorang ahli fisiologi tanaman Prancis bersama dengan seorang ahli biologi Jerman, merancang klasifikasi iklim pertama (tahun 1900) berdasarkan daerah tanaman, dan kemudian (tahun 1918) memperbaikinya dengan memperhatikan suhu, curah hujan, dan karakteristik musiman dari kedua unsur iklim tersebut (Tjasyono, 2004). Sistem klasifikasi iklim Koeppen terdiri atas lima kelompok iklim yang dinyatakan dengan huruf kapital sebagai berikut:

Tabel 2.3. Sistem klasifikasi iklim utama menurut Koeppen

Simbol Huruf	Keterangan
A	Iklim hutan tropis; terik dalam seluruh musim
B	Iklim kering
C	Iklim hujan sedang, panas; musim dingin sejuk
D	Iklim hutan salju; musim dingin sangat dingin
E	Iklim kutub

Ditambahkan simbol huruf kedua untuk menyatakan sifat curah hujan, huruf ketiga menyatakan sifat suhu, dan huruf keempat menyatakan roman iklim khusus. Akan tetapi, hal tersebut tidak berlaku pada iklim kering (Tjasyono, 2004). Berikut ini merupakan jenis utama dari klasifikasi Koeppen setelah ditambahkan huruf lain,

Tabel 2.4. Sistem klasifikasi iklim menurut Koeppen

No	Simbol Huruf	Keterangan
1	Af	Iklim hutan hujan tropis. Terik, hujan dalam seluruh musim.
2	Am	Iklim monsun tropis. Terik, hujan berlebih secara musiman.
3	Aw	Iklim savana tropis. Terik, kering secara musiman, biasanya dalam musim dingin.
4	BSh	Iklim stepa tropis. Agak kering, terik.
5	BSk	Iklim stepa lintang tengah. Agak kering, dingin atau sangat dingin.
6	BWh	Iklim gurun tropis. Kering dan terik.
7	BWk	Iklim gurun lintang tengah. Kering, dingin atau sangat dingin.
8	Cfa	Iklim subtropis lembab. Musim dingin sejuk, lembab dalam seluruh musim; musim panas yang panas.
9	Cfb	Iklim marin. Musim dingin sejuk, lembab dalam seluruh musim; musim panas yang panas
10	Cfc	Iklim marin. Musim dingin sejuk, lembab dalam seluruh musim; musim panas yang pendek dan dingin.
11	Csa	Iklim mediteranean pedalaman. Musim dingin yang sejuk, musim panas yang kering dan terik.
12	Csb	Iklim mediteranean pedalaman. Musim dingin yang sejuk, musim panas yang kering, pendek, dan panas.
13	Cwa	Iklim monsun subtropis. Musim dingin yang sejuk dan kering, musim panas yang terik.
14	Cwb	Iklim tanah tinggi tropis. Musim dingin yang sejuk dan kering, musim panas yang pendek dan panas.
15	Dfa	Iklim daratan lembab. Musim dingin yang sangat dingin, lembab dalam semua musim, musim panas yang panjang dan terik.
16	Dfb	Iklim daratan lembab. Musim dingin yang sangat dingin, lembab dalam semua musim, musim panas yang pendek dan panas.
17	Dfc	Iklim subartik. Musim dingin yang sangat dingin, lembab dalam semua musim, musim panas yang pendek dan dingin.
18	Dfd	Iklim subartik. Musim dingin yang sangat dingin, lembab dalam semua musim, musim panas yang pendek.
19	Dwa	Iklim daratan lembab. Musim dingin yang sangat dingin dan kering, musim panas yang panjang dan terik.
20	Dwb	Iklim daratan lembab. Musim dingin yang sangat dingin dan kering, musim panas yang panas.
21	Dwc	Iklim subartik. Musim dingin yang sangat dingin dan kering, musim panas yang pendek dan dingin.
22	Dwd	Iklim subartik. Musim dingin yang sangat dingin dan kering, musim panas yang pendek dan dingin.
23	ET	Iklim tundra. Musim panas yang sangat pendek.
24	EF	Iklim es kekal atau iklim salju.
25	H	Iklim kutub yang disebabkan ketinggian tempat.

Selain tiga jenis iklim A (Af, As, dan Aw), Koeppen mengemukakan jenis iklim Am yang sangat penting bagi Indonesia. Iklim Am menunjukkan iklim

tropis dengan jumlah curah hujan kurang dari 60 mm selama satu bulan atau lebih, tetapi pada bulan lainnya jumlah curah hujannya besar (Tjasyono, 2004). Dengan adanya perbedaan iklim antar wilayah di Indonesia dapat mengakibatkan perbedaan kandungan metabolit pada tanaman yang tumbuh pada daerah dengan iklim yang berbeda. Karena iklim merupakan salah satu faktor abiotik yang berpengaruh terhadap keanekaragaman metabolit tanaman (Verma dan Sukhla, 2015).

Penelitian terhadap tumbuhan *Nothapodytes nimmoniana* yang tumbuh pada lokasi dan kondisi iklim yang bervariasi dapat mempengaruhi kandungan senyawa *camptothecin* (sebuah monoterpen indol alkaloid) pada tumbuhan tersebut (Namdeo *et al.*, 2010). Perbedaan lokasi dan iklim tumbuh tanaman *Mentha spicata* menyebabkan perbedaan aktivitas antibakterinya (Ullah *et al.*, 2012). Oleh karena itu, tanaman yang sama dapat memiliki variasi konsentrasi metabolit sekunder disebabkan oleh perbedaan kondisi iklim tempat tanaman tumbuh. Akumulasi atau produksi dari metabolit tanaman juga bergantung pada pemenuhan kebutuhan fisiologis tanaman yang dapat dipengaruhi oleh kondisi iklim yang mendukung dan tidak mendukung produksi (Verma dan Sukhla, 2015).

2.4 Moisture Analyzer

Moisture analyzer (MA) atau penganalisis kadar air merupakan salah satu instrumen yang dapat diaplikasikan untuk menganalisis kadar air simplisia atau bentuk sediaan farmasi tertentu secara praktis dan efisien (Ginting, 2008). *Halogen Moisture Analyzer* Mettler Toledo HC103 tergolong salah satu jenis MA

yang praktis digunakan untuk analisis kadar air suatu sampel (Mettler Toledo, 2015). Berikut ini merupakan spesifikasi dari MA tersebut,

Tabel 2.5 Spesifikasi *Moisture Analyzer* Mettler Toledo HC103 (Mettler Toledo, 2015)

Karakteristik	Uraian
Kapasitas sampel	101 gram
<i>Readability</i>	1 mg, 0,01% MC (<i>Moisture Content</i>)
<i>Repeatability</i>	0,10% (2 gram sampel) 0,015% (10 gram sampel)
<i>Heating</i>	Halogen
Kisaran suhu	40-230 °C

Zat yang diukur kadar airnya pada penelitian ini adalah simplisia serbuk kering sampel daun benalu mangga. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 12 tahun 2014 tentang persyaratan mutu obat tradisional menyatakan bahwa kadar air yang diperbolehkan pada simplisia adalah sebesar $\geq 10\%$. Kadar air yang besar (dalam hal ini lebih dari 10%) akan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme dalam simplisia (Jessica dkk, 2016), akibatnya simplisia dapat mengalami pembusukan serta mempengaruhi cita rasa, tekstur, dan masa simpan bahan (Chandra, 2015).

2.5 Ekstraksi Ultrasonik

Ekstraksi merupakan suatu proses yang melibatkan perpindahan suatu konstituen padat atau cair ke dalam cairan lain yaitu pelarut. Prinsip dasar ekstraksi adalah berdasarkan kelarutan. Pada kontak dua fase, zat terlarut terdifusi dari fase padat ke fase cair sehingga terjadi pemisahan dari komponen padat (Wassil, 1955; Sudjadi, 1988). Ekstraksi melibatkan banyak perubahan, baik perubahan fisika maupun perubahan kimia yang menyangkut perubahan struktural

terhadap bahan. Untuk memperbaiki kualitas proses ekstraksi dapat dilakukan dengan memperhatikan sifat-sifat fisika dan kimia dari bahan yang hendak diekstraksi (Wonorahardjo, 2013). Pada penelitian ini digunakan ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik atau biasa disebut dengan ekstraksi ultrasonik (*ultrasonic-assisted extraction*).

Metode ekstraksi ultrasonik adalah proses ekstraksi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik atau gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz untuk mendapatkan ekstrak (Handayani dkk, 2016). Jenis ekstraksi ini dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain mempercepat proses ekstraksi (dibandingkan dengan ekstraksi termal atau ekstraksi konvensional, misal maserasi), lebih aman, lebih efisien waktu, dan dapat meningkatkan angka rendemen kasar ekstrak. Selain itu, ekstraksi ultrasonik juga dapat digunakan pada ekstraksi bahan yang tidak tahan panas (Handayani dkk, 2016).

Prinsip kerja dari ekstraksi ultrasonik ialah dengan suhu tinggi lokal dan meningkatkan gerakan pergerakan antarmuka zat padat dan cair secara mekanis, hal tersebut bermanfaat berupa *acoustic streaming* dan *acoustic cavitation* (Iersel, 2008). *Acoustic streaming* adalah gelombang suara yang dipindahkan ke dalam cairan membentuk gerakan cairan searah dengan propagasi gelombang longitudinal (Dolatowski *et al.*, 2007; Nurmaida, 2016). Hal tersebut mengakibatkan menipisnya lapisan batas antara cairan dan partikel sehingga meningkatkan kemampuan pelarut untuk menembus membran seiring dengan meningkatnya difusibilitas dan pelarut senyawa aktif dalam sel. Pada akhirnya

akan berdampak terhadap peningkatan laju perpindahan panas, massa, dan efisiensi ekstraksi (Li *et al.*, 2010).

Selanjutnya terjadi *acoustic cavitation* yang dimulai dari kelarutan gas ke dalam cairan serupa dengan penguapan parsial cairan, sehingga fase ini disebut dengan fase pembentukan gelembung sampai dengan pecahnya gelembung. Gelebung dan kavitasi cairan terbentuk akibat adanya siklus ekspansi (tekanan negatif) dari energi ultrasonik yang kuat (Özcan, 2006). Pada titik tertentu, energi ultrasonik tidak cukup lagi untuk mempertahankan fase uap dalam gelembung udara, sehingga terjadi kondensasi secara cepat dengan molekul-molekul bertabrakan dan tekanan tinggi, mencapai 5.500°C dan 50 Mpa (Dolatowski *et al.*, 2007). Perubahan suhu dan tekanan dapat merusak dinding maupun membran sel partikel (Usaquèn *et al.*, 2006), sehingga zat dapat terekstrak keluar dari membran sel.

Pada penelitian ini digunakan etanol 96% sebagai pelarut dalam ekstraksi ultrasonik. Etanol 96% dipilih karena sifatnya sebagai pelarut universal yang dapat menyari senyawa polar, non-polar, dan semi polar (Poelengan *et al.*, 2007), sehingga diharapkan dapat mengekstrak seluruh senyawa yang terkandung dalam daun benalu mangga.

Handayani dkk (2016) melaporkan bahwa ekstraksi ultrasonik pada simplisia daun sirsak dengan pelarut etanol 96% optimal pada perbandingan pelarut 1:10 (b/v) dan lama ekstraksi 20 menit. Hasil dari kondisi ekstraksi sedemikian adalah randemennya sebesar 11,72%, kandungan total fenol 15213,33 ppm, kadar flavonoid 45843 ppm, aktivitas antioksidan 78,14% dan nilai IC₅₀ 15,58 ppm.

Selain itu, Fuadi (2012) melakukan ekstraksi ultrasonik terhadap rimpang jahe dengan variasi suhu, hasilnya randemen tertinggi diperoleh pada suhu 50°C. Ekstraksi ultrasonik dengan etanol maupun etil asetat sebagai pelarut selama 20 menit terhadap simplisia daun sirih merah (*Piper croatum*) memberikan hasil yang optimal dengan optimalnya aktivitas antioksidan tertinggi ditunjukkan dengan nilai IC₅₀ yang rendah, yakni 6,96 ppm untuk etanol dan 6,95 ppm untuk etil asetat (Hendryani dkk, 2015).

2.6 Pemrofilan Metabolit (*Metabolite Profiling*)

Pemrofilan metabolit merupakan salah satu metode analisis dengan pendekatan metabolomik. Metabolomik adalah kajian tentang “omik”, yakni ilmu baru yang merujuk pada *holistic view* terhadap makromolekul biologis, seperti proteomik dan genomik, sedangkan metabolomik sendiri lebih merujuk pada studi profil metabolik pada sampel biologi (Claudino *et al.*, 2007).

Metabolom mendiskripsikan tentang jumlah total metabolit, yaitu molekul kecil dari seluruh metabolit non peptida dalam sel atau organisme yang dibutuhkan untuk pertumbuhan. Molekul kecil ini merupakan metabolit sekunder yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan berperan dalam kelangsungan hidup serta adaptasi terhadap perubahan lingkungan (Nurmaida, 2016). Eksistensi metabolit dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan tempat tumbuh, penambahan bahan pendukung pertumbuhan, waktu panen, penanganan pasca panen (Harwan dkk, 2015).

Pemrofilan metabolit merupakan analisis kelompok metabolit tertentu yang memberikan informasi fisiologi langsung dan data yang dapat diintegrasikan dalam model metabolisme, serta sidik jari metabolit memberikan informasi berdasarkan jejak metabolit yang dihasilkan oleh sel dan digunakan untuk pengelompokan sampel yang berbeda seperti menggunakan analisis gerombol (Nurmaida, 2016).

Pemrofilan metabolit mencakup tiga bagian, yakni penyiapan sampel, akuisi data analisis dan pengolahan data. Teknik analisis yang dapat digunakan untuk analisis metabolit, yaitu NMR, LC-MS, GC-MS, UPLC-MS, dan CE-MS. Tandem beberapa instrumen ditujukan untuk memudahkan dalam proses pengidentifikasian senyawa kimia dalam suatu tanaman, yang merupakan sistem kompleks dari puluhan hingga ratusan metabolit (Nurmaida, 2016).

Sejumlah penelitian tentang *metabolite profiling* telah dilakukan, tetapi belum pernah ada yang melakukannya terhadap benalu mangga (*D. pentandra*). Yi *et al.* (2012) melakukan analisis *metabolit profiling*, khususnya pemrofilan senyawa alkaloid terhadap jaringan spesifik (epidermis, korteks, jaringan tiang, xylem, floem, dll) tanaman batang tumbuhan Sinomeni (*Sinomenii caulis*) yang diperoleh dari Kota Nanchang, Provinsi Jiangxi, China, yang mana digunakan *laser microdissection* untuk memperoleh jaringan yang akurat dan spesifik. Kemudian, sampel diolah dan dianalisis menggunakan UPLC-MS, hasilnya, berupa ditemukannya beberapa jenis senyawa alkaloid seperti, *magnoflorine*, *laurifoline*, N-norsinoacutine, menisperine, dll. Beberapa jenis alkaloid tersebut terdistribusi ke luar jaringan korteks, xylem, dan floem.

Kajian pemprofilan metabolit juga dilakukan oleh Anissa (2012) terhadap rimpang kunyit (*Curcuma longa*) yang diperoleh dari beberapa daerah di Jawa menggunakan GC-MS. Pada penelitian tersebut, dilakukan identifikasi sejumlah metabolit yang terkandung di dalam rimpang kunyit dari berbagai daerah. Selain itu, juga telah dilakukan *metabolit profiling* pada rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) menggunakan GC-MS (Septiani, 2012), rimpang temu hitam (*Curcuma aeruginosa*) menggunakan GC-MS (Ichzan, 2014), tabat barito (*Ficus deltoidea*) menggunakan UPLC-QTOF-MS/MS (Nurmaida, 2016). Setelah didapat profil metabolit dari sampel tersebut, dilakukan analisis kemometrik untuk mendapatkan korelasi antara jenis metabolit dengan lokasi tumbuh.

2.7 UPLC-QTOF-MS/MS

Ultra Performance Liquid Chromatography-Quadrupole Time of Flight-Mass Spectroscopy (UPLC-QToF-MS/MS) atau biasa disebut UPLC-MS merupakan instrumen analitik gabungan dari dua instrumen, yakni UPLC yang ditandemkan dengan QToF-MS/MS. Pada penelitian ini menggunakan instrumen ini karena memiliki sejumlah keunggulan, antara lain selektif dan sensitif dengan performa resolusi yang tinggi dan cepat sehingga mengurangi waktu analisis, *powerful, reliable*, dan akurasi massa (Chawla dan Ranjan, 2016; Zhao dan Lin; 2016). Hampel *et al.* (2012) juga menyebutkan bahwa UPLC-MS dapat melakukan analisis secara cepat dan simultan (*simultaneous*) terhadap analit.

Analisis UPLC merupakan salah satu teknik kromatografi cair yang digunakan untuk segregasi dari komponen yang berbeda pada suatu campuran

(misal, ekstrak dari bagian tumbuhan), dengan tingkat molekuler mencapai 2 mikron partikel analit. Analisis terhadap partikel kecil mensyaratkan tekanan kerja pada instrumen yang besar (biasanya 6000 psi), hal tersebut dapat dipenuhi oleh UPLC tetapi tidak dengan instrumen HPLC. Metode ini mereduksi konsumsi fase gerak sampai dengan 80% yang dibandingkan dengan HPLC dengan *runtime* yang lebih singkat, sekitar 1,5 menit (Chawla dan Ranjan, 2016).

Tabel 2.6 Perbandingan antara HPLC dengan UPLC (Chawla dan Ranjan, 2016)

Karakteristik	HPLC	UPLC
Ukuran partikel	3-5 μm	Kurang dari 2 μm
<i>Maximum backpressure</i>	300-400 bars	1000 bars
Kolom analitik	C18	UPLC BEH C18
Ukuran kolom	150 \times 3,2 mm	50 \times 2,1 mm
Volume injeksi	5 μL	2 μL
Suhu kolom	30 C	65 C
Total <i>run time</i>	10 menit	1,5 menit
USP <i>resolution</i>	3,2	3,4
<i>Plate count</i>	2000	7500
Laju alir	3,0 ml/menit	0,6 ml/menit

Prinsip kerja UPLC didasarkan pada teori van Deemter yang menjelaskan korelasi antara laju alir (*flow rate*) dan tinggi pelat (*plate height*). Persamaan van Deemter menunjukkan bahwa partikel yang lebih kecil menghasilkan jarak alir yang lebih besar dibandingkan dengan partikel yang besar. Berikut ini merupakan persamaan van Deemter,

$$H = A + \frac{B}{v} + Cv$$

Dimana H menunjukkan ekivalensi tinggi dari *theoretical plate* (HETP), sedangkan A, B, C konstanta, dan v adalah laju alir (kecepatan linear) dari gas pembawa. Nilai A adalah faktor difusi pusaran yang merupakan aliran yang

tidak diinginkan di dalam kolom, nilainya tidak tergantung pada laju alir dan mengindikasikan sifat campuran. Nilai A kecil apabila kolom terisi dengan partikel yang kecil dan ukuran yang bervariasi. Nilai B tendensi dari difusi partikel. Pada laju alir yang tinggi, efeknya kecil sehingga dibagi dengan nilai v . Nilai C mengindikasikan suhu resistensi kinetik untuk kesetimbangan selama proses pemisahan. Resistensi kinetik adalah *time lag* pada saat fase gerak melewati fase diam (Gritter dkk, 1985; Chawla dan Ranjan, 2016).

Instrumentasi UPLC terdiri dari tempat injeksi sampel, kolom UPLC, dan detektor. Sistem penghantaran pelarut memiliki performa pompa tekanan tinggi yang reproduisibel dengan laju pelarut yang konstan. Sistem UPLC secara umum dioperasikan dengan tekanan 8000-15000 psi. Sistem elusi yang digunakan dapat secara isokratik, linear dan non linear elusi gradien. UPLC memiliki dua modul penghantaran pelarut yang beroperasi secara paralel dengan tekanan tinggi (Chawla dan Ranjan, 2016). Pada penelitian ini digunakan eluen berupa H₂O + 0,1% asam formiat, dan asetoneitril + 0,1% asam format. Menurut Balcke *et al.* (2012) eluen tersebut dapat memisahkan metabolit secara optimal. Pada sistem UPLC yang digunakan menggunakan detektor spektroskopi massa (MS).

Spektroskopi massa adalah suatu metode analisis instrumental yang dipakai untuk identifikasi dan penentuan struktur dari komponen sampel dengan cara menunjukkan massa relatif dari molekul komponen dan massa relatif hasil pecahannya (Mulja dan Suharman, 1995). Spektroskopi massa bekerja dengan prinsip pengionan molekul yang disusul dengan penyortiran dan pengidentifikasian ion berdasarkan perbandingan massa terhadap muatan (m/z).

Terdapat dua kunci utama pada proses tersebut, yakni sumber ion dan penganalisis massa. Sumber ion spektroskopi massa yang digunakan adalah *Electrospray Ionization* (ESI). ESI menghasilkan ion analit pada larutan sebelum mencapai spektroskopi massa. Sampel yang mengandung analit telah dilarutkan ke dalam pelarut (biasanya metanol) akan disemprotkan dengan laju kecepatan tertentu (biasanya 2-5 μ L/menit) ke dalam sebuah ruang pada tekanan atmosfer dan dengan adanya medan elektrostatis yang kuat dan pemanas gas. Sampel yang disemprotkan akan berubah menjadi butiran tetesan (*droplets*) yang memiliki energi permukaan tinggi. Muatan energi yang tinggi pada permukaan tetesan ditentukan oleh muatan yang diatur pada *electric field*, sehingga terdapat ESI(+) $[M+H]^+$ dan ESI(-) $[M-H]^-$ (Doig, 2000). Teknik ESI menghasilkan ionisasi yang efektif dari kisaran molekul yang bersifat semi polar hingga polar (Theodoridis *et al*, 2008; Anissa, 2012). Kelebihan ESI, yakni dapat melakukan ionisasi terhadap massa yang besar, sensitivitas baik, kemampuan adaptasinya tinggi dan menghasilkan fragmen saat diionisasi (Nurmaida, 2016).

Analisisator MS yang digunakan pada penelitian ini adalah *quadrupole-time of flight* (Q-TOF). Q-TOF merupakan jenis analisisator perpaduan antara analisisator *quadrupole* (saringan kuadropol) dan analisisator *time of flight*. Analisisator berfungsi sebagai penganalisis massa, sehingga perbandingan massa ion dengan muatan yang sama akan sampai ke detektor secara teratur (Mulja dan Suharman, 1995). Pada umumnya, analisisator digunakan untuk memisahkan ion-ion yang terbentuk dari pengionan oleh sumber ion (Doig, 2000). Seleksi massa ion pada jaringan kuadropol dipakai pengaruh arus listrik searah (dc) dan

frekuensi radio (rf). Akibat pengaruh dc dan rf ion-ion di dalam kuadropol akan menempuh jalur yang berbentuk gelombang *massive* yang kemudian akan ditangkap oleh detektor (Mulja dan Suharman, 2000). QTOF-MS memungkinkan penyediaan massa akurat untuk produk ion, serta dapat mengidentifikasi massa lebih teliti dibandingkan penganalisa massa lain (Lacorte dan Alba, 2006).

2.8 Analisis Data Multivariat PCA

Analisis PCA merupakan metode analisis statistika yang dapat digunakan untuk mereduksi data. PCA adalah metode statistik yang mana dapat diaplikasikan untuk menemukan *patterns* pada data dengan dimensi yang tinggi (Smith, 2002; Woods dan Edward, 2007). Analisis multivariat ini dapat memudahkan visualisasi pengelompokan data, evaluasi kesamaan antarkelompok atau kelas, dan menemukan faktor atau alasan di balik pola yang teramati melalui korelasi berdasarkan sifat kimia atau fisika-kimia (Chew *et al.*, 2004). Analisis PCA ini digunakan untuk mengelompokkan sampel daun benalu mangga berdasarkan perbedaan tempat *sampling* serta menentukan senyawa penciri (*biomarker compound*) sebagai kontrol bahan baku obat.

Objek (sampel) dengan komponen utama (*principle components*, PC) yang hampir sama mempunyai sifat fisika-kimia yang hampir sama, sehingga PCA dapat digunakan untuk mengelompokkan. Oleh karena itu, PCA sering disebut juga sebagai variabel tersembunyi (*latent variable*) karena kemampuannya sebagai teknik untuk melakukan pengelompokkan. PCA bukan merupakan suatu

tenik yang bermanfaat jika variabel-variabelnya tidak berkorelasi (Rohman, 2014).

Teknik PCA berdasarkan pada dekomposisi matriks data X menjadi 2, yaitu matriks T dan matriks P yang saling tegak lurus:

$$X = T \cdot P^T + E$$

T merupakan matriks skor yang menggambarkan varians dalam objek. P merupakan matriks loading, yaitu pengaruh peubah terhadap komponen utama yang terdiri atas data asli dalam sistem koordinat baru. E adalah galat dari model yang terbentuk, sedangkan A adalah jumlah PC yang digunakan untuk membuat model (Brereton, 2003 di dalam Septiani, 2012).

Hasil analisis menggunakan PCA berupa keragaman (*variance*), plot skor (*score plot*) dan plot loading (*loading plot*), yang mana antar ketiga atribut tersebut saling malengkapi. Keragaman memberikan banyak informasi yang dapat digunakan pada *principle component* (PC). Plot loading menyatakan korelasi antara variabel-variabel dalam setiap PC, sedangkan plot skor menggambarkan sifat-sifat sampel. Hasil analisis PCA dikatakan baik apabila dengan jumlah komponen utama yang sedikit mampu menggambarkan total variasi yang besar (Septiani, 2012). Dalam penelitian pemprofilan metabolit, plot skor PCA digunakan untuk melihat efek pengelompokan, sedangkan plot loading dapat digunakan untuk menemukan senyawa penciri (Lv *et al.*, 2016). Menurut Saifudin dkk (2011) senyawa penciri memiliki salah satu kriteria sebagai berikut:

- a. Senyawa aktif, yakni senyawa yang langsung bertanggung jawab terhadap aktivitas misalnya saponin ginsenosida pada tanaman ginseng (*Panax ginseng*).

- b. Senyawa utama atau juga disebut senyawa mayor atau senyawa dominan merupakan senyawa yang secara kuantitatif dominan di dalam suatu tanaman obat. Contohnya kurkuminoid di dalam rimpang kunyit (*Curcuma longa*), meskipun senyawa tersebut belum tentu bertanggung jawab langsung terhadap aktivitas farmakologi.
- c. Senyawa identitas, yakni senyawa yang khas, unik, eksklusif, dan hanya terdapat pada suatu tanaman obat, misalnya lunamarin, lunakrin, lunasin yang terdapat pada daun sanrego (*Lunasia amara* Blanco).
- d. Senyawa aktual, yakni senyawa apapun asalkan terdapat di dalam tanaman yang dianalisis.

Penggunaan PCA untuk penentuan pengelompokkan dan senyawa penciri telah dilakukan oleh sejumlah peneliti. Dilaporkan bahwa Lv *et al* (2016) menggunakan PCA untuk menentukan pengelompokkan 3 fase pigmentasi tanaman *Haematococcus pluvialis*, yakni fase hijau, kuning, dan merah; serta penentuan metabolit yang bertanggung jawab untuk membedakan ketiga fase pigmentasi yang berbeda, yang kemudian disebut sebagai senyawa penciri. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa terjadi pengelompokkan antar ketiga fase pigmentasi tanaman *Haematococcus pluvialis* yang ditunjukkan oleh plot skor, serta ditemukan senyawa penciri dari plot loading PCA berupa senyawa sukrosa, asam fosforat, D-glukosa, asam heksadekanoat, asam 1,2,3-propanatrikarboksilat, asam oktadekanoat, dan gliseril-glikosida. Selain itu, dilakukan pula *metabolite profiling* menggunakan PCA pada rimpang temu hitam (*Curcuma aeruginosa*) yang diperoleh dari daerah Cikabayan, Tawangmangu, dan Nagrak. Diketahui

bahwa plot skor dari hasil analisis PCA menggambarkan bahwa temu hitam dari Cikabayan dan Nagrak mengelompok sehingga diduga memiliki kemiripan metabolit dibandingkan dengan daerah Tawangmangu. Hasil dari plot loading-nya menunjukkan bahwa senyawa penciri yang ditemukan antara lain *β -elemenone*, *neucurdione*, *curcumol*, dan *ϵ -cadenene* yang diduga dapat dijadikan dasar pengelompokkan rimpang temu hitam berdasarkan asal geografisnya (Ichzan, 2014).



BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konseptual

Benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra*) merupakan tumbuhan epifit semi-parasit yang menggunakan tumbuhan lain sebagai inangnya, dalam hal ini mangga (*Mangifera indica*). Tumbuhan *D.pentandra* menyebar secara luas pada negara Cina, Kamboja, India, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Thailand, dan Vietnam (Zainuddin dan Sul'ain, 2015). Benalu mangga dapat tumbuh pada daerah dataran rendah (ketinggian kurang dari 200 mdpl) sampai dengan daerah dengan ketinggian 2.300 mdpl (Uji dkk, 2008; CCRCUGM, 2014). Di Indonesia, benalu mangga dimanfaatkan untuk mengobati penyakit hipertensi, batuk, diabetes, kanker, diuretik, tukak lambung, cacar, infeksi di kulit, dan setelah melahirkan (Mustarichie *et al.*, 2015; Elsyana *et al.*, 2016; Endharti *et al.*, 2016).

Hasil skrining fitokimia ekstrak daun *D. pentandra* menunjukkan bahwa sampel mengandung sejumlah senyawa kimia antara lain, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid (Fitrilia *et al.*, 2015). Artanti *et al.* (2006) melaporkan bahwa di dalam ekstrak etanol 80% daun *D.pentandra* yang dianalisis menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), *Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (LC-MS), *Ultraviolet – Visible Spectrophotometer*(UV-VIS), dan *Infrared-Spectrophotometer* mengandung senyawa golongan glikosida flavonol, yakni quersitrin (quersetin-3-rhamnosida) yang aktif sebagai antioksidan dengan

nilai IC_{50} 5,19 ppm, yang mana senyawa tersebut berpotensi sebagai agen kemoterapi kanker. Selain itu, hasil analisis ekstrak metanol daun benalu *D. pentandra* menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) juga mengandung sejumlah senyawa kimia yang berperan aktif sebagai antikanker, yakni asam heksadekanat, metil ester, dan *9,12,15-Octadecatrienoic acid* (Zainuddin dan Sul'ain, 2014). Oleh karena itu, daun benalu mangga diduga berpotensi untuk dikembangkan menjadi obat tradisional yang terstandar.

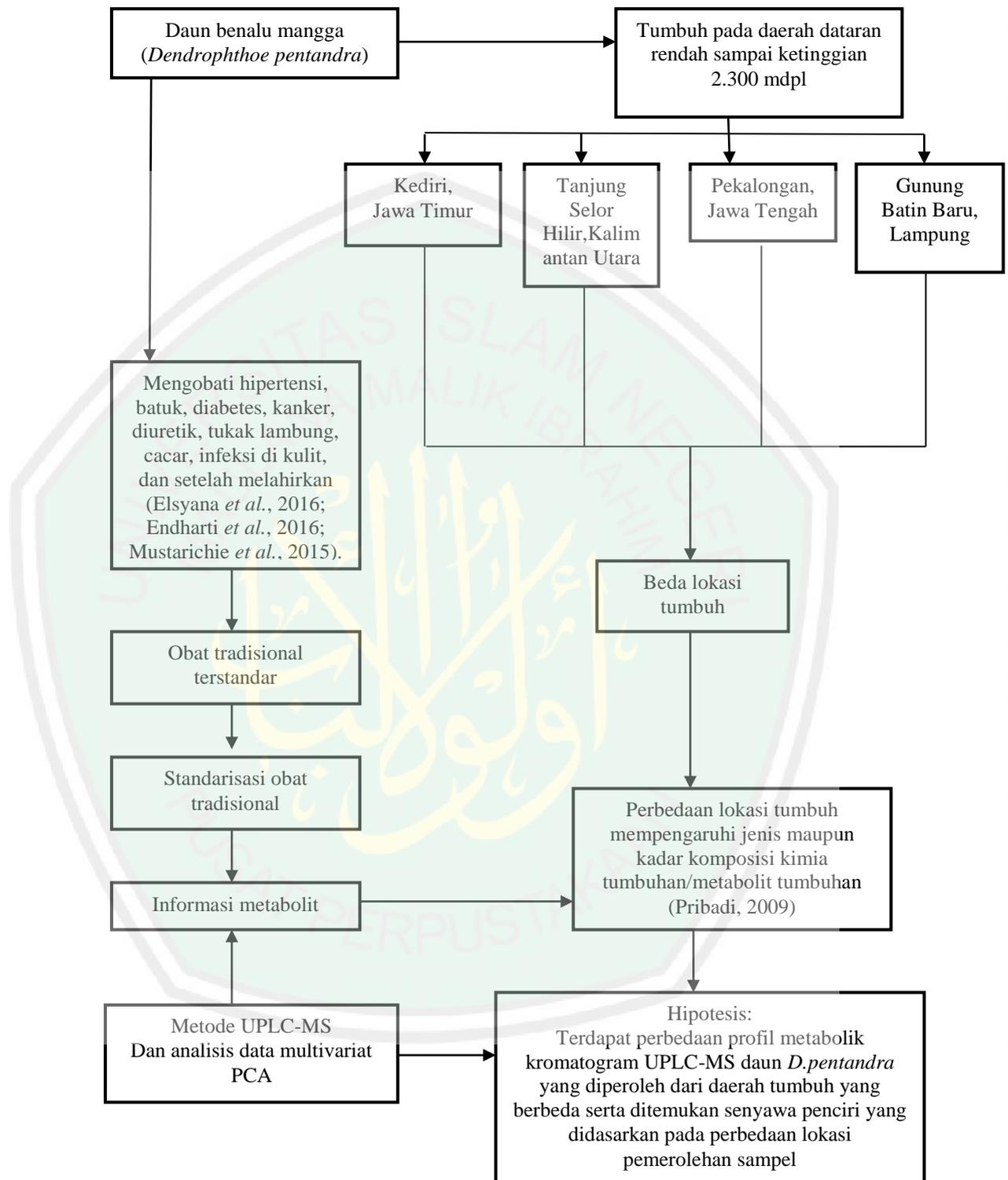
Perkembangan benalu mangga menuju bahan baku obat tradisional yang terstandar, harus berkualitas dan memenuhi standar, sehingga diperlukan informasi tentang kualitas daun benalu mangga melalui komposisi kimia atau kandungan metabolitnya. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan komposisi kimia dan kuantitas suatu senyawa dalam tanaman ialah kondisi lingkungan tumbuh seperti iklim, media tanam, dan ketinggian tempat (Pribadi, 2009). Dengan demikian dapat diduga bahwa daun benalu mangga yang diperoleh dari daerah Desa Sumber Gayam, Kediri, Jawa Timur (225 mdpl); Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah (8 mdpl); Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor, Kalimantan Utara (6 mdpl) dan Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah, Lampung (30 mdpl) (elevationmap.net, 2017) memiliki komposisi kimia (metabolit) yang berbeda, karena tumbuh pada lokasi yang berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan analisis *metabolite profiling* untuk membuktikan bahwa terdapat perbedaan komposisi kimia dalam daun *D. pentandra* menggunakan UPLC-QTOF-MS serta analisis data multivariat PCA. Komposisi kimia tersebut direpresentasikan sebagai data hasil analisis *metabolite*

profiling berupa daftar sejumlah metabolit yang dapat ditemukan dalam ekstrak daun benalu mangga. Dengan demikian dari data tersebut dapat diketahui perbedaan komposisi metabolit yang terkandung dalam daun benalu mangga yang tumbuh di berbagai daerah, dan senyawa penciri yang dapat dijadikan sebagai dasar klasifikasi benalu berdasarkan lokasi tumbuh.

3.2 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan profil metabolit ekstrak etanol 96% daun benalu mangga yang diperoleh dari Desa Sumber Gayam, Kediri, Jawa Timur (225 mdpl); Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah (8 mdpl); Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor, Kalimantan Utara (6 mdpl) dan Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah, Lampung (30 mdpl) dan ditemukan senyawa penciri yang didasarkan pada perbedaan lokasi pemerolehan sampel.



Gambar 3.1 Kerangka Konseptual Penelitian

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, yakni dengan mengidentifikasi profil metabolit ekstrak etanol 96% daun *D. pentandra* menggunakan UPLC-QTOF-MS dan analisis data multivariat PCA.

4.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan mulai bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Mei 2017 bertempat di Laboratorium Kimia Farmasi, Jurusan Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan Pusat Laboratorium Forensik, Jakarta Timur.

4.3 Populasi dan Sampel

4.3.1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah *D. pentandra* yang tumbuh dari inang berupa tanaman mangga (*Mangifera indica*) di Indonesia.

4.3.2. Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah daun *D. pentandra* yang tumbuh di Desa Sumber Gayam, Kediri, Jawa Timur; Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah; Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor, Kalimantan Utara dan Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah, Lampung.

4.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

4.4.1 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas: lokasi tumbuh inang *D. pentandra*
2. Variabel tergantung: profil metabolit sekunder ekstrak etanol daun *D.pentandra*
3. Variabel kontrol: mangga sebagai inang *D. pentandra*, suhu oven 50°C, kain hitam katun untuk pengeringan

4.4.2 Definisi operasional

1. Ekstrak daun benalu mangga adalah ekstrak kental daun benalu mangga yang diperoleh dengan mengekstraksi 50 gram serbuk daun yang dibedakan berdasarkan daerah perolehan sampel, yakni Desa Sumber Gayam, Kediri, Jawa Timur; Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah; Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor, Kalimantan Utara dan Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah, Lampung ke dalam 500 ml etanol 96% menggunakan teknik ekstraksi dengan bantuan ultrasonik yang kemudian dipekatkan ekstrak cairnya menggunakan *rotary evaporator* suhu 60°C.
2. Profil metabolit daun benalu mangga adalah banyaknya senyawa yang diperoleh dari interpretasi data kromatogram hasil analisis menggunakan UPLC-MS.

4.5 Alat dan Bahan Penelitian

4.5.1. Alat

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini antara lain, alat-alat gelas (*beaker glass Pyrex* 500 ml, batang pengaduk, corong gelas *Pyrex*, gelas ukur

Pyrex 100 ml, dll), neraca analitik *Ohaus*, labu erlenmeyer *Pyrex* 300 ml, kertas saring, *rotary evaporator Buchi*, dan seperangkat instrumentasi UPLC-QTOF-MS/MS *Water*.

4.5.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain etanol 96% berderajat teknis yang telah destilasi ulang, aquabidest, aquadest, asetonitril, dan asam format, serta daun benalu mangga yang di ambil dari 4 lokasi berbeda, yakni Desa Sumber Gayam, Kediri, Jawa Timur; Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah; Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor, Kalimantan Utara dan Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah, Lampung seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik lokasi pengambilan sampel daun benalu mangga

No.	Lokasi	Ketinggian (mdpl)	Suhu rata-rata (°C)	Curah hujan (mm)	Tipe iklim	Jenis Tanah
1	Desa Sumber Gayam, Kediri (Jawa Timur);	225	24,4	2.043	Am	Regosol dan aluvial coklat kelabu
2	Pekalongan Timur, Pekalongan (Jawa Tengah);	8	26,6	2.620	Am	Aluvial kelabu kekuningan dan aluvial yohidromorf
3	Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor (Kalimantan Utara);	6	26,8	2.738	Af	Aluvial dan Podsolik merah kuning
4	Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah (Lampung)	30	26,9	2.535	Af	Podsolik merah kuning (PMK) dan latosol

Sumber: www.elevationmap.net dan www.id.climate-data.org (8April 2017; 20.42 WIB)

4.6 Prosedur Penelitian

4.6.1 Determinasi Tanaman

Tanaman benalu mangga yang diperoleh dideterminasikan untuk memastikan sampel yang diambil adalah benar. Determinasi dilakukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Purwodadi, Pasuruan.

4.6.2 Preparasi Sampel

Tanaman *D. pentandra* yang diperoleh dari berbagai daerah di Indonesia dideterminasi untuk menegaskan bahwa tanaman yang diambil sesuai dengan tanaman yang dibutuhkan. Kemudian bagian daun *D. pentandra* diambil dan dipisahkan berdasarkan daerah pemerolehannya. Daun yang diambil adalah daun yang masih berwarna hijau dan bukan daun yang tua dan kering (berwarna kuning kecoklatan). Kemudian dicuci daun menggunakan air yang mengalir untuk menghilangkan debu dan kotoran yang menempel pada permukaan daunnya. Daun yang telah bersih ditaruh di nampan untuk dikeringkan. Pengeringan dilakukan dengan cara menutupi nampan berisi daun benalu dengan kain hitam. Selanjutnya nampan diletakkan ditempat yang teduh, terhindar dari paparan sinar matahari langsung selama 3 hari. Apabila dalam 3 hari belum kering, daun benalu dikeringkan dalam oven suhu 50°C selama 5 hari. Serbuk yang diperoleh kemudian di ayak menggunakan ayakan 60 mesh.

4.6.3 Analisis Kadar Air Serbuk Daun Benalu Mangga

Serbuk daun benalu mangga yang diperoleh dianalisis kadar airnya menggunakan *Moisture Analyzer* suhu 105°C (Jessica dkk, 2016). Sebanyak 5 gram serbuk diletakkan pada *sample pan* dan diratakan. Kemudian ditutup *sample pan*-nya dengan tutup *heating halogen*, ditunggu selama ± 15 menit dan instrumen akan menampilkan persen dari kadar air sampel. Untuk setiap sampel serbuk daun benalu mangga dilakukan analisis kadar air dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk meminimalkan galat atau kesalahan analisis.

4.6.4 Ekstraksi Ultrasonik daun *D. pentandra*

Sebanyak 4 sampel serbuk daun *D. pentandra* dari beberapa daerah di Indonesia, masing-masing ditimbang sebanyak 50 gram, diekstraksi dengan 500 ml etanol 96% dengan teknik ekstraksi ultrasonik, yang mana 500 ml pelarut dibagi menjadi 3 *cluster* (200 ml, 150 ml, dan 150 ml). Tiap *cluster* akan disonikasi selama 2 menit dengan 3 kali replikasi. Ekstrak etanol dikumpulkan dengan cara difiltrasi menggunakan corong gelas dan kertas saring. Selanjutnya ekstrak etanol yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dan dikeringkan di *oven* pada suhu 40°C hingga bobot konstan (Hardiyanti, 2015). Ekstrak kental yang diperoleh disimpan pada *refrigerator* dan dihitung rendemennya. Rendemen merupakan persentase perbandingan antara produk yang dihasilkan terhadap bahan bakunya (Ayunita, 2009). Rendemen dihitung dengan rumus sebagai berikut,

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak kental (g)}}{\text{berat serbuk (g)}} \times 100\%$$

Berat ekstrak kental diperoleh dengan mengurangi berat gelas vial berisi ekstrak kental dengan berat gelas vial sebelum diisi dengan ekstrak kental.

4.6.5 *Metabolite Profiling* menggunakan UPLC-MS

Penentuan jenis metabolit dari ekstrak etanol daun benalu mangga menggunakan instrumen UPLC-MS. Ditimbang dengan seksama 10,00 mg ekstrak etanol daun benalu mangga, kemudian dilarutkan dengan metanol ke dalam labu ukur 10,00 ml dan dimasukkan *microsyringe* sebanyak 5µL.

Sistem pada UPLC-MS yang digunakan memiliki spesifikasi yang ditunjukkan dalam tabel 4.2 dan 4.3 berikut ini,

Tabel 4.2 Spesifikasi Alat UPLC-MS

UPLC	
Alat	UPLC with MS detector (Waters)
Kolom	Acquity C18, 1,8 μm ; 2,1 \times 150 mm
Eluen	(A) Air (HPLC grade)/asam format 99,9/0,1 [v/v]; (B) Asetonitril/asam format 99,9/0,1 [v/v]
Flow rate	0,2 mL/menit dengan volume injeksi 5 μL
Metode Eluasi	Sistem eluasi gradien
MS	
Sumber ion	ESI (+)
Analisaor	XEVO G2-S QtoF MS
Source temperature	100°C
Desolvation temperature	350°C
Desolvation gas flow	796°C

Tabel 4.3 Perbandingan Eluen Sistem Eluasi Gradien

Waktu (menit)	% Eluen A	% Eluen B
0,00	95,0	5,0
2,00	75,0	25,0
3,00	75,0	25,0
14,00	0,0	100,0
15,00	0,0	100,0
19,00	95,0	5,0
23,00	95,0	5,0

Kromatogram hasil pemisahan oleh UPLC-MS diolah menggunakan aplikasi *Masslynx* Versi 4.1 sehingga didapatkan data berupa luas puncak dan spektra m/z dari tiap-tiap puncak yang terdeteksi, sehingga senyawa yang diprediksikan dapat diinterpretasikan dengan bantuan website *chemspider* (www.chemspider.com).

4.6.6 Analisis Data Multivariat PCA

Data hasil analisis menggunakan UPLC-MS kemudian dianalisis menggunakan PCA. Teknik analisis PCA menggunakan perangkat lunak *Minitab* versi 17 untuk pengenalan pola dari data yang diperoleh dan memperoleh gambaran serta diskriminasi penyebaran sampel daun benalu mangga dari daerah tumbuh yang berbeda, selain itu untuk menentukan senyawa penciri berdasarkan lokasi tumbuh yang berbeda.



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Lokasi Pengambilan Sampel Daun Benalu Mangga

Benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra*) dapat tumbuh pada daerah dataran rendah (daerah dengan ketinggian kurang dari 200 mdpl) sampai dengan ketinggian 2.300 mdpl. Adapun daerah yang dijadikan sebagai lokasi pengambilan sampel adalah Desa Sumber Gayam, Kediri, Jawa Timur (225 mdpl); Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah (8 mdpl); Desa Tanjung Selor Hilir, Tanjung Selor, Kalimantan Utara (6 mdpl) dan Desa Gunung Batin Baru, Lampung Tengah, Lampung (30 mdpl). Ketinggian dari keempat daerah yang dijadikan lokasi pengambilan sampel telah sesuai dengan ketinggian daerah tumbuh benalu mangga.

Keempat daerah pemerolehan sampel merupakan daerah dengan kemajuan di sektor pertanian dan perkebunan. Pada tahun 2016, Provinsi Lampung menjadi pemasok rutin beras ke lima provinsi yakni Riau, Sumatera Utara, Aceh, Bengkulu dan Jambi (Pemprov Lampung, 2016^b). Daerah Pekalongan, Jawa Tengah dan Kediri, Jawa Timur serta daerah Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara yang berupaya meningkatkan produk hasil dari sektor pertanian dan perkebunan.

Pemerintah Kabupaten Pekalongan berupaya meningkatkan komoditas pertanian di Pekalongan. Pada tahun 2008 menuju tahun 2009, PDRB Pekalongan meningkat dari Rp 5,86 trilyun dan meningkat menjadi Rp 6,35 trilyun, yang

mana pertanian dan perkebunan menyumbang angka yang besar pada peningkatan tersebut. Begitu pula dengan daerah Kediri, Jawa Timur yang merupakan salah satu sentra produksi mangga di Propinsi Jawa Timur yang berada diperbukitan sebagai tanaman konservasi pada lahan kering dan sebagai tanaman pekarangan. Walaupun rata-rata tanaman telah berumur ratusan tahun, namun mampu berproduksi sekitar 60-200 kg/pohon. Selain mangga, terdapat pula tanaman ubi jalar, ubi kayu, kacang tanah, kedelai, serta buah-buah lain yang dihasilkan dari sektor pertanian dan perkebunan (Pemerintah Kabupaten Kediri, 2015).

Daerah terakhir yang dijadikan lokasi pemerolehan sampel adalah Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara. Daerah ini terkenal akan sektor pertanian kelapa sawit, karet, dan kelapa. Selain itu terdapat sektor pertanian tanaman lain yang meliputi kelapa, kopi, kakao, lada, kelapa sawit, dan kapas yang mana pada tahun 2014 rata-rata mengalami peningkatan kecuali produksi kapuk (Pemerintah Kabupaten Bulungan, 2017). Oleh karena itu keempat daerah tersebut dijadikan lokasi pemerolehan sampel. Keempat daerah tersebut berkembang pada sektor pertanian dan perkebunan yang mana hal tersebut dapat berpotensi berkembang pula menjadi pemasok bahan baku obat tradisional, khususnya dari tanaman benalu mangga yang berpotensi dikembangkan menjadi obat tradisional yang terstandar.

5.2 Determinasi Tanaman Benalu Mangga

Determinasi tumbuhan benalu mangga dilakukan di LIPI Purwodadi untuk memastikan sampel yang dimaksud benar, yakni tanaman benalu mangga

(*Dendrophthoe pentandra* (L) Miq.). Hasil determinasi oleh LIPI dapat dilihat pada lampiran 7. Berdasarkan hasil determinasi tersebut, dinyatakan bahwa tanaman yang dikirimkan ke LIPI merupakan benar tanaman benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.).



Gambar 5.1 Benalu mangga (dari kiri ke kanan) Kediri, Jawa Timur; Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara; Pekalongan, Jawa Tengah dan Gunung Batin Baru, Lampung

Keempat sampel dari daerah pemerolehan sampel memiliki karakteristik bentuk daun yang sama, yakni elip dengan panjang 5-20 cm dan lebar 2,5-12 cm dengan ujung yang runcing atau membulat. Warna daun yang diperoleh beraneka ragam, yakni hijau muda hingga hijau tua.

5.3 Preparasi Sampel Daun Benalu Mangga

Preparasi sampel menghasilkan serbuk daun dari berbagai daerah *sampling*. Serbuk diperoleh dari daun benalu mangga yang telah dicuci untuk menghilangkan kotoran yang tertempel pada daun yang kemudian dikering-anginkan dan ditutup kain warna hitam pada suhu rerata daerah *sampling* selama 3×24 jam. Proses kering-angin dilakukan agar sampel daun tidak membusuk selama proses pengiriman menuju laboratorium. Ketika sampel daun dari berbagai

daerah telah sampai di laboratorium, keempat sampel daun belum kering sempurna ditandai dengan tidak hancurnya daun ketika diremas, sehingga daun perlu dikeringkan lagi menggunakan oven suhu 50°C selama 5 hari. Oven akan menghasilkan panas dalam hal ini 50°C, yang mana akan menguapkan molekul air yang terkandung dalam daun, akibatnya daun akan kehilangan air dan menjadi kering, ditandai dengan hancurnya daun ketika diremas oleh tangan. Daun yang kering diserbuk menggunakan mesin penyerbuk, yang kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh, sehingga dihasilkan serbuk yang seragam ukurannya. Penyeragaman ukuran akan mempermudah proses ekstraksi.

Serbuk daun benalu mangga yang diperoleh memiliki warna yang bervariasi. Warna serbuk daun dari Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara berwarna coklat muda, sedangkan warna serbuk daun dari Pekalongan, Jawa Tengah berwarna coklat tua. Kedua warna tersebut jauh berbeda dengan warna serbuk daun dari Kediri, Jawa Timur dan Gunung Batin Baru, Lampung yang berwarna hijau agak kekuningan. Variasi warna serbuk daun diduga dapat disebabkan oleh perbedaan jenis tanah yang juga menimbulkan perbedaan unsur hara yang terkandung pada lokasi tumbuh tumbuhan yang berbeda, khususnya unsur N (nitrogen) yang menyusun klorofil atau zat warna hijau daun. Unsur N juga berperan penting dalam pembentukan asam-asam amino, protein serta bahan penyusun inti sel tanaman (Nugroho, 2015). Akibatnya, hal tersebut dapat berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas rendemen ekstrak (Hernani dan Nurdjanah, 2009).

5.4 Analisis Kadar Air Serbuk Daun Benalu Mangga

Tiap sampel serbuk daun benalu mangga dari beberapa daerah dianalisis kadar airnya menggunakan *moisture analyzer* (Mettler Toledo HC103). Analisis menggunakan instrumen ini dapat memberikan hasil yang presisi dan lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional, seperti metode titimetri, metode destilasi, dan metode gravimetri (Mettler Toledo, 2015). Pengukuran kadar air dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk mengurangi galat pengukuran.

Moisture analyzer bekerja dengan prinsip gravimetri. Gravimetri merupakan suatu metode analisis kuantitatif penentuan massa dari analit berdasarkan pada penghitungan massa sebelum dan setelah perlakuan. Penerapan metode gravimetri dapat digunakan dalam penentuan kadar senyawa anorganik baik kation maupun anion, bahkan dapat digunakan dalam penentuan kadar senyawa netral seperti air (Skoog *et al.*, 2004). Oleh karena itu prinsip ini dapat digunakan dalam penentuan kadar air secara digital pada instrumen *Moisture analyzer*. Sampel yang mengandung air akan dipanaskan dengan suhu 105°C pada *sample pan*, sehingga air akan menguap dan disusul dengan munculnya angka kadar air (%) yang ditentukan dari berkurangnya massa sampel selama pemanasan, sehingga instrumen secara otomatis akan menampilkan nilai kadar air dalam satuan persen (%). Adapun hasil analisis kadar air serbuk daun benalu mangga disajikan dalam tabel 5.1 di bawah ini:

Tabel 5.1 Hasil analisis kadar air serbuk daun benalu mangga

No	Asal Sampel	Kadar air (%)			Rerata (%)
		1	2	3	
1	Kediri, Jawa Timur	7,72	7,92	8,37	8,003
2	Gunung Batin Baru, Lampung	7,50	8,09	7,19	7,590
3	Pekalongan timur, pekalongan	8,97	8,89	8,53	8,796
4	Tanjung selor hilir, Kalimantan Utara	7,07	7,11	7,44	7,207

Nilai kadar air serbuk masing-masing daerah tidak sama, dengan nilai kadar air tertinggi pada serbuk daun daerah Pekalongan, Jawa Tengah sedangkan nilai terendah terdapat pada serbuk daun daerah Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan suhu rata-rata udara pada daerah tersebut yang digunakan untuk proses pengeringan daun secara kering-angin. Kadar air pada serbuk dari Gunung Batin Baru dan Tanjung Selor Hilir relatif sama, yakni 7,590% dan 7,207%. Nilai kadar air kedua tempat tersebut lebih rendah dibandingkan dengan nilai kadar air dua daerah lainnya. Perbedaan tersebut dapat berkaitan dengan suhu rata-rata udara di kedua daerah tersebut relatif sama, yakni 26,9°C dan 26,8°C yang mana suhu tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara rerata di kedua daerah lain (Kediri dan Pekalongan), sehingga nilai kadar air kedua daerah tersebut lebih kecil daripada dua daerah Pekalongan dan Kediri.

Nilai kadar air serbuk dari daerah Pekalongan dan Kediri relatif tinggi dibandingkan dengan 2 daerah lain (Gunung Batin Baru dan Tanjung Selor Hilir) karena suhu udara rerata pada daerah tersebut relatif rendah dibandingkan dengan dua daerah sebelumnya yakni 26,6°C dan 24,4°C, sehingga perbedaan kadar air tersebut dapat dikarenakan oleh perbedaan suhu udara rerata masing-masing daerah yang digunakan untuk proses pengeringan sampel secara kering-angin.

Nilai persen kadar air serbuk daun benalu mangga dari beberapa daerah di Indonesia yang disajikan dalam tabel 5.1 memiliki nilai dibawah angka 10%, sehingga dapat disimpulkan bahwa simplisia serbuk daun benalu mangga memenuhi kriteria yang dipersyaratkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 12 tahun 2014 tentang persyaratan mutu obat tradisional yang menyatakan bahwa kadar air simplisia yang diperbolehkan pada simplisia adalah sebesar $\leq 10\%$ (BPOM, 2014).

Kadar air simplisia yang nilainya lebih besar dari 10% akan meningkatkan pertumbuhan mikroorganismenya di dalamnya (Jessica dkk, 2016), akibatnya simplisia akan membusuk dan dapat menyebabkan perubahan pada beberapa parameter organoleptis (cita rasa, tekstur) serta masa simpan bahan (Chandra, 2015). Pengeringan juga bermanfaat untuk menghilangkan aktivitas enzim yang bisa menguraikan kandungan zat aktif, memudahkan proses pengolahan selanjutnya serta memiliki daya simpan yang lama (Endrasari dkk, 2012).

5.5 Ekstraksi Ultrasonik Serbuk Daun Benalu Mangga

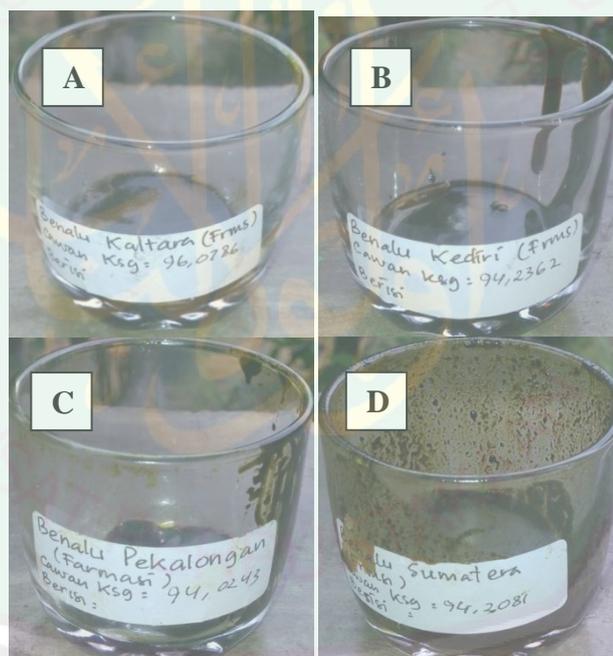
Ekstraksi dengan bantuan ultrasonik atau ekstraksi sonikasi merupakan proses ekstraksi yang dibantu dengan gelombang ultrasonik, yakni gelombang akustik yang frekuensinya lebih dari 16-20 kHz yang ada pada alat *ultrasonic bath* atau *ultrasonic cleaner* (Handayani dkk, 2016). Ultrasonik memungkinkan getaran yang membantu merusak kesetimbangan campuran dan mengeluarkan dari matriks jaringan yang mengikat (Wonorahardjo, 2013). Ekstraksi dengan

bantuan ultrasonik dapat meminimalkan waktu yang digunakan dalam proses ekstraksi, sehingga lebih efisien. Selain hal tersebut, ekstraksi ultrasonik relatif lebih aman karena dapat digunakan untuk ekstraksi bahan yang tidak tahan panas serta dapat meningkatkan rendemen kasar ekstrak (Handayani dkk, 2016).

Ekstraksi ultrasonik penelitian ini dilakukan menggunakan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:10 [b/v], yang mana dalam hal ini 50 gram serbuk dilarutkan ke dalam 500 ml pelarut. Etanol 96% dipilih sebagai pelarut karena etanol memiliki sisi polar (adanya gugus OH) dan sisi non-polar (rantai C-C) sehingga dapat melarutkan sebagian besar analit yang dikandung serbuk daun, selain itu etanol juga memiliki titik didih yang rendah dan cenderung aman (tidak beracun dan berbahaya) (Ramadhan dan Phaza, 2010). Selain itu, etanol 96% memiliki kadar air yang lebih kecil dibandingkan dengan etanol 50%, 70% atau 80% yang menyebabkan tidak hanya senyawa polar yang dapat terlarut tetapi juga senyawa yang relatif non polar.

Reaktor ultrasonik menghasilkan gelombang ultrasonik berbentuk gelembung kavitasi (*cavitation bubbles*) pada pelarut. Ketika gelembung pecah di dekat dengan dinding sel maka dinding sel akan pecah, yang mengakibatkan komponen di dalam sel keluar bercampur dengan pelarut (Cintas dan Cravotto, 2005). Kecepatan cairan dan gelembung kavitasi hingga mengenai permukaan solid (dalam hal ini dinding sel) sebesar 200 m/s (Jos dkk, 2011). Oleh sebab itu dalam waktu 20 menit saja ekstraksi dengan bantuan ultrasonik sudah dapat dilakukan tanpa harus menunggu selama sehari-hari.

Hasil dari ekstraksi sonikasi berupa ekstrak cair etanol berwarna hijau. Ekstrak cair yang diperoleh diuapkan etanolnya menggunakan *rotary evaporator* untuk mendapatkan ekstrak kental daun benalu mangga. Alat tersebut bekerja dengan prinsip yang sama dengan distilasi (pemisahan) dengan ditambahkan pompa vakum untuk menurunkan titik didih pelarut 5-10°C dan rotasi pada *evaporation flask* agar kerusakan sampel akibat pemanasan dapat diminimalkan. Dengan adanya pompa vakum, penguapan pelarut lebih cepat dan suhu sistem lebih rendah, sehingga akan diperoleh ekstrak kental lebih cepat (Vogel, 1979; Abeysena and Darrington, 2014).



Gambar 5.2 Ekstrak kental daun benalu mangga

Keterangan:

- A : Ekstrak daun benalu mangga dari Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara
- B : Ekstrak daun benalu mangga dari Kediri, Jawa Timur
- C : Ekstrak daun benalu mangga dari Pekalongan, Jawa Tengah
- D : Ekstrak daun benalu mangga dari Gunung Batin Baru, Lampung

Pelarut yang menguap dalam bentuk gas akan melewati pendingin atau sistem kondensor dan kembali menjadi cairan yang turun ke bawah menuju *waste jar* atau labu tempat menampung pelarut hasil penguapan (Abeysena and Darrington, 2014). Suhu yang diatur pada *water bath* untuk pemanasan *evaporation flask* adalah 60°C, karena titik didih etanol sebesar 78,37°C (Mulyono, 2006). Dilakukan penguapan sampai pelarut tidak menetes lagi pada labu penampung pelarut dan terbentuk ekstrak kental menyerupai pasta. Semua ekstrak kental daun benalu mangga memiliki warna yang sama, yakni hijau tua. Ekstrak kental daun benalu mangga yang diperoleh, dihitung rendemennya. Adapun rendemen dari masing-masing ekstrak daun benalu mangga disajikan dalam tabel 5.2 di bawah ini:

Tabel 5.2 Rendemen Ekstrak Daun Benalu Mangga dari Berbagai Daerah

No	Asal Daerah	Berat Serbuk (g)	Berat Ekstrak (g)	Rendemen (%)
1	Kediri	50,7329	5,2402	10,3290
2	Pekalongan	50,7206	1,4861	2,9300
3	Gunung Batin Baru	50,7187	4,8469	9,5564
4	Tanjung Selor Hilir	50,7177	3,0810	6,0748

Berdasarkan tabel di atas, nilai rendemen ekstrak daun benalu mangga bervariasi. Nilai rendemen tertinggi terdapat pada ekstrak daun benalu mangga dari Kediri, Jawa Timur; sedangkan rendemen terendah terdapat pada ekstrak daun benalu mangga dari Pekalongan, Jawa Tengah. Nilai rendemen ekstrak tanaman dapat bervariasi karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai rendemennya. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai rendemen suatu ekstrak tanaman antara lain, varietas tanaman, umur tanaman, proses pemeliharaan tanaman, faktor lingkungan tempat tumbuh tanaman, serta proses

panen dan proses pengolahan tanaman tersebut. Faktor-faktor tersebut membuat tanaman yang berasal dari satu spesies namun tumbuh di tempat berbeda memiliki nilai rendemen yang berbeda pula, akibatnya kadar senyawa aktifnya juga berbeda (Distantina dkk, 2009; Ayunda, 2014).

Lingkungan tumbuh berpengaruh terhadap nilai rendemen ekstrak tanaman, karena lingkungan tumbuh menyuplai bahan bahan baku fotosintesis tumbuhan, meskipun benalu mangga tidak mengambil unsur hara langsung dari tanah melainkan menyerap dari tanaman inang. Benalu mangga merupakan tumbuhan semi parasit, sehingga tumbuhan ini masih melakukan fotosintesis untuk memperoleh makanan agar tetap bisa tumbuh dan berkembang. Akibatnya unsur hara yang diolah oleh benalu mangga juga dipengaruhi oleh unsur hara yang diabsorpsi oleh tumbuhan inang, dalam hal ini tanaman mangga (*Mangifera indica*). Unsur-unsur hara tersebut diperoleh dari tanah, sehingga secara tidak langsung tanah tempat tumbuh inang benalu (dalam hal ini adalah tumbuhan mangga) berpengaruh terhadap metabolit yang diproduksi yang kemudian dapat berdampak pada perbedaan rendemen ekstrak. Dengan demikian perbedaan lokasi tumbuh tumbuhan diduga dapat mempengaruhi variasi nilai rendemen ekstrak yang dihasilkan.

Daerah Kediri merupakan salah satu daerah tumbuh benalu mangga yang menghasilkan rendemen ekstrak terbesar. Karakteristik tanah daerah Kediri didominasi oleh jenis tanah aluvial coklat kelabu dan regosol yang mana kedua jenis tanah tersebut memiliki tingkat kesuburan yang baik sehingga sesuai sebagai media cocok tanam. Tanah aluvial mengandung zat hara yang bervariasi serta

memiliki variasi pH yang menjadikan jenis tanah ini memiliki tingkat kesuburan yang baik (Tufaila dan Alam, 2014). Jenis tanah regosol merupakan jenis tanah yang memiliki permeabilitas dan infiltrasi yang tinggi serta tingkat kesuburan yang baik (Bernas dan Sulistyani, 2003). Dengan adanya kombinasi kedua jenis tanah yang sama-sama memiliki tingkat kesuburan yang baik diduga dapat meningkatkan rendemen ekstrak tanaman yang dihasilkan. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menganalisis kandungan unsur hara pada tanah untuk memastikan bahwa tanah tersebut kaya akan unsur hara yang berperan penting dalam pembentukan senyawa metabolit yang terdapat pada tanaman.

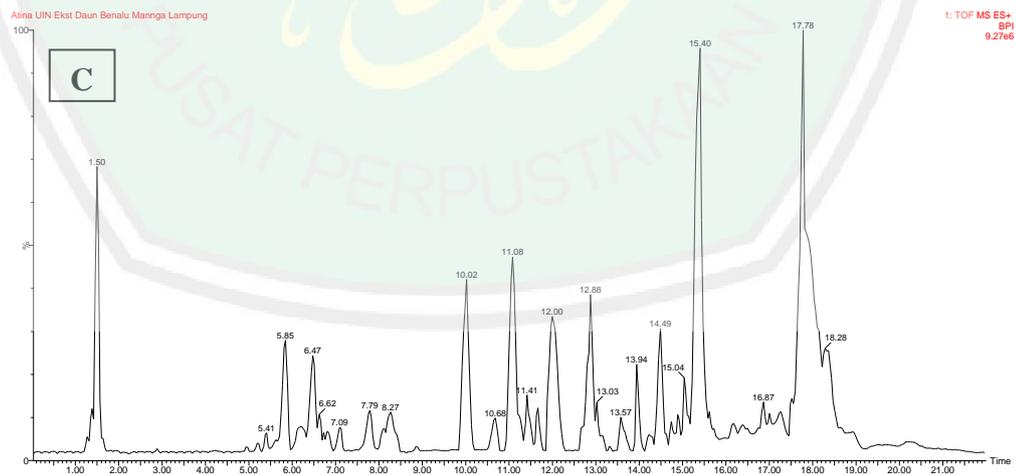
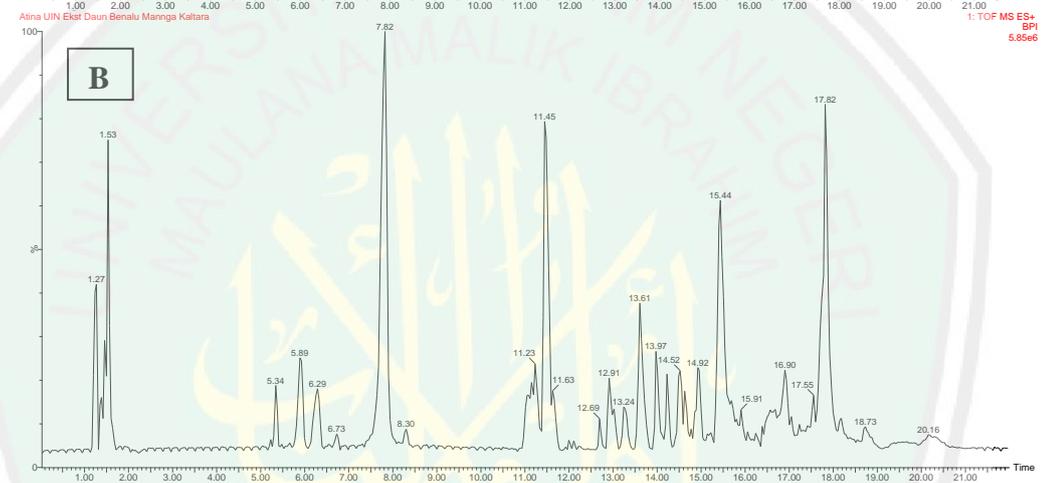
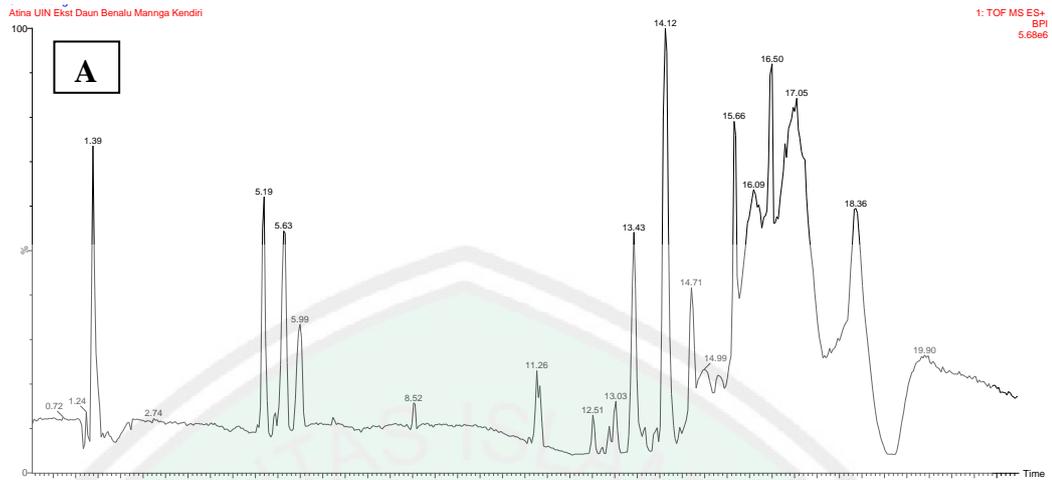
5.6 Analisis Profil Metabolit Menggunakan UPLC-MS

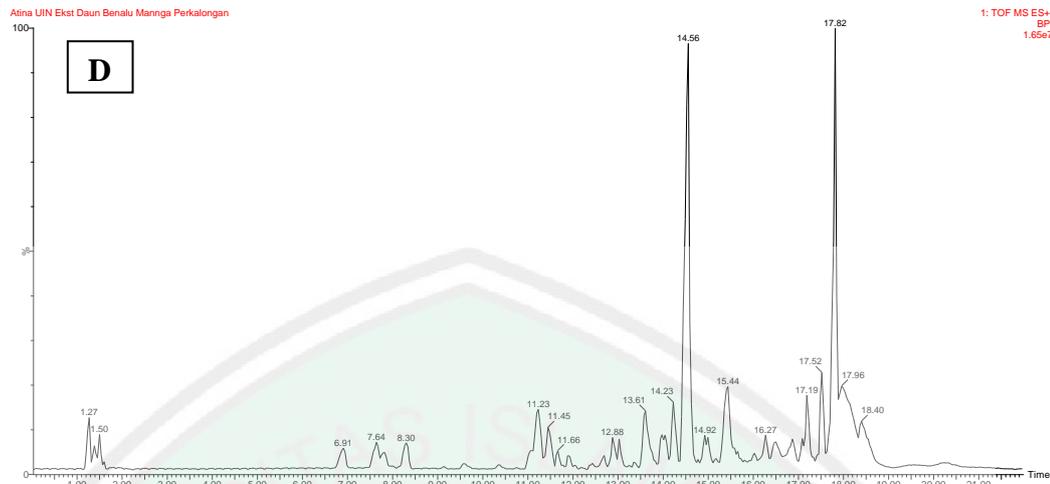
Pada penelitian ini, UPLC-MS digunakan untuk menganalisis profil metabolit dari ekstrak daun benalu mangga. UPLC-MS merupakan metode untuk analisis profil metabolit yang menawarkan resolusi, kecepatan, dan sensitivitas yang tinggi, bahkan secara luas dapat digunakan untuk analisis farmasi (*pharmaceutical analysis*), seperti analisis asam lemak rantai panjang, asam amino tidak terderivatisasi dan opiat dalam berbagai macam amtrik (Hampel *et al.*, 2012). UPLC-MS yang digunakan menggunakan detektor MS dengan sumber ion ESI (+) dan analisator MS berupa Q-ToF.

Kromatogram sampel diperoleh dengan diinjeksikan sampel ke dalam gerbang suntik yang akan memasuki kolom kromatografi dan terjadi proses pemisahan komponen penyusun ekstrak yang diinjeksikan. Pada penelitian ini digunakan fase diam kolom berupa C18 atau oktadesil silika, sedangkan eluen

yang digunakan adalah campuran air/asam format 99,9/0,1 [v/v] dan asetonitril/asam format 99,9/0,1 [v/v] dengan sistem elusi gradien, yakni perbandingan kedua pelarut berubah-ubah tiap waktu (Mulja dan Suharman, 1995). Oktadesil silika merupakan fase diam yang paling banyak digunakan karena mampu memisahkan senyawa-senyawa dengan kepolaran yang rendah, sedang, maupun tinggi (Gandjar dan Rohman, 2010). Campuran air/asam format dengan asetonitril/asam format memudahkan proses pemisahan di dalam kolom secara efisien dan dapat mengelusi analit dalam kurun waktu kurang dari 10-15 menit (Frag *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2016). Akibat dari penggunaan sistem UPLC-MS yang demikian menghasilkan kromatogram dengan senyawa yang muncul awal pada kromatogram bersifat polar dan semakin menurun kepolarannya pada kromatogram (Frag *et al.*, 2016). Setelah itu, sampel hasil eluasi dalam kolom menuju detektor MS.

Pada sistem MS, sampel yang berupa cairan akan berubah menjadi butiran tetesan melewati *needle* dan akan diberi muatan positif, sebab yang digunakan sebagai sumber ion adalah ESI *positive*. Kemudian ion-ion yang dihasilkan akan dipisahkan oleh analisator jenis Q-ToF. Hasil dari pemisahan ion akan dideteksi oleh detektor dan akan ditampilkan sebagai kromatogram yang dapat diolah menggunakan aplikasi *Masslynx* versi 4.1 sehingga dapat ditampilkan pula spektra m/z dari tiap-tiap puncak kromatogram (Anissa, 2012). Berikut ini (gambar 5.3) merupakan kromatogram ekstrak daun benalu mangga dari keempat daerah *sampling*,





Gambar 5.3 Kromatogram Hasil UPLC-MS ekstrak daun benalu mangga

Keterangan:

- A : Kromatogram ekstrak daun benalu mangga dari Kediri, Jawa Timur
- B : Kromatogram ekstrak daun benalu mangga dari Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara
- C : Kromatogram ekstrak daun benalu mangga dari Gunung Batin Baru, Lampung
- D : Kromatogram ekstrak daun benalu mangga dari Pekalongan, Jawa Tengah

Setiap puncak kromatogram mengindikasikan adanya satu senyawa. Kromatogram diolah menggunakan aplikasi *Masslynx* versi 4.1 sehingga dapat diketahui spektra m/z -nya, dengan demikian dapat prediksi rumus molekul senyawa hasil interpretasi. Prediksi rumus molekul tersebut kemudian di cari nama senyawanya dengan bantuan website *chemspider*. Ketika menuliskan rumus molekul ke website *chemspider*, jumlah molekul H dikurangi 1. Hal ini disebabkan sumber ion ESI *positive* akan menambah muatan H pada senyawa yang dimaksud, sehingga jumlah m/z -nya pun juga harus dikurangi dengan massa sesungguhnya atom H, yakni 1,0078. Setelah diperoleh nama senyawa dan strukturnya melalui website tersebut, dibandingkan *measured* (terukur) m/z dengan *calculated* (terhitung) m/z dengan menggambar struktur senyawa yang bersangkutan pada aplikasi *Chemdraw Ultra 12.0* (West, 2009). Apabila selisih antar keduanya $\leq 0,0005$ maka dapat dinyatakan bahwa puncak tersebut milik

senyawa yang diprediksi tersebut (Brenton dan Godfrey, 2010). Adapun hasil dari interpretasi data kromatogram disajikan dalam tabel 5.3 di bawah ini serta tabel yang dilampirkan pada lampiran 3. Pada data tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 76 senyawa dari Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara; 17 senyawa dari Kediri, Jawa Timur; 61 senyawa dari Gunung Batin Baru, Lampung; dan 56 senyawa dari Pekalongan, Jawa Tengah.

Tabel 5.3 Data senyawa hasil interpretasi data kromatogram tiap wilayah *sampling*

Ekstrak daun benalu mangga dari Gunung Batin Baru, Lampung				
Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	Formula	Nama
0,289	219,1628	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-Cyclohexylamino-1-phenylethanol
0,506	219,1625	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-4-piperidinyl)ethanol
0,689	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	6-Ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline
0,872	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(4-ethylbenzyl)-N-(tetrahydrofuran-2-ylmethyl)amine
1,055	219,1620	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(4-Ethoxybenzyl)piperidine
1,500	364,0981	364,0981	C ₁₈ H ₂₀ O ₆ S	Butyl 4-[[4-methoxyphenyl]sulfonyl]oxy}benzoate
1,821	219,1619	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[2-(1-Azepanylmethyl)phenyl]methanol
1,901	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[3-(Cyclohexylmethoxy)phenyl]methanamine
2,084	219,1619	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-[2-(4-Methoxyphenyl)ethyl]piperidine
2,369	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[(1R,2S)-2-(Benzylamino)cyclohexyl]methanol
2,449	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol
2,701	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(2-Cyclohexylethoxy)aniline
2,884	404,0953	404,0955	C ₁₆ H ₂₀ O ₁₂	Acetyl 1,2,3,4-tetra-O-acetyl-β-D-glucopyranuronate
3,101	219,1622	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2,6-Dimethyl-4-(1-piperidinylmethyl)phenol
3,215	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1,4-Dithiaspiro[4.1]hexadecane
3,467	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	(2S)-5-Methoxy-N-propyl-1,2,3,4-tetrahydro-2-naphthalenamidine
3,650	219,1625	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol
3,799	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[1-(4-Methoxyphenyl)cyclohexyl]methanamine
3,947	219,1626	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(4-Ethoxybenzyl)piperidine
4,244	99,0682	99,0684	C ₅ H ₉ NO	Piperidone
4,530	219,1624	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-3-piperidinyl]methanol
4,748	219,1624	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-2-piperidinyl]methanol
4,930	292,0223	292,0219	C ₁₃ H ₈ O ₈	7,8,9-Trihydroxy-3,5-dioxo-1,2,3,5-tetrahydrocyclopenta[c]isochromene-1-carboxylic acid
5,193	113,0837	113,0841	C ₆ H ₁₁ NO	N-Methyl-4-piperidone
5,411	742,1956	742,1956	C ₃₂ H ₃₈ O ₂₀	calabricoside A; atau 3-[[2-O-(6-Deoxy-α-L-mannopyranosyl)-α-L-arabinopyranosyl]oxy]-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5-hydroxy-4-oxo-4H-chromen-7-yl β-D-glucopyranoside
5,845	302,0431	302,0427	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	Quercetin
6,211	286,0480	286,0477	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	Luteolin
6,474	624,1692	624,1690	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	Ramnazin-3-O-rutinoside
6,806	268,0473	268,0477	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	Kaempferol
7,091	400,1526	400,1522	C ₂₂ H ₂₄ O ₇	Deoxypodohizone
7,309	219,1625	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Phenylethyl)-3-piperidinyl]methanol
7,789	219,1620	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-tert-Butyl-N-isopropylbenzamide
8,269	184,1072	184,1073	C ₆ H ₁₂ N ₆ O	3-imino-5,7-dimethyloctahydro-6H-imidazo[4,5-e][1,2,4]triazin-6-one
8,852	400,1521	400,1522	C ₂₂ H ₂₄ O ₇	2-(4-Isopropoxyphenyl)-5,6,7,8-tetramethoxy-4H-chromen-4-one
10,018	162,0320	162,0317	C ₉ H ₆ O ₃	Umbelliferone
10,682	260,1022	260,1022	C ₁₁ H ₁₂ N ₆ O ₂	8-Imidazol-1-yl-1,3,7-trimethyl-3,7-dihydro-purine-2,6-dione
11,413	287,2821	287,2824	C ₁₇ H ₃₇ NO ₂	2,2'-(Tridecylimino)diethanol
11,665	287,2829	287,2824	C ₁₇ H ₃₇ NO ₂	(2S,3R)-2-Amino-1,3-heptadecanediol

11,996	244,0714	244,0709	C ₁₀ H ₈ N ₆ O ₂	N-(2-Oxo-2,3-dihydro-1H-benzimidazol-5-yl)-1H-1,2,4-triazole-5-carboxamide
12,877	303,2927	303,2926	C ₂₁ H ₃₇ N	2-Hexyl-3,5-dipentylpyridine
13,311	710,2793	710,2794	C ₄₈ H ₃₄ N ₆ O	3,3'-[Dibenzo[b,d]furan-2,8-diylbis(5-phenyl-1H-imidazole-4,2-diyl)]bis(1-methyl-1H-indole)
13,574	276,2092	276,2089	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	12-Phenyldodecanoic acid
13,940	331,3240	331,3239	C ₂₃ H ₄₁ N	N-Benzyl-N-octyl-1-octanamine
14,226	536,2937	536,2940	C ₃₇ H ₃₆ N ₄	N,N-Diethyl-4-[(3Z)-3-[(4-methylphenyl)imino]-2,4,4-triphenyl-1,2-diazetid-1-yl]aniline
14,489	676,3670	676,3670	C ₃₃ H ₅₆ O ₁₄	(2S)-3-[[6-O-(β-L-Glucopyranosyl)-β-L-galactopyranosyl]oxy]-2-hydroxypropyl (9Z,12Z,15Z)-9,12,15-octadecatrienoate
14,740	453,2859	453,2859	C ₁₇ H ₃₅ N ₁₃ S	UNKNOWN
14,889	429,3827	429,3831	C ₂₆ H ₄₇ N ₅	N-[(1-Cyclopentyl-3-piperidinyl)methyl]-N-[(1-ethyl-3,5-dimethyl-1H-pyrazol-4-yl)methyl]-2-(1-piperidinyl)ethanamine
15,038	334,1186	334,1183	C ₁₅ H ₂₃ ClO ₆	1-(Chloromethyl) 1-methyl 2-(2-methyl-2-propanyl) (1S,2S)-4-methyl-4-pentene-1,1,2-tricarboxylate
15,404	300,1330	300,1335	C ₁₄ H ₁₆ N ₆ O ₂	1-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl)guanidine
15,952	493,5591	493,5587	C ₃₄ H ₇₁ N	N-Hexadecyl-1-octadecanamine
16,170	550,4140	550,4134	C ₃₅ H ₅₄ N ₂ O ₃	(3β)-3-Hydroxylup-20(29)-en-28-yl 2-methyl-1H-imidazole-1-carboxylate
16,387	606,2836	606,2836	C ₂₈ H ₄₂ N ₆ O ₇ S	5-(2-Ethoxy-5-[(4-{2-[2-(2-methoxyethoxy)ethoxy]ethyl}-1-piperazinyl)sulfonyl]phenyl)-1-methyl-3-propyl-1,4-dihydro-7H-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-7-one
16,867	384,2852	384,2849	C ₁₈ H ₃₆ N ₆ O ₃	N,N',N''-Tris(isobutoxymethyl)-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine
17,004	644,4630	644,4625	C ₃₅ H ₆₀ N ₆ O ₅	(1R,2S,5S)-N-[1-(Allylamino)-1,2-dioxo-3-hexanyl]-3-(N-[(2R)-3,3-dimethyl-1-(1-piperidinyl)-2-butanyl]carbonyl)-3-methyl-L-valyl)-6,6-dimethyl-3-azabicyclo[3.1.0]hexane-2-carboxamide
17,267	701,2070	701,2068	C ₃₂ H ₃₅ N ₃ O ₁₅	3'-O-Acetyl-5'-O-[(2ξ)-3,4,6-tri-O-acetyl-2-deoxy-2-(1,3-dioxo-1,3-dihydro-2H-isoindol-2-yl)-β-D-arabino-hexopyranosyl]thymidine
17,782	592,2675	592,2672	C ₃₄ H ₄₀ O ₉	Scortechinone F
18,285	412,2584	412,2585	C ₂₂ H ₃₂ N ₆ O ₂	1-{2-[(4-Acetyl-1-piperazinyl)methyl]-1-methyl-1H-benzimidazol-5-yl}-3-cyclohexylurea
18,914	567,4191	567,4189	C ₃₈ H ₅₃ N ₃ O	3,3-Dimethyl-1-octadecyl-1,3-dihydrospiro[indole-2,3'-[1,4]oxazino[3,2-f]quinoline]
21,075	156,9965	156,9964	C ₃ H ₈ ClNO ₂ S	cysteine hydrochloride
21,292	156,9961	156,9964	C ₃ H ₈ ClNO ₂ S	Isopropylsulfamyl chloride
Ekstrak daun benalu mangga dari Pekalongan, Jawa Tengah				
Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	Formula	Nama
0,323	219,1676	219,1669	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN
0,437	219,1670	219,1669	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN
0,689	219,1670	219,1669	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN
0,837	219,1672	219,1669	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN
1,089	219,1675	219,1669	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN
1,272	150,0313	150,0317	C ₈ H ₆ O ₃	Phenylglyoxylic acid
1,386	225,9501	225,9501	C ₃ H ₉ N ₂ O ₃ Cl ₃	UNKNOWN
1,500	364,1073	364,1073	C ₂₁ H ₁₂ N ₆ O	N-(4,5-Dicyano-1H-imidazol-2-yl)-2-phenyl-4-quinolinecarboxamide
1,786	219,1677	219,1669	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN
1,901	219,1622	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-Cyclohexylamino-1-phenylethanol
2,369	219,1622	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-4-piperidinyl)ethanol
2,518	219,1624	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	6-Ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline
2,667	219,1626	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(4-ethylbenzyl)-N-(tetrahydrofuran-2-ylmethyl)amine
2,850	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(4-Ethoxybenzyl)piperidine
2,998	219,1626	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[2-(1-Azepanylmethyl)phenyl]methanol
3,433	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[3-(Cyclohexylmethoxy)phenyl]methanamine
3,547	219,1624	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-[2-(4-Methoxyphenyl)ethyl]piperidine
4,896	219,1628	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[(1R,2S)-2-(Benzylamino)cyclohexyl]methanol
5,662	219,1628	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol
5,777	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(2-Cyclohexylethoxy)aniline
6,325	219,1628	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2,6-Dimethyl-4-(1-piperidinylmethyl)phenol
6,908	206,1318	206,1314	C ₆ H ₁₈ N ₆ S	UNKNOWN
7,823	214,1223	214,1218	C ₁₂ H ₁₄ N ₄	4-(1-Piperazinyl)quinazoline
8,303	258,1487	258,1481	C ₁₄ H ₁₈ N ₄ O	2-[(4-Methyl-1-piperazinyl)methyl]-4(1H)-quinazolinone

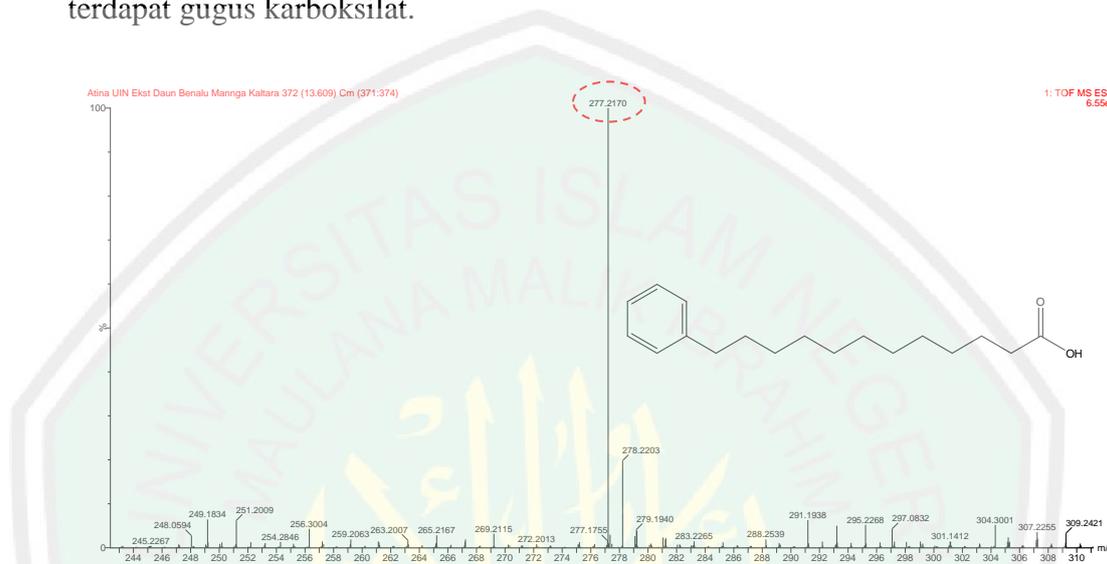
9,138	196,1106	196,1107	C ₄ H ₁₆ N ₆ OS	UNKNOWN
9,584	350,2092	350,2093	C ₂₀ H ₃₀ O ₅	Andrographolide
10,350	264,1361	264,1362	C ₁₅ H ₂₀ O ₄	3',6'-Dihydroxy-2'-(hydroxymethyl)-2',4',6'-trimethyl-2',3'-dihydrospiro[cyclopropane-1,5'-inden]-7'(6'H)-one
10,750	206,1312	206,1307	C ₁₃ H ₁₈ O ₂	Hexyl benzoate
11,230	258,1469	258,146	C ₁₃ H ₂₂ O ₅	tert-Butyl 3,5-dideoxy-2,4-O-isopropylidene-L-erythro-hexuronate
11,448	241,2772	241,2770	C ₁₆ H ₃₅ N	Diocetylamine
11,665	287,2824	287,2824	C ₁₇ H ₃₇ NO ₂	2,2'-(Tridecylimino)diethanol
11,882	315,2775	315,2773	C ₁₈ H ₃₇ NO ₃	N,N-Bis(2-hydroxyethyl)tetradecanamide
12,179	332,1960	332,1961	C ₁₆ H ₂₄ N ₆ O ₂	8-(4-Ethyl-1-piperazinyl)-3-methyl-7-(2-methyl-2-propen-1-yl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione
12,431	266,1886	266,1882	C ₁₆ H ₂₆ O ₃	2,4-Diisopropyl-7,7-dimethyl-4,6,7,8-tetrahydro-5H-1,3-benzodioxin-5-one
12,694	315,3136	315,3137	C ₁₉ H ₄₁ NO ₂	2-Amino-3-(hexadecyloxy)-1-propanol
12,877	303,2926	303,2926	C ₂₁ H ₃₇ N	2-Hexyl-3,5-dipentylpyridine
13,025	698,3511	698,3514	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₄	Uzarin
13,243	250,1935	250,1933	C ₁₆ H ₂₆ O ₂	Sclareolide; atau (3aR,5aS,9aS,9bR)-3a,6,6,9a-Tetramethyldecahydronaphtho[2,1-b]furan-2(1H)-one
13,346	320,1966	320,1961	C ₁₅ H ₂₄ N ₆ O ₂	3-Methyl-7-(3-methylbutyl)-8-(1-piperazinyl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione
13,609	276,2091	276,2089	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	12-Phenyldodecanoic acid
13,974	401,3503	401,3505	C ₂₃ H ₄₇ NO ₄	2-Methyl-2-propanyl [(2S,3R)-1,3-dihydroxy-2-octadecanyl]carbamate
14,226	536,2963	536,2960	C ₃₃ H ₄₄ O ₄ S	(5R)-2,5-Anhydro-1-O-benzyl-3,4-dideoxy-4-[(phenylsulfonyl)methyl]-5-[(1E,5E)-2,6,10-trimethyl-1,5,9-undecatrien-1-yl]-D-erythro-pentitol
14,557	565,4207	565,4203	C ₃₀ H ₅₅ N ₅ O ₅	3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide
14,923	702,3815	702,3815	C ₄₀ H ₅₄ N ₄ O ₅ S	Benzyl [(2S)-1-[[[(2S,3R)-4-[(2S,4R)-4-(benzylsulfonyl)-2-[(2-methyl-2-propanyl)carbamoyl]-1-piperidinyl]-3-hydroxy-1-phenyl-2-butanyl]amino]-3-methyl-1-oxo-2-butanyl]carbamate
15,175	311,3555	311,3552	C ₂₁ H ₄₅ N	N,N-Diheptyl-1-heptanamine
15,438	300,1337	300,1335	C ₁₄ H ₁₆ N ₆ O ₂	1-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl)guanidine
16,021	268,2403	268,2402	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Methyl (9Z)-9-hexadecenoate
16,273	390,2741	390,2743	C ₂₀ H ₃₄ N ₆ O ₂	2-(2-Methyl-5-oxo-6,7-dihydropyrazolo[1,5-a]pyrimidin-4(5H)-yl)-N-[3-(4-propyl-1-piperazinyl)propyl]propanamide
16,501	606,2852	606,2856	C ₃₇ H ₃₄ N ₈ O	N-[(1S)-2-(Dimethylamino)-1-phenylethyl]-3-(5-[[4-(2-pyridinyl)benzyl]amino]-1H-benzimidazol-2-yl)-1H-indazole-5-carboxamide
16,867	627,1886	627,1885	C ₂₂ H ₂₉ N ₉ O ₁₃	(2R,3R,4S,5R,6R)-3-Acetoxy-2-azido-6-(azidomethyl)-5-[[[(2R,3R,4S,5R,6R)-3,4,5-triacetoxy-6-(azidomethyl)tetrahydro-2H-pyran-2-yl]oxy]tetrahydro-2H-pyran-4-yl acetate
17,187	624,2977	624,2980	C ₂₅ H ₄₀ N ₁₀ O ₉	[(1S,9S,15S,22S)-9-{3-[(Diaminomethylene)amino]propyl}-4,6,10,13,16,24,26-heptaaxo-5,8,11,14,17,23,25-heptaazabicyclo[20.2.2]hexacos-15-yl]acetic acid
17,519	608,2646	608,2648	C ₃₆ H ₃₂ N ₈ O ₂	N,N'-Bis[2-(9-acridinylamino)ethyl]-1-methyl-1H-pyrazole-3,5-dicarboxamide
17,816	592,2684	592,2686	C ₃₅ H ₃₆ N ₄ O ₅	Pheophorbide A
18,399	412,2590	412,2587	C ₂₂ H ₃₂ N ₆ O ₂	1-{2-[(4-Acetyl-1-piperazinyl)methyl]-1-methyl-1H-benzimidazol-5-yl}-3-cyclohexylurea
20,229	181,9775	181,9771	C ₈ H ₃ ClO ₃	4-Chlorophthalic anhydride
21,029	156,9952	156,9946	C ₄ H ₃ N ₃ O ₂ S	1H-Pyrazolo[3,4-d][1,3]thiazole-3,5(2H,6H)-dione
Ekstrak daun benalu mangga dari Kediri, Jawa Timur				
Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	Formula	Nama
1,24	124,9787	124,9783	CH ₃ NO ₄ S	Nitromethanesulfinic acid
5,19	756,211	756,2113	C ₃₃ H ₄₀ O ₂₀	2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-4-oxo-4H-chromen-3-yl 6-deoxy- α -L-mannopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-[6-deoxy- α -L-mannopyranosyl-(1 \rightarrow 6)]- β -D-galactopyranoside
5,63	610,1529	610,1534	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Rutin; atau 2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-4-oxo-4H-chromen-3-yl 6-O-(6-deoxy- α -L-mannopyranosyl)- β -D-glucopyranoside
5,99	302,0427	302,0427	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	Quercetin atau 3' 4' 5' 7-pentahydroxyflavone
6,73	448,1008	448,1006	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	Quercitrin

8,52	344,0531	344,0532	C ₁₇ H ₁₂ O ₈	2-Hydroxy-3,7,8-trimethoxychromen[5,4,3-cde]chromene-5,10-dione
11,26	241,2769	241,2770	C ₁₆ H ₃₅ N	Diocetylamine
11,52	287,2825	287,2824	C ₁₇ H ₃₇ NO ₂	2,2'-(Tridecylimino)diethanol
12,51	315,3135	315,3137	C ₁₉ H ₄₁ NO ₂	2-Amino-3-(hexadecyloxy)-1-propanol
12,88	693,3931	693,3930	C ₄₆ H ₅₁ N ₃ O ₃	2-((2R)-2-[Benzoyl(methyl)amino]-2-phenylethyl)-6-((2S)-2-[benzoyl(methyl)amino]-2-phenylethyl)-N,N-diisopropyl-4-methylbenzamide
13,43	276,2092	276,2089	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	12-Phenyldodecanoic acid
13,94	369,3242	369,3243	C ₂₂ H ₄₃ NO ₃	N,N-Diethanololeamide
14,71	495,3323	495,3322	C ₂₇ H ₄₁ N ₇ O ₂	8-Methyl-3-[(2-methyl-1-[1-(2-methyl-2-butanyl)-1H-tetrazol-5-yl]propyl][2-(4-morpholinyl)ethyl]amino)methyl]-2(1H)-quinolinone
14,99	627,1870	627,1871	C ₃₂ H ₃₄ ClNO ₁₀	1-(9,10-Dimethoxy-2-anthryl)-2,5,8,11-tetraoxatridecan-13-yl 2-chloro-5-nitrobenzoate
15,29	627,1867	627,1867	C ₃₄ H ₂₅ N ₇ O ₆	UNKNOWN
16,09	549,6225	549,6213	C ₃₈ H ₇₉ N	UNKNOWN
17,05	369,3250	369,3243	C ₂₂ H ₄₃ NO ₃	UNKNOWN
Ekstrak daun benalu mangga dari Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara				
Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	Formula	Nama
0,357	219,1654	219,1657	C ₁₁ H ₂₅ NOS	1-[(2-Methyl-2-propanyl)amino]-3-[(2-methyl-2-propanyl)sulfanyl]-2-propanol
0,506	219,1657	219,1657	C ₁₁ H ₂₅ NOS	1-Methoxy-3-methyl-N-[2-methyl-2-(methylsulfanyl)propyl]-2-butanamine
0,723	219,1657	219,1657	C ₁₁ H ₂₅ NOS	1-(Butylsulfanyl)-3-(diethylamino)-2-propanol
0,872	219,1622	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-Cyclohexylamino-1-phenylethanol
1,089	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-4-piperidinyl)ethanol
1,272	150,0282	150,0285	C ₄ H ₁₀ N ₂ S ₂	[(Dimethylamino)methyl]carbomodithioic acid
1,535	364,0989	364,0988	C ₁₅ H ₂₃ Cl ₃ N ₄	1-(3,5-Dichloro-2-pyridinyl)-4-(4-piperidinylmethyl)piperazine hydrochloride (1:1)
1,821	219,1696	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	6-Ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline
2,369	219,0968	219,0968	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	N-ω-NITRO-L-ARGININE atau (2S)-2-amino-5-(1-nitrocarbamiimidamido)pentanoic acid
2,552	219,0970	219,0968	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	nitril arginine
2,735	219,0964	219,0968	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	5-(N-Nitrocarbamiimidamido)-L-norvaline
2,918	219,0971	219,0968	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	Nitro-L-arginine
3,101	219,0972	219,0968	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	5-(N-Nitrocarbamiimidamido)-D-norvaline
3,284	219,1264	219,169	C ₁₃ H ₁₈ NO ₂	Methyl-1-benzylpyrrolidin-3-carboxylat
3,364	219,1269	219,1272	C ₁₂ H ₁₇ N ₃ O	4-(4-Acetyl-1-piperazino)aniline
3,650	219,1621	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(4-ethylbenzyl)-N-(tetrahydrofuran-2-ylmethyl)amine
3,833	219,1618	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(4-Ethoxybenzyl)piperidine
3,982	219,1622	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[2-(1-Azepanylmethyl)phenyl]methanol
4,130	219,1382	219,1305	C ₃ H ₁₄ N ₁₁ O	UNKNOWN
4,313	219,1420	219,1417	C ₂ H ₁₃ N ₁₃	UNKNOWN
4,496	219,1409	219,1405	C ₉ H ₉ N ₃ OS	1-[2-(Dimethylamino)ethyl]-3-(3-methoxypropyl)thiourea
4,679	219,1622	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[3-(Cyclohexylmethoxy)phenyl]methanamine
4,896	219,1626	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-[2-(4-Methoxyphenyl)ethyl]piperidine
5,045	219,1626	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[(1R,2S)-2-(Benzylamino)cyclohexyl]methanol
5,342	219,1621	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol
5,662	206,1319	206,1315	C ₆ H ₁₈ N ₆ S	UNKNOWN
5,891	302,0184	302,0184	C ₁₄ H ₁₀ N ₂ O ₂ S ₂	(5-Phenyl-thieno[2,3-d]pyrimidin-4-ylsulfanyl)-acetic acid
6,291	302,0431	302,0427	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	Quercetin
6,543	594,1583	594,1585	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	Nicotiflorin
6,726	302,0424	302,0427	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	Morin
6,909	448,1005	448,1006	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	Quercitrin
7,091	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(2-Cyclohexylethoxy)aniline
7,823	219,1621	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2,6-Dimethyl-4-(1-piperidinylmethyl)phenol
8,303	258,1478	258,1476	C ₁₄ H ₂₆ S ₂	1,4-Dithiaspiro[4.11]hexadecane
8,555	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	(2S)-5-Methoxy-N-propyl-1,2,3,4-tetrahydro-2-naphthalenamamine
8,772	476,0969	476,0968	C ₂₃ H ₁₆ N ₄ O ₈	(9E)-9-[4-(Dimethylamino)benzylidene]-2,5,7-trinitro-9H-fluorene-4-carboxylic acid
8,921	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol
9,035	219,1621	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[1-(4-Methoxyphenyl)cyclohexyl]methanamine
9,252	219,1624	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(4-Ethoxybenzyl)piperidine
9,401	219,1624	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-3-piperidinyl]methanol

9,584	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-2-piperidinyl]methanol
9,801	219,1619	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Phenylethyl)-3-piperidinyl]methanol
9,984	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-tert-Butyl-N-isopropylbenzamide
10,201	219,1623	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(4-Cyclohexylphenoxy)ethanamine
10,419	219,1626	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-(2-Pyridinyl)-1-nonanone
10,499	219,1626	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-2-piperidinyl]methanol
11,230	342,2886	342,2882	C ₁₉ H ₃₈ N ₂ O ₃	N-(3-Butoxypropyl)-N'-(2-ethylhexyl)succinamide
11,448	255,2925	255,2926	C ₁₇ H ₃₇ N	Methyldioctylamine
11,996	292,1647	292,1648	C ₁₃ H ₂₀ N ₆ O ₂	1,3,7-Trimethyl-8-(4-methyl-piperazin-1-yl)-3,7-dihydro-purine-2,6-dione
12,111	285,1372	285,1372	C ₁₀ H ₁₉ N ₇ OS	2-[[4-(dimethylamino)-6-(ethylamino)-1,3,5-triazin-2-yl]thio]propanohydrazide
12,248	310,1788	310,1789	C ₁₈ H ₃₀ S ₂	1,3-Bis[2-(butylsulfanyl)ethyl]benzene
12,431	253,2774	253,270	C ₁₇ H ₃₅ N	1-Dodecylpiperidine
12,694	306,1801	306,1804	C ₁₄ H ₂₂ N ₆ O ₂	7-Isobutyl-3-methyl-8-(1-piperazinyl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione
12,911	303,2932	303,2926	C ₂₁ H ₃₇ N	N-Benzyl-1-tetradecanamine
13,243	292,2038	292,2038	C ₁₈ H ₂₈ O ₃	p-Undecyloxybenzoic Acid
13,609	276,2092	276,2089	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	12-Phenyldodecanoic acid
13,974	401,3500	401,3505	C ₂₃ H ₄₇ NO ₄	2-Methyl-2-propanyl [(2S,3R)-1,3-dihydroxy-2-octadecanyl]carbamate
14,226	805,5093	805,5093	C ₇ H ₇ O ₁₆ S ₂ Br ₅	UNKNOWN
14,523	565,4202	565,4203	C ₃₀ H ₅₅ N ₅ O ₅	3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide
14,923	495,3350	495,3349	C ₃₁ H ₄₅ NO ₄	(3aR,8aR,9aR)-3-[[2-[4-(4-Methoxyphenyl)-2,2-dimethyltetrahydro-2H-pyran-4-yl]ethyl]amino]methyl]-8a-methyl-5-methylenedecahydronaphtho[2,3-b]furan-2(3H)-one
15,221	311,3554	311,3552	C ₂₁ H ₄₅ N	N-Isopropyl-1-octadecanamine
15,438	300,1336	300,1335	C ₁₄ H ₁₆ N ₆ O ₂	1-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl)guanidine
15,907	385,3920	385,3920	C ₂₄ H ₅₁ NO ₂	1,1'-(Octadecylimino)dipropan-2-ol
16,055	268,2405	268,2402	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Methyl (9Z)-9-hexadecenoate
16,238	390,2744	390,2743	C ₂₀ H ₃₄ N ₆ O ₂	8-[(4-Ethyl-1-piperazinyl)methyl]-7-hexyl-1,3-dimethyl-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione
16,684	484,1040	484,1039	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₁ S	(2R,3S)-2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-3,4-dihydro-2H-chromen-8-yl (4ξ)-1-thio-β-D-xylo-hexopyranoside
16,901	384,2852	384,2852	C ₂₆ H ₄₀ S	2-(Hexadecylsulfanyl)naphthalene
17,233	608,2625	608,2621	C ₃₄ H ₄₀ O ₁₀	Scortechinone C
17,553	608,2646	608,2648	C ₃₆ H ₃₂ N ₈ O ₂	N,N'-Bis[2-(9-acridinylamino)ethyl]-1-methyl-1H-pyrazole-3,5-dicarboxamide
17,816	592,2692	592,2694	C ₃₆ H ₄₀ N ₄ S ₂	6,6,11,11,20,20,25,25-Octamethyl-30,33-dithia-29,31,32,34-tetraazaheptacyclo[24.2.1.1 ^{2,5} .1 ^{7,10} .1 ^{12,15} .1 ^{16,19} .1 ^{21,24}]tetratriacontane
18,182	592,2673	592,2672	C ₃₄ H ₄₀ O ₉	Scortechinone F
20,160	219,1627	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-Benzyl-3,3-dimethyl-4-piperidinol
21,212	219,1624	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-3-piperidinyl]methanol
21,292	219,1622	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-Benzyl-2,2-dimethyltetrahydro-2H-pyran-4-amine
21,509	219,1621	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-3-pyrrolidinyl)-2-propanol
21,658	219,1621	219,1623	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(3,4-Dimethylphenyl)-3,3-dimethylbutanamide

Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa terdapat perbedaan profil metabolit antar sampel yang berasal dari daerah yang berbeda, yakni ditandai dengan adanya perbedaan jenis maupun kadar dari beberapa senyawa yang dikandung masing-masing sampel yang dapat dilihat pada tabel 5.3. Meskipun

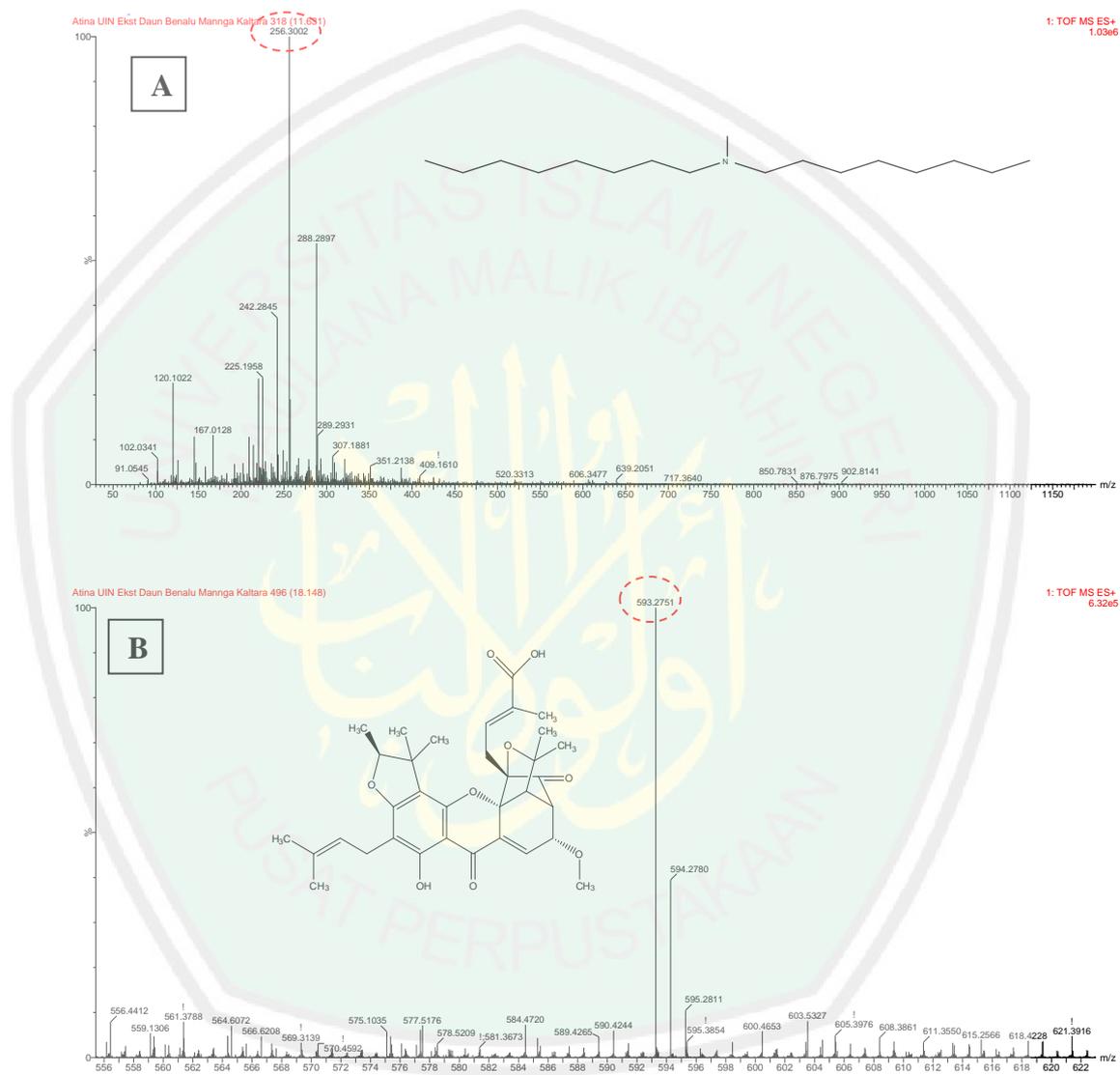
demikian, terdapat satu senyawa yang terdapat pada keempat daerah tersebut, yakni senyawa *12-Phenyldodecanoic acid*, yang mana senyawa tersebut merupakan senyawa yang termasuk golongan asam karboksilat dengan ciri terdapat gugus karboksilat.

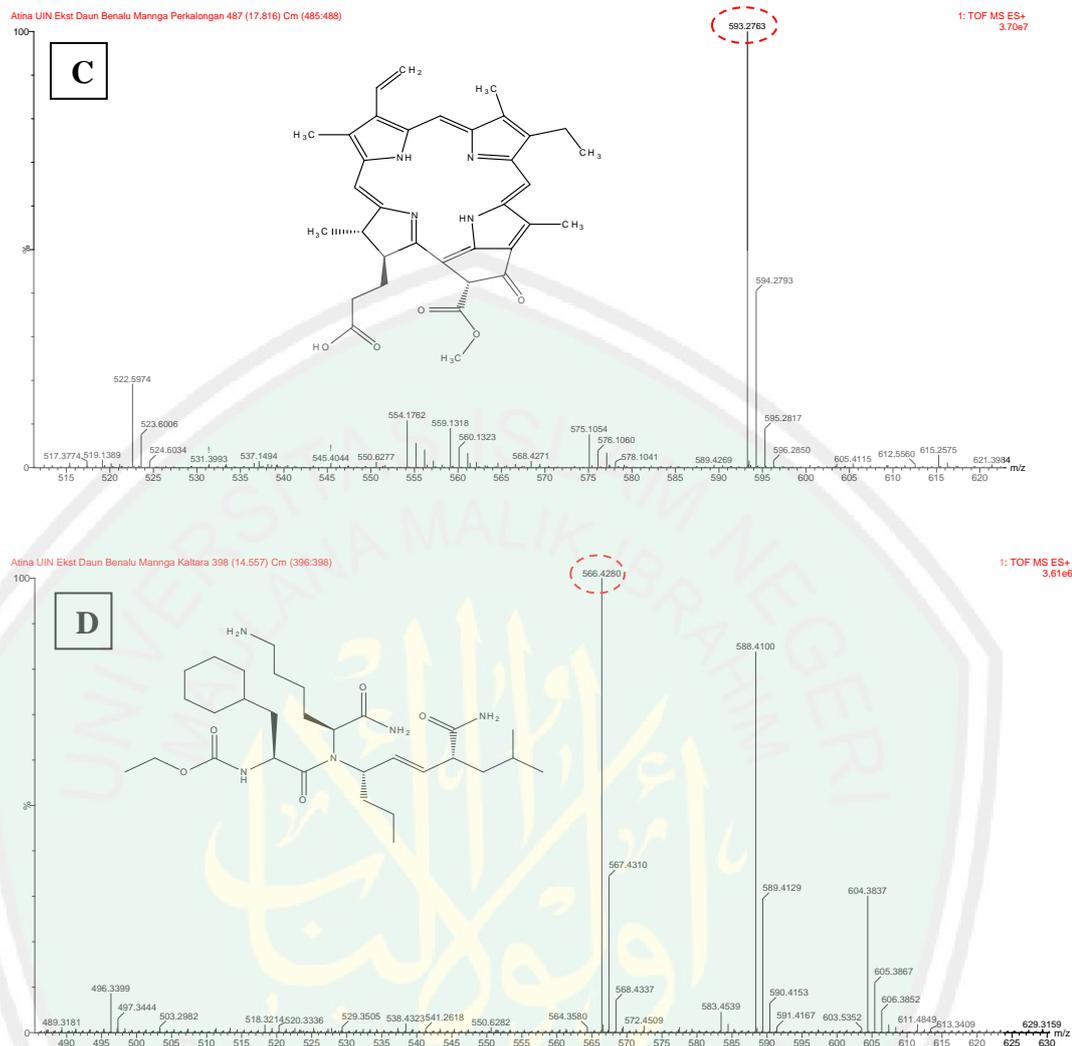


Gambar 5.4 Spektra m/z dan struktur molekul senyawa *12-Phenyldodecanoic acid*

Data metabolit tersebut juga menunjukkan adanya beberapa senyawa yang dominan atau senyawa mayor, yakni senyawa yang memiliki prosentase kadar (diprediksi dari persen area) lebih banyak dibandingkan dengan prosentase kadar senyawa lain yang terkandung dalam tanaman tersebut. Adapun senyawa yang dominan tersebut antara lain adalah senyawa *methyl dioctylamine* yang dominan pada daerah Tanjung Selor Hilir dengan persen area sebesar 11,45%; senyawa *3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysine* dominan pada Pekalongan dengan persen area 21,11%; senyawa *Pheophorbide A* dominan pada Pekalongan persen areanya 23,96%; senyawa *1-(4,6-dimethyl pyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl)*

guanidine dominan pada Gunung Batin Baru dengan persen area sebesar 13,57%; dan senyawa *Scortechinone F* yang dominan pada daerah Gunung Batin Baru yang memiliki persen area sebesar 21,76%.





Gambar 5.5 Spektra m/z dan struktur senyawa dominan

Keterangan:

- A : Spektra dan struktur senyawa *methyl dioctylamine*
- B : Spektra dan struktur senyawa *Scortechinone F*
- C : Spektra dan struktur senyawa *Pheophorbide A*
- D : Spektra dan struktur senyawa *3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide*

Beberapa dari senyawa yang ditemukan, terdapat pula senyawa yang berperan penting dalam dunia pengobatan, seperti senyawa *quercetin* yang bersifat antioksidan dan dalam beberapa penelitian menunjukkan adanya aktifitas antikanker (Shi *et al.*, 2014); senyawa Kaempferol yang memiliki aktivitas anti-inflamasi (Rho *et al.*, 2011), anti-oksidan dan anti-mikrobal (Tatsimo *et al.*, 2012). Dengan ditemukannya senyawa-senyawa tersebut, benalu mangga

berpotensi dapat dikembangkan menjadi obat bahan alam. Allah SWT berfirman dalam surat Al-Anbiya' ayat 16 berikut ini,

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَاعِبِينَ

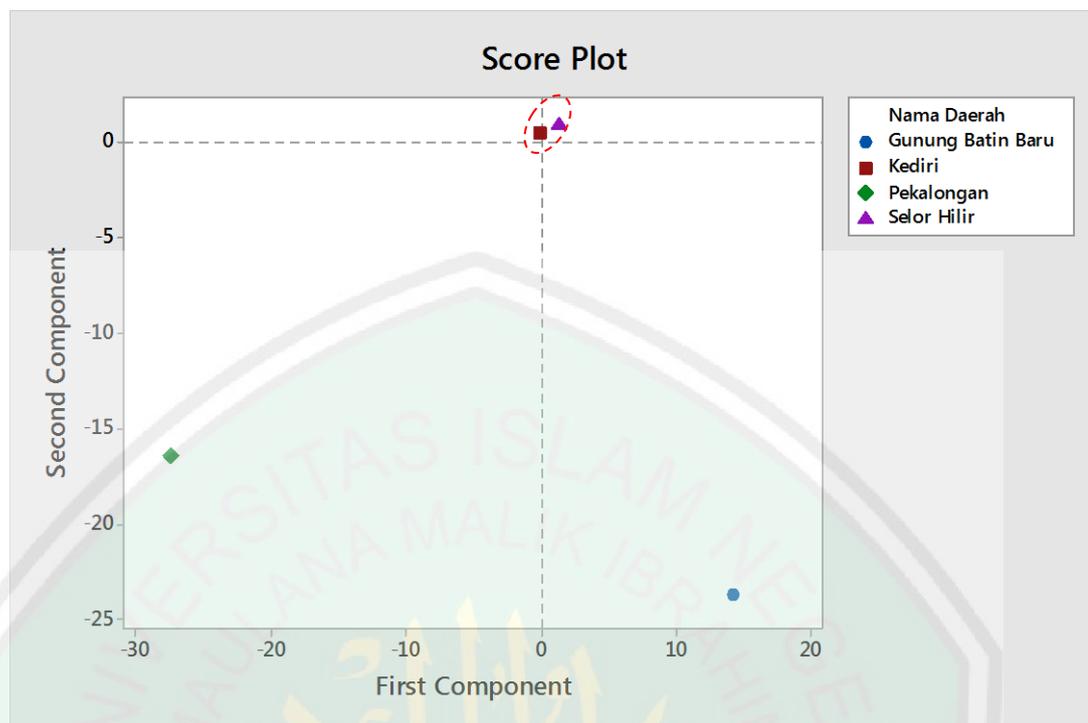
Artinya: "Dan tidaklah Kami ciptakan langit dan bumi dan segala yang ada di antara keduanya dengan bermain-main."

Dalam ayat tersebut mengindikasikan bahwa Allah SWT tidak menjadikan langit yang tinggi dan bumi yang terhampar luas beserta segala macam keajaiban diantara keduanya untuk permainan. Allah SWT menjadikan semua itu dengan berbagai macam keindahan untuk peringatan dan pelajaran bagi mereka yang mau mengambil hikmah dan manfaat. Semua kejadian alam itu menunjukkan kepada ketinggian hikmat Allah dan kesempurnaan kodrat-Nya serta keadilan-Nya (Ash-Shiddieqy, 2000). Begitu juga dengan tanaman benalu mangga yang diciptakan oleh Allah SWT agar dapat bermanfaat untuk manusia, salah satunya dimanfaatkan untuk pengobatan dari bahan alam.

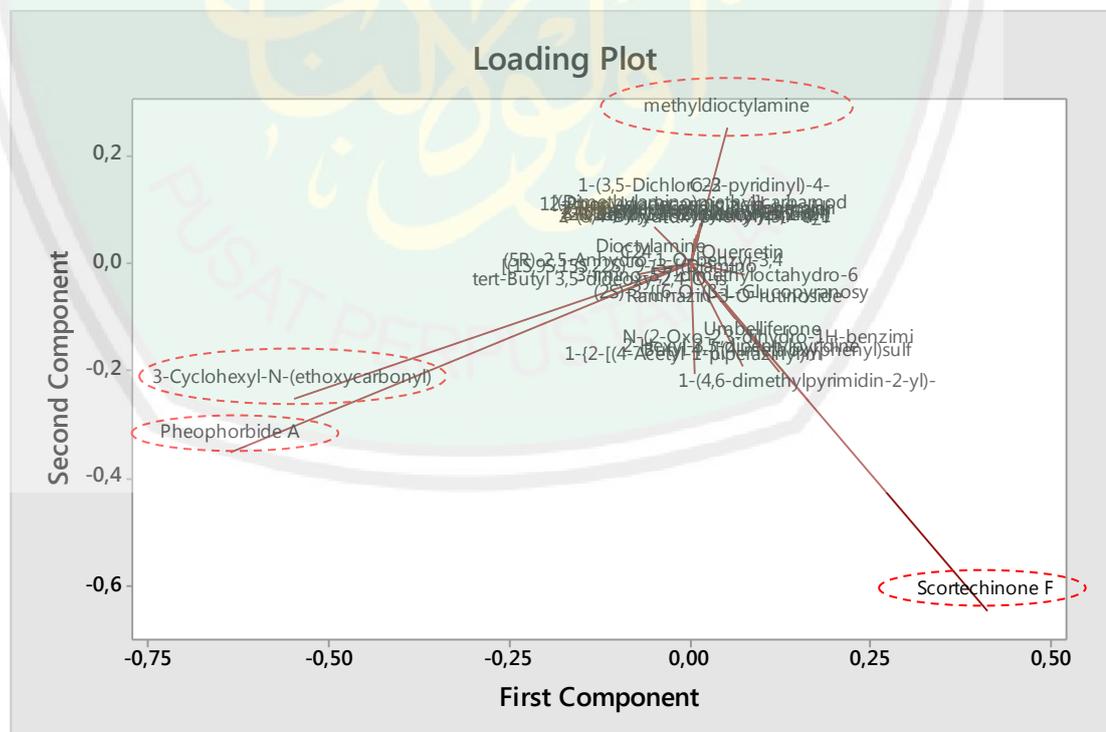
5.7 Analisis Data Multivariat PCA

Analisis data multivariat PCA merupakan salah satu analisis kemometrik yang banyak digunakan untuk analisis multikomponen (Anissa, 2012). Adapun data yang diperoleh dari pengolahan kromatogram berupa nama senyawa beserta nilai m/z diolah lagi untuk dianalisis PCA menggunakan perangkat lunak *Minitab* versi 17. Adapun langkah pengolahan data menggunakan PCA dilampirkan pada lampiran 5.

Data yang digunakan pada analisis PCA merupakan data kompilasi nama senyawa yang ditemukan dengan nilai luas area dalam satuan persen (%) dari keempat daerah sampel. Hasil analisis PCA berupa plot skor (*Score Plot*) dan plot loading (*Loading Plot*) yang disajikan dalam gambar 5.6 dan gambar 5.7. Plot skor mengindikasikan kedekatan antar sampel, sehingga sampel yang memiliki banyak kemiripan akan mengelompok atau berada pada titik yang saling berdekatan. Plot loading menggambarkan tentang hubungan antar variabel, yakni variabel asli dan variabel baru (Esbensen *et al.*, 2002). Plot loading digunakan untuk menganalisis kontribusi setiap metabolit yang ditemukan terhadap PC (*Principal Component*), sehingga komponen yang terjauh dari kelompok adalah komponen yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perbedaan antar kelompok. Hasil dari analisis PCA ekstrak daun benalu mangga memiliki varian total sebanyak 89,6% (PC1 = 59,8% dan PC2 = 29,8%). Pola pengelompokan sampel ditunjukkan oleh gambar 5.6, yang mana pada gambar plot skor tersebut diketahui bahwa sampel dari Kediri, Jawa Timur (K) mengelompok dengan sampel dari daerah Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara (TSH) sedangkan sampel dari Gunung Batin Baru, Lampung (GBB) dan Pekalongan, Jawa Tengah (P) tidak mengelompok. Hal ini mengindikasikan bahwa jenis metabolit dari daerah K dengan TSH hampir serupa, dibandingkan dengan daerah GBB dan P.



Gambar 5.6 Plot skor yang menunjukkan adanya pengelompokan pada metabolit dari daerah Kediri, Jawa Timur dan Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara



Gambar 5.7 Plot loading yang menunjukkan adanya beberapa senyawa penciri yang ditemukan

Pengelompokan berdasarkan kemiripan metabolit tersebut dapat dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh tumbuhan atau faktor abiotik lainnya seperti cuaca, iklim maupun curah hujan (Heuberger *et al.*, 2014). Daerah TSH dan K diduga memiliki banyak kesamaan faktor abiotik. Curah hujan dan suhu rerata kedua daerah tersebut relatif sama, yakni K memiliki curah hujan 2.043 mm dan suhu rerata 24,4°C, sedangkan TSH memiliki curah hujan 2.738 mm dan suhu rerata 26,8°C. Meskipun kedua iklim pada kedua daerah tersebut berbeda, akan tetapi kedua daerah tersebut masih dalam iklim utama yang sama, yakni iklim tipe A. Iklim A menurut Koeppen merupakan iklim hutan tropik dengan adanya cuaca terik sepanjang tahun (Tjasyono, 2004). Selain itu daerah K dan TSH memiliki kesamaan pada salah satu jenis tanah yang dominan pada kedua daerah tersebut, yakni jenis tanah aluvial. Pada sub bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa jenis tanah ini memiliki tingkat kesuburan yang baik. Dengan adanya beberapa faktor abiotik yang sama dari kedua daerah tersebut maka diduga bahwa metabolit kedua daerah tersebut hampir serupa.

Gambar 5.7, yakni plot loading menunjukkan adanya pendugaan senyawa metabolit penciri dari ekstrak daun benalu mangga yang diperoleh dari beberapa daerah. Pada plot loading dapat dilihat setidaknya terdapat 4 metabolit, yaitu *methyl dioctylamine*; *scortechinone F*; *3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R) - 7 - carbamoyl -9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide*; dan *Pheophorbide A* yang diduga dapat digunakan sebagai senyawa penciri yang dapat dijadikan sebagai dasar pengelompokan daun benalu mangga berdasarkan asal geografisnya. Keempat senyawa yang diduga sebagai senyawa penciri

merupakan senyawa yang dominan atau senyawa mayor pada daerah tertentu yang sebelumnya telah disebutkan. Senyawa *methyldioctylamine* terdapat pada daerah Tanjung Selor Hilir dengan persen area sebesar 11,448%; senyawa *3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysine* terdapat pada Pekalongan (21,11%) dan Tanjung Selor Hilir (2,54%); senyawa *Pheophorbide A* terdapat pada Pekalongan (23,96%); senyawa *1-(4,6-dimethyl pyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl) guanidine* terdapat pada Gunung Batin Baru (13,57%), Pekalongan (5,20%), dan Tanjung Selor Hilir (10,14%); serta senyawa *Scortechinone F* yang terdapat pada daerah Gunung Batin Baru (21,76%) dan Tanjung Selor Hilir (0,82%).

Salah satu dari senyawa penciri yang disebutkan, terdapat senyawa *scortechinone F*. Senyawa *scortechinone F* merupakan golongan senyawa *xanthenes*, yang mana telah ditemukan pada tanaman *Garcinia scortechinii* (Sukpondma *et al.*, 2005). Belum banyak informasi mengenai senyawa ini. Saat ini terdapat beberapa jenis senyawa *Scortechinone*, antara lain *Scortechinone U*, *Scortechinone J*, *Scortechinone F*, *Scortechinone E*, *Scortechinone H*, *Scortechinone I* (Genome, 2017).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Terdapat perbedaan profil metabolit ekstrak daun benalu mangga dari Kediri, Jatim; Pekalongan, Jateng; Gunung Batin Baru, Lampung; dan Tanjung Selor Hilir, Kaltara.
2. Senyawa penciri yang yang diperoleh adalah senyawa *methyl dioctylamine* yang terdapat pada daerah Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara; senyawa *3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-ethyl-5-decen-4-yl]-L-lysine* terdapat pada Pekalongan (Jawa Tengah) dan Tanjung Selor Hilir (Kalimantan Utara); senyawa *Pheophorbide A* terdapat pada Pekalongan (Jawa Tengah); senyawa *1-(4,6-dimethyl pyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl) guanidine* terdapat pada Gunung Batin Baru (Lampung), Pekalongan (Jawa Tengah), dan Tanjung Selor Hilir (Kalimantan Utara); serta senyawa *Scortechinone F* yang terdapat pada daerah Gunung Batin Baru (Lampung) dan Tanjung Selor Hilir (Kalimantan Utara).

6.2 Saran

1. Penggunaan etanol 96% teknis sebagai pelarut dapat diganti dengan etanol 96% p.a (pro-analisis) untuk mengurangi sejumlah pengotor dari etanol 96% teknis yang masuk kedalam ekstrak.

2. Kromatografi Lapis Tipis (KLT) terhadap ekstrak dapat dilakukan, sebelum dilakukan analisis menggunakan UPLC-MS untuk memastikan bahwa ekstrak masih mengandung sejumlah metabolit.
3. Analisis kandungan unsur hara tanah tempat pemerolehan sampel dapat dilakukan supaya diperoleh data unsur hara yang terkandung dalam tanah tempat pemerolehan sampel, sehingga dapat dikaitkan dengan perbedaan profil metabolit sampel.



DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Azim, W. M. dan Ahmed, S. T. H. 2009. Effect of Salinity and Cutting Date on Growth and Chemical Constituents of *Achillea fragrantissima* Forssk. Under Ras Sudr Conditions. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* Vol 5: 1121-1129.
- Abeysena, I. dan Darrington, R. 2014. *Understanding Evaporation and Concentration Technologies. Part 1-Basic Principle of Commonly Used Evaporation Technologies*. Ipswich, UK: Genevac Ltd.
- Al-Qarni, A. 2008. *At-Tafsir Al-Muyassar*. Cetakan ke 1. Penerjemah: Tim Qisthi Press. Jakarta: Qisthi Press.
- Anissa. 2012. Kajian Metabolomik Rimpang Kunyit Menggunakan Kromatografi Cair-Spektroskopi Massa [Skripsi]. Bogor: Departemen Kimia Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Ang, H. Y., *et al.* 2014. Immunomodulatory effects of *Potentilla indica* and *Dendrophthoe pentandra* on Mice Spenocytes and Thymocytes. *Experimental and Therapeutic Medicine*. Volume 7: 1733-1738
- Artanti, N.; Ma'arifa, Y. and Hanafi, M. 2006. Isolation and Identification of Active Antioxidant Compound from Starfruit (*Averrhoa carambola*) Mistletoe (*Dendrophthoe pentandra*) Ethanol Extract. *Journal of Applied Sciences*. Volume 6, Nomor 8: 1659-1663.
- Artanti, N.; Firmansyah, T. and Darmawan, A. 2012. Bioactivities Evaluation of Indonesian Mistletoe (*Dendrophthoe pentandra*) Leaves Extract. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. Volume 2, Nomor 1:24-27.
- Ash-Shiddieqy, T.M.H. 2000. *Tafsir Al-Quranul Majid An-Nur*. Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- Ayunda, R.D. 2014. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Serai (*Cymbopogon citratus*) dan Potensinya sebagai Pencegah Oksidasi Lipid [Skripsi]. Bogor: Departemen Biokimia, FMIPA, IPB.
- Ayunita, A. 2009. Analisis Konsistensi Mutu dan Rendemen CPO (*Crude Palm Oil*) Di Pabrik Kelapa Sawit Adolina PT. Perkebunan Nusantara IV (Persero) [Skripsi]. Sumatera Utara: Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

- Balcke, G.U., *et al.* 2012. An UPLC-MS/MS Method for Highly Sensitive High-Troughput Analysis of Phytohormones in Plant Tissues. *Plant Methods*. Volume 8: 1-11.
- Bernas, S.M. dan Sulistyani, D.P. 2003. Identifikasi Sifat Fisik Tanah dan Lahan Dengan Lereng dan Vegetasi Yang Berbeda untuk Penentuan Prediksi Erosi di Kebun Percontohan Baturaja, Oku. *Prosiding Seminar Lokakarya Nasional Ketahanan Pangan dalam Era Otonomi Daerah dan Globalisasi*, Medan 23-24 September 2003. Medan: Badan Litbang Pertanian. 1-8.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2014. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 12 tahun 2014 tentang persyaratan mutu obat tradisional. Jakarta: BPOM.
- Brereton, R.G. 2003. *Chemometric: Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant*. England: John Willey & Sons.
- Brenton, A.G. dan Godfrey, A.R. 2010. Accurate Mass Measurement: Terminology and Treatment of Data. *Journal of American Society for Mass Spectrometry*. Volume: 21:1821-1835.
- [CCRC] *Cancer Chemoprevention Research Center*. 2014. Benalu Belimbing (*Macrosolen cochinchinensis* (Lour) Van Tiegh). http://ccrc.farmasi.ugm.ac.id/?page_id=86 (diakses tanggal 4 Januari 2017).
- Cintas, P. and Cravotto, G. 2005. Power Ultrasound in Organic Synthesis: Moving Cavitational Chemistry from Academia to Innovative and Large-Scale Applications. *The Royal Society Journal of Chemistry*. Volume 35: 180-196.
- Chandra, A. 2015. Studi Awal Ekstraksi Batch Daun *Stevia rebaudiana* dengan Variabel Jenis Pelarut dan Temperatur Ekstraksi. *Pro Sem Nas Masy Biodiv Indon*. Volume 1, nomor 1: 114-119.
- Chawla, G. And Ranjan, C. 2016. Principle, Instrumentation, and Applications of UPLC: a novel technique of Liquid Chromatography. *Open Chemistry Journal*. Volume 3: 1-16.
- Chew, O. S., Hamdan, MR.; Ismail Z.; dan Ahmad, M.N. 2004. Assessmnet Herbal Medicines by Chemometric-Assisted FTIR Spectra. *Journal Anal Chem. Acta, in press*.

- Claudino, W. M. *et al.* 2007. Metabolomics: Available Results, Current Research Projects in Breast Cancer, and Future Applications. *Journal of Clinical Oncology*. Volume 25: 2840-2846.
- Colquhoun, I.J., 2007. Use of NMR for Metabolic Profiling in Plant Systems. *J. Pestic Sci* 32 (3): 200-212.
- Dettmer, K.; Aronov, P. A. and Hammock, B. D. 2007. Mass Spectrometry-Based Metabolomics. *Mass spectrom, NCBI*. Volume 26. Nomor 1: 51-78.
- Doig, M.V. 2000. Fundamental Aspect of Mass Spectrometry: Overview of Terminology. Di dalam: Venn, R.F. *Principles and Practice of Bioanalysis*. New York: Taylor & Francis Inc. Halaman: 211-239
- Dolatowski, Z.J.; Stadnik, J. and Stasiak, D. 2007. Application of Ultrasound in Food Technology. *Acta Science Polymer Technology*. Volume 6, nomor 3: 89-99.
- Distantina, S.; Fadila; Danarto, Y.C.; Wiratni; dan Fahrurrozi, M. 2009. Pengaruh Kondisi Proses pada Pengolahan *Euchema cottonii* terhadap Rendemen dan Sifat Gel Karagenan. *Ekuilibrum*. Volume 8, No. 1: 35-40.
- Elsyana, V.; Bintang, M. and Priosoeryanto, B. P. 2016. Cytotoxicity and Antiproliferative Activity Assay of Clove Mistletoe (*D. pentandra*) Leaves Extracts. *Advances in Pharmacological Sciences, Hindawi*. Volume 2016: 1-7.
- Endharti, A. T., *et al.* 2016. *Dendrophthoe pentandra* Extract Effectively Inhibit Inflammation, Proliferation, and Induces p53 Expression on Colitis-Associated Colon Cancer. *Biomed Central (BMC), complementary and alternative medicine*. Volume 16, Nomor 374: 1-8.
- Endrasari, R.; Qanyah; dan Prayudi, B. 2012. Pengaruh Pengeringan Terhadap Mutu Simplisia Temulawak di Kecamatan Tembalang kota Semarang. Makalah Penunjang Poster: <http://jatim.litbang.pertanian.go.id/ind/phocadownload/p58.pdf>
- Esbensen, K. H.; Guyot, Dominique; dan Houmoller, L.P. 2002. *Multivariate Data Analysis: In Practice: an Introduction to Multivariate Data Analysis and Experimental Design 5th Edition*. Demark: Aalborg University Press, Esbjerg.
- Fageria, N. K.; Baligar, V.C. and Jones, C.A. 2011. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. 3rd edition. New York: CRC Press.

- Farag, M. A.; Rasheed, D. M.; Kropf, M. and Heiss, A.G. 2016. Metabolite Profiling in *Trigonella* Seeds Via UPLC-MS and GC-MS Analyzed Using Multivariate Data Analysis. *Journal of Anal Bioanal Chem, Springer*. DOI: 10.1007/s00216-016-9910-4.
- Farag, M. A.; Gad, H. A.; Heiss, A. G. And Wessjohann, L. A. 2014. Metabolomics Driven Analysis of six *Nigella species* seeds via UPLC-qTOF-MS and GC-MS Coupled to Chemometrics. *Journal of Food Chemistry, Elsevier*. Volume 151: 333-342.
- Fitrilia, T.; Bintang, M. and Safitri, M. 2015. Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Clove Mistletoe Leaf Extracts (*D. pentandra*). *IOSR Journal of Pharmacy*. Volume 5, Nomor 8: 13-18.
- Fuadi, A. 2012. Ultrasonik sebagai Alat Bantu Ekstraksi Oleoresin Jahe. *Jurnal Teknologi*. Volume 12, Nomor 1: 14-21.
- Gandjar, I.G. dan Rohman, A. 2010. *Kimia Farmasi Analisis. Cetakan ke 7*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Giesen, W.; Wulffraat, S.; Zieren, M. and Scholten, L. 2006. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. Bangkok: FAO and Wetlands International.
- Ginting, P. M. 2008. Penentuan Kadar Air Inti Sawit pada Kernel Silo Menggunakan Alat *Moisture Analyzer* Di PTPN III PKS Rambutan Tebing Tinggi [Karya Ilmiah]. Medan: Program Studi Diploma-III Kimia Analisis Universitas Sumatera Utara.
- Gembong, Tj. 1993. *Taksonomi Umum*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Genome. 2017. *Garcinia scortechinii*. http://www.genome.jp/db/pcidb/kna_species/12621 (diakses tanggal 5 Juni 2017).
- Gritter, R.J.;Bobbitt, J.M. and Schwarting, A.E. 1991.*Pengantar Kromatografi*. Terjemahan oleh Kosasih P. Bandung: ITB Press.
- Hampel, D.; York, E.R. and Allen, L.H. 2012. UUPLC-MS for the Rapid, Simultaneous Analysis Of Thiamin, Roboflavin, Flavin Adenine Dinucleotide, Nicotinamide and Pyridoxal in Human Milk. *Journal of Chromatography B, Elsevier*. Volumes 903: 7-13.
- Handayani, H.; Sriherfyna, F. H. dan Yunianta. 2016. Ekstraksi Antioksidan Daun Sirsak Metode *Ultrasonic Bath* (Kajian Rasio Bahan: Pelarut dan Lama

- Ekstraksi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Volume 4, nomor 1: 262-272.
- Hardiyanti, H.D. 2015. Uji Antikanker Dan Identifikasi Golongan Senyawa Dari Ekstrak Etanol dan Fraksi Daun Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra*) terhadap *Cell Line* Kanker Payudara T47D [Skripsi]. Malang: Kimia, Fakultas Saintek, UIN Maliki.
- Hartono. 2007. *Geografi: Jelajah Bumi dan Alam Semesta*. Bandung: Citra Praya.
- Harwan, D. A. dkk. 2015. Analisis Profil Metabolit Sekunder Ekstrak Lempuyang Emprit dengan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa. *University Research Colloquium*: 158-166.
- Hendryani, R.; Lutfi, M. dan Hawa, L.C. 2015. Ekstraksi Antioksidan Daun Sirih Merah Kering (*Piper croatum*) dengan Metode Pra-Perlakuan *Ultrasonic-Assisted Extraction* (Kajian Perbandingan Jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. Volume 3, nomor 2: 33-38.
- Hernani dan Nurdjanah, R. 2009. Aspek Pengeringan dalam Mempertahankan Kandungan Metabolit Sekunder pada Tanaman Obat. *Perkembangan Teknologi TRO*. Volume 21: 33-39.
- Heuberger, A.L.; Broeckling, C.D.; Kirkpatrick, K.R. and Prenni, J.E. 2014. Application of Non Targetted Metabolite Profiling to Discover Novel Markers of Quality Traits in An Advanced Population of Malting Barley. *Plant Biotechnology Journal*. Volume 12: 147-160.
- Ichzan, A.M. 2014. Pemrofilan Kandungan Metabolit Sekunder Temu Hitam (*Curcuma aeruginosa*) dengan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa dan Kemometrik [Skripsi]. Bogor: Departemen Kimia, IPB.
- Iersel, M.M.V. 2008. Sensible Sonochemistry [Disertasi]. Eindhoven (NL): Technical University of Eindhoven.
- Jessica; Chandra, A. dan Suharto, I. 2016. Pengaruh Variasi Ukuran Daun Stevia dan Perbandingan Umpan Pada Karakterisasi Produk Gula Cair Stevia. *Pro Sem Nas Teknik Kimia "Kejuangan"* (17 Maret 2016).
- Ji, J.; Lu, X.; Cai, M. and Xu, Z. 2006. Improvement of Leaching Process of Geniposide with Ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*. Volume 13: 455-462.

- Jos, B.; Pramudono, B. dan Aprianto. 2011. Ekstraksi Oleoresin dari Kayu Manis Berbantu Ultrasonik dengan Menggunakan Pelarut Alkohol. *Reaktor*. Volume 13, Nomor 4: 231-236.
- [Kemendagri] Kementerian Dalam Negeri. Basis Data Kemendagri. www.kemendagri.go.id/ (diakses tanggal 18 Mei 2017).
- Kumar, A.; Singhal, K.C.; Sharma, R.A.; Vyas, G.K. and Kumar, V. 2013. Total Phenolic and Antioxidant Activity of *Chataranthus roseus* in Different Geographical Locations of Rajasthan. *Asian J. Exp. Biol. Sci.* Volume 4: 155-158.
- Lacorte, S. dan Alba, A.R.F.. 2006. Time of Flight Mass Spectrometry Applied to The Liquid Chromatographic Analysis Of Pesticides in Water and Food. *Mass Spectrometry Reviews*. Volume 25: 866-880.
- Lasabuda, R. 2013. Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*. Volume 1, Nomor 2: 92-101.
- Li, S. 2010. Effects of Ultrasound-Assistant Extraction Parameter on Total Flavones Yield of *Selaginella deoderleinii* and its antioxidant activity. *Journal of Medicinal Plants Research*. Volume 4, nomor 17: 1743-1750.
- Lv, H. *et al.* 2016. Metabolomic Profiling of The Astaxanthin Accumulation Process Induced by High Light in *Haematococcus pluvialis*. *Algal Research, elsevier* 20.
- Maharani, T.; Sukandar, D. dan Hermanto, S. 2016. Karakterisasi Senyawa Hasil Isolasi dari Ekstrak Etil Asetat Daun Namnam (*Cynometra cauliflora* L.) yang Memiliki Aktivitas Antibakteri. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. Volume 2, Nomor 1: 55-62.
- Martono, B.; Falah, S. dan Nurlaela, E. 2016. Aktivitas Antioksidan Teh Varietas GMB 7 pada Beberapa Ketinggian Tempat. *J. TIDP*. Volume 3, nomor 1: 53-60.
- Mettler Toledo. 2015. *HC103 Halogen Moisture Analyzer Mettler toledo*. Switzerland: Global MarCom.
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2007. *Kebijakan Obat Tradisional Indonesia (KONTRANAS)*. Jakarta: Departemen Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Mulja, M. dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya: Airlangga University Press.

- Mulyono, HAM. 2006. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mustarichie, R.*et al.* 2015. Total Flavonoid Content and Anti-Inflammatory Properties of Indonesian Mistletoe (*Dendrophthoe pentandra*) Ethanol Extract. *World Journal Of Pharmaceutical Research*. Volume 4, Nomor 4: 287-302.
- Namdeo, AG.; Sharma, A.; Fulzele, D.P. and Mahadik, K.R. 2010. Influence of Geographical and Climatic Conditions on Camptothecin of *Nothapodytes nimmoniana*. *Rec. Nati. Prod.* Volume 4: 64-71.
- Nirwana, A. P.; Astirin, O. P. dan Widiyani, T. 2015. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Benalu Kersen (*D.pentandra*). *Jurnal Pasca UNS: EL-VIVO*. Volume 3. Nmor 2: 9-15.
- Nugroho, W.S. 2015. Penetapan Standar Warna Daun Sebagai Upaya Identifikasi Status Hara (N) Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Regosol. *Planta Tropika Journal of Agro Science*. Vol 3, No 1: 8-15.
- Nurmaida. 2016. Pemrofilan Metabolit Tabat Barito (*Ficus deltoidea*) Menggunakan UPLC-QTOF-MS/MS [Tesis]. Bogor: Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor (IPB).
- O’Gorman, A. 2010. Metabolic Profiling and Fingerprinting for the Detection and Discrimination of Mechanical Damage in Mushroom (*Agaricus bisporus*) during Storage [Doctoral Thesis]. Dublin, Ireland: Dublin Institute of Technology.
- Özcan, E. 2006. Ultrasound Assisted Extraction of Phenolic From Grape Pomace [Disertasi]. Middle East (TR): Middle East Technical University.
- Pemerintah Kabupaten Bulungan. Potensi Wilayah Bulungan pada Sektor Pertanian dan Perkebunan. <http://www.bulungan.go.id/v5/index.php/potensi-wilayah/pertanian-dan-perkebunan> (diakses tanggal 16Juni 2017).
- Pemerintah Kabupaten Kediri. 2015. Produk Unggulan Kediri. <https://kedirikab.go.id/potensi-daerah/produk-unggulan-mainmenu-174/728-produk-unggulan.html> (diakses tanggal 16Juni 2017).
- Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. 2017. Data Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. <https://jatengprov.go.id/> (diakses tanggal 18 Mei 2017).
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur. 2017. Data Pemerintah Provinsi Jawa Timur. <http://www.jatimprov.go.id> (diakses tanggal 18 Mei 2017).

- Pemerintah Provinsi Kalimantan Utara. 2017. Data Pemerintah Provinsi Kalimantan Utara. www.kaltaraprov.go.id/(diakses tanggal 18 Mei 2017).
- Pemerintah Provinsi Lampung. 2016^a. Data Pemerintah Provinsi Lampung. www.lampungprov.go.id/(diakses tanggal 18 Mei 2017).
- Pemerintah Provinsi Lampung. 2016^b. Keberhasilan Pembangunan Bidang Pertanian Provinsi Lampung Tahun 2016. www.lampungprov.go.id/(diakses tanggal 16 Juni 2017)
- Poelengan, M.; Andriani, K.; Susanti, S.; Sussan, L. dan Komala, M. 2007. Uji Daya Antibakteri Ekstrak Etanol Batang Bungur (*Langerstormenia spesiosa* Pers.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara In Vitro. *Laporan penelitian*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Pribadi, E. R. 2009. Pasokan dan Permintaan Tanaman Obat Indonesia serta Arah Penelitian dan Pengembangannya. *Perspektif*. Volume 8: 52-64.
- Pusat Data Lingkungan Jawa Timur. 2017. Struktur Geologi Jawa Timur. <http://pusdaling.jatimprov.go.id/2-info-home/4-geologi-jatim.html> (diakses tanggal 23 Mei 2017).
- Ramadhan, A.E. dan Phaza, H.A. 2010. Pengaruh Konsentrasi Etanol, Suhu dan Jumlah *Stage* Pada Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) secara batch [Skripsi]. Semarang: Teknik Kimia, FT, UNDIP.
- Rho, H.S. *et al.* 2011. Kaempferol and kaempferol rhmanosides with depigmenting and anti-inflammatory properties. *Journal of Molecules*. Vol 16: 3338-3344.
- Rohman, A. 2014. *Validasi dan Penjaminan Mutu Metode Analisis Kimia*. Yogyakarta: UGM Press.
- Said Al-Ahl, H.A.H. and E.A., Omer. 2011. Medicinal and aromatic plants production under salt stress. A review. *Herba*. Vol.57: 72-87.
- Saifudin, A.; Rahayu, V.; dan Teruna, H.Y. 2011. *Standarisasi Bahan Obat Alam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Samiran. 2005. Keanekaragaman Jenis Benalu dan Tumbuhan Inangnya di Kebun Raya Purwodadi, Jawa Timur. *Laporan Teknik*. Pasuruan: Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

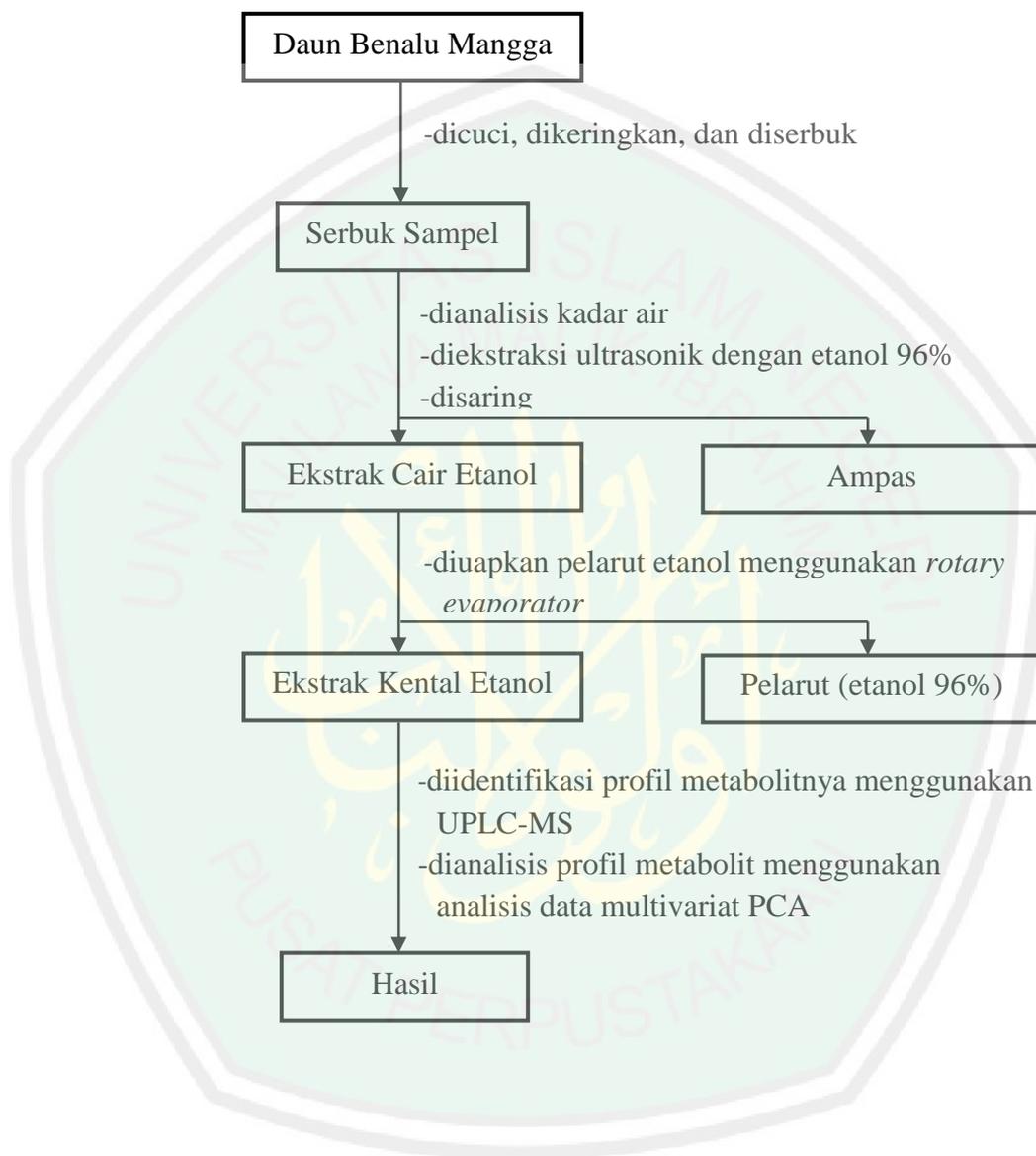
- Sartohadi, J.; Suratman; Jamulya dan Sari, N. I. 2014. *Pengantar Geografi Tanah*. Cetakan ke 3. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Shanavaskhan, A. E. *et al.* 2012. Ethnomedicinal Aspects Of Angiospermic Apiphytes And Parasites Of Kerala, India. *Indian Journal Of Traditional Knowledge*. Vol 11 No 2.
- Savitri, E. S. 2008. *Rahasia Tumbuhan Berkhasiat Obat Perspektif Islam*. Malang: UIN-Maliki Press.
- Septiani, R. 2012. Pemrofilan Metabolit Rimpang Temulawak Menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa [Skripsi]. Bogor: Departemen Kimia, IPB.
- Shi, Z.H. 2014. Synthesis, biological evaluation and SAR analysis of *O*-alkylated analogs of quercetin for anticancer. *Journal of Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, Elsevier*. Vol 24, No 18: 4424–4427.
- Silva, C. B.P.; Julio, I.P.; Donadel, G.E.; and Martins, I. 2016. UPLC-MS/MS method for simultaneous determination of cyclophosphamide, docetaxel, doxorubicin and 5-fluorouracil in surface samples. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*. Volume 82: 68-73.
- Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F.J. and Crouch, S.R. 2004. *Fundamentals of Analytical Chemistry. Eighth Edition*. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Smith, L.I. 2002. *A Tutorial on Principal Components Analysis*. Department of Foreign Affairs and Trade.
- Sudjadi. 1988. *Metode Pemisahan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suhermanto. 2013. Profil flavonoid, tanin, dan alkaloid dari ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) [Skripsi]. Bogor: Departemen Biokimia, IPB.
- Sukpondma, Y.; Rukachaisirikul, V.; dan Phongpaichit, S. 2005. Xanthenes and sesquiterpene derivates from the fruit of *Garcinia scortechinii*. *J. Nat. Prod.* Vol 68, No 7: 1010-1017.
- Sunaryo. 2008. Pemasitan benalu *Dendrophthoe pentandra* (L) Miq. pada tanaman koleksi kebun raya cibodas, Jawa Barat. *Jurnal Natur Indonesia*. Volume 11, Nomor 5: 48-58.
- Suzuki, N.; Rivero, R.M.; Shulev, V.; Blumwald, E. and Mittler, R. 2014. Abiotic and biotic stress combinations. *New Phytologist*: 1-12.

- Tatsimo, S.J.N. *et al.* 2012. Antimicrobial and anti-oxidant activity of kaempferol rhamnoside derivatives from *Bryophyllum pinnatum*. *BMC Research Notes*. Vol 5. No 158: 1-6.
- Theodoridis, G.; Helen, G.G. and Wilson, I.D. 2008. LC-MS-based methodology for global metabolite profiling in metabonomics. *Trend in Anal Chem*. Volume 27: 251-260.
- Tjasyono HK, B. 2004. *Klimatologi*. Edisi ke-2. Bandung: ITB Press.
- Tufaila, M. dan Alam, Syamsu. 2014. Karakteristik tanah dan evaluasi lahan untuk pengembangan tanaman padi sawah di Kecamatan Oheo Kabupaten Konawe Utara. *Agriplus*. Volume 24, Nomor 2: 184-194.
- Uji, T.; Sunaryo dan Rachman, E. 2008. *Keanekaragaman jenis benalu parasit pada tanaman koleksi di Kebun Raya Purwodadi*. Pasuruan: LIPI Purwodadi.
- Ullah, N.; Khurram, M.; Amin, MU.; Khan, TA.; Khayyam SU.; Najeeba, U. and Ullah, S. 2012. Impact of geographical locations on *Mentha spicata* antibacterial activities. *J. Med. Plants Res*. Volume 6: 1201-1206.
- Usaquèn C. X.M.; Rubio, M.; Baquero, H.A.; and Martinez, G.G. 2006. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from red-grape (*Vitis vinifera*) residues. *IUFoST* 1315-1324.
- Utami, T.S.; Arbianti, R.; Hermansyah, H. dan Reza, A. 2009. *Perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun simpur (Dillenia indica) dari berbagai metode ekstraksi dengan uji ANOVA*. Semnas Teknik Kimia Indonesia. Bandung, 19-20 Oktober 2009.
- Verma, N. dan Sukhla, S. 2015. Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. *Journal of Applied on Medicinal and Aromatic Plant*. Vol 30: 1-9.
- Vogel. 1979. *Buku Teks Analisis Anorganik Makro dan Semimakro*. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.
- Walujo, E. B. 2011. *Keanekaragaman Hayati untuk Pangan*. Makalah Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) X: 1-9.
- Wang, W.; Vinocur, B.; Alatman, A. 2003. Plant response to drought, salinity and extreme temperatures: toward genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218: 1-14.
- Wasito, H. 2011. *Obat Tradisional Kekayaan Indonesia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Wassil, F. G. 1955. *Unit Operation*. London: Chapman & Hall.
- Woods, C. M. and Edward, M. C. 2007. Factor Analysis and Methods. Essential Statistical Method for Medical Statistic. *Derivates of Handbook of Statistics: Epidemiology and Medical Statistic*. Volume 27: 6-182.
- Wonorahardjo, S. 2013. *Metode-metode Pemisahan Kimia, sebuah Pengantar*. Jakarta: Akademia Permata.
- Yi, L., *et al.* 2012. Tissue-specific metabolite profiling of alkaloids in *Sinomenii* caulis using laser microdissecton and liquid chromatography-quadrupole/time of flight-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A, Elsevier*. Voloume 1258: 93-103.
- Zainuddin, N. A. S. N., dan Sul'ain, M. D. 2015. Antiproliferative effect of *D.pentandra* extracts toward human breast adenocarcinoma cell (MCF-7). *Jurnal Teknologi UTM*. Volume 77. Nomor 2: 35-39.
- Zainuddin, N. A. S. N., dan Sul'ain, M. D. 2014. Phytochemical analysis toxicity and cytotoxicity evaluation of *Dendrophthoe pentandra* leaves extract. *International Journal of Applied and Pharmaceutical Technology*. Volume 6. Nomor 1: 108-116.
- Zhao, Y. Y. and Lin, R. C. 2014. UPLC-MS application in disease biomarker discovery: The discovery in proteomics to metabolics. *Chemico-Biological Interactions, Elsevier*. Volume 215: 7-16.

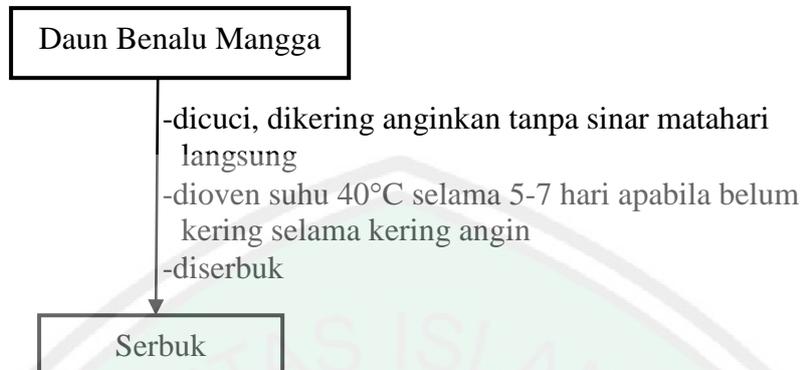
LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

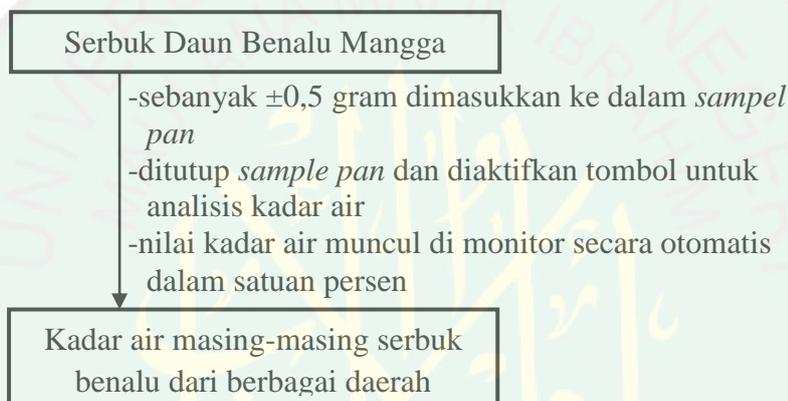


Lampiran 2. Skema Kerja

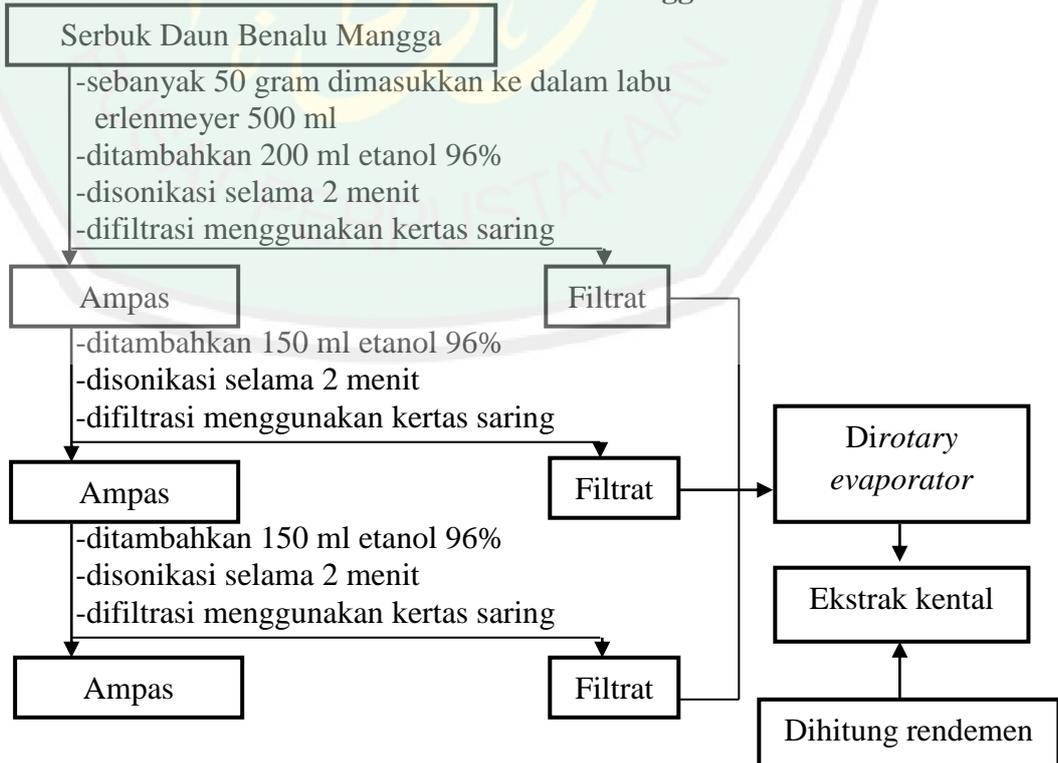
L.2.1 Preparasi Sampel



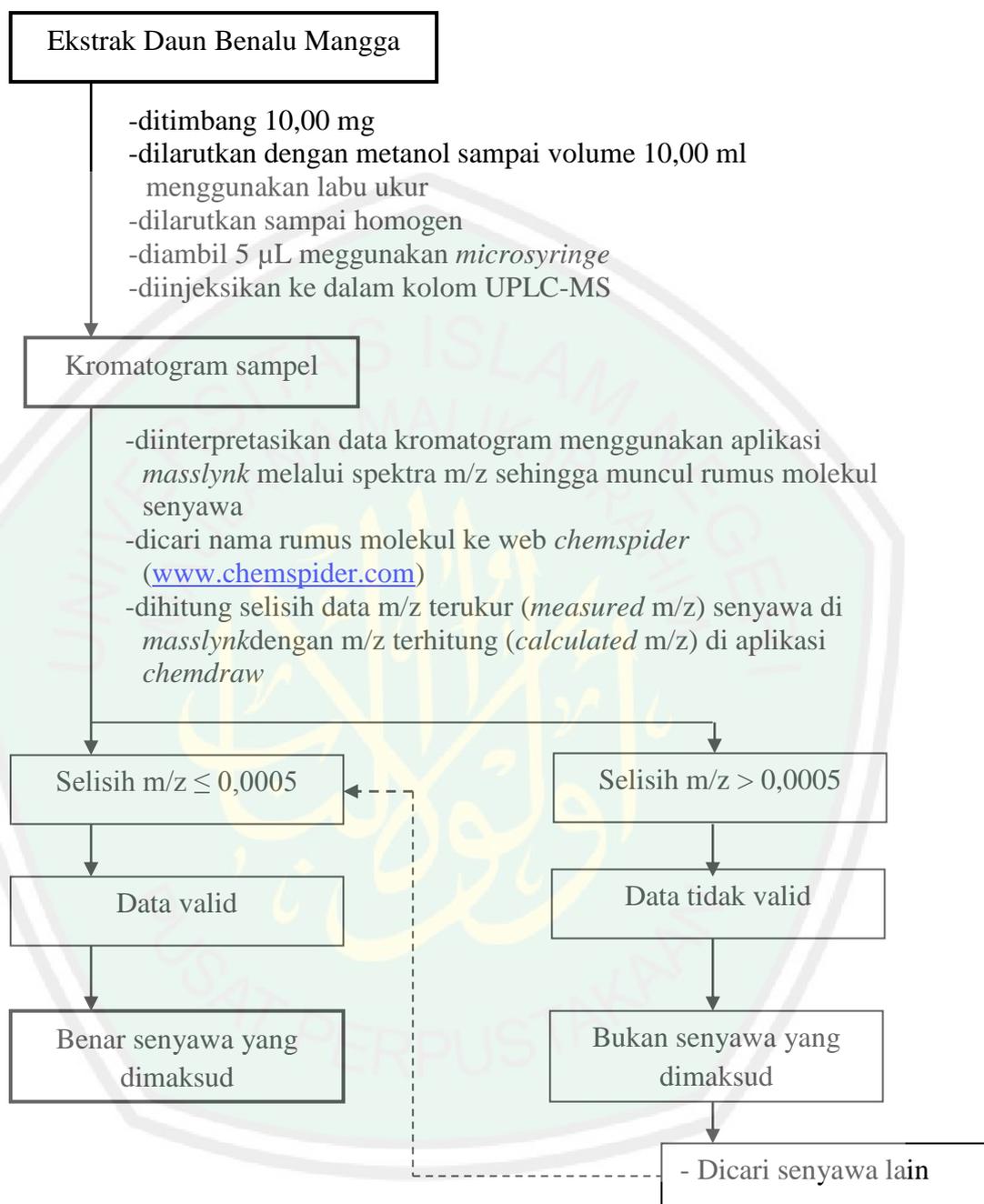
L.2.2 Analisis Kadar Air menggunakan *Moisture Analyzer*



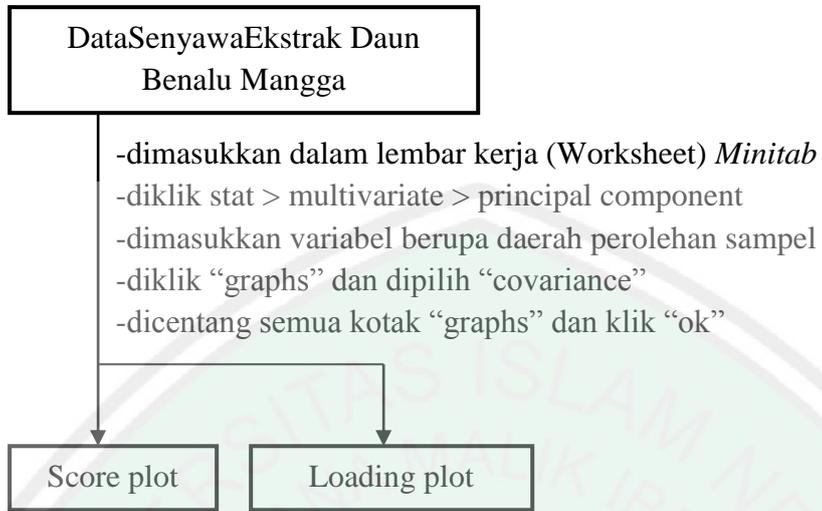
L.2.3 Ekstraksi Ultrasonik Serbuk Daun Benalu Mangga



L.2.4 Metabolite Profiling menggunakan UPLC-MS

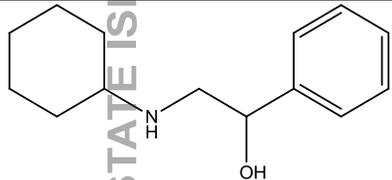
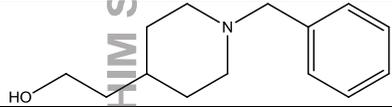
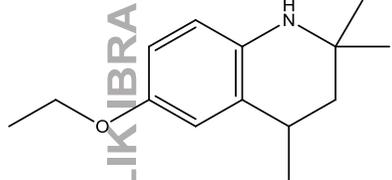
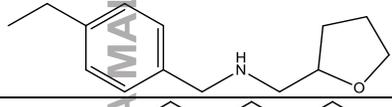
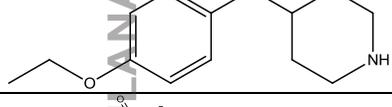
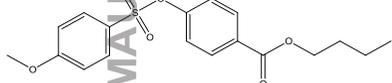


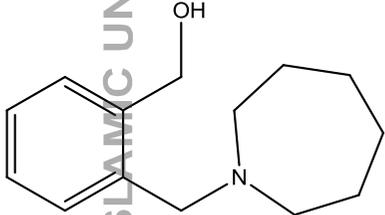
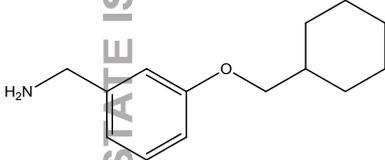
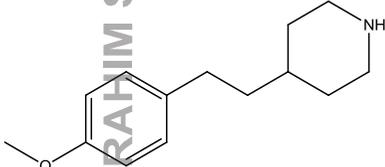
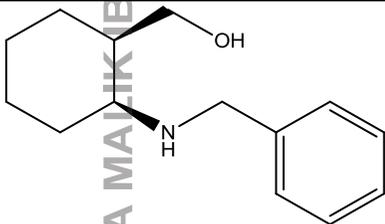
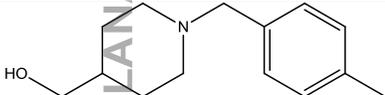
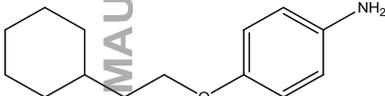
L.2.5 Analisis Data Multivariat PCA

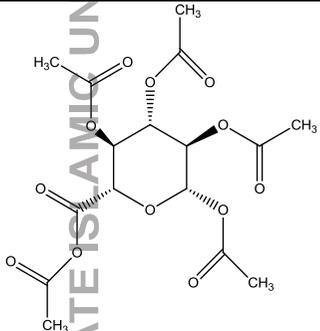
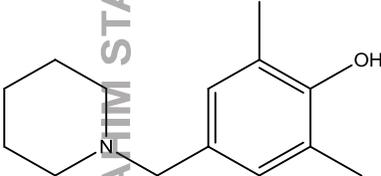
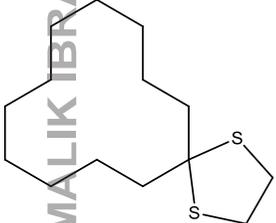
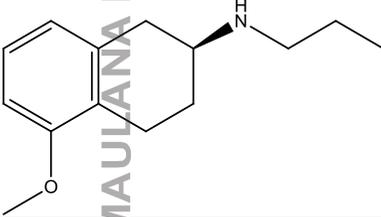
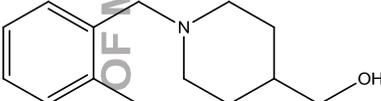


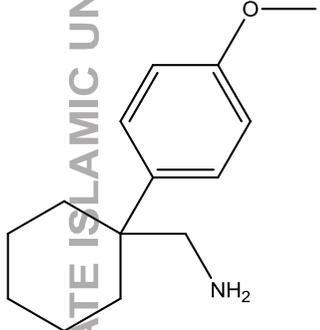
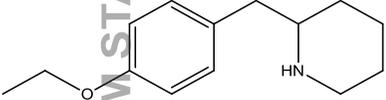
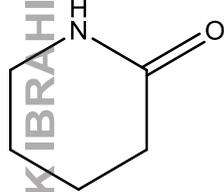
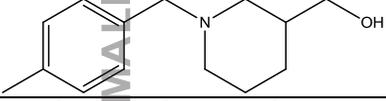
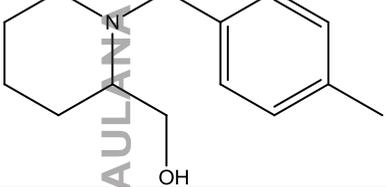
Lampiran 3. Data Hasil Interpretasi Kromatogram

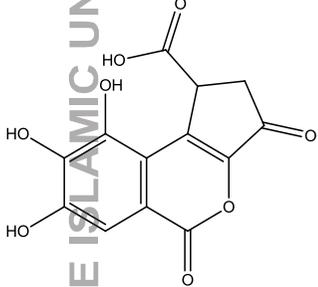
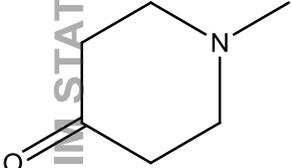
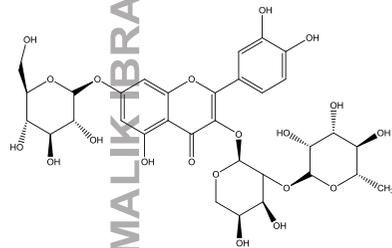
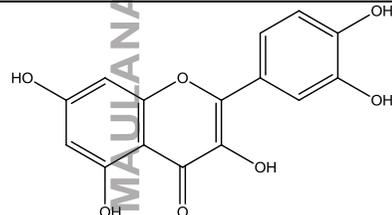
Benalu Gunung Batin Baru, Lampung

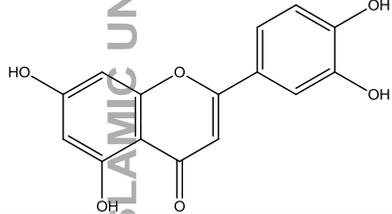
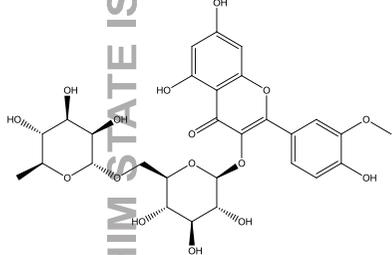
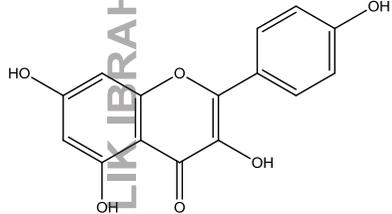
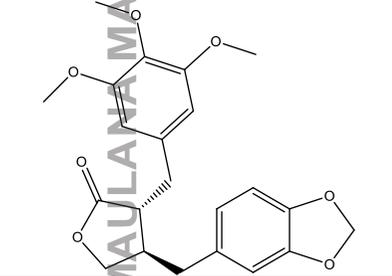
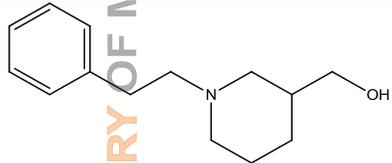
Peak	Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	% Area	Formula	Nama	Golongan	Struktur
1	0,289	219,1628	219,1623	0,036894	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-Cyclohexylamino-1-phenylethanol	Turunan Benzen	
2	0,506	219,1625	219,1623	0,051531	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-4-piperidinyl)ethanol	Turunan Benzen	
3	0,689	219,1623	219,1623	0,04499	C ₁₄ H ₂₁ NO	6-Ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline	Alkaloid quinoline	
4	0,872	219,1627	219,1623	0,040885	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(4-ethylbenzyl)-N-(tetrahydrofuran-2-ylmethyl)amine	Amin	
5	1,055	219,1620	219,1623	0,033667	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(4-Ethoxybenzyl)piperidine	Alakloid piperidine	
6	1,500	364,0981	364,0981	6,596427	C ₁₈ H ₂₀ O ₆ S	Butyl 4-[[4-methoxyphenyl)sulfonyl]oxy]benzoate	Eter	

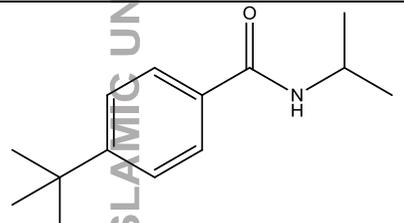
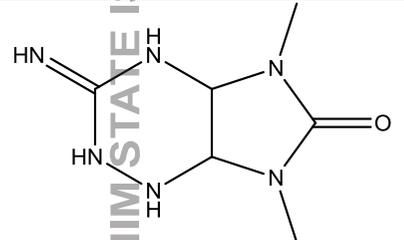
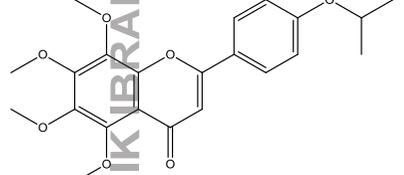
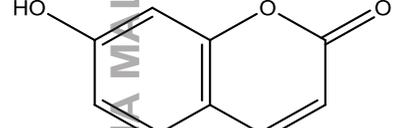
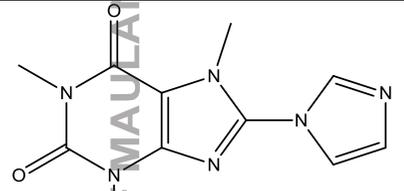
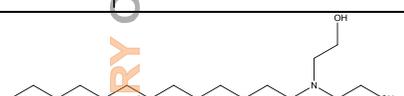
7	1,821	219,1619	219,1623	0,062378	C ₁₄ H ₂₁ NO	[2-(1-Azepanylmethyl)phenyl]methanol	Turunan Benzen	
8	1,901	219,1627	219,1623	0,087394	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[3-(Cyclohexylmethoxy)phenyl]methanamine	Amin	
9	2,084	219,1619	219,1623	0,042778	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-[2-(4-Methoxyphenyl)ethyl]piperidine	Alkaloid piperidine	
10	2,369	219,1623	219,1623	0,053225	C ₁₄ H ₂₁ NO	[(1R,2S)-2-(Benzylamino)cyclohexyl]methanol	Alkohol	
11	2,449	219,1623	219,1623	0,070773	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol	Alkohol	
12	2,701	219,1627	219,1623	0,065277	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(2-Cyclohexylethoxy)aniline	Amin	

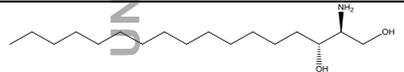
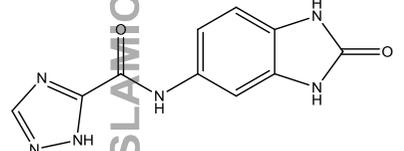
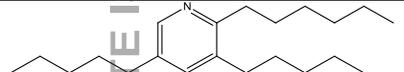
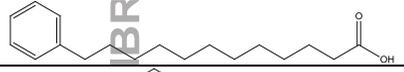
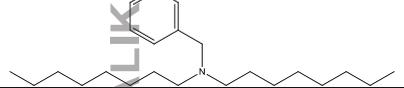
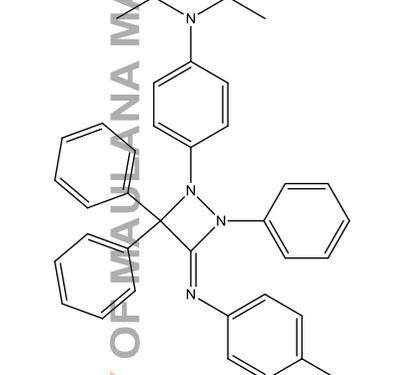
13	2,884	404,0953	404,0955	0,090699	C ₁₆ H ₂₀ O ₁₂	Acetyl 1,2,3,4-tetra-O-acetyl-β-D-glucopyranuronate	Ester	
14	3,101	219,1622	219,1623	0,060811	C ₁₄ H ₂₁ NO	2,6-Dimethyl-4-(1-piperidinylmethyl)phenol	Senyawa fenolik	
15	3,215	219,1623	219,1623	0,051576	C ₁₄ H ₂₁ NO	1,4-Dithiaspiro[4.11]hexadecane	Alkana	
16	3,467	219,1623	219,1623	0,049128	C ₁₄ H ₂₁ NO	(2S)-5-Methoxy-N-propyl-1,2,3,4-tetrahydro-2-naphthalenamine	Amin	
17	3,650	219,1625	219,1623	0,051696	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol	Turunan Benzen	

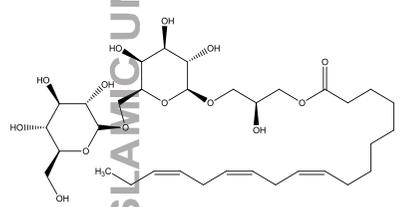
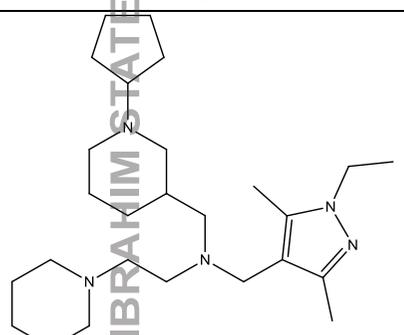
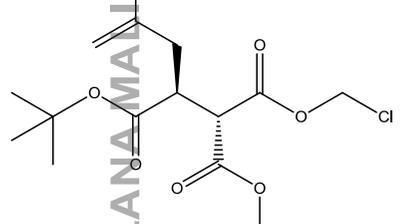
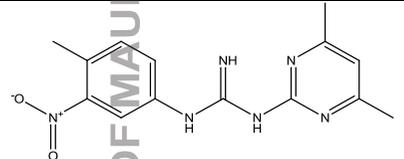
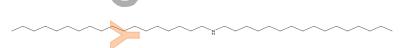
18	3,799	219,1627	219,1623	0,057689	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[1-(4-Methoxyphenyl)cyclohexyl]methanamine	Amin	
19	3,947	219,1626	219,1623	0,052661	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(4-Ethoxybenzyl)piperidine	Alkaloid piperidine	
20	4,244	99,0682	99,0684	0,128791	C ₅ H ₉ NO	piperidone	Alakloid piperidine	
21	4,530	219,1624	219,1623	0,04201	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-3-piperidinyl]methanol	Turunan Benzen	
22	4,748	219,1624	219,1623	0,036404	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-2-piperidinyl]methanol	Turunan Benzen	

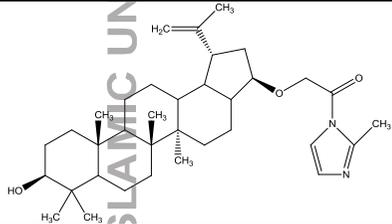
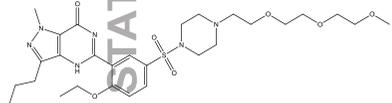
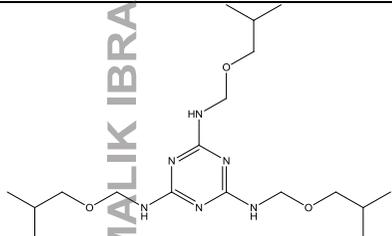
23	4,930	292,0223	292,0219	0,112151	$C_{13}H_8O_8$	7,8,9-Trihydroxy-3,5-dioxo-1,2,3,5-tetrahydrocyclopenta [c]isochromene-1-carboxylic acid	Asam organik	
24	5,193	113,0837	113,0841	0,172866	$C_6H_{11}NO$	N-Methyl-4-piperidone	Keton	
25	5,411	742,1956	742,1956	0,317448	$C_{32}H_{38}O_{20}$	calabricoside A; atau 3- {[2-O-(6-Deoxy- α -L-mannopyranosyl)- α -L-arabinopyranosyl]oxy}-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5-hydroxy-4-oxo-4H-chromen-7-yl β -D-glucopyranoside	Glikosida	
26	5,845	302,0431	302,0427	3,264175	$C_{15}H_{10}O_7$	Quercetin	Flavonoid	

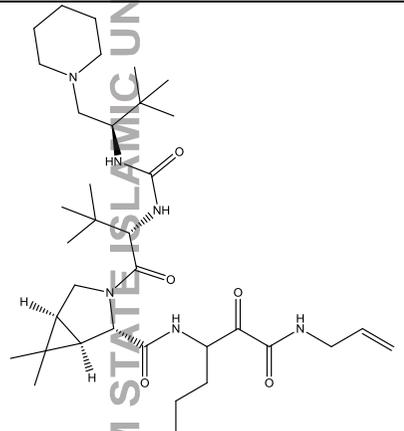
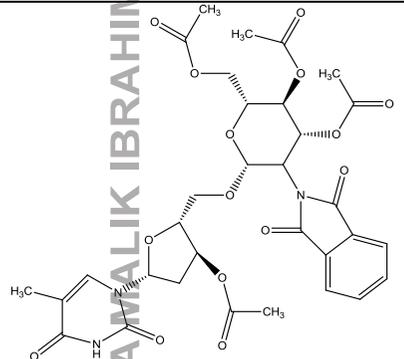
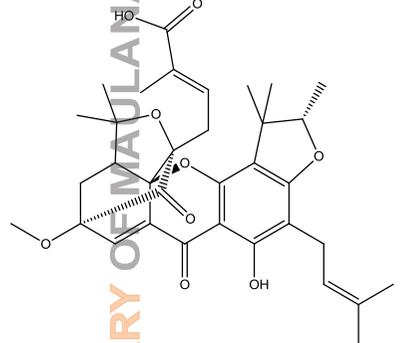
27	6,211	286,0480	286,0477	0,989577	$C_{15}H_{10}O_6$	Luteolin	Flavonoid	
28	6,474	624,1692	624,1690	3,366273	$C_{28}H_{32}O_{16}$	Ramnazin-3-O-rutinoside	Flavonoid	
29	6,806	268,0473	268,0477	0,519063	$C_{15}H_{10}O_6$	Kaempferol	Flavonoid	
30	7,091	400,1526	400,1522	0,53586	$C_{22}H_{24}O_7$	Deoxypodorhizone	Keton	
31	7,309	219,1625	219,1623	0,010794	$C_{14}H_{21}NO$	[1-(2-Phenylethyl)-3-piperidinyl]methanol	Turunan Benzen	

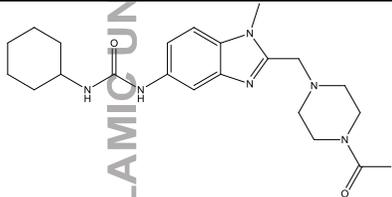
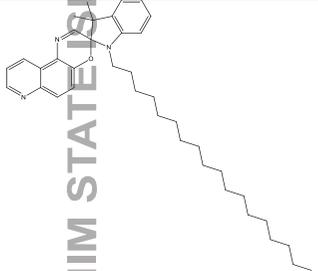
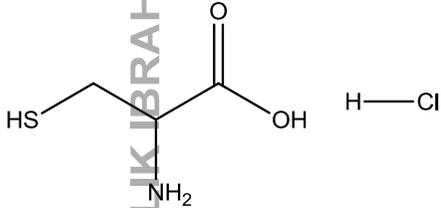
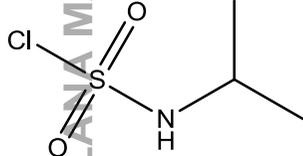
32	7,789	219,1620	219,1623	1,156342	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-tert-Butyl-N-isopropylbenzamide	Amida	
33	8,269	184,1072	184,1073	2,037166	C ₆ H ₁₂ N ₆ O	3-imino-5,7-dimethyloctahydro-6H-imidazo[4,5-e][1,2,4]triazin-6-one	Keton	
34	8,852	400,1521	400,1522	0,259364	C ₂₂ H ₂₄ O ₇	2-(4-Isopropoxyphenyl)-5,6,7,8-tetramethoxy-4H-chromen-4-one	Keton	
35	10,018	162,0320	162,0317	5,366092	C ₉ H ₆ O ₃	Umbelliferone	Kumarin (coumarin)	
36	10,682	260,1022	260,1022	0,950843	C ₁₁ H ₁₂ N ₆ O ₂	8-Imidazol-1-yl-1,3,7-trimethyl-3,7-dihydro-purine-2,6-dione	Keton	
37	11,413	287,2821	287,2824	0,904996	C ₁₇ H ₃₇ NO ₂	2,2'-(Tridecylimino)diethanol	Alkohol	

38	11,665	287,2829	287,2824	0,722456	C ₁₇ H ₃₇ NO ₂	(2S,3R)-2-Amino-1,3-heptadecanediol	Alkohol	
39	11,996	244,0714	244,0709	5,761167	C ₁₀ H ₈ N ₆ O ₂	N-(2-Oxo-2,3-dihydro-1H-benzimidazol-5-yl)-1H-1,2,4-triazole-5-carboxamide	Amida	
40	12,877	303,2927	303,2926	5,704543	C ₂₁ H ₃₇ N	2-Hexyl-3,5-dipentylpyridine	Alkaloid piridin	
41	13,311	710,2793	710,2794	0,065177	C ₄₈ H ₃₄ N ₆ O	3,3'-[Dibenzo[b,d]furan-2,8-diylbis(5-phenyl-1H-imidazole-4,2-diyl)]bis(1-methyl-1H-indole)	Alkaloid indol	
42	13,574	276,2092	276,2089	0,908777	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	12-Phenyldodecanoic acid	Asam organik	
43	13,940	331,3240	331,3239	1,368196	C ₂₃ H ₄₁ N	N-Benzyl-N-octyl-1-octanamine	Amin	
44	14,226	536,2937	536,2940	0,387309	C ₃₇ H ₃₆ N ₄	N,N-Diethyl-4-[(3Z)-3-[(4-methylphenyl)imino]-2,4,4-triphenyl-1,2-diazetidin-1-yl]aniline	Anilin	

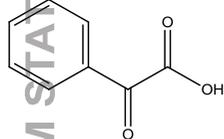
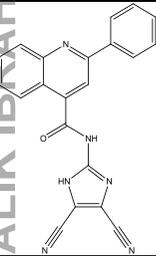
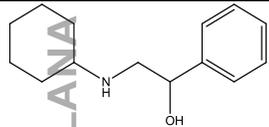
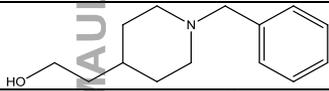
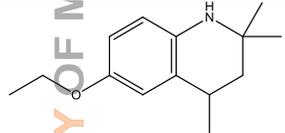
45	14,489	676.3670	676.3670	3,099834	$C_{33}H_{56}O_{14}$	(2S)-3-[[6-O-(β-L-Glucopyranosyl)-β-L-galactopyranosyl]oxy]-2-hydroxypropyl (9Z,12Z,15Z)-9,12,15-octadecatrienoate	Ester	
46	14,740	453,2859	453,2859	0,337023	$C_{17}H_{35}N_{13}S$	UNKNOWN	-	-
47	14,889	429,3827	429,3831	0,413234	$C_{26}H_{47}N_5$	N-[(1-Cyclopentyl-3-piperidinyl)methyl]-N-[(1-ethyl-3,5-dimethyl-1H-pyrazol-4-yl)methyl]-2-(1-piperidinyl)ethanamine	Amin	
48	15,038	334,1186	334,1183	1,033987	$C_{15}H_{23}ClO_6$	1-(Chloromethyl) 1-methyl 2-(2-methyl-2-propanyl) (1S,2S)-4-methyl-4-pentene-1,1,2-tricarboxylate	Asam organik	
49	15,404	300,1330	300,1335	13,56951	$C_{14}H_{16}N_6O_2$	1-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl)guanidine	Alkaloid guanidine	
50	15,952	493,5591	493,5587	0,019676	$C_{34}H_{71}N$	N-Hexadecyl-1-octadecanamine	Amin	

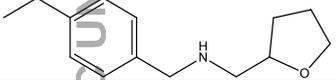
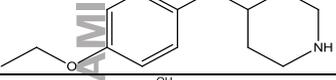
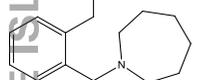
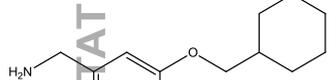
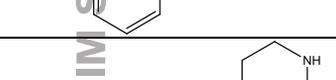
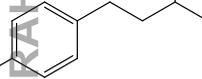
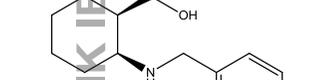
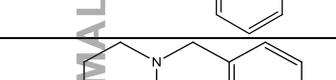
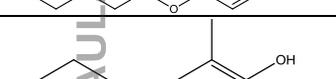
51	16,170	550,4140	550,4134	0,391309	$C_{35}H_{54}N_2O_3$	(3 β)-3-Hydroxylup-20(29)-en-28-yl 2-methyl-1H-imidazole-1-carboxylate	Asam organik	
52	16,387	606,2836	606,2836	0,522761	$C_{28}H_{42}N_6O_7S$	5-{2-Ethoxy-5-[(4-{2-[2-(2-methoxyethoxy)ethyl]-1-piperazinyl)sulfonyl]phenyl}-1-methyl-3-propyl-1,4-dihydro-7H-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-7-one	Keton	
53	16,867	384,2852	384,2849	0,827197	$C_{18}H_{36}N_6O_3$	N,N',N''-Tris(isobutoxymethyl)-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine	Amin	

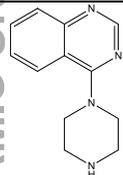
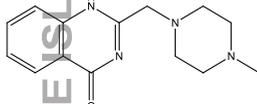
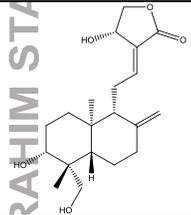
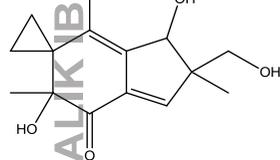
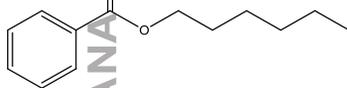
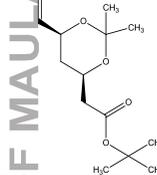
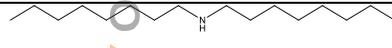
54	17,004	644,4630	644,4625	0,427843	$C_{35}H_{60}N_6O_5$	(1R,2S,5S)-N-[1-(Allylamino)-1,2-dioxo-3-hexanyl]-3-(N-[(2R)-3,3-dimethyl-1-(1-piperidinyl)-2-butanyl]carbamoyl)-3-methyl-L-valyl)-6,6-dimethyl-3-azabicyclo[3.1.0]hexane-2-carboxamide	Amida	
55	17,267	701,2070	701,2068	0,899135	$C_{32}H_{35}N_3O_{15}$	3'-O-Acetyl-5'-O-[(2ξ)-3,4,6-tri-O-acetyl-2-deoxy-2-(1,3-dioxo-1,3-dihydro-2H-isoindol-2-yl)-β-D-arabino-hexopyranosyl]thymidine	Peptida	
56	17,782	592,2675	592,2672	21,76103	$C_{34}H_{40}O_9$	Scortechinone F	Xanthone	

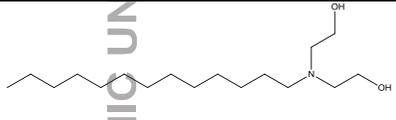
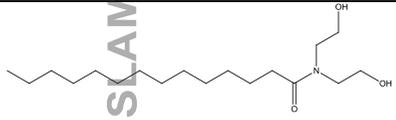
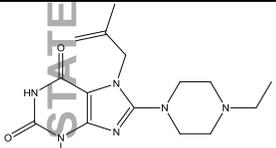
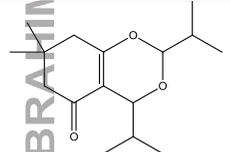
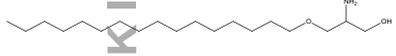
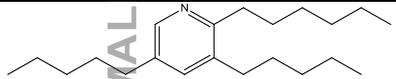
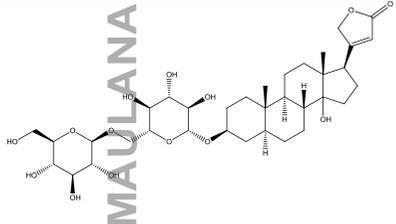
57	18,285	412,2584	412,2585	5,175631	$C_{22}H_{32}N_6O_2$	1-{2-[(4-Acetyl-1-piperazinyl)methyl]-1-methyl-1H-benzimidazol-5-yl}-3-cyclohexylurea	Amida	
58	18,914	567,4191	567,4189	0,73949	$C_{38}H_{53}N_3O$	3,3-Dimethyl-1-octadecyl-1,3-dihydrospiro[indole-2,3'-[1,4]oxazino[3,2-f]quinoline]	Alkaloid quinoline	
59	21,075	156,9965	156,9964	0,096662	$C_3H_8ClNO_2S$	cysteine hydrochloride	Asam amino	
60	21,292	156,9961	156,9964	0,13717	$C_3H_8ClNO_2S$	Isopropylsulfamyl chloride	Amida	

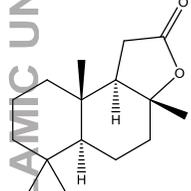
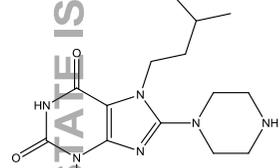
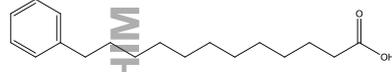
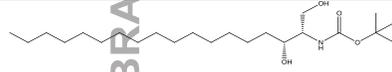
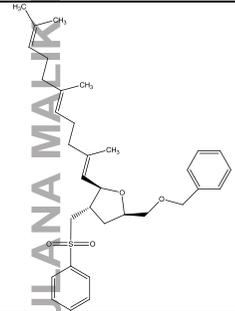
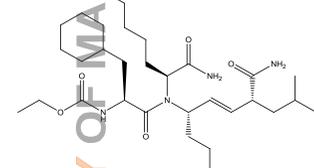
Benalu Pekalongan, Jateng

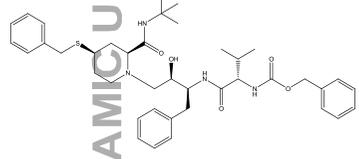
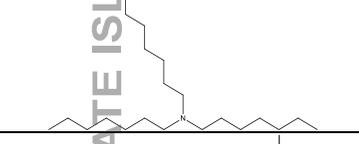
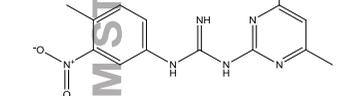
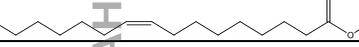
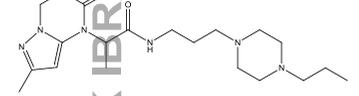
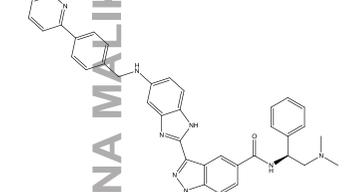
Peak	Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	% Area	Formula	Nama	Golongan	Struktur
1	0,323	219,1676	219,1669	0,05438811	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN	-	-
2	0,437	219,1670	219,1669	0,057193821	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN	-	-
3	0,689	219,1670	219,1669	0,057398004	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN	-	-
4	0,837	219,1672	219,1669	0,064662156	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN	-	-
5	1,089	219,1675	219,1669	0,088457831	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN	-	-
6	1,272	150,0313	150,0317	1,929012612	C ₈ H ₆ O ₃	Phenylglyoxylic acid	Asam organik	
7	1,386	225,9501	225,9501	0,562651629	C ₃ H ₉ N ₂ O ₅ Cl ₃	UNKNOWN	-	-
8	1,500	364,1073	364,1073	1,318313979	C ₂₁ H ₁₂ N ₆ O	N-(4,5-Dicyano-1H-imidazol-2-yl)-2-phenyl-4-quinolinecarboxamide	Amida	
9	1,786	219,1677	219,1669	0,154738853	C ₄ H ₁₇ N ₁₁	UNKNOWN	-	-
10	1,901	219,1622	219,1623	0,216309652	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-Cyclohexylamino-1-phenylethanol	Turunan benzen	
11	2,369	219,1622	219,1623	0,066198982	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-4-piperidinyl)ethanol	Turunan benzen	
12	2,518	219,1624	219,1623	0,095231223	C ₁₄ H ₂₁ NO	6-Ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline	Alkaloid quinoline	

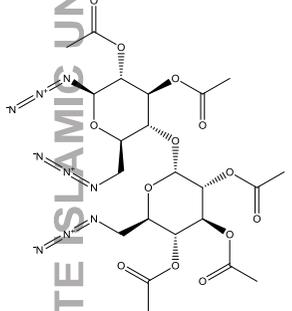
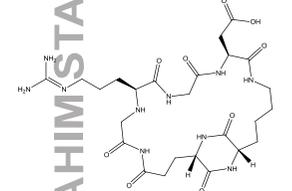
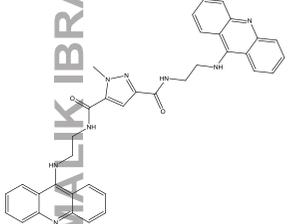
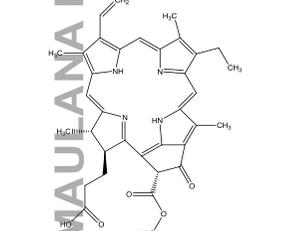
13	2,667	219,1626	219,1623	0,088539637	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(4-ethylbenzyl)-N-(tetrahydrofuran-2-ylmethyl)amine	Amin	
14	2,850	219,1627	219,1623	0,090564536	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(4-Ethoxybenzyl)piperidine	Alkaloid piperidine	
15	2,998	219,1626	219,1623	0,079532699	C ₁₄ H ₂₁ NO	[2-(1-Azepanylmethyl)phenyl]methanol	Turunan benzen	
16	3,433	219,1627	219,1623	0,077395464	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[3-(Cyclohexylmethoxy)phenyl]methanamine	Amin	
17	3,547	219,1624	219,1623	0,061431842	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-[2-(4-Methoxyphenyl)ethyl]piperidine	Alkaloid piperidine	
18	4,896	219,1628	219,1623	0,070899598	C ₁₄ H ₂₁ NO	[(1R,2S)-2-(Benzylamino)cyclohexyl]methanol	Turunan benzen	
19	5,662	219,1628	219,1623	0,057555697	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	
20	5,777	219,1627	219,1623	0,045713017	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(2-Cyclohexylethoxy)aniline	Anilin	
21	6,325	219,1628	219,1623	0,028084072	C ₁₄ H ₂₁ NO	2,6-Dimethyl-4-(1-piperidinylmethyl)phenol	Fenol	
22	6,908	206,1318	206,1314	1,232969372	C ₆ H ₁₈ N ₆ S	UNKNOWN	-	

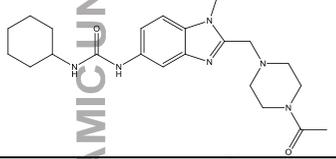
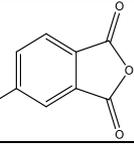
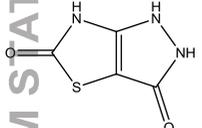
23	7,823	214,1223	214,1218	0,890735899	C ₁₂ H ₁₄ N ₄	4-(1-Piperazinyl)quinazoline	Alkaloid quinazoline	
24	8,303	258,1487	258,1481	1,514480172	C ₁₄ H ₁₈ N ₄ O	2-[(4-Methyl-1-piperazinyl)methyl]-4(1H)-quinazolinone	Keton	
25	9,138	196,1106	196,1107	0,100612487	C ₄ H ₁₆ N ₆ OS	UNKNOWN	-	-
26	9,584	350,2092	350,2093	0,411426335	C ₂₀ H ₃₀ O ₅	Andrographolide	Lakton Diterpenoid	
27	10,350	264,1361	264,1362	0,270296182	C ₁₅ H ₂₀ O ₄	3',6'-Dihydroxy-2'-(hydroxymethyl)-2',4',6'-trimethyl-2',3'-dihydrospiro[cyclopropane-1,5'-inden]-7'(6'H)-one	Keton	
28	10,750	206,1312	206,1307	0,044830318	C ₁₃ H ₁₈ O ₂	Hexyl benzoate	Ester	
29	11,230	258,1469	258,146	4,67636247	C ₁₃ H ₂₂ O ₅	tert-Butyl 3,5-dideoxy-2,4-O-isopropylidene-L-erythro-hexuronate	Ester	
30	11,448	241,2772	241,2770	2,096180893	C ₁₆ H ₃₅ N	Diocetylamine	Amin	

31	11,665	287,2824	287,2824	0,612288124	$C_{17}H_{37}NO_2$	2,2'-(Tridecylimino)diethanol	Alkohol	
32	11,882	315,2775	315,2773	0,586119535	$C_{18}H_{37}NO_3$	N,N-Bis(2-hydroxyethyl)tetradecanamide	Amida	
33	12,179	332,1960	332,1961	0,050459733	$C_{16}H_{24}N_6O_2$	8-(4-Ethyl-1-piperazinyl)-3-methyl-7-(2-methyl-2-propen-1-yl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione	Keton	
34	12,431	266,1886	266,1882	0,260277706	$C_{16}H_{26}O_3$	2,4-Diisopropyl-7,7-dimethyl-4,6,7,8-tetrahydro-5H-1,3-benzodioxin-5-one	Keton	
35	12,694	315,3136	315,3137	0,604311816	$C_{19}H_{41}NO_2$	2-Amino-3-(hexadecyloxy)-1-propanol	Alkohol	
36	12,877	303,2926	303,2926	1,294126054	$C_{21}H_{37}N$	2-Hexyl-3,5-dipentylpyridine	Alkaloid piridin	
37	13,025	698,3511	698,3514	0,907418297	$C_{35}H_{54}O_{14}$	Uzarin	Glikosida	

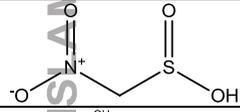
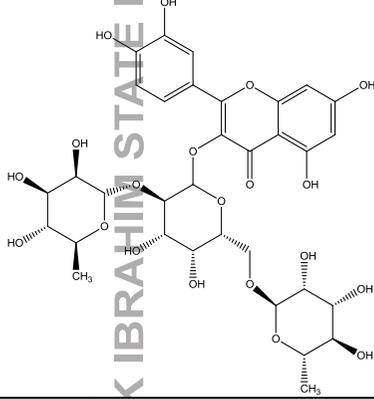
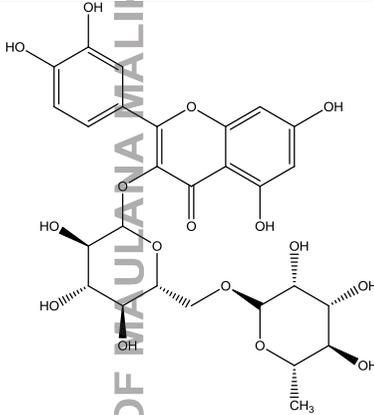
38	13,243	250,1935	250,1933	0,029130872	$C_{16}H_{26}O_2$	Sclareolide; atau (3aR,5aS,9aS,9bR)-3a,6,6,9a-Tetramethyldecahydronaphtho[2,1-b]furan-2(1H)-one	Keton	
39	13,346	320,1966	320,1961	0,191159698	$C_{15}H_{24}N_6O_2$	3-Methyl-7-(3-methylbutyl)-8-(1-piperazinyl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione	Keton	
40	13,609	276,2091	276,2089	3,521850633	$C_{18}H_{28}O_2$	12-Phenyldodecanoic acid	Asam organik	
41	13,974	401,3503	401,3505	1,907554579	$C_{23}H_{47}NO_4$	2-Methyl-2-propanyl [(2S,3R)-1,3-dihydroxy-2-octadecanyl]carbamate	Ester	
42	14,226	536,2963	536,2960	2,429651703	$C_{33}H_{44}O_4S$	(5R)-2,5-Anhydro-1-O-benzyl-3,4-dideoxy-4-[(phenylsulfonyl)methyl]-5-[(1E,5E)-2,6,10-trimethyl-1,5,9-undecatrien-1-yl]-D-erythro-pentitol	Turunan benzen	
43	14,557	565,4207	565,4203	21,11035167	$C_{30}H_{55}N_5O_5$	3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide	Amida	

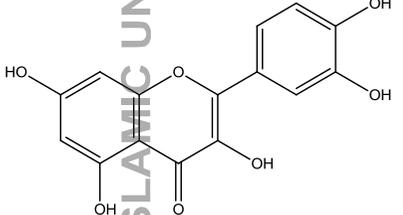
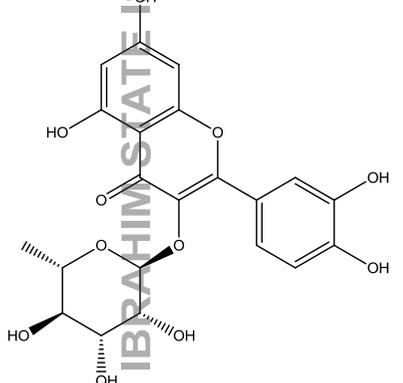
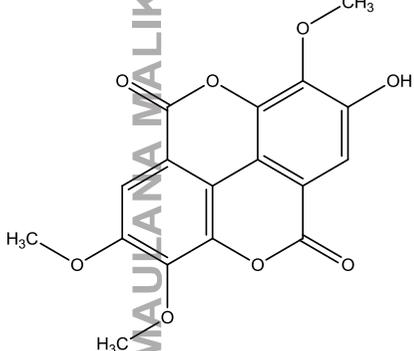
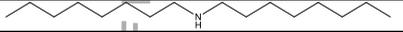
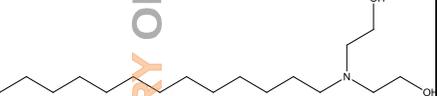
44	14,923	702,3815	702,3815	1,61417892	C ₄₀ H ₅₄ N ₄ O ₅ S	Benzyl [(2S)-1-[[[(2S,3R)-4- {(2S,4R)-4-(benzylsulfanyl)-2-[(2- methyl-2-propanyl)carbamoyl]-1- piperidinyl]-3-hydroxy-1-phenyl-2- butanyl]amino]-3-methyl-1-oxo-2- butanyl]carbamate	Ester	
45	15,175	311,3555	311,3552	0,104933203	C ₂₁ H ₄₅ N	N,N-Diheptyl-1-heptanamine	Amin	
46	15,438	300,1337	300,1335	5,200843204	C ₁₄ H ₁₆ N ₆ O ₂	1-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)-3- (4-methyl-3-nitrophenyl)guanidine	Alkaloid guanidine	
47	16,021	268,2403	268,2402	0,348476247	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Methyl (9Z)-9-hexadecenoate	Ester	
48	16,273	390,2741	390,2743	1,191188286	C ₂₀ H ₃₄ N ₆ O ₂	2-(2-Methyl-5-oxo-6,7- dihydropyrazolo[1,5-a]pyrimidin- 4(5H)-yl)-N-[3-(4-propyl-1- piperazinyl)propyl]propanamide	Amida	
49	16,501	606,2852	606,2856	1,465584431	C ₃₇ H ₃₄ N ₈ O	N-[(1S)-2-(Dimethylamino)-1- phenylethyl]-3-(5-{[4-(2- pyridinyl)benzyl]amino}-1H- benzimidazol-2-yl)-1H-indazole-5- carboxamide	Amida	

50	16,867	627,1886	627,1885	1,432221546	$C_{22}H_{29}N_9O_{13}$	(2R,3R,4S,5R,6R)-3-Acetoxy-2-azido-6-(azidomethyl)-5-[[{(2R,3R,4S,5R,6R)-3,4,5-triacetoxy-6-(azidomethyl)tetrahydro-2H-pyran-2-yl]oxy}tetrahydro-2H-pyran-4-yl]acetate	Ester	
51	17,187	624,2977	624,2980	3,083609133	$C_{25}H_{40}N_{10}O_9$	[(1S,9S,15S,22S)-9-{3-[(Diaminomethylene)amino]propyl}-4,6,10,13,16,24,26-heptaoxo-5,8,11,14,17,23,25-heptaazabicyclo[20.2.2]hexacos-15-yl]acetic acid	Asam organik	
52	17,519	608,2646	608,2648	2,943560297	$C_{36}H_{32}N_8O_2$	N,N'-Bis[2-(9-acridinylamino)ethyl]-1-methyl-1H-pyrazole-3,5-dicarboxamide	Amida	
53	17,816	592,2684	592,2686	23,95801613	$C_{35}H_{36}N_4O_5$	Pheophorbide A	Asam organik	

54	18,399	412,2590	412,2587	3,372005339	$C_{22}H_{32}N_6O_2$	1-{2-[(4-Acetyl-1-piperazinyl)methyl]-1-methyl-1H-benzimidazol-5-yl}-3-cyclohexylurea	Amida	
55	20,229	181,9775	181,9771	1,450858498	$C_8H_3ClO_3$	4-Chlorophthalic anhydride	Keton	
56	21,029	156,9952	156,9946	0,37646593	$C_4H_3N_3O_2S$	1H-Pyrazolo[3,4-d][1,3]thiazole-3,5(2H,6H)-dione	Keton	

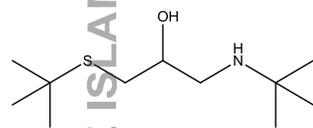
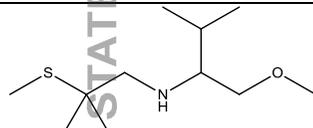
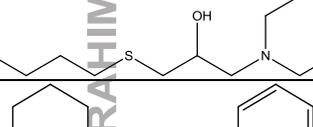
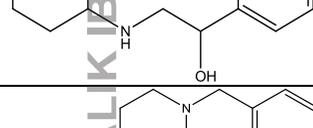
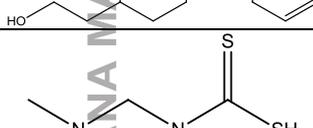
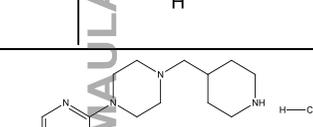
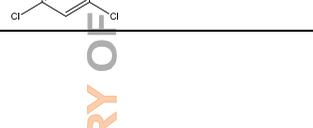
Benalu Kediri, Jatim

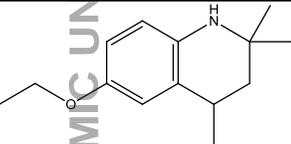
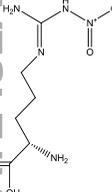
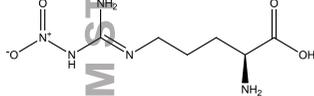
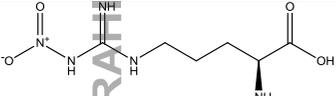
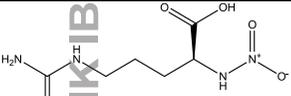
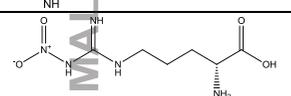
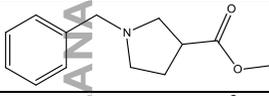
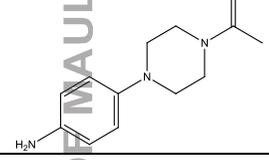
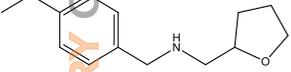
Peak	Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	% Area	Formula	Nama	Golongan	Struktur
1	1,24	124,9787	124,9783	0,14	CH ₃ NO ₄ S	Nitromethanesulfinic acid	Asam organik	
2	5,19	756,211	756,2113	2,07	C ₃₃ H ₄₀ O ₂₀	2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-4-oxo-4H-chromen-3-yl 6-deoxy-α-L-mannopyranosyl-(1->2)-[6-deoxy-α-L-mannopyranosyl-(1->6)]-β-D-galactopyranoside	Glikosida	
3	5,63	610,1529	610,1534	2,44	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Rutin; atau 2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-4-oxo-4H-chromen-3-yl 6-O-(6-deoxy-α-L-mannopyranosyl)-β-D-glucopyranoside	Glikosida	

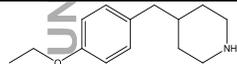
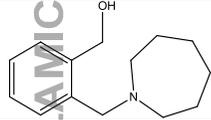
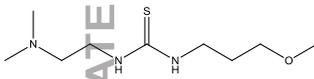
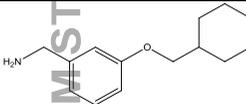
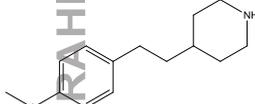
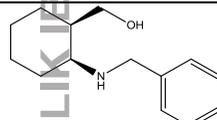
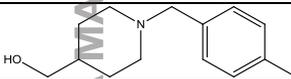
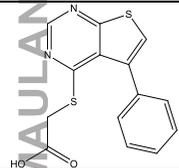
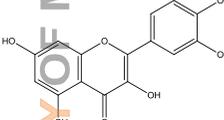
4	5,99	302,0427	302,0427	1,34	$C_{15}H_{10}O_7$	Quercetin atau 3 3' 4' 5 7-pentahydroxyflavone	Flavonoid	
5	6,73	448,1008	448,1006	0,77	$C_{15}H_{10}O_7$	Quercitrin	Flavonoid	
6	8,52	344,0531	344,0532	0,28	$C_{17}H_{12}O_8$	2-Hydroxy-3,7,8-trimethoxychromeno[5,4,3-cde]chromene-5,10-dione	Keton	
7	11,26	241,2769	241,2770	0,87	$C_{16}H_{35}N$	Dioctylamine	Amin	
8	11,52	287,2825	287,2824	0,05	$C_{17}H_{37}NO_2$	2,2'-(Tridecylimino)diethanol	Alkohol	

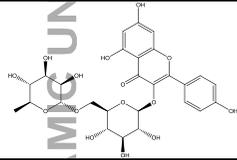
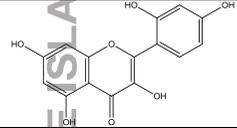
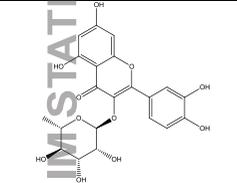
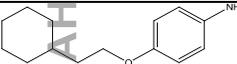
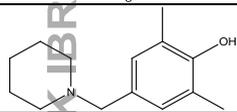
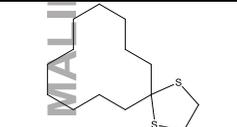
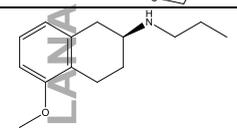
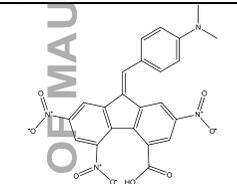
9	12,51	315,3135	315,3137	0,27	C ₁₉ H ₄₁ NO ₂	2-Amino-3-(hexadecyloxy)-1-propanol	Alkohol	
10	12,88	693,3931	693,3930	0,15	C ₄₆ H ₅₁ N ₃ O ₃	2-((2R)-2-[Benzoyl(methyl)amino]-2-phenylethyl)-6-((2S)-2-[benzoyl(methyl)amino]-2-phenylethyl)-N,N-diisopropyl-4-methylbenzamide	Amida	
11	13,43	276,2092	276,2089	2,38	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	12-Phenyldodecanoic acid	Asam organik	
12	13,94	369,3242	369,3243	0,18	C ₂₂ H ₄₃ NO ₃	N,N-Diethanololeamide	Amida	
13	14,71	495,3323	495,3322	2,29	C ₂₇ H ₄₁ N ₇ O ₂	8-Methyl-3-[(2-methyl-1-[1-(2-methyl-2-butanyl)-1H-tetrazol-5-yl]propyl][2-(4-morpholinyl)ethyl]amino)methyl]-2(1H)-quinolinone	Keton	
14	14,99	627,1870	627,1871	1,89	C ₃₂ H ₃₄ ClNO ₁₀	1-(9,10-Dimethoxy-2-anthryl)-2,5,8,11-tetraoxatridecan-13-yl 2-chloro-5-nitrobenzoate	Eter	
15	15,29	627,1867	627,1867	1,43	C ₃₄ H ₂₅ N ₇ O ₆	UNKNOWN	-	-
16	16,09	549,6225	549,6213	9,47	C ₃₈ H ₇₉ N	UNKNOWN	-	-
17	17,05	369,3250	369,3243	23,03	C ₂₂ H ₄₃ NO ₃	UNKNOWN	-	-

Benalu Tanjung Selor Hilir

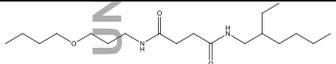
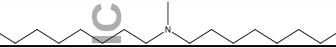
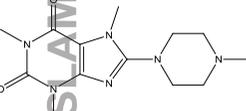
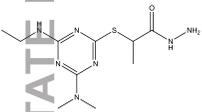
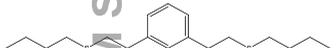
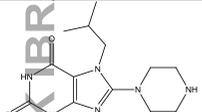
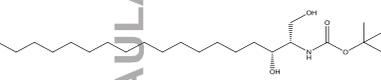
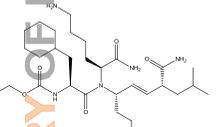
Peak	Rt (min)	Measured M/Z	Calculated M/Z	% Area	Formula	Nama	Golongan	Struktur
1	0,357	219,1654	219,1657	0,09391395	C ₁₁ H ₂₅ NOS	1-[(2-Methyl-2-propanyl)amino]-3-[(2-methyl-2-propanyl)sulfanyl]-2-propanol	Alkohol	
2	0,506	219,1657	219,1657	0,101745244	C ₁₁ H ₂₅ NOS	1-Methoxy-3-methyl-N-[2-methyl-2-(methylsulfanyl)propyl]-2-butanamine	Amin	
3	0,723	219,1657	219,1657	0,111593361	C ₁₁ H ₂₅ NOS	1-(Butylsulfanyl)-3-(diethylamino)-2-propanol	Alkohol	
4	0,872	219,1622	219,1623	0,111978743	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-Cyclohexylamino-1-phenylethanol	Turunan benzen	
5	1,089	219,1627	219,1623	0,107177645	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-4-piperidinyl)ethanol	Turunan benzen	
6	1,272	150,0282	150,0285	3,158348126	C ₄ H ₁₀ N ₂ S ₂	[(Dimethylamino)methyl]carbomodithioic acid	Asam organik	
7	1,535	364,0989	364,0988	4,455048011	C ₁₅ H ₂₃ Cl ₃ N ₄	1-(3,5-Dichloro-2-pyridinyl)-4-(4-piperidinylmethyl)piperazine hydrochloride (1:1)	Alkaloid piridine	

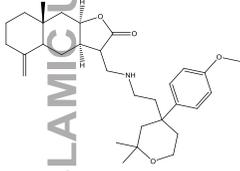
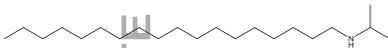
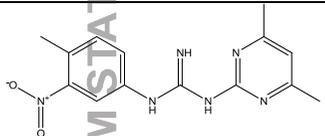
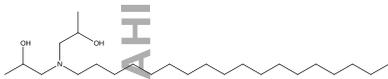
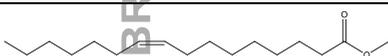
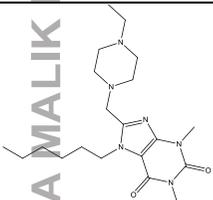
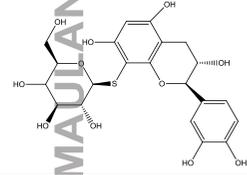
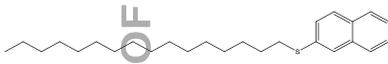
8	1,821	219,1696	219,1623	0,044019913	C ₁₄ H ₂₁ NO	6-Ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline	Alkaloid piperidine	
9	2,369	219,0968	219,0968	0,099383187	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	N-ω-NITRO-L-ARGININE atau (2S)-2-amino-5-(1-nitrocarbamiimidamido)pentanoic acid	Asam organik	
10	2,552	219,0970	219,0968	0,166332121	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	nitril arginine	Asam amino	
11	2,735	219,0964	219,0968	0,157741601	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	5-(N-Nitrocarbamiimidamido)-L-norvaline	Asam amino	
12	2,918	219,0971	219,0968	0,154054738	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	Nitro-L-arginine	Asam amino	
13	3,101	219,0972	219,0968	0,151292088	C ₆ H ₁₃ N ₅ O ₄	5-(N-Nitrocarbamiimidamido)-D-norvaline	Asam amino	
14	3,284	219,1264	219,169	0,144306521	C ₁₃ H ₁₈ NO ₂	Methyl-1-benzylpyrrolidin-3-carboxylat	Turunan benzen	
15	3,364	219,1269	219,1272	0,142359126	C ₁₂ H ₁₇ N ₃ O	4-(4-Acetyl-1-piperazino)anilin	Anilin	
16	3,650	219,1621	219,1623	0,141327147	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(4-ethylbenzyl)-N-(tetrahydrofuran-2-ylmethyl)amine	Amin	

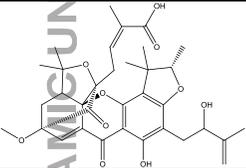
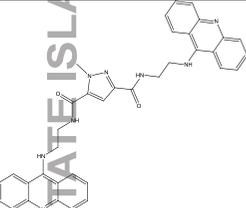
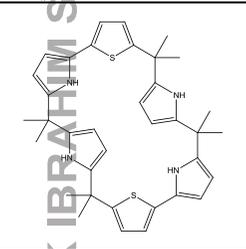
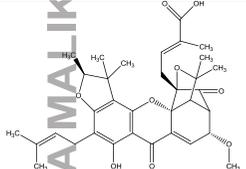
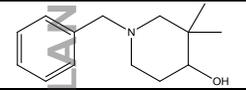
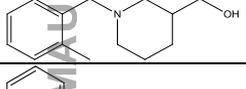
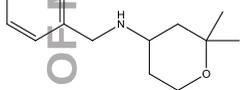
17	3,833	219,1618	219,1623	0,136045305	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-(4-Ethoxybenzyl)piperidine	Alkaloid piperidine	
18	3,982	219,1622	219,1623	0,131061969	C ₁₄ H ₂₁ NO	[2-(1-Azepanylmethyl)phenyl]methanol	Turunan benzen	
19	4,130	219,1382	219,1305	0,129247393	C ₃ H ₁₄ N ₁₁ O	UNKNOWN	-	-
20	4,313	219,1420	219,1417	0,123693451	C ₂ H ₁₃ N ₁₃	UNKNOWN	-	-
21	4,496	219,1409	219,1405	0,110008124	C ₉ H ₂₁ N ₃ OS	1-[2-(Dimethylamino)ethyl]-3-(3-methoxypropyl)thiourea	Amida	
22	4,679	219,1622	219,1623	0,105331799	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[3-(Cyclohexylmethoxy)phenyl]methanamine	Amin	
23	4,896	219,1626	219,1623	0,113487256	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-[2-(4-Methoxyphenyl)ethyl]piperidine	Alkaloid piperidine	
24	5,045	219,1626	219,1623	0,105354893	C ₁₄ H ₂₁ NO	[(1R,2S)-2-(Benzylamino)cyclohexyl]methanol	Turunan benzen	
25	5,342	219,1621	219,1623	1,177902127	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	
26	5,662	206,1319	206,1315	0,048592373	C ₆ H ₁₈ N ₆ S	UNKNOWN	-	-
27	5,891	302,0184	302,0184	2,614622371	C ₁₄ H ₁₀ N ₂ O ₂ S ₂	(5-Phenyl-thieno[2,3-d]pyrimidin-4-ylsulfanyl)-acetic acid	Asam organik	
28	6,291	302,0431	302,0427	2,080181356	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	Quercetin	Flavonoid	

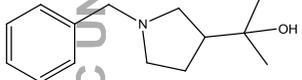
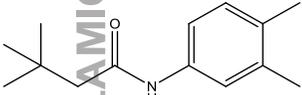
29	6,543	594,1583	594,1585	0,124523346	$C_{27}H_{30}O_{15}$	Nicotiflorin	Glikosida	
30	6,726	302,0424	302,0427	0,348803396	$C_{15}H_{10}O_7$	Morin	Flavonoid	
31	6,909	448,1005	448,1006	0,044061694	$C_{21}H_{20}O_{11}$	Quercitrin	Flavonoid	
32	7,091	219,1623	219,1623	0,141097677	$C_{14}H_{21}NO$	4-(2-Cyclohexylethoxy)aniline	Anilin	
33	7,823	219,1621	219,1623	16,43467476	$C_{14}H_{21}NO$	2,6-Dimethyl-4-(1-piperidinylmethyl)phenol	Fenol	
34	8,303	258,1478	258,1476	0,623533433	$C_{14}H_{26}S_2$	1,4-Dithiaspiro[4.11]hexadecane	Alkana	
35	8,555	219,1623	219,1623	0,165085573	$C_{14}H_{21}NO$	(2S)-5-Methoxy-N-propyl-1,2,3,4-tetrahydro-2-naphthalenamine	Amin	
36	8,772	476,0969	476,0968	0,175331966	$C_{23}H_{16}N_4O_8$	(9E)-9-[4-(Dimethylamino)benzylidene]-2,5,7-trinitro-9H-fluorene-4-carboxylic acid	Asam organik	

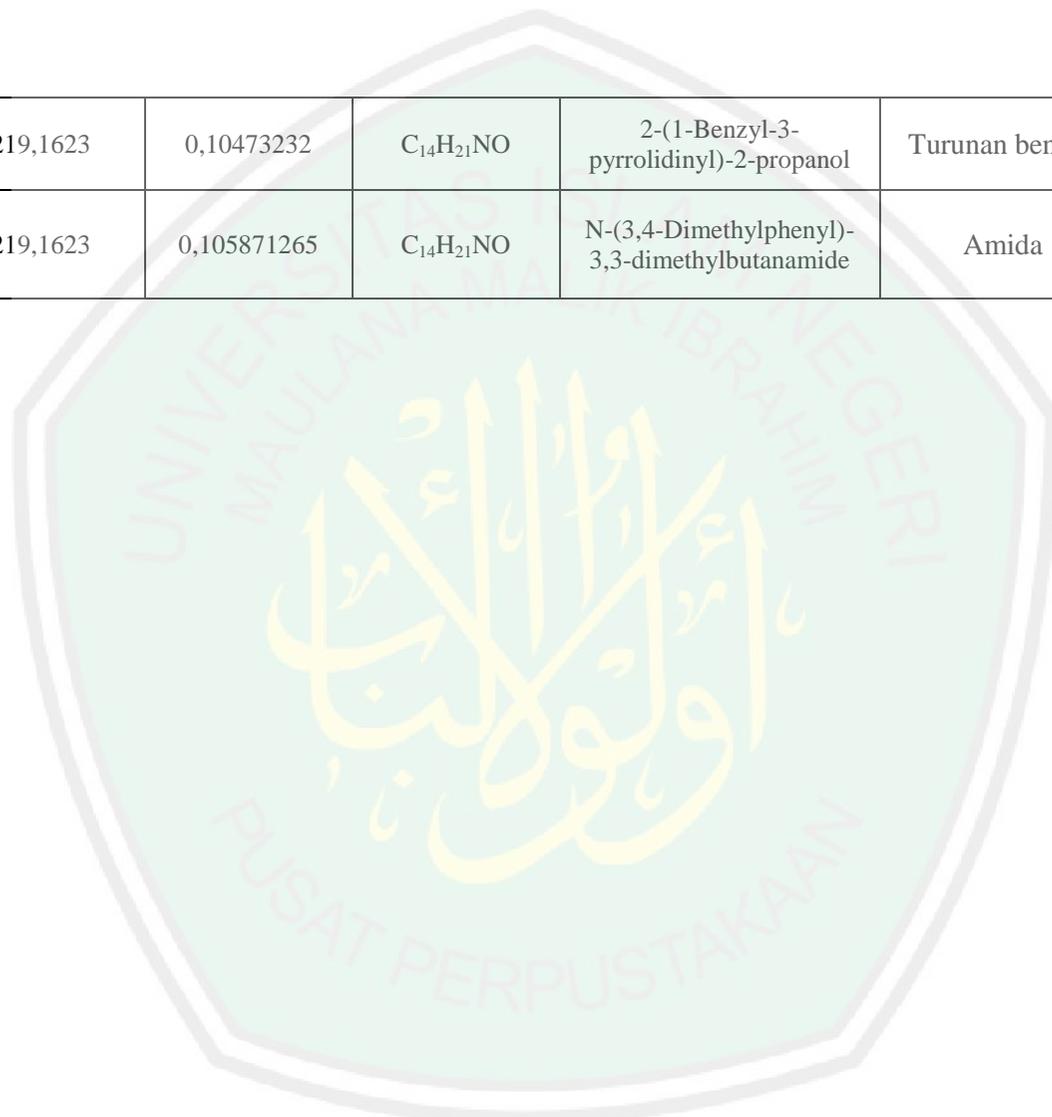
37	8,921	219,1627	219,1623	0,167112417	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	
38	9,035	219,1621	219,1623	0,155503435	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-[1-(4-Methoxyphenyl)cyclohexyl]methanamine	Amin	
39	9,252	219,1624	219,1623	0,155792084	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(4-Ethoxybenzyl)piperidine	Alkaloid piperidine	
40	9,401	219,1624	219,1623	0,132343313	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-3-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	
41	9,584	219,1623	219,1623	0,130091046	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(4-Methylbenzyl)-2-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	
42	9,801	219,1619	219,1623	0,125952947	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Phenylethyl)-3-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	
43	9,984	219,1623	219,1623	0,108668793	C ₁₄ H ₂₁ NO	4-tert-Butyl-N-isopropylbenzamide	Amida	
44	10,201	219,1623	219,1623	0,116416606	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(4-Cyclohexylphenoxy)ethanamine	Amin	
45	10,419	219,1626	219,1623	0,106484029	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-(2-Pyridinyl)-1-nonanone	Alkaloid piridine	
46	10,499	219,1626	219,1623	0,21007161	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-2-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	

47	11,230	342,2886	342,2882	4,513632956	C ₁₉ H ₃₈ N ₂ O ₃	N-(3-Butoxypropyl)-N'-(2-ethylhexyl)succinamide	Amida	
48	11,448	255,2925	255,2926	10,89318917	C ₁₇ H ₃₇ N	methyldioctylamine	Amin	
49	11,996	292,1647	292,1648	0,165614627	C ₁₃ H ₂₀ N ₆ O ₂	1,3,7-Trimethyl-8-(4-methyl-piperazin-1-yl)-3,7-dihydro-purine-2,6-dione	Alkaloid purine	
50	12,111	285,1372	285,1372	0,115882411	C ₁₀ H ₁₉ N ₇ OS	2-[[4-(dimethylamino)-6-(ethylamino)-1,3,5-triazin-2-yl]thio]propanohydrazide	Senyawa azo	
51	12,248	310,1788	310,1789	0,075001243	C ₁₈ H ₃₀ S ₂	1,3-Bis[2-(butylsulfanyl)ethyl]benzene	Benzen	
52	12,431	253,2774	253,270	0,01293963	C ₁₇ H ₃₅ N	1-Dodecylpiperidine	Alkaloid piperidine	
53	12,694	306,1801	306,1804	0,389699742	C ₁₄ H ₂₂ N ₆ O ₂	7-Isobutyl-3-methyl-8-(1-piperazinyl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione	Alkaloid purine	
54	12,911	303,2932	303,2926	2,11158621	C ₂₁ H ₃₇ N	N-Benzyl-1-tetradecanamine	Amin	
55	13,243	292,2038	292,2038	1,142739529	C ₁₈ H ₂₈ O ₃	p-Undecyloxybenzoic Acid	Asam organik	
56	13,609	276,2092	276,2089	4,067193267	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	12-Phenyldodecanoic acid	Asam organik	
57	13,974	401,3500	401,3505	1,727259446	C ₂₃ H ₄₇ NO ₄	2-Methyl-2-propanyl [(2S,3R)-1,3-dihydroxy-2-octadecanyl]carbamate	Ester	
58	14,226	805,5093	805,5093	1,059958403	C ₇ H ₇ O ₁₆ S ₂ Br ₅	UNKNOWN	-	-
59	14,523	565,4202	565,4203	2,536314033	C ₃₀ H ₅₅ N ₅ O ₅	3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide	Amida	

60	14,923	495,3350	495,3349	1,851040262	C ₃₁ H ₄₅ NO ₄	(3aR,8aR,9aR)-3-[(2-[4-(4-Methoxyphenyl)-2,2-dimethyltetrahydro-2H-pyran-4-yl]ethyl)amino)methyl]-8a-methyl-5-methylenedecahydronaphtho[2,3-b]furan-2(3H)-one	Keton	
61	15,221	311,3554	311,3552	0,123596717	C ₂₁ H ₄₅ N	N-Isopropyl-1-octadecanamine	Amin	
62	15,438	300,1336	300,1335	10,13925621	C ₁₄ H ₁₆ N ₆ O ₂	1-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)-3-(4-methyl-3-nitrophenyl)guanidine	Alkaloid guanidine	
63	15,907	385,3920	385,3920	0,662400846	C ₂₄ H ₅₁ NO ₂	1,1'-(Octadecylimino)dipropan-2-ol	Alkohol	
64	16,055	268,2405	268,2402	0,153001249	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Methyl (9Z)-9-hexadecenoate	Ester	
65	16,238	390,2744	390,2743	0,127175895	C ₂₀ H ₃₄ N ₆ O ₂	8-[(4-Ethyl-1-piperazinyl)methyl]-7-hexyl-1,3-dimethyl-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione	Alkaloid purine	
66	16,684	484,1040	484,1039	2,209289109	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₁ S	(2R,3S)-2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-3,4-dihydro-2H-chromen-8-yl (4ξ)-1-thio-β-D-xylohexopyranoside	Glikosida	
67	16,901	384,2852	384,2852	2,597948401	C ₂₆ H ₄₀ S	2-(Hexadecylsulfanyl)naphthalene	Turunan benzen	

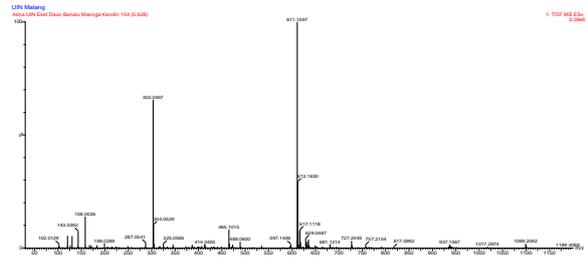
68	17,233	608,2625	608,2621	0,193676921	C ₃₄ H ₄₀ O ₁₀	Scortechinone C	Xanthone	
69	17,553	608,2646	608,2648	0,959341169	C ₃₆ H ₃₂ N ₈ O ₂	N,N'-Bis[2-(9-acridinylamino)ethyl]-1-methyl-1H-pyrazole-3,5-dicarboxamide	Amida	
70	17,816	592,2692	592,2694	11,66422223	C ₃₆ H ₄₀ N ₄ S ₂	6,6,11,11,20,20,25,25-Octamethyl-30,33-dithia-29,31,32,34-tetrazaheptacyclo[24.2.1.1 ^{2,5} .1 ^{7,10} .1 ^{12,15} .1 ^{16,19} .1 ^{21,24}]te tratriaconta-1(28),2,4,7,9,12,14,16,18,21,23,26-dodecaene	Keton	
71	18,182	592,2673	592,2672	0,822429019	C ₃₄ H ₄₀ O ₉	Scortechinone F	Xanthone	
72	20,160	219,1627	219,1623	1,679905101	C ₁₄ H ₂₁ NO	1-Benzyl-3,3-dimethyl-4-piperidinol	Turunan benzen	
73	21,212	219,1624	219,1623	0,141772133	C ₁₄ H ₂₁ NO	[1-(2-Methylbenzyl)-3-piperidinyl]methanol	Turunan benzen	
74	21,292	219,1622	219,1623	0,102572886	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-Benzyl-2,2-dimethyltetrahydro-2H-pyran-4-amine	Amin	

75	21,509	219,1621	219,1623	0,10473232	C ₁₄ H ₂₁ NO	2-(1-Benzyl-3-pyrrolidinyl)-2-propanol	Turunan benzen	
76	21,658	219,1621	219,1623	0,105871265	C ₁₄ H ₂₁ NO	N-(3,4-Dimethylphenyl)-3,3-dimethylbutanamide	Amida	

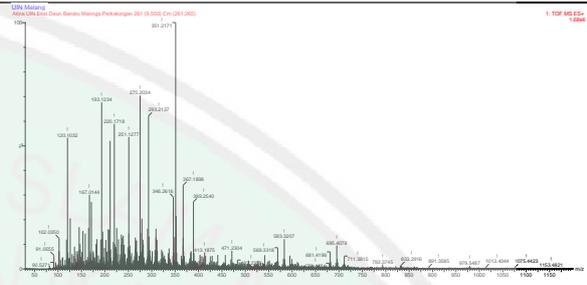


Lampiran 4. Spektra m/z Senyawa Temuan

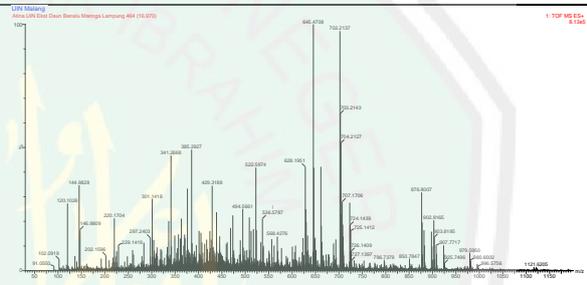
2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-4-oxo-4H-chromen-3-yl 6-O-(6-deoxy- α -L-mannopyranosyl)- β -D-glucopyranoside



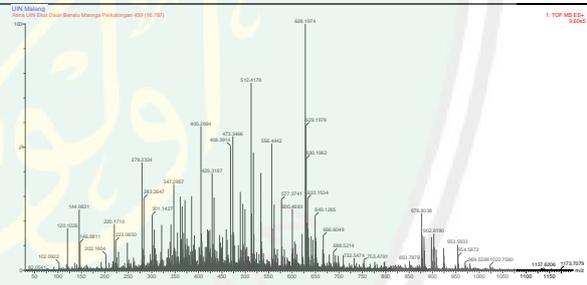
(-)-Andrographolide



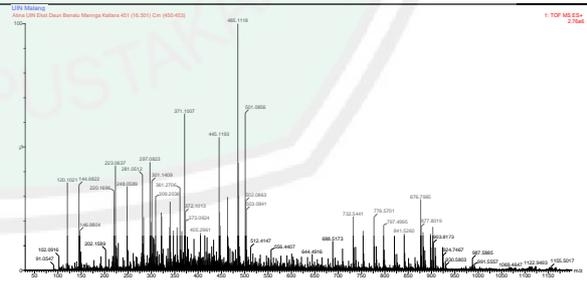
(1R,2S,5S)-N-[1-(Allylamino)-1,2-dioxo-3-hexanyl]-3-(N-[[[(2R)-3,3-dimethyl-1-(1-piperidinyl)-2-butanyl]carbonyl]-3-methyl-L-valyl]-6,6-dimethyl-3-azabicyclo[3.1.0]hexane-2-carboxamide



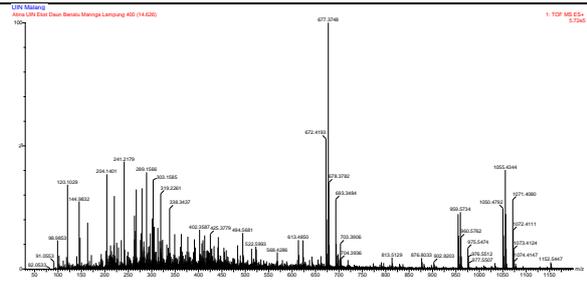
(2R,3R,4S,5R,6R)-3-Acetoxy-2-azido-6-(azidomethyl)-5-[[[(2R,3R,4S,5R,6R)-3,4,5-triacetoxy-6-(azidomethyl)tetrahydro-2H-pyran-2-yl]oxy]tetrahydro-2H-pyran-4-yl acetate



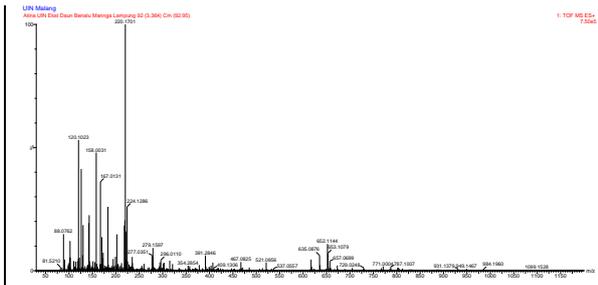
(2R,3S)-2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-3,4-dihydro-2H-chromen-8-yl (4 ξ)-1-thio- β -D-xylo-hexopyranoside



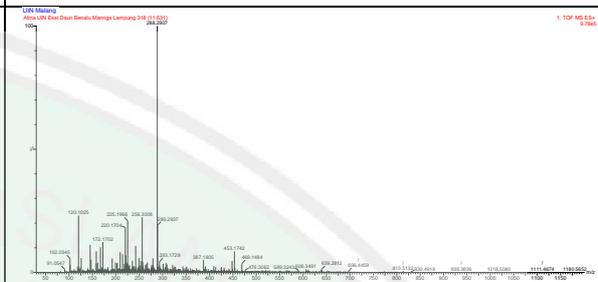
(2S)-3-[[6-O-(β -L-Glucopyranosyl)- β -L-galactopyranosyl]oxy]-2-hydroxypropyl (9Z,12Z,15Z)-9,12,15-octadecatrienoate



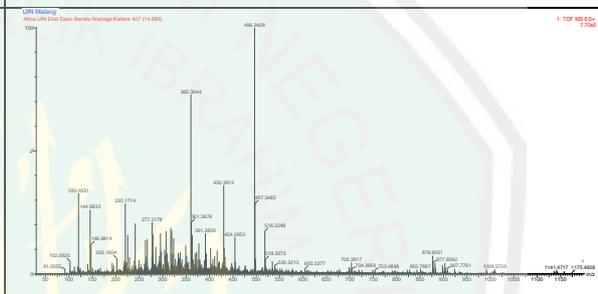
(2S)-5-Methoxy-N-propyl-1,2,3,4-tetrahydro-2-naphthalenamine



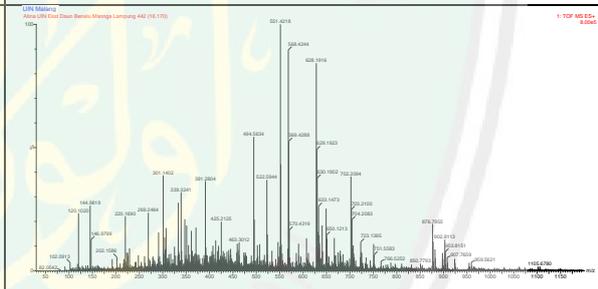
(2S,3R)-2-Amino-1,3-heptadecanediol



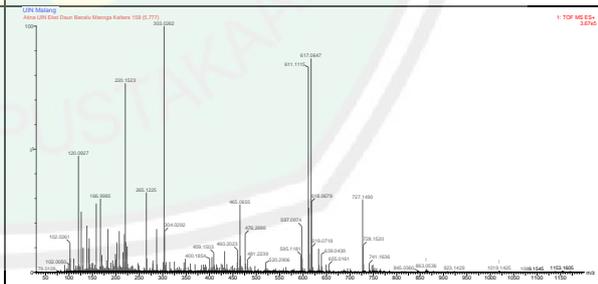
(3aR,8aR,9aR)-3-[(2-[4-(4-Methoxyphenyl)-2,2-dimethyltetrahydro-2H-pyran-4-yl]ethyl)amino)methyl]-8a-methyl-5-methylenedecahydronaphtho[2,3-b]furan-2(3H)-one



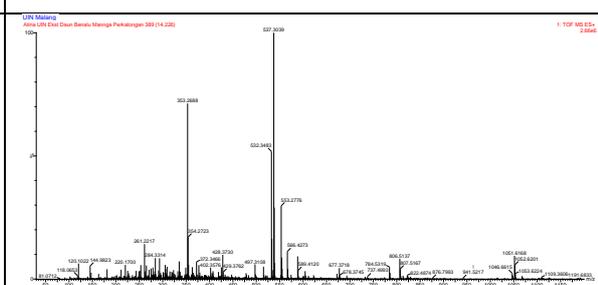
(3β)-3-Hydroxylup-20(29)-en-28-yl 2-methyl-1H-imidazole-1-carboxylate



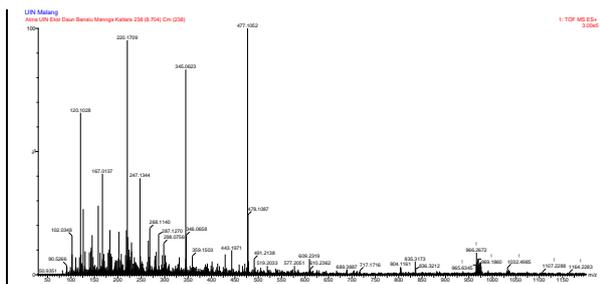
(5-Phenyl-thieno[2,3-d]pyrimidin-4-ylsulfanyl)-acetic acid



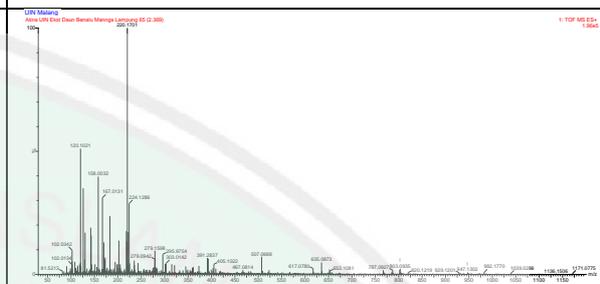
(5R)-2,5-Anhydro-1-O-benzyl-3,4-dideoxy-4-[(phenylsulfonyl)methyl]-5-[(1E,5E)-2,6,10-trimethyl-1,5,9-undecatrien-1-yl]-D-erythro-pentitol



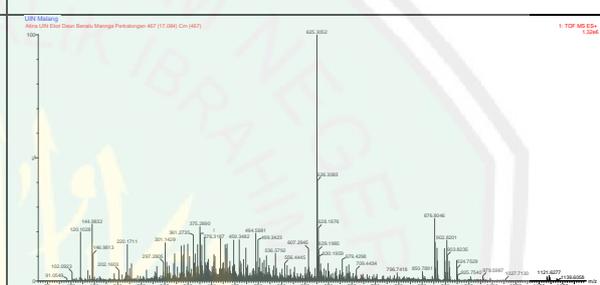
(9E)-9-[4-(Dimethylamino)benzylidene]-
2,5,7-trinitro-9H-fluorene-4-carboxylic
acid



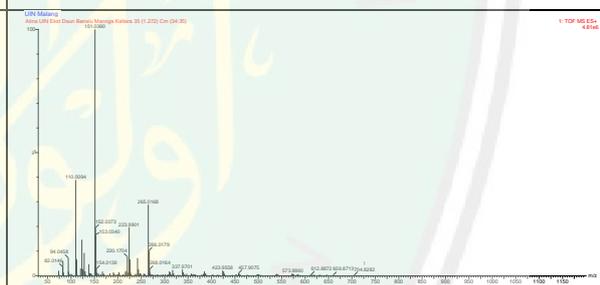
[(1R,2S)-2-(Benzylamino)cyclohexyl]methanol



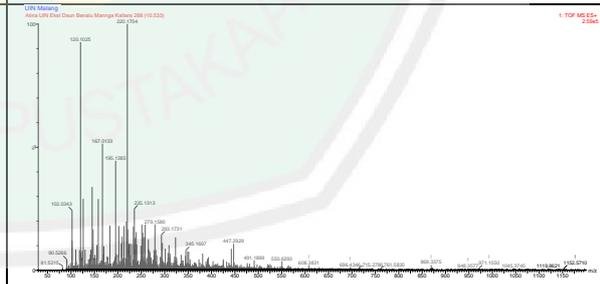
[(1S,9S,15S,22S)-9-{3-[(Diaminomethylene)amino]propyl}-
4,6,10,13,16,24,26-heptaoxo-
5,8,11,14,17,23,25-
heptaazabicyclo[20.2.2]hexacos-15-
yl]acetic acid



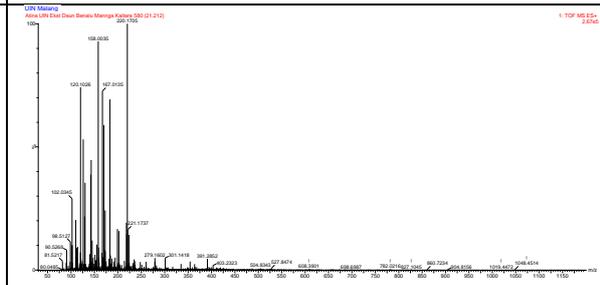
[(Dimethylamino)methyl]carbamodithioic
acid



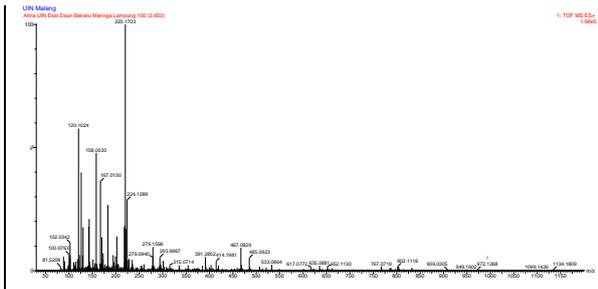
[1-(2-Methylbenzyl)-2-
piperidinyl]methanol



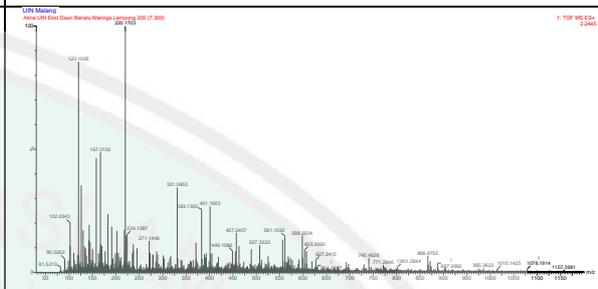
[1-(2-Methylbenzyl)-3-
piperidinyl]methanol



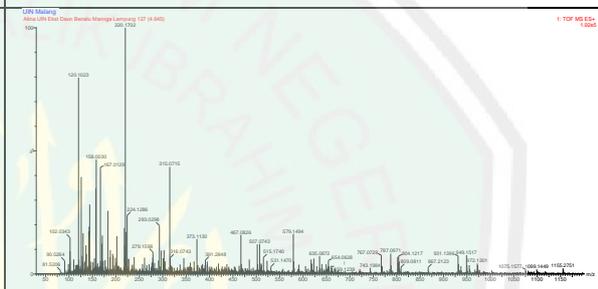
[1-(2-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol



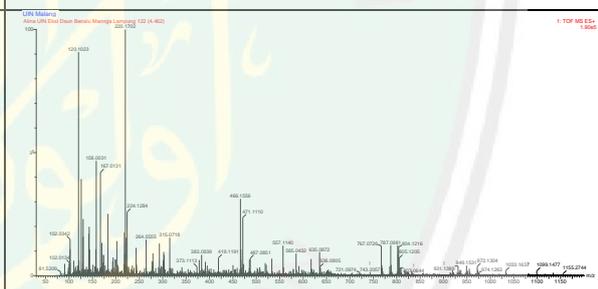
[1-(2-Phenylethyl)-3-piperidinyl]methanol



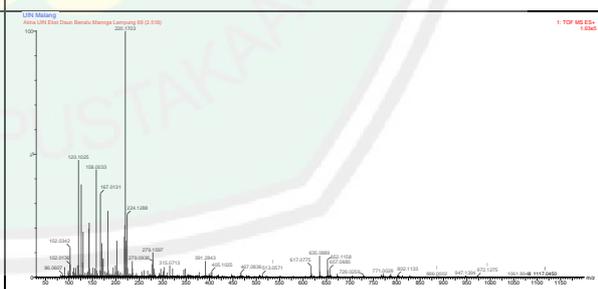
[1-(4-Methylbenzyl)-2-piperidinyl]methanol



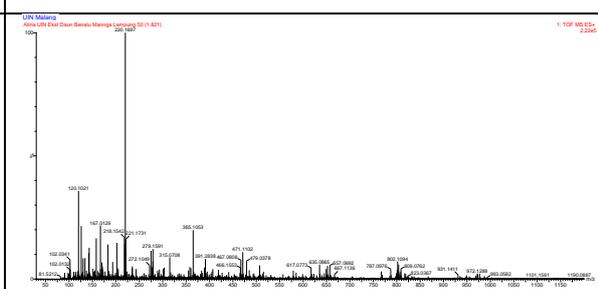
[1-(4-Methylbenzyl)-3-piperidinyl]methanol



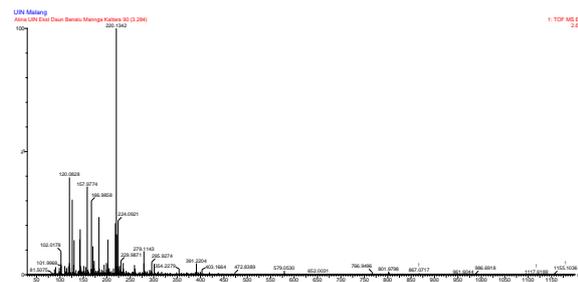
[1-(4-Methylbenzyl)-4-piperidinyl]methanol



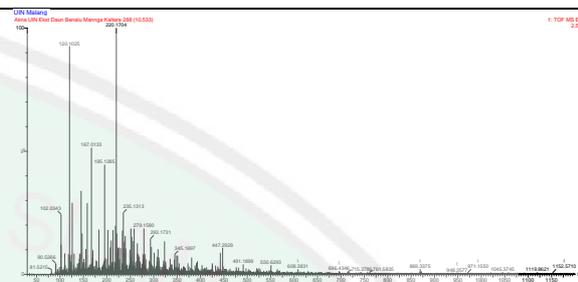
[2-(1-Azepanylmethyl)phenyl]methanol



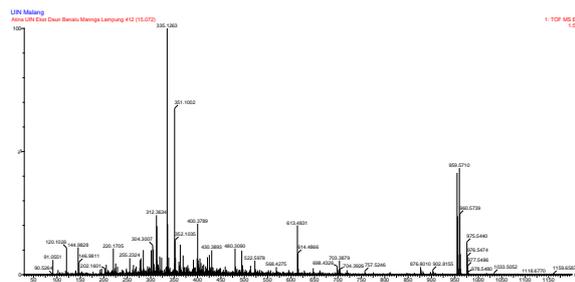
Methyl-1-benzylpyrrolidin-3-carboxylat



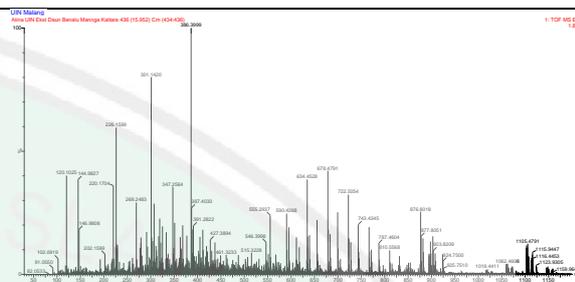
1-(2-Pyridinyl)-1-nonanone



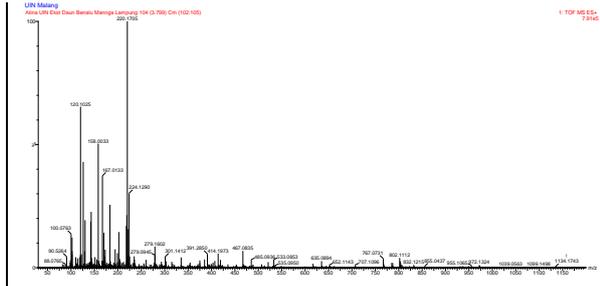
1-(Chloromethyl) 1-methyl 2-(2-methyl-2-propanyl) (1S,2S)-4-methyl-4-pentene-1,1,2-tricarboxylate



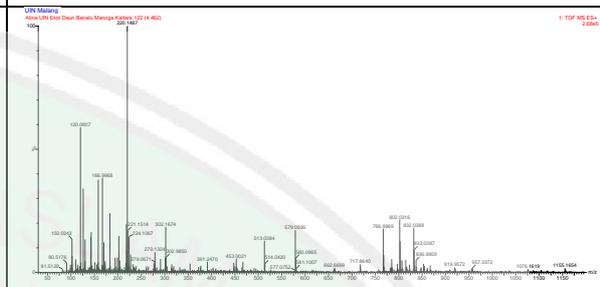
1,1'-(Octadecylimino)dipropan-2-ol



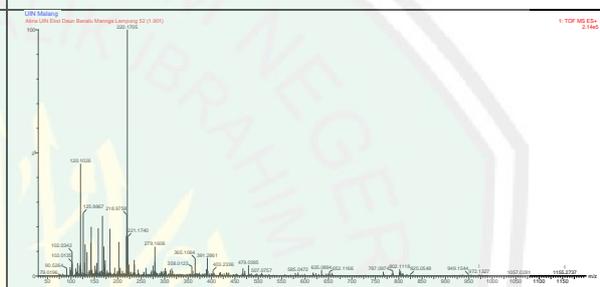
1-[1-(4-Methoxyphenyl)cyclohexyl]methanamine



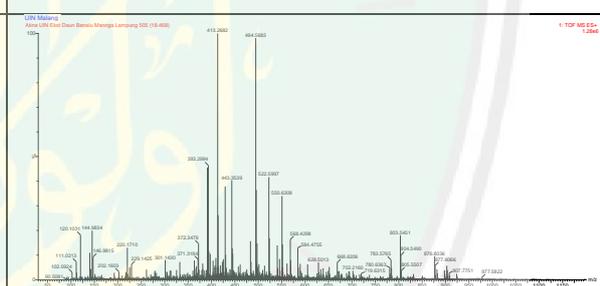
1-[2-(Dimethylamino)ethyl]-3-(3-methoxypropyl)thiourea



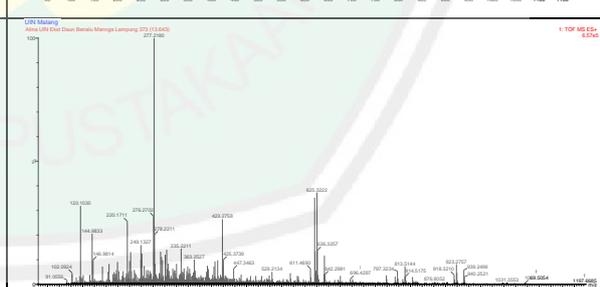
1-[3-(Cyclohexylmethoxy)phenyl]methanamine



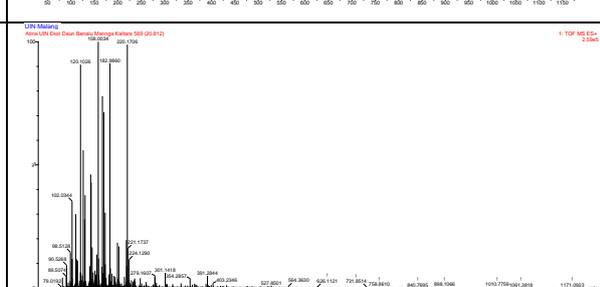
1-{2-[(4-Acetyl-1-piperazinyl)methyl]-1-methyl-1H-benzimidazol-5-yl}-3-cyclohexylurea



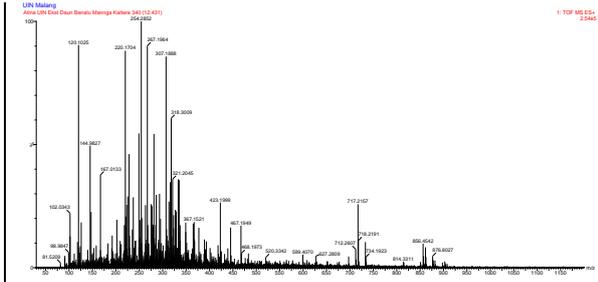
12-Phenyldodecanoic acid



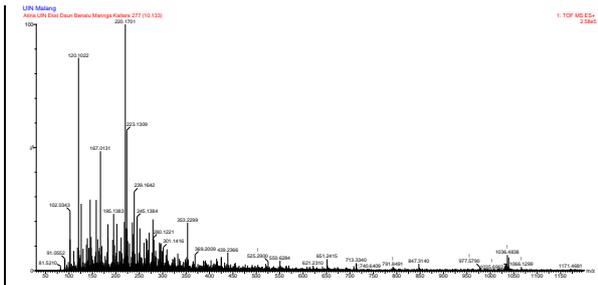
1-Benzyl-3,3-dimethyl-4-piperidinol



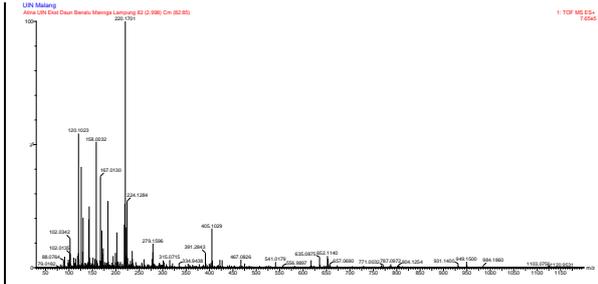
1-Dodecylpiperidine



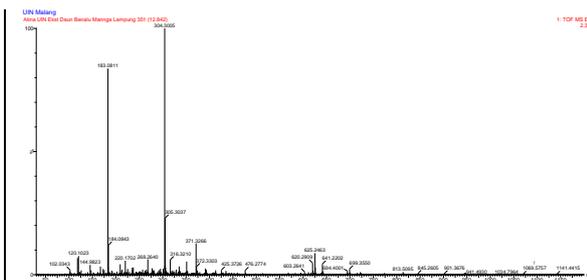
2-(4-Cyclohexylphenoxy)ethanamine



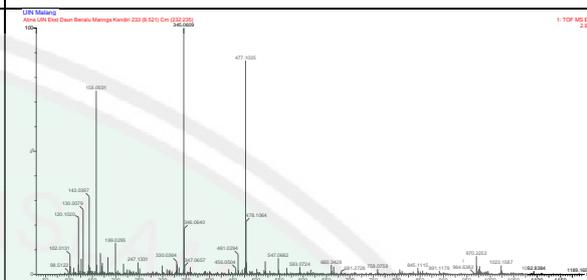
2,6-Dimethyl-4-(1-piperidinylmethyl)phenol



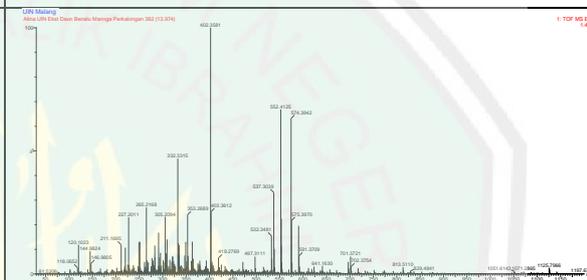
2-Hexyl-3,5-dipentylpyridine



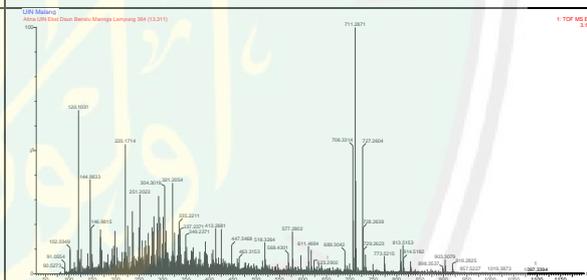
2-Hydroxy-3,7,8-trimethoxychromeno[5,4,3-cde]chromene-5,10-dione



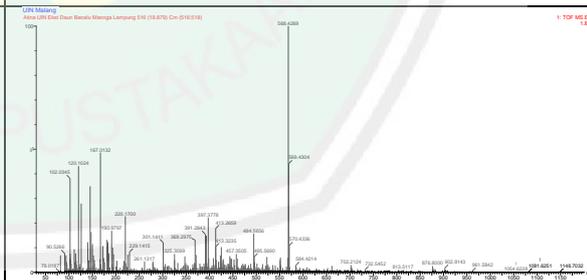
2-Methyl-2-propanyl [(2S,3R)-1,3-dihydroxy-2-octadecanyl]carbamate



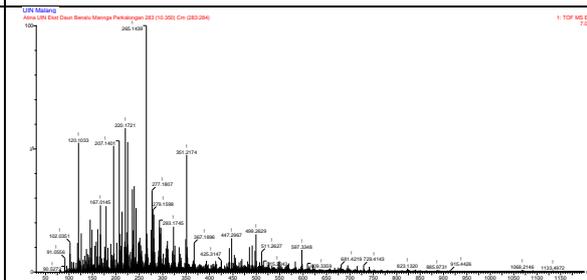
3,3'-[Dibenzo[b,d]furan-2,8-diylbis(5-phenyl-1H-imidazole-4,2-diyl)]bis(1-methyl-1H-indole)



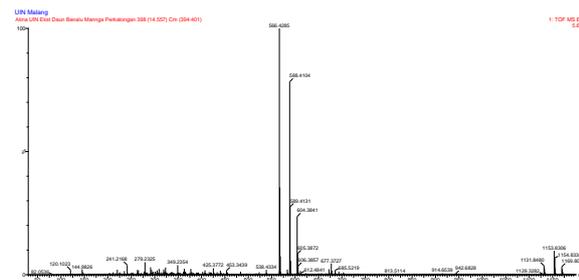
3,3-Dimethyl-1-octadecyl-1,3-dihydrospiro[indole-2,3'-[1,4]oxazino[3,2-f]quinoline]



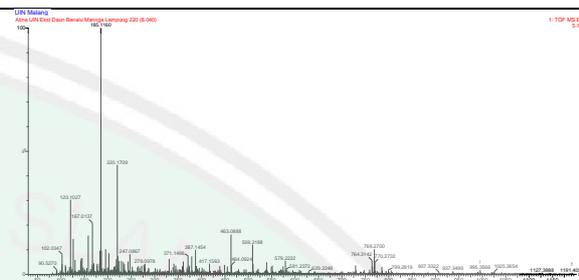
3',6'-Dihydroxy-2'-(hydroxymethyl)-2',4',6'-trimethyl-2',3'-dihydrospiro[cyclopropane-1,5'-inden]-7'(6'H)-one



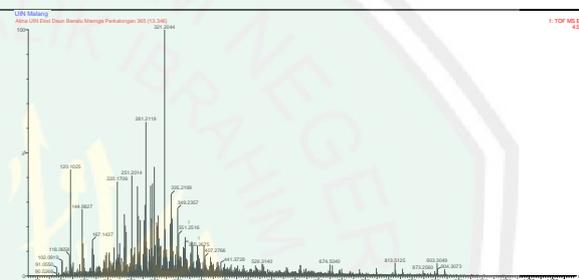
3-Cyclohexyl-N-(ethoxycarbonyl)-L-alanyl-N-[(4S,5E,7R)-7-carbamoyl-9-methyl-5-decen-4-yl]-L-lysineamide



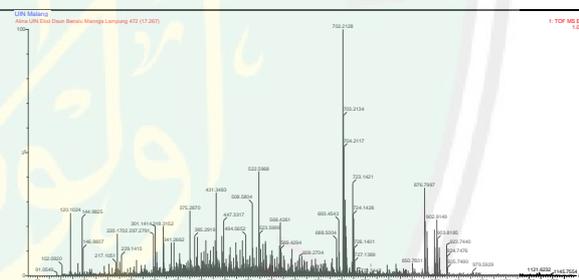
3-imino-5,7-dimethyloctahydro-6H-imidazo[4,5-e][1,2,4]triazin-6-one



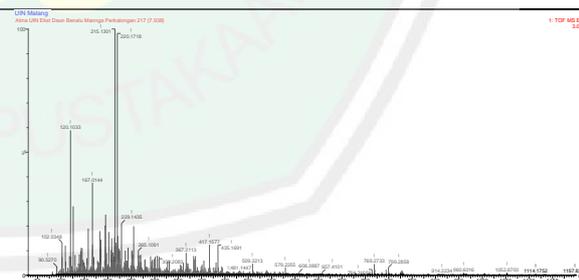
3-Methyl-7-(3-methylbutyl)-8-(1-piperazinyl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione



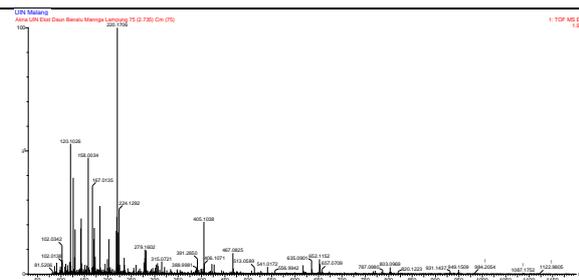
3'-O-Acetyl-5'-O-[(2ξ)-3,4,6-tri-O-acetyl-2-deoxy-2-(1,3-dioxo-1,3-dihydro-2H-isoindol-2-yl)-β-D-arabino-hexopyranosyl]thymidine



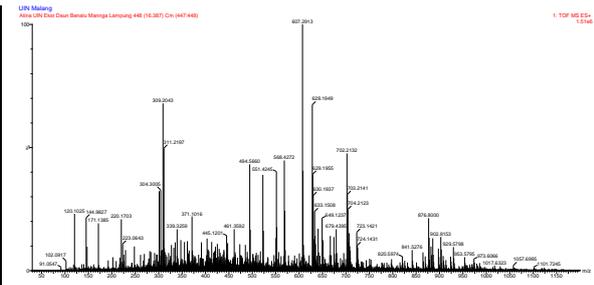
4-(1-Piperazinyl)quinazoline



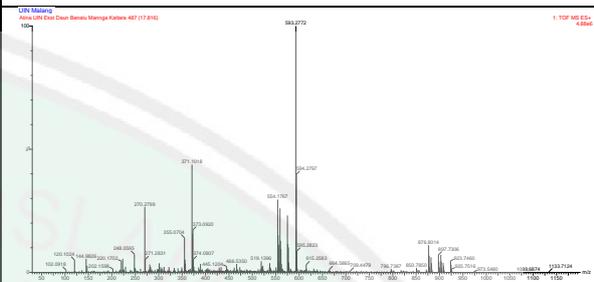
4-(2-Cyclohexylethoxy)aniline



5-{2-Ethoxy-5-[(4-{2-[2-(2-methoxyethoxy)ethoxy]ethyl}-1-piperazinyl)sulfonyl]phenyl}-1-methyl-3-propyl-1,4-dihydro-7H-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-7-one



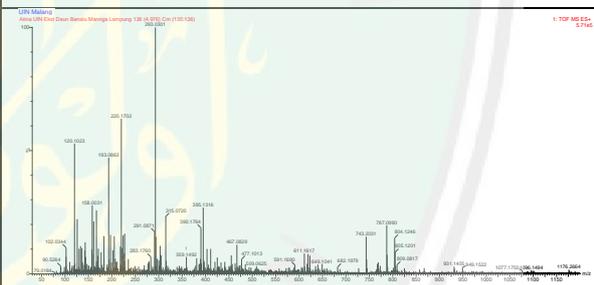
6,6,11,11,20,20,25,25-Octamethyl-30,33-dithia-29,31,32,34-tetraazaheptacyclo[24.2.1.1^{2,5}.1^{7,10}.1^{12,15}.1^{6,19}.1^{21,24}]tetratriacont-1(28),2,4,7,9,12,14,16,18,21,23,26-dodecaene



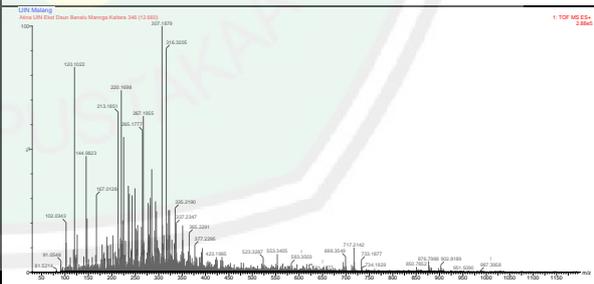
6-Ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline



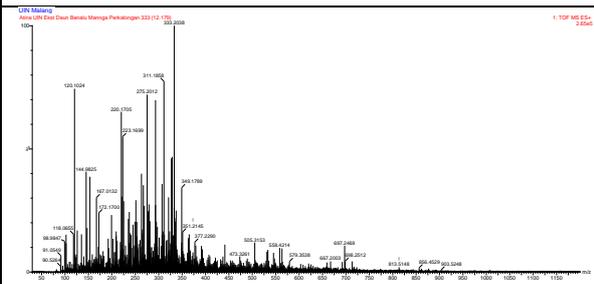
7,8,9-Trihydroxy-3,5-dioxo-1,2,3,5-tetrahydrocyclopenta[c]isochromene-1-carboxylic acid



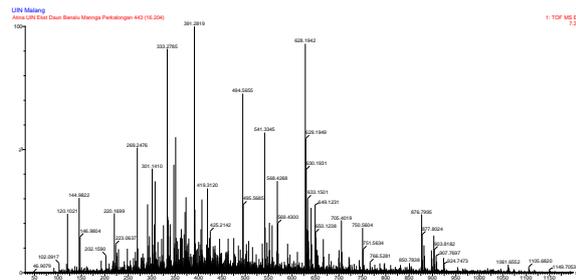
7-Isobutyl-3-methyl-8-(1-piperazinyl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione



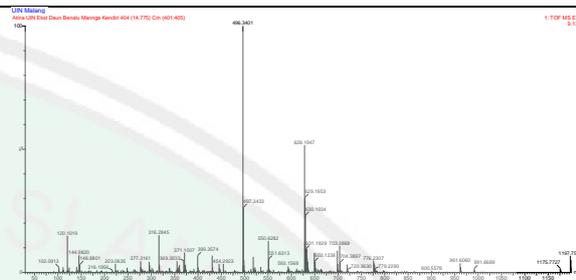
8-(4-Ethyl-1-piperazinyl)-3-methyl-7-(2-methyl-2-propen-1-yl)-3,7-dihydro-1H-purine-2,6-dione



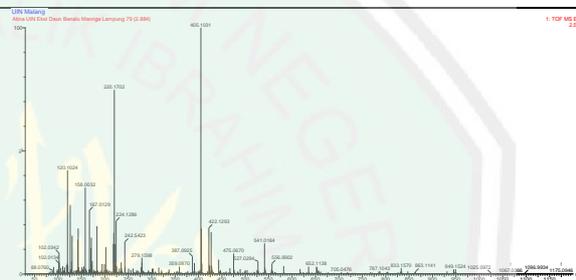
2-(2-Methyl-5-oxo-6,7-dihydropyrazolo[1,5-a]pyrimidin-4(5H)-yl)-N-[3-(4-propyl-1-piperazinyl)propyl]propanamide



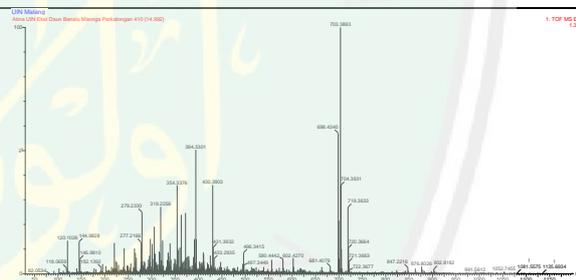
8-Methyl-3-[(2-methyl-1-[1-(2-methyl-2-butanyl)-1H-tetrazol-5-yl]propyl}{2-(4-morpholinyl)ethyl}amino)methyl]-2(1H)-quinolinone



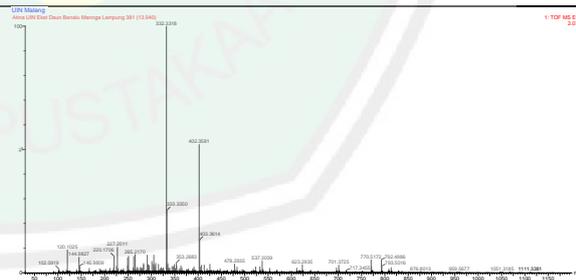
Acetyl 1,2,3,4-tetra-O-acetyl-β-D-glucopyranuronate



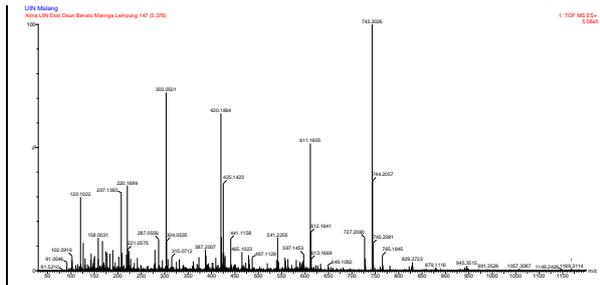
Benzyl [(2S)-1-[[[(2S,3R)-4-[(2S,4R)-4-(benzylsulfanyl)-2-[(2-methyl-2-propanyl)carbamoyl]-1-piperidinyl]-3-hydroxy-1-phenyl-2-butanyl]amino]-3-methyl-1-oxo-2-butanyl]carbamate



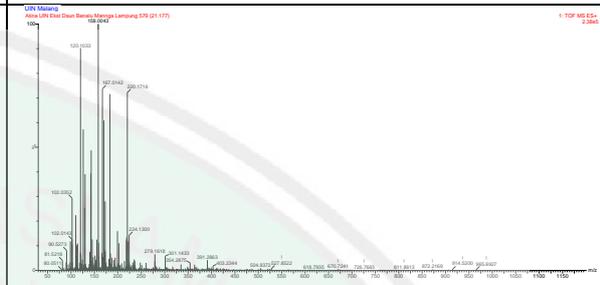
Benzylamine, N,N-dioctyl



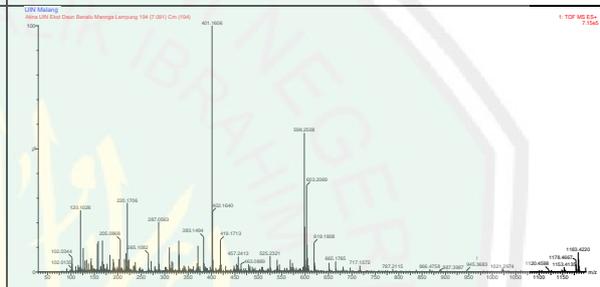
calabricoside A



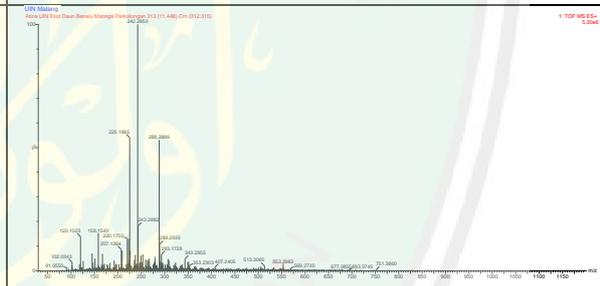
cysteine hydrochloride



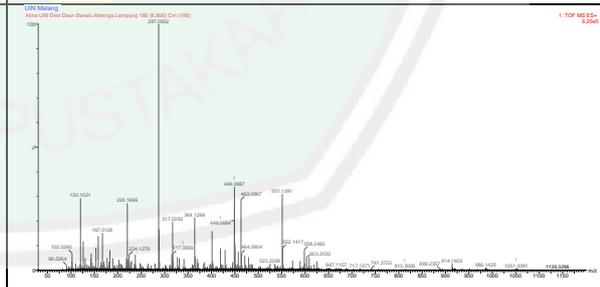
Deoxyodorhizone



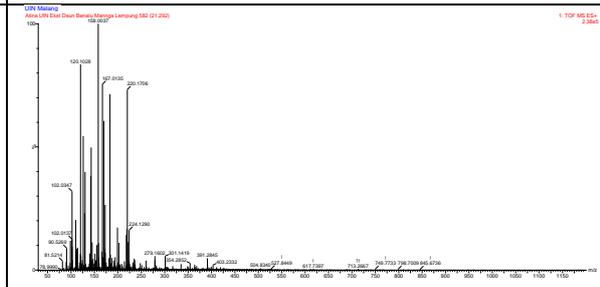
Dioctylamine



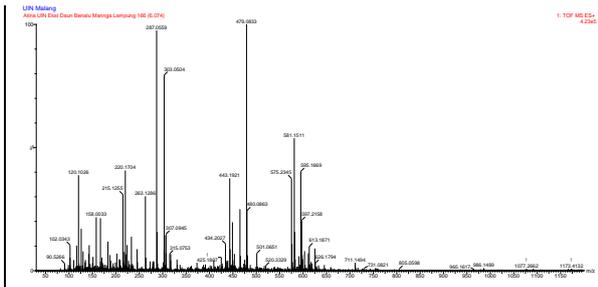
Kaempferol



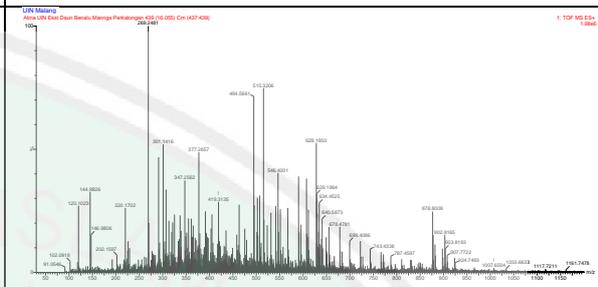
l-Cys hydrochloride



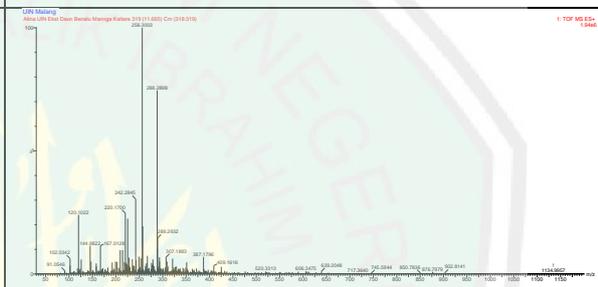
Luteolin



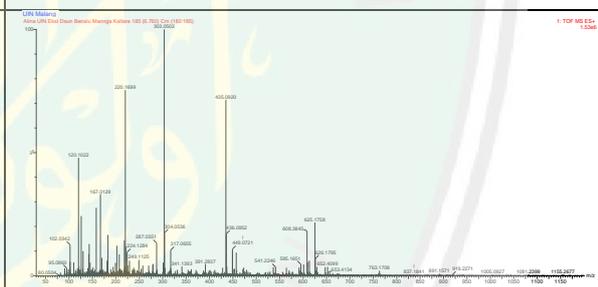
Methyl (9Z)-9-hexadecenoate



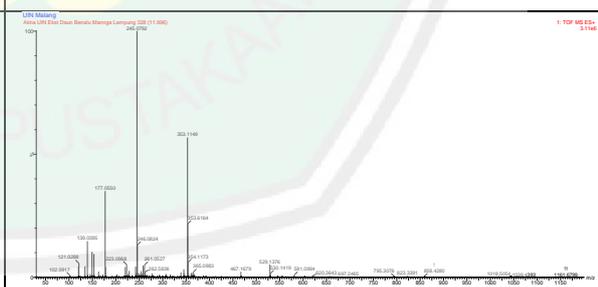
Methyldioctylamine



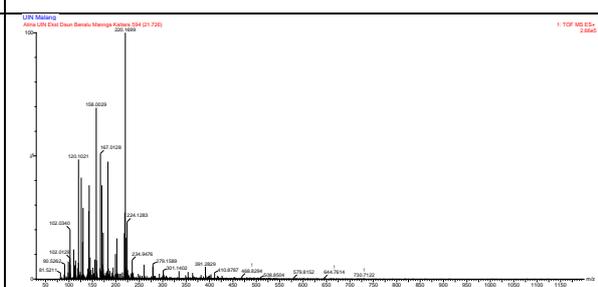
Morin



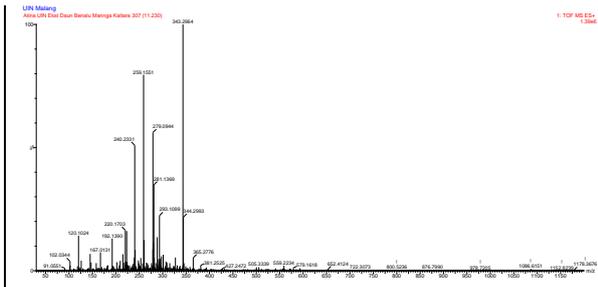
N-(2-Oxo-2,3-dihydro-1H-benzimidazol-5-yl)-1H-1,2,4-triazole-5-carboxamide



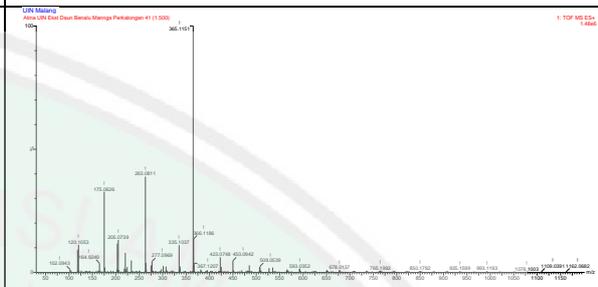
N-(3,4-Dimethylphenyl)-3,3-dimethylbutanamide



N-(3-Butoxypropyl)-N'-(2-ethylhexyl)succinamide



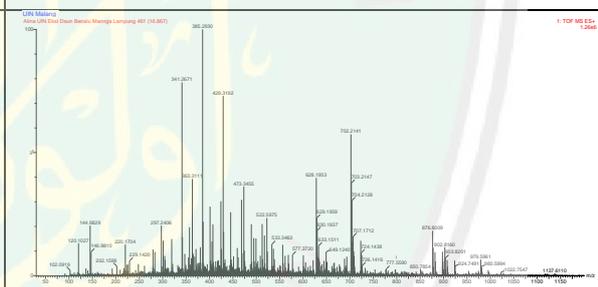
N-(4,5-Dicyano-1H-imidazol-2-yl)-2-phenyl-4-quinolinecarboxamide



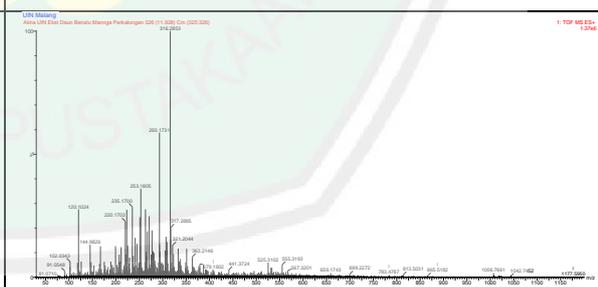
N-(4-ethylbenzyl)-N-(tetrahydrofuran-2-ylmethyl)amine



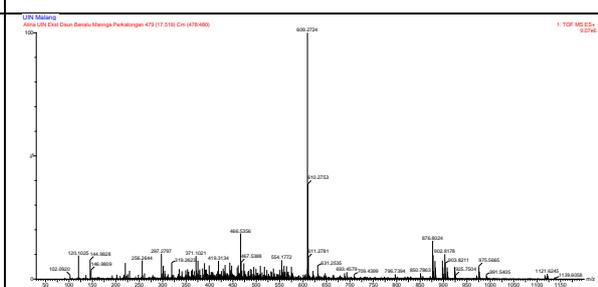
N,N',N''-Tris(isobutoxymethyl)-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine



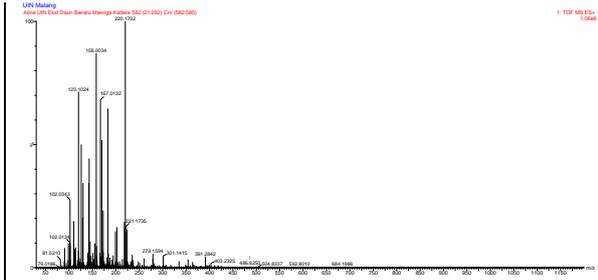
N,N-Bis(2-hydroxyethyl)tetradecanamide



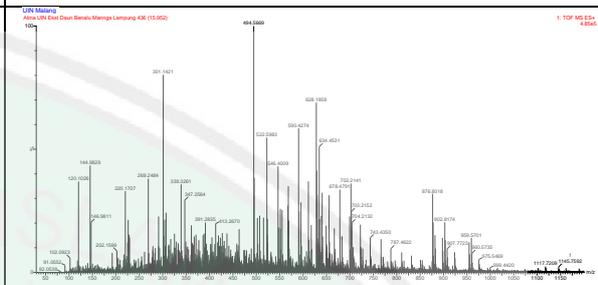
N,N'-Bis[2-(9-acridinylamino)ethyl]-1-methyl-1H-pyrazole-3,5-dicarboxamide



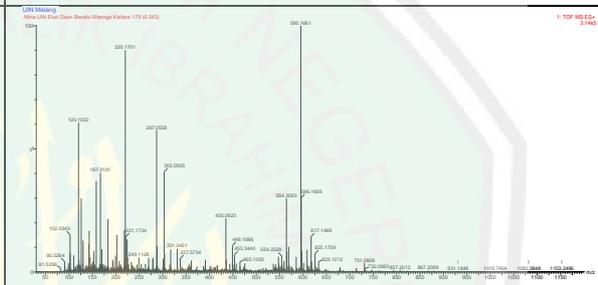
N-Benzyl-2,2-dimethyltetrahydro-2H-pyran-4-amine



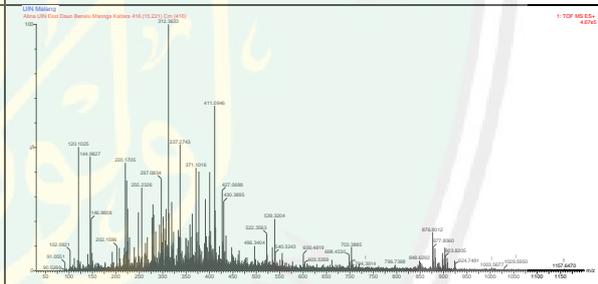
N-Hexadecyl-1-octadecanamine



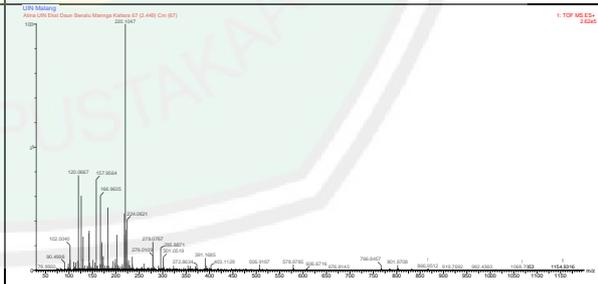
Nicotiflorin



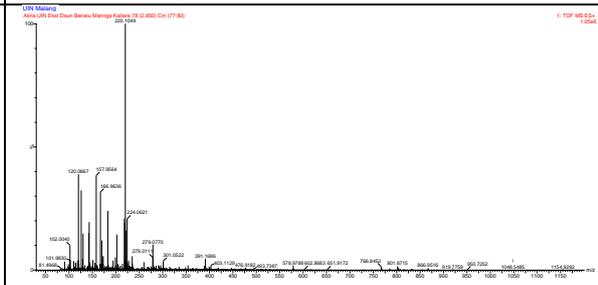
N-Isopropyl-1-octadecanamine



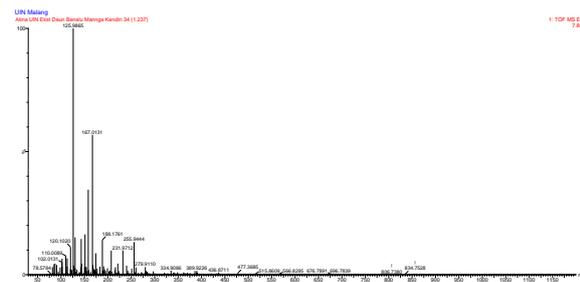
nitrl arginine



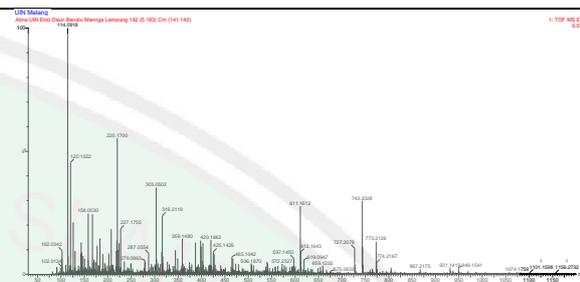
Nitro-L-arginine



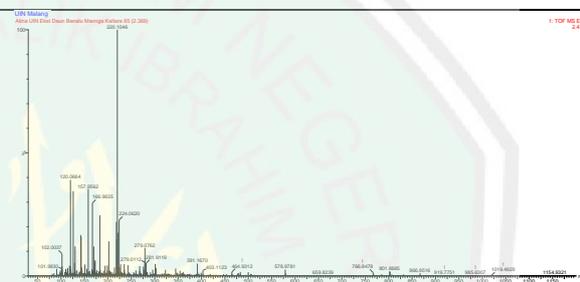
Nitromethanesulfinic acid



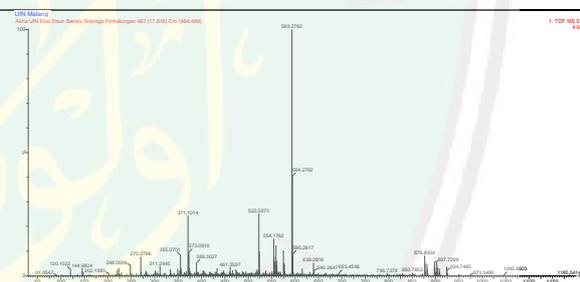
N-Methyl-4-piperidone



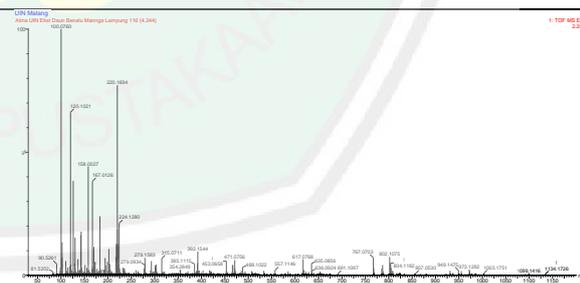
N-ω-NITRO-L-ARGININE



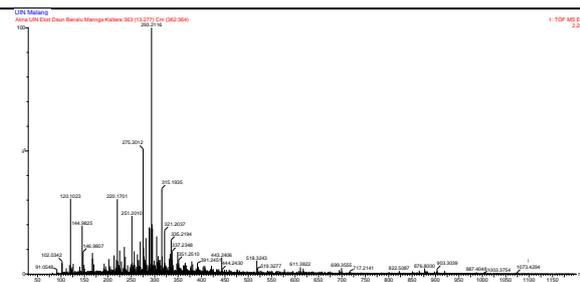
Pheophorbide A



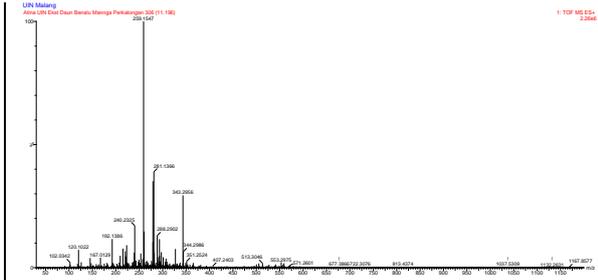
Piperidone



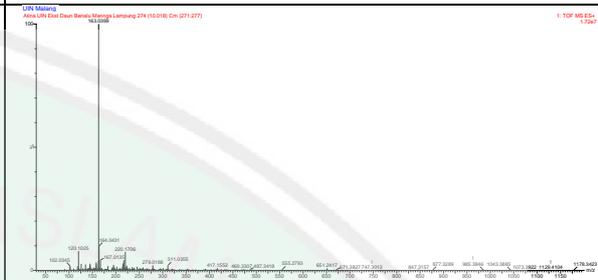
p-Undecyloxybenzoic Acid



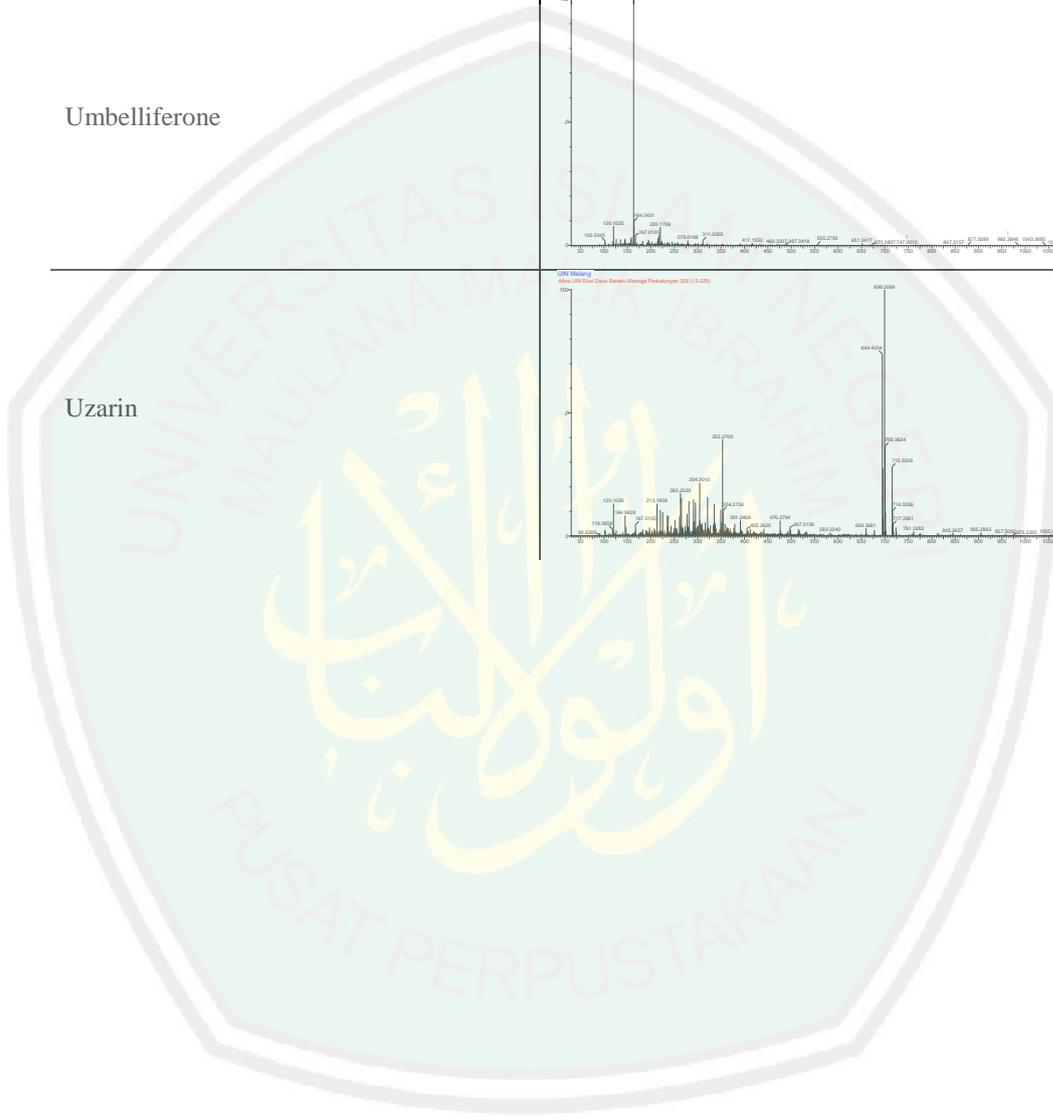
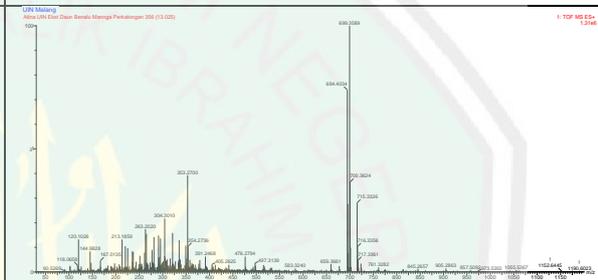
tert-Butyl 3,5-dideoxy-2,4-O-isopropylidene-L-erythro-hexuronate



Umbelliferone

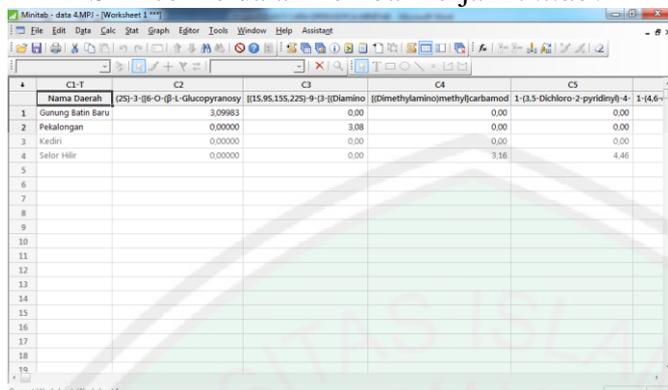


Uzarin



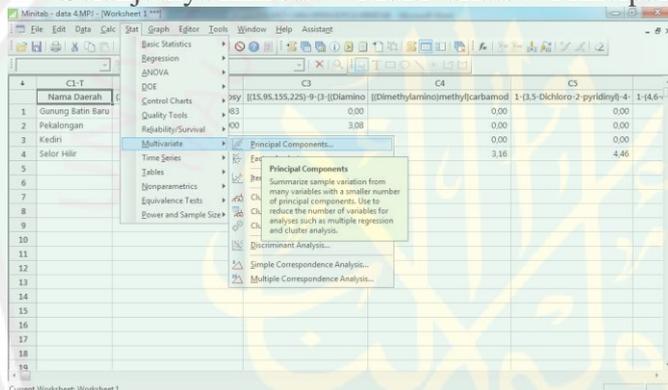
Lampiran 5. Cara Mengoperasikan PCA di aplikasi *Minitab* V17

1. Dibuka aplikasi *Minitab* dan disalin data semua senyawa yang ditemukan dari MS Excel ke dalam lembar kerja *Minitab*.

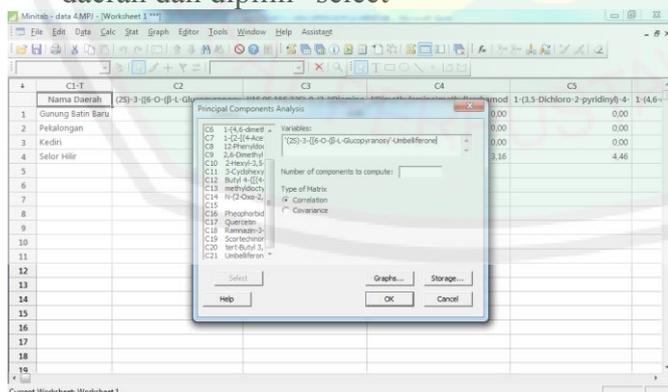


	C1-T	C2	C3	C4	C5
	Nama Daerah	(2S)-3-[(6-O-β-D-Glucopyranosyl)15,95,155,225]-9-[3-(Diamino)1-(Dimethylamino)methyl]carbamod	1-(3,5-Dichloro-2-pyridinyl)-4-(4,6-Dimethyl-2-pyridinyl)pyrimidin-2(1H)-one		
1	Gunung Satin Baru	3,09983	0,00	0,00	0,00
2	Pekalongan	0,00000	3,08	0,00	0,00
3	Kediri	0,00000	0,00	0,00	0,00
4	Selor Hillir	0,00000	0,00	3,16	4,46

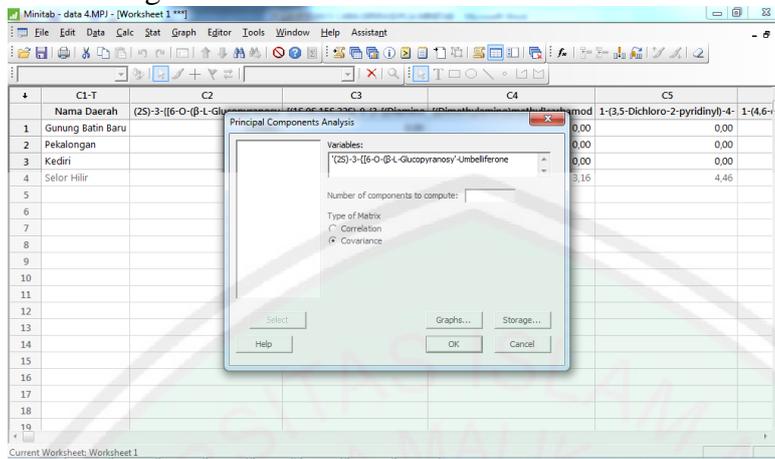
2. Selanjutnya klik stat > Multivariate > Principal Component



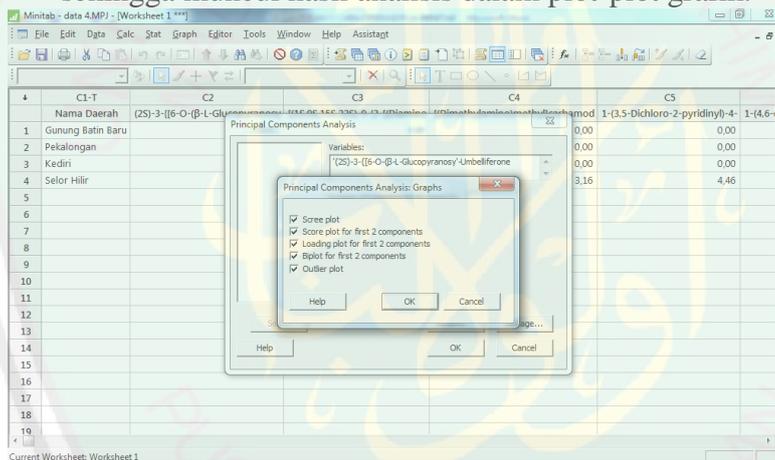
3. Variabel diisi dengan nama senyawa yang ditemukan ekstrak dengan diklik daerah dan dipilih "select"



4. Diklik “graphs” dan pilih “covariance” yang akan muncul opsi untuk di centang



5. Dicentang semua kotak yang muncul pada “graphs” dan terakhir diklik “ok”, sehingga muncul hasil analisis dalam plot-plot grafik.



Lampiran 6. Dokumentasi
L.6.1 Preparasi Sampel



Benalu mangga dari
Kediri, Jatim (kiri atas)
Tanjung Selor Hilir (kanan atas)
Pekalongan, Jateng (kiri bawah)
Gunung Batin Baru, Lampung
(kanan bawah)



Serbuk daun benalu mangga, berurutan dari kiri ke kanan: Tanjung Selor Hilir, Kalimantan Utara; Kediri, Jawa Timur; Pekalongan, Jawa Tengah; Gunung Batin Baru, Lampung

L. 6.2 Analisis Kadar Air



Alat *Moisture Analyzer* Mettler Toledo HC103

L.6.3 Ekstraksi Ultrasonik



Ultrasonik bath

Filtrasi ekstrak

L.6.4 Analisis Profil Metabolit



Instrumen UPLC-MS

Kolom UPLC-MS

Lampiran 7. Hasil Determinasi Tumbuhan Benalu Mangga



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)
UPT BALAI KONSERVASI TUMBUHAN
KEBUN RAYA PURWODADI
Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65 Purwodadi - Pasuruan 67163
Telp. (+62 343) 615033, Faks. (+62 341) 4266046
website : <http://www.krpurwodadi.lipi.go.id>



SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI

No. 1255 /IPH.6/HM/VII/2016

Kepala UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi dengan ini menerangkan bahwa material tanaman yang dibawa oleh :

Atina Yuliandari, NIM : 13670040

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, datang di UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi pada tanggal 02 Juni 2016, berdasarkan buku Flora of Java, karangan C.A. Backer dan R.C. Bakhuizen van den Brink jr., volume I, tahun 1963, halaman 72 nama ilmiahnya adalah :

No	Kode	Genus	Species
1	SP 1	<i>Dendrophthoe</i>	<i>Dendrophthoe pentandra</i> (L.) Miq
2	SP 2	<i>Dendrophthoe</i>	<i>Dendrophthoe</i> sp.

Adapun menurut buku An Integrated System of Classification of Flowering plants, karangan Arthur Cronquist tahun 1981, halaman XVI, klasifikasinya adalah sebagai berikut :

Divisio : *Magnoliophyta*

Class : *Magnoliopsida*

Subclass : *Rosidae*

Ordo : *Santalales*

Family : *Loranthaceae*

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Purwodadi, 28 Juli 2016

An. Kepala

Kepala Seksi Eksplorasi dan Koleksi Tumbuhan



Deden Mudhana, S.Hut, M.Si

Lampiran 8. Prosedur Pengambilan Sampel

No	Uraian	Petunjuk
1	Identitas sampel	
	Nama	Benalu mangga (<i>Dendrophthoe pentandra</i>)
2	Lokasi <i>Sampling</i>	Ds. Sumbergayam, Kec. Kepung, Kediri, Prov. Jawa Timur
3	Waktu <i>Sampling</i>	
	Musim	Penghujan
	Bulan	Januari-Februari
	Keadaan	Mendung
	Pukul	08:00-15:00
4	Bagian daun yang diambil	
	Sisi daun yang diambil	Daun muda yang bagus, bukan daun tua
	Pengeringan	Kering-angin 3 hari dengan ditutup kain katun hitam
	Populasi	Dari 4 pohon mangga
5	Pengiriman	
	Kondisi	Setengah kering
	Packing	Rapi dan kedap air
	Pengiriman	Dibawa langsung
	Pelabelan	Daun benalu mangga dari Kediri, Jatim

No	Uraian	Petunjuk
1	Identitas sampel	
	Nama	Benalu mangga (<i>Dendrophthoe pentandra</i>)
2	Lokasi <i>Sampling</i>	Kelurahan Gunung Batin Baru, Kec. Terusan Nunyai, Kab. Lampung Tengah, Lampung
3	Waktu <i>Sampling</i>	
	Musim	Penghujan
	Bulan	Januari-Februari
	Keadaan	Terik
	Pukul	08:00-15:00
4	Bagian daun yang diambil	
	Sisi daun yang diambil	Daun muda yang bagus, bukan daun tua
	Pengeringan	Kering-angin 3 hari dengan ditutup kain katun hitam
	Populasi	Dari 3 pohon mangga
5	Pengiriman	
	Kondisi	Setengah kering
	Packing	Rapi dan kedap air
	Pengiriman	Dibawa langsung
	Pelabelan	Daun benalu mangga dari Lampung

No	Uraian	Petunjuk
1	Identitas sampel	
	Nama	Benalu mangga (<i>Dendrophthoe pentandra</i>)
2	Lokasi <i>Sampling</i>	Jl. Tondano, nomor 21, Pekalongan Timur, Pekalongan, Jawa Tengah
3	Waktu <i>Sampling</i>	
	Musim	Penghujan
	Bulan	Januari-Februari
	Keadaan	Mendung
	Pukul	08:00-15:00
4	Bagian daun yang diambil	
	Sisi daun yang diambil	Daun muda yang bagus, bukan daun tua
	Pengeringan	Kering-angin 3 hari dengan ditutup kain katun hitam
	Populasi	Dari 3 pohon mangga
5	Pengiriman	
	Kondisi	Setengah kering
	Packing	Rapi dan kedap air
	Pengiriman	JNE (paket)
	Pelabelan	Daun benalu mangga dari Pekalongan

No	Uraian	Petunjuk
1	Identitas sampel	
	Nama	Benalu mangga (<i>Dendrophthoe pentandra</i>)
2	Lokasi <i>Sampling</i>	Kelurahan Tanjung Selor Hilir, Kec. Tanjung Selor, Kab. Bulungan, Kalimantan Utara
3	Waktu <i>Sampling</i>	
	Musim	Penghujan
	Bulan	Januari-Februari
	Keadaan	Terik
	Pukul	08:00-15:00
4	Bagian daun yang diambil	
	Sisi daun yang diambil	Daun muda yang bagus, bukan daun tua
	Pengeringan	Kering-angin 3 hari dengan ditutup kain katun hitam
	Populasi	Dari 3 pohon mangga
5	Pengiriman	
	Kondisi	Setengah kering
	Packing	Rapi dan kedap air
	Pengiriman	Dibawa langsung
	Pelabelan	Daun benalu mangga dari Selor Hilir, Kaltara