

**KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER BATANG DAN AKAR  
TUMBUHAN KEJI (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
dalam Ilmu Biologi



Oleh: **HANA SAFITRI**

NIM: 1908016014

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hana Safitri  
NIM : 1908016014  
Program Studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Kandungan Metabolit Sekunder Batang dan Akar  
Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 23 Juni 2023

Pembuat Pernyataan



**Hana Safitri**

NIM: 1908016014



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang  
Telp.024-7601295 Fax.7615387

---

### PENGESAHAN

---

Naskah skripsi berikut ini:

Judul skripsi : Kandungan Metabolit Sekunder Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

Penulis : **Hana Safitri**

NIM : 1908016014

Program Studi : Biologi

Telah diujikan dalam Sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Biologi.

Semarang, 30 Juni 2023

#### DEWAN PENGUJI

Penguji I,

**Arnia Sari Mukaromah, M. Sc.**

NIP. 19870911201801001

Penguji III,

**Chusnul Adib Achmad, M. Sc.**

NIP. 19871231201901001

Pembimbing I,

**Arnia Sari Mukaromah, M. Sc.**

NIP. 198709112018012001

Penguji II,

**Abdul Malik, M. Si.**

NIP. 19891103201801001

Penguji IV,

**Hafidha Asni Akmalia, M. Sc.**

NIP. 198908212019032013

Pembimbing II,

**Abdul Malik, M. Si.**

NIP. 19891103201801001



## NOTA DINAS

Semarang, 23 Juni 2023

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul skripsi : **Kandungan Metabolit Sekunder Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)**

Penulis : Hana Safitri  
NIM : 1908016014  
Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Pembimbing I,



Arnia Sari Mukaromah, M. Sc.  
NIP 198709112018012001

## NOTA DINAS

Semarang, 23 Juni 2023

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul skripsi : **Kandungan Metabolit Sekunder Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)**

Penulis : Hana Safitri  
NIM : 1908016014  
Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Pembimbing II,



Abdul Malik, M. Si.  
NIP 19891103201801001

## ABSTRAK

Tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) merupakan tumbuhan obat herbal yang sering dijumpai di pulau Jawa hingga Sumatera. Daun dan akar tumbuhan keji (*S. elongata*) digunakan masyarakat sebagai obat diuretik dan meningkatkan tekanan darah serta dipercaya dapat mengobati penyakit batu kandung kemih, batu ginjal, dan masalah persendian. Namun, penelitian mengenai metabolit sekunder pada batang dan akar tumbuhan keji belum pernah dilakukan. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder dan senyawa penanda pada batang dan akar tumbuhan keji. Tahapan penelitian yaitu pengeringan dan penyerbukan sampel, ekstraksi, dan analisis menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa pada batang berjumlah 9 senyawa metabolit sekunder dari golongan fenol, terpenoid, alkohol dan ester. Sedangkan senyawa metabolit sekunder pada akar tumbuhan keji berjumlah 10 senyawa dari benzofuran, 2,3-dihydro, fenol, dan ester. Senyawa penanda pada batang adalah *phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-* sedangkan senyawa penanda pada akar yaitu *octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester*.

Kata kunci: akar, batang, GC-MS, keji, metabolit sekunder.

## ABSTRACT

*Keji plant (Staurogyne elongata (Blume) Kuntze) is an herbal medicinal plant that is often found on the islands of Java to Sumatra. The leaves and roots of keji plants (S. elongata) are used by the community as diuretic drugs and increase blood pressure and are believed to treat bladder stones, kidney stones, and joint problems. However, research on secondary metabolites in the stems and roots of keji plants has never been done. The aim of the study was to identify the content of secondary metabolites and marker compounds in the stems and roots of keji plants. The research stages were drying and pollination of samples, extraction, and analysis using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The results showed that the compounds in the stem were 9 secondary metabolite compounds from the phenol, terpenoid, alcohol and ester groups. While secondary metabolite compounds in the roots of keji plants were 10 compounds from benzofuran, 2,3-dihydro, phenols, and esters. The marker compounds in the stem were phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl- while the marker compounds in the roots were octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester.*

*Keywords: root, stem, GC-MS, keji, secondary metabolites.*

## TRANSLITERASI

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor : 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ها	H
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd:

a > = a panjang

i > = I panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = او

ai = اي

iy= اي

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa terlimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Kandungan Metabolit Sekunder Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)”** sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S-1) pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan inspirasi dan menuntun umat manusia menuju jalan yang lurus serta menjadi anugerah terbesar bagi seluruh alam semesta. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua saya dan segenap keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materi, serta doa yang tulus atas kelancaran penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi;
2. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;

3. Dr. Ismail, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang;
4. Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M. Si., selaku Ketua Program Studi Biologi yang telah memberikan arahan selama perkuliahan dan penulisan skripsi;
5. Arnia Sari Mukaromah, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu, ide-ide selama penelitian, serta memberikan banyak arahan dalam penulisan skripsi;
6. Abdul Malik, M. Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi;
7. Fajrul Falakh, M. Ling., selaku dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan selama perkuliahan;
8. Sumiati, S. Pd., staff dan juga asisten Laboratorium Biologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan izin dan membantu menyelesaikan penelitian;
9. Dosen dan segenap civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan banyak ilmu serta motivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi;
10. Siti Fatimah, S. Si., Regi Sandy, S. Si., dan Aisyah Chofifawati S. Si., serta masyarakat Desa Domiyang yang telah membatu proses sampling;

11. Bulan, Riska, Zhusna, Yasmin, Vivi, dan Rahmatya yang telah berkenan menemani, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis dalam proses penelitian dan penulisan skripsi;
12. Teman-teman seperjuangan dari keluarga Biologi 2019 yang telah kebersamai selama perkuliahan;
13. UKM Seni dan Budaya Genesa yang telah menjadi wadah untuk belajar kesenian yang akan selalu terkenang dalam hidup penulis;
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusi, doa, dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini;

Semoga semua yang telah diberikan kepada penulis, mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna menjadikan skripsi ini lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, pembaca, serta masyarakat. Aamiin.

Semarang, 30 Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>NOTA DINAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>NOTA DINAS</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>TRANSLITERASI</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>9</b>
A. Kajian Teori.....	9
1. Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze)	9

2.	Metabolit Primer.....	11
3.	Metabolit Sekunder .....	15
4.	Ekstraksi.....	21
5.	GC-MS ( <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i> ) .....	24
6.	Tinjauan Islam tentang Analisis Fitokimia Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elogata</i> ) .....	25
B.	Kajian Hasil Penelitian yang Relevan .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>32</b>
A.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
B.	Alat dan Bahan.....	33
C.	Metode .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>37</b>
A.	Deskripsi Hasil Penelitian.....	37
1.	Parameter Lingkungan di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan.....	37
2.	Ekstraksi Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze) .....	38
3.	Kandungan Metabolit Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze) .....	39
4.	Analisis PCA Senyawa Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze) .....	48
B.	Pembahasan Hasil Penelitian .....	51
1.	Parameter Lingkungan di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan.....	51
2.	Ekstraksi Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze) .....	53

3. Kajian Fitokimia Senyawa Metabolit yang Teridentifikasi pada Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze). .....	55
4. Analisis PCA Senyawa Penanda Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze) .....	71
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>77</b>
A. Kesimpulan .....	77
B. Saran .....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>99</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>117</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze)	10
Gambar 2.2	Jalur Biosintesis Metabolit Primer	12
Gambar 2.3	Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder	21
Gambar 3.1	Peta Lokasi Desa Domiyang	32
Gambar 4.1	Kromatogram GC-MS Batang Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze)	42
Gambar 4.2	Kromatogram GC-MS Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> (Blume) Kuntze)	46
Gambar 4.3	<i>Score Plot</i> Senyawa Pada Batang Dan Akar Tumbuhan Keji Menggunakan PCA	48
Gambar 4.4	H Korelasi Senyawa Pada Batang Dan Akar Tumbuhan Keji	49

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1	Paramater Lingkungan	37
Tabel 4.2	Rendemen Ekstrak Batang dan Akar Tumbuhan Keji	38
Tabel 4.3	Hasil Analisis GC-MS Batang Tumbuhan Keji	43
Tabel 4.4	Hasil Analisis GC-MS Akar Tumbuhan Keji	47

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Hasil Analisis GC-MS Kandungan Senyawa Pada Batang Tumbuhan Keji	99
Lampiran 2.	Hasil Analisis GC-MS Relatif Area Pada Batang Tumbuhan Keji	112
Lampiran 3.	Hasil Analisis GC-MS Kandungan Senyawa Pada Akar Tumbuhan Keji	113
Lampiran 4.	Hasil Analisis GC-MS Relatif Area Pada Akar Tumbuhan Keji	115
Lampiran 5.	Sampling Batang dan Akar Tumbuhan Keji ( <i>Staurogyne elongata</i> ) di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan	125
Lampiran 6.	Pengukuran Parameter Lingkungan	125
Lampiran 7.	Simplisia	126
Lampiran 8.	Proses Ekstraksi	127
Lampiran 9.	Ekstrak	127
Lampiran 10.	Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) Thermo ISQ Scientific 7000	127

# BAB I

## PENDAHULUAN

### **A. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kekayaan hayati yang tinggi baik dari flora, fauna, maupun mikroba. Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi kedua setelah Brazil. Pada tahun 2017, Indonesia tercatat memiliki 31.750 spesies tumbuhan yang sudah ditemukan (Retnowati *et al.*, 2019). Namun hanya sekitar 7.500 spesies yang sudah dimanfaatkan menjadi bahan baku obat (LIPI, 2015).

Salah satu pemanfaatan keanekaragaman tumbuhan di kalangan masyarakat adalah menggunakan tumbuhan sebagai sumber obat herbal. Dalam penelitian Roosita *et al.*, (2008) dapat diketahui bahwa sebanyak 61% masyarakat Indonesia percaya dan telah membuktikan bahwa sekitar 117 jenis tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai obat herbal untuk mengatasi beberapa keluhan penyakit. Tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai obat herbal karena di dalamnya terkandung senyawa metabolit sekunder sebagai kimia bahan alam yang merupakan zat bioaktif sehingga dapat mengobati berbagai jenis penyakit (Humairah *et al.*, 2022).

Tumbuhan mampu mensintesis metabolit sekunder yang beraneka ragam dengan struktur kerangka karbon yang kompleks. Pada dasarnya, ekstrak tumbuhan adalah kumpulan senyawa metabolit sekunder yang memiliki jenis, fungsi, dan kadar yang berbeda menyesuaikan kondisi dan kebutuhan masing-masing tumbuhan. Ekstrak tumbuhan tingkat tinggi sebanyak 14-28% digunakan sebagai obat-obatan, dan 74% diantaranya dapat diketahui memiliki fungsi medisinal setelah melalui proses penggunaan sebagai obat tradisional atau etnomedik (Dalimunte & Rachmawan, 2017).

*Staurogyne* sp. merupakan salah satu tumbuhan obat yang tersebar pada daerah tropis dengan total 80 spesies. Sebanyak 50 spesies ditemukan di Asia Tenggara salah satunya Indonesia. *Staurogyne elongata* merupakan salah satu tanaman yang populer di kalangan masyarakat dengan nama lokal reundeu (Sunda) atau keji (Jawa) (Lemmens & Bunyapraphatsara, 2005). Tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) merupakan tumbuhan yang sering dijumpai di pulau Jawa hingga Sumatera. Tumbuhan keji dapat dijumpai pada daerah pegunungan dengan iklim tropis dan tempat yang teduh serta tidak terkontaminasi limbah (Lemmens & Bunyapraphatsara, 2005). Kondisi tersebut sesuai dengan

lingkungan Desa Domiyang, Kec Paninggaran, Kab. Pekalongan yang letak geografisnya terletak di daerah pegunungan 850 meter diatas permukaan laut (Rosikin, 2020). Selain digunakan sebagai lalapan, menurut Girmansyah (2014) daun dan akar tumbuhan keji digunakan masyarakat sebagai obat diuretik dan meningkatkan tekanan darah. Diuretik merupakan obat untuk peningkat laju aliran urin dengan peningkatan laju ekskresi NaCl (Goodman & Gilman, 2008).

Penelitian terhadap tumbuhan keji *S.elongata* tergolong masih sedikit. Selain itu, penelitian terdahulu tentang tumbuhan keji mayoritas hanya meneliti pada bagian daun saja. Maulani *et al.*, (2017) telah melakukan penelitian tumbuhan keji dengan hasilnya yaitu ekstrak etil asetat daun tumbuhan keji dalam konsentrasi 580 mg/ml memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dengan zona hambat 0,88 cm. Selain itu Fatimah (2022) juga melakukan penelitian terhadap kandungan metabolit sekunder daun muda dan dewasa tumbuhan keji dengan hasil yang menunjukkan bahwa perbedaan usia daun mempengaruhi senyawa metabolit yang terkandung didalamnya yaitu sebanyak 22 senyawa ditemukan pada daun muda dan 16 senyawa pada daun dewasa.

Dalam penelitian Batlajery *et al.*, (2022) mayoritas masyarakat memanfaatkan tumbuhan obat pada bagian daun dibandingkan bagian yang lain, dikarenakan daun merupakan bagian yang melimpah serta tidak terpaud musim seperti bunga maupun umbi. Dalam penelitian Maulidiah (2019) diketahui bahwa organ tumbuhan yang paling banyak dimanfaatkan sebagai obat adalah daun (49%), rimpang (24%), buah (16%), batang (6%), akar (3%), umbi (2%), dan bunga (1%). Masyarakat banyak menggunakan daun untuk obat karena menilai daun lebih berkhasiat daripada organ yang lain. Hal ini, dikarenakan kandungan klorofil daun terdapat senyawa antioksidan, antiperadangan, dan zat zat lain yang dapat dimanfaatkan untuk menyembuhkan penyakit. Dalam Lin *et al.*, (2013) diketahui bahwa *Chlorophyll-related compounds* (CRC) dapat bertanggung jawab atas perubahan fungsi biologis seperti penghambatan molekul adhesi yang diinduksi sitokinin selama terjadi suatu peradangan.

Melihat permasalahan tersebut, penting untuk dilakukan penelitian terhadap organ tumbuhan selain daun guna mendapat informasi senyawa yang dapat dimanfaatkan dari organ tersebut. Penelitian metabolit pada seluruh organ tumbuhan telah dilakukan oleh Hakim *et al.*, (2018) dengan hasil bahwa setiap organ tumbuhan

*Heliantus annuus* L. memiliki perbedaan kandungan metabolit dengan 4 senyawa penanda pada bagian akar dan 2 senyawa penanda pada biji. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa setiap organ tumbuhan dapat memiliki kandungan senyawa yang berbeda. Penelitian lain terhadap metabolit sekunder organ batang *Punica grantum* dilakukan oleh Prasetyo *et al.*, (2021) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa batang pohon delima mengandung alkaloid, tanin, fenol, steroid dan terpenoid. Selain itu, penelitian terhadap akar telah dilakukan oleh (Muharram *et al.*, 2022) pada akar tumbuhan mangrove (*Sonneratia caseolaris*), hasil penelitian menunjukkan akar mangrove terdapat senyawa metabolit golongan terpenoid dan alkaloid. Identifikasi metabolit sekunder pada organ batang dan akar telah dilakukan oleh Yasmin *et al.*, (2019) pada tumbuhan merung (*Coptosapelta tomentosa*), hasil penelitian menunjukkan bahwa pada batang dan akar terkandung senyawa turunan flavonoid dan senyawa turunan fenol yang berpotensi sebagai antioksidan. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pada organ tumbuhan selain daun, seperti batang dan akar juga memiliki kandungan senyawa metabolit

sekunder yang berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi sumber obat herbal.

Kandungan senyawa metabolit pada tumbuhan dapat diketahui dengan metode GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). GC-MS merupakan metode yang efisien dengan resolusi tinggi sehingga dapat menganalisa partikel kecil. GC-MS dapat mendeteksi senyawa dengan konsentrasi kecil hingga  $<1$  ng/g. Selain itu, dapat mengidentifikasi senyawa berdasarkan reaksi fragmentasi, sehingga dapat diketahui golongan senyawanya (Darmaptani *et al.*, 2016). Berangkat dari permasalahan yang ada, penelitian terdahulu terhadap tumbuhan keji masih banyak yang hanya meneliti organ daun saja. Sedangkan penelitian terhadap batang dan akar tumbuhan keji belum ada yang melakukan. Akar tumbuhan keji sudah diketahui manfaatnya dalam pengobatan herbal namun belum diketahui senyawa metabolit sekunder apa yang menyebabkan akar dapat dimanfaatkan untuk pengobatan. Oleh karena itu, penelitian terhadap kandungan metabolit sekunder pada batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) penting untuk dilakukan.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Apa saja kandungan metabolit sekunder batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)?.
2. Apa saja senyawa metabolit sekunder penanda pada batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)?.

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder pada batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze),.
2. Menentukan senyawa metabolit sekunder penanda pada batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze).

## **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis

Dapat menjadi referensi peneliti lain dalam memanfaatkan batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) sebagai obat tradisional.

## 2. Manfaat Praktis

### a. Bagi Penulis

- 1) Menambah pengetahuan dan wawasan terkait metabolit sekunder yang terkandung dalam batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze).
- 2) Dapat menjadi referensi serta data ilmiah dalam penelitian selanjutnya.

### b. Bagi Instansi

- 1) Dapat menjadi referensi kajian keustakaan dalam sumber belajar.
- 2) Dapat menjadi informasi baru mengenai kandungan metabolit sekunder batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze).

### c. Bagi Masyarakat

Dapat menjadi informasi etnobotani bagi masyarakat tentang kandungan metabolit sekunder batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze).

## BAB II

### LANDASAN PUSTAKA

#### A. Kajian Teori

##### 1. Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze tersebar di negara dengan iklim tropis. Menurut database *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) *Staurogyne elongata* juga ditemukan di Malaysia dengan data spesimen tercatat pada tahun 1982 oleh Naturalis Biodiversity Center (GBIF, 2023). Di Indonesia, *Staurogyne elongata* dapat ditemukan di pulau Jawa dan Sumatera dengan sebutan reundeu (Sunda) maupun keji (Jawa). Masyarakat sering memanfaatkan daun tumbuhan keji sebagai lalapan untuk dikonsumsi langsung (Lemmens & Bunyaphatsara, 2005).

*Staurogyne elongata* merupakan tanaman herba dengan batang tegak yang dapat tumbuh dengan tinggi sekitar 60 cm. Daunnya berbentuk lonjong hingga bulat telur dengan ukuran 6-15×25 cm. Permukaan daun berambut halus dengan panjang tangkai daun 2-6 cm. Bunga bewarna putih-merah muda dengan panjang mahkota 2 cm. Tumbuhan keji bukanlah tumbuhan musiman sehingga akan terus berbunga sepanjang

tahunnya. Buah berukuran kecil bulat telur dengan biji yang cukup banyak (Maulani *et al.*, 2017). Habitus dan herbarium tumbuhan keji dapat diamati pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)  
a) Habitus di alam (Franco & Mustaqim, 2021), b)  
Herbarium (GBIF, 2022)

Klasifikasi tumbuhan keji yaitu

*Kingdom* : *Plantae*

*Phylum* : *Tracheophyta*

*Class* : *Magnoliopsida*

*Ordo* : *Lamiales*

*Family* : *Acanthaceae*

*Genus* : *Staurogyne*

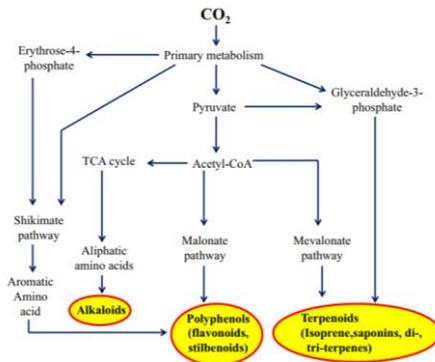
*Species* : *Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze  
(GBIF, 2022)

Daun tumbuhan keji *S. elongata* dapat dimanfaatkan untuk obat diuretik. Masyarakat meyakini bahwa akar

dan daun tumbuhan keji ini dapat dimanfaatkan juga sebagai penambah darah untuk meningkatkan tekanan darah (Maulani *et al.*, 2017). Selain itu, masyarakat juga percaya bahwa daun tumbuhan keji dapat mengobati penyakit batu kandung kemih, batu ginjal, dan masalah persendian (Noviandi, 2014).

## **2. Metabolit Primer**

Metabolit primer adalah senyawa yang berfungsi secara esensial dalam aktivitas dan pemeliharaan sel. Contohnya sterol berperan penting dalam melindungi permeabilitas membran, giberelin berfungsi dalam pemanjangan tanaman dan pertumbuhan sel, dan karotenoid berfungsi dalam perlindungan tanaman dari kerusakan akibat sinar. Senyawa intermediet metabolit primer, diproduksi didalam sitosol untuk dilanjutkan ke plastid untuk diubah dengan proses metabolit sekunder (Robert, 2007). Jalur biosintesis metabolit primer dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Jalur Biosintesis Metabolit Primer (Ruchika *et al.*, 2019)

Metabolit primer tumbuhan dapat dihasilkan dari proses fotosintesis dan respirasi dengan bahan baku  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{NH}_3$ . Dalam proses tersebut dihasilkan produk berupa glukosa, asam nukleat, maupun asam amino. Beberapa golongan metabolit primer diantaranya ialah karbohidrat, protein, asam amino, lipid, dan asam lemak (Julianto, 2018).

### a. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa karbonil yang tersusun atas beberapa gugus hidroksil. Karbohidrat berperan sebagai bahan bakar, sumber energi, dan zat antara metabolisme. Contohnya pati pada tumbuhan adalah polisakarida yang dimobilisasi sehingga menghasilkan glukosa yang berperan sebagai bahan bakar

utama dalam pembentukan energi tumbuhan. Beberapa penelitian menyatakan bahwa karboidrat merupakan kunci yang berperan dalam proses pengenalan sel (Ishcak *et al.*, 2017).

#### **b. Protein dan Asam Amino**

Protein merupakan polipeptida yang memiliki bobot molekul bervariasi. Protein memiliki sifat yang berbeda-beda contohnya adalah protein yang dapat larut dalam air dan protein yang sukar larut dalam air. Protein memiliki beberapa fungsi biologi diantaranya ialah katalis enzimatik, transport dan penyimpanan, proteksi imun, penghantar impuls saraf, serta diferensiasi pada tumbuhan (Ishcak *et al.*, 2017).

Asam amino merupakan produk primer dari hasil penguraian protein. Asam amino dapat memiliki perbedaan pada strukturnya yang ditentukan oleh gugus rantai samping atau gugus R. Berdasarkan pembentukannya asam amino dapat dibagi menjadi dua yaitu asam amino esensial dan asam amino non esensial. Asam amino esensial merupakan asam amino yang tidak bisa diproduksi oleh tubuh, sedangkan asam amino non esensial adalah asam amino yang bisa disintesis dalam tubuh (Ishcak *et al.*, 2017).

### **c. Lipid dan Asam Lemak**

Lipid merupakan senyawa hidrofobik yang tidak dapat larut dalam air. Lipid merupakan komponen utama membran sel pada jaringan makhluk hidup. Fungsi lipid lainnya adalah sebagai energi cadangan yang dapat ditemukan dalam jaringan adiposa. Berdasarkan sifat lipid dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama yaitu lipid yang dapat dilakukan saponifikasi dan lipid yang tidak dapat dilakukan saponifikasi (Ishcak *et al.*, 2017).

Asam lemak merupakan bagian dari kelompok lipid. Asam lemak adalah asam karboksilat dengan rantai panjang. Asam lemak juga dapat berperan sebagai molekul sumber energi yang potensial. Berdasarkan ikatan rangkap, asam lemak dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang memiliki ikatan rangkap sedangkan asam lemak tak jenuh tidak memiliki ikatan rangkap (Ishcak *et al.*, 2017).

### **d. Asam Nukleat**

Asam nukleat pada sel terdapat dua jenis yaitu DNA (*Deoxyribonucleic acid*) dan RNA (*Ribonucleic acid*). Asam nukleat DNA maupun RNA tersusun atas monomer nukleotida. Nukleotida tersusun atas gugus fosfat, gula

pentose, dan basa nitrogen. Fungsi penting dari asam nukleat diantaranya ialah:

- 1) Penyimpanan, transmisi, dan translasi informasi genetik.
- 2) Koenzim pemindah asam asetat
- 3) Koenzim pembawa energi
- 4) Koenzim reaksi oksidasi reduksi
- 5) Zat gula
- 6) Senyawa amino dan biomolekul lain (Ishcak *et al.*, 2017)

### **3. Metabolit Sekunder**

Metabolit sekunder merupakan senyawa yang berasal dari metabolisme lain dan tidak berperan dalam proses pertumbuhan tumbuhan. Metabolit sekunder berfungsi sebagai karakteristik khas berbentuk senyawa, serta sebagai pertahanan tumbuhan. Metabolit sekunder berupa hormon tumbuhan kerap dimanfaatkan dalam pengaturan aktivitas metabolisme sel dalam proses pertumbuhan. Metabolit sekunder berperan juga dalam pengelolaan sistem keseimbangan lingkungan (Julianto, 2018)

Kelompok utama pada metabolit sekunder ada tiga diantaranya ialah senyawa fenol, terpen, dan produk

sekunder terkandung nitrogen. Fungsi dari metabolit sekunder yaitu:

- a. Menarik pollinator dan hewan penyebar biji
- b. Berkontribusi penting dalam hubungan tumbuhan terhadap lingkungannya.
- c. Sebagai bentuk perlindungan diri terhadap predator maupun terhadap infeksi patogen.
- d. Sebagai agen kompetisi antar tumbuhan (Mastuti, 2016)

Beberapa golongan metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan diantaranya ialah:

### **1) Alkaloid**

Alkaloid dalam biosintesis terbentuk melalui jalur sikhimat dengan prekursor asam amino tryptophan (Maeda & Dudareva, 2012). Alkaloid merupakan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada hampir semua tumbuhan. Alkaloid dapat ditemukan pada organ daun, kulit kayu, ranting, maupun biji tumbuhan. Pada tumbuhan kadar alkaloid dapat mencapai 10-15% dan dapat dimanfaatkan sebagai obat seperti morina sebagai pereda nyeri dan atrofina sebagai antispasmodia (Sabirin *et al.*, 2013).

Alkaloid bebas biasanya berbentuk kristal dan alkaloid lainnya dapat berupa senyawa cair seperti

nikotina. Alkaloid dapat di klasifikasikan menurut jenis cincin heterosiklik nitrogen yaitu pirolidin, isoquinolin, quinolin, indol, konina, nikotin, dan berberina. Sifat basa alkaloid menyebabkan alkaloid mudah terdekomposisi oleh oksigen dan panas membentuk N-oksida (Heliawati, 2018).

## **2) Flavonoid**

Flavonoid adalah golongan senyawa fenol terbesar yang sering ditemukan pada tumbuhan berupa glikosida. Flavonoid merupakan hasil sintesis karbohidrat melalui jalur sikhimat fenilpropanoid (Sholekah, 2017). Flavonoid pada alam teridentifikasi sebanyak 10 jenis diantaranya ialah khalkon, auron, antosianin, proantosianidin, flavonol, flavon, flavanon, isoflavon, glikolavon, dan biflavonil (Harborne, 2006).

Flavonoid dapat diekstrak menggunakan etanol 70% yang ketika dikocok dengan eter minyak bumi akan terdapat lapisan air. Flavonoid tergolong senyawa fenol yang akan berubah warna ketika ditambah ammonia atau basa sehingga akan mudah terdeteksi pada larutan maupun kromatogram (Harborne, 2006).

### **3) Tanin**

Tanin merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki gugus fenol dan sering ditemukan pada tumbuhan berpembuluh. Letak tanin pada tumbuhan terpisah dari enzim sitoplasma dan protein. Sebagian besar tumbuhan yang memiliki kandungan tanin dihindari hewan herbivora karena rasa sepat dari tanin (Harborne, 2006).

Tanin disintesis melalui jalur sikhimat fenilpropanoid. Pada jalur sikhimat prekursor karbohidrat hasil glikolisis dan jalur pentose phosphate disintesis menjadi asam amino aromatic (Heliawati, 2018). Jika tanin direaksikan dengan protein akan terbentuk kopolimer yang tidak dapat larut dalam air. Secara kimiawi, tanin diklasifikasikan menjadi dua yaitu tanin yang terkondensasi dan tanin yang terhidrolisis. Tanin terkondensasi biasanya tersebar pada tumbuhan gymnospermae dan angiospermae. Sedangkan tanin yang terhidrolisis terdapat pada tumbuhan keping dua dengan persebaran terbatas (Harborne, 2006).

### **4) Saponin**

Saponin merupakan kompleks dari glikon dan aglikon serta telah teridentifikasi pada lebih dari 90

genus tumbuhan. Cara mudah dalam mendeteksi saponin adalah dengan adanya busa saat proses ekstraksi berlangsung. Saponin ini tersebar luas pada tumbuhan dan pada daun daunan yang dimanfaatkan sebagai sabun tradisional (Harborne, 2006).

Jalur biosintesis saponin dimulai dengan asetil-KoA melalui jalur mevalonat diubah menjadi squalene prekursor 30-karbon linier. Squalene kemudian dioksidasi menjadi 2,3-oksidoskualen, yang disiklus menjadi aglikon sikloartana, yang merupakan prekursor khusus untuk biosintesis sterol pada tumbuhan (Moses *et al.*, 2014).

## **5) Terpenoid**

Jalur biosintesis terpenoid terbagi menjadi dua yaitu jalur *methylerythritol 4-phosphate* (MEP) dan jalur mevalonat (Noushahi *et al.*, 2022). Terpen tersusun oleh isoprene dengan kerangka karbon terdiri dari satuan C5 sebanyak dua atau lebih. Terpenoid terdiri atas monoterpen, diterpen, dan triterpen. Terpenoid ditemukan pada bagian sitoplasma sel dengan sifat larut dalam lemak. Ciri umum dari terpenoid ialah senyawa tanpa warna, titik leleh tinggi dan aktif optik dengan kereaktifan kimia yang tak ada. Untuk

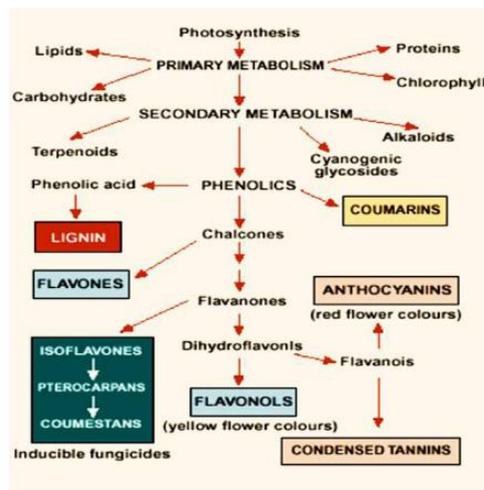
mengeskrak terpenoid, biasanya digunakan pelarut eter, protelem eter, dan klorofom (Harborne, 2006).

## 6) Steroid

Steroid merupakan senyawa sederhana yang tersusun atas kerangka struktur androstan. Androstan merupakan sistem cincin tersiklik yang ditandai dengan A, B, C, dan D dengan semua atom C pada strukur memiliki nomor urut mulai dai 1 sampai 19. Total gugus pada steroid yaitu sampai C<sub>17</sub> dengan gugus C<sub>3</sub> memiliki kandungan gugus fungsi oksigen. Tahap awal pembentukan steroid secara garis besar yaitu asam asetat yang diubah melalui asam mevalonat dan skualen lalu menjadi lanosterol dan sikloartenol (Heliawati, 2018).

Senyawa metabolit sekunder tumbuhan menurut jalur pembentukannya dibedakan menjadi tiga yaitu metabolit sekunder jalur asam malonat, asam mevalonat, dan asam sikhimat. Metabolit sekunder menurut jalur asam malonat dapat menghasilkan senyawa asam lemak (miristat, stearat, laurat, palmitat, oleat, linolenic, linoleat), poliasetilen, gliserida, glikolipida, dan fosfolipida. Jalur asam mevalonat dapat menghasilkan metabolit sekunder berupa *essential oil*, terpenoid, monoterpenoid, squalent,

menthol, steroid, korosinoid, geraniol, saponin, ABA dan GA3. Sedangkan jalur asam sikhimat dapat menghasilkan metabolit sekunder berupa fenol, asam benzoic, asam sinamat, asam amino, lignin, tanin, koumarin, benzoic dan quinon (Perangin-angin *et al.*, 2019). Jalur biosintesis metabolit sekunder dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder (Nugroho, 2017)

#### 4. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam suatu penelitian guna mengambil suatu senyawa pada tanaman. Berdasarkan hasil yang didapat ekstraksi dapat dibedakan menjadi ekstraksi total dan ekstraksi selektif. Ekstraksi total memiliki target untuk

mendapatkan hasil ekstraksi dengan zat terlarut tertinggi. Ekstraksi selektif adalah ekstraksi yang fokus dengan senyawa tertentu sehingga dapat menghindari terdeteksinya senyawa yang tidak diinginkan (Lefebvre *et al.*, 2020). Metode ekstraksi yang biasa digunakan adalah metode maserasi, sokletasi, digesti, refluks, dan perkolasi (Heliawati, 2018).

Sokletasi adalah proses ekstraksi dengan cara memisahkan komponen dalam zat padat dengan penyaringan secara berulang menggunakan pelarut tertentu. Sokletasi dilakukan dengan alat khusus yaitu soklet. Dalam ekstraksi dengan metode sokletasi, sampel harus terhindar dari sinar matahari langsung supaya tidak terjadi fotosintesis pada sampel sehingga mengakibatkan dekomposisi. Dalam penggunaan alat sokletasi tidak boleh lebih rendah dari pipa kapiler untuk menghindari tersumbatnya saluran pipa dasar (Azizah, 2021)

Berdasarkan metode ekstraksi yang telah dijelaskan, penelitian ini menggunakan metode ekstraksi sokletasi dengan pelarut etanol. Keunggulan dari sokletasi yaitu sampel akan terekstrak secara sempurna. Selain itu, sokletasi juga lebih efisien waktu daripada maserasi, pelarut yang digunakan tidak terlalu banyak. Kekurangan dari metode sokletasi adalah dapat menyebabkan

kerusakan komponen senyawa yang tidak tahan terhadap panas (Puspitasari & Prayoga, 2016).

Dalam melakukan ekstraksi sokletasi dibutuhkan pelarut etanol. Etanol bersifat tidak beracun, netral, dapat mencegah pertumbuhan bakteri dan kapang, serta absorpsinya baik. Selain itu etanol memerlukan suhu yang lebih rendah untuk pemekatan, sehingga dapat meminimalisir resiko penyusutan senyawa aktif karena pemanasan (Suharyanto & Hayati, 2021). Beberapa penelitian mengenai batang dan akar tumbuhan menggunakan etanol sebagai pelarut, contohnya seperti penelitian Ponmathi Sujatha *et al.*, (2017) yang menggunakan etanol sebagai pelarut dalam ekstraksi daun, batang, dan akar *Barleria cortallica* (Acanthaceae) yang masih dalam satu family dengan tumbuhan keji. Selain itu, penelitian terhadap tumbuhan keji sebelumnya oleh (Fatimah, 2022) dalam ekstraksi daun keji menggunakan pelarut metanol. Dalam Loekitowati *et al.*, (2003) diketahui metanol memiliki tingkat kepolaran yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan etanol, sehingga dalam penelitian kandungan metabolit sekunder batang dan akar tumbuhan keji digunakan pelarut etanol dikarenakan target hasil ekstraksinya adalah ekstraksi total.

## 5. GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*)

Teknik GC (*Gas Chromatography*) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1952 oleh James dan Martin (Sparkman, 2011). GC merupakan kromatografi dengan teknik deteksi senyawa yang mudah menguap pada kondisi dipanaskan dan tekanan rendah. Perkembangan teknologi mencetuskan inovasi GC yang digunakan secara bersamaan dengan MS (*Mass Spectrometry*). MS diperlukan dalam proses identifikasi senyawa dengan penentu bobot molekul (Darmaptani *et al.*, 2016)

Kromatografi gas (GC) memiliki fase gerak yaitu gas inert yang akan membawa sampel ke kolom. Fase diam berupa polimer yang berfungsi sebagai pendukung gas pembawa di dalam kolom. Sedangkan spektrometri massa akan menghasilkan spektrum sesuai massa dan muatan. Komponen yang terdapat pada GC-MS diantaranya ialah gas pembawa (*carrier gas*), tempat injeksi (*injection part*), oven, kolom, dan fase diam (*stationary phase*) (Hidayat, 2019).

Metode GC-MS adalah metode pemisahan zat dalam sampel dengan kromatografi gas dan analisis dengan spektrometri massa. Metode GC-MS termasuk cukup tinggi sensitivitasnya dalam pemisahan senyawa campuran dan mampu menganalisa senyawa dalam

konsentrasi senyawa rendah. GC-MS juga dapat mendeteksi spektrum massa dari suatu komponen. GC-MS ini dapat mendeteksi informasi waktu retensi dan ionisasi elektron dalam bentuk spektrum massa dari komponen (Hidayat, 2019). Keunggulan dari metode GC-MS adalah resolusinya yang tinggi dan efisien dalam analisis partikel berukuran kecil. Kecepatan dan aliran gas GC-MS terkontrol serta analisisnya yang tidak memakan banyak waktu. GC-MS juga tidak merusak sampel sehingga kandungan senyawa dalam sampel akan terjaga (Diva Candraningrat *et al.*, 2021)

## **6. Tinjauan Islam tentang Analisis Fitokimia Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elogata*)**

Dalam Al-Qur'an surat As-Syu'ara ayat 7 Allah SWT berfirman:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya:

*"Apakah mereka tidak memperhatikan bumi? Berapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu aneka ragam tumbuhan yang baik?". (QS As-Syu'ara [26] : 7)*

Dalam tafsir Al-Mishbah menjelaskan bahwa hendaknya

sebagai umat muslim senantiasa bersyukur, merenungi, dan mengamati segala ciptaan Allah swt yang ada di bumi ini. Beraneka ragam tumbuhan dengan aneka ragam manfaat yang berada di bumi ini hanya bisa di ciptakan oleh Allah swt Tuhan Maha Kuasa. Tumbuhan dengan segala manfaat baik salah satunya dapat dijadikan sebagai obat peyembuh penyakit (Shihab, 2000).

Dalam Ali Imran ayat 191 Allah berfirman:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ  
فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا  
سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

*Artinya:*

*“(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.” (Q.S Ali Imran [3] : 191).*

Dalam tafsir Tarbawi menjelaskan bahwa dengan akal manusia dapat berpikir, membaca, mengetahui, atau

menelaah semua fenomena yang ada di langit dan bumi. Semua hal yang telah diciptakan Allah swt mempunyai manfaat dan tidak terjadi secara sia-sia atau kebetulan. Begitu pula dengan tumbuhan diciptakan dengan organ yang terdiri dari daun, batang, akar, biji, buah dan bunga tidak ada yang diciptakan secara sia-sia. Semua senyawa yang terkandung dalam tumbuhan memiliki manfaat masing masing dan dapat dimanfaatkan oleh manusia (Wahidi, 2016).

## **B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan**

Penelitian terdahulu yang relevan terhadap penelitian ini diantaranya ialah:

- Penelitian tumbuhan keji oleh Fatimah (2022) dari UIN Walisongo Semarang dengan hasil penelitian bahwa terdapat perbedaan senyawa metabolit sekunder pada daun muda dan dewasa tumbuhan keji yaitu sebanyak 22 senyawa pada daun muda, dan 16 senyawa pada daun dewasa.
- Penelitian terhadap metabolit telah dilakukan terhadap tumbuhan belaran tapah (*Merremia peltata*) oleh Humairah *et al.*, (2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa

saponin teridentifikasi pada semua organ tumbuhan, pada batang teridentifikasi tanin, dan pada akar terdapat alkaloid dengan indikasi lemah.

- Penelitian terhadap perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokletasi telah dilakukan oleh Wijaya *et al.*, (2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil rendeman ekstrak batang turi menggunakan metode sokletasi lebih tinggi daripada hasil ekstraksi dengan metode maserasi.
- Penelitian metabolit sekunder terhadap tumbuhan *Elephantopus mollis* telah dilakukan oleh (Verawati *et al.*, 2022) dengan meneliti organ daun, batang, dan akar. Pada hasil penelitian dapat diketahui bahwa dari ketiga organ tersebut memiliki aktivitas antioksidan dari senyawa fenol. Senyawa terpenoid ditemukan pada bagian akar dan daun, sedangkan pada batang ditemukan steroid dan alkaloid.
- Penelitian lain terhadap batang *Punica grantum* dilakukan oleh Prasetyo *et al.*, (2021)

dengan tujuan menemukan kandungan metabolit sekunder pada batang pohon delima. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batang pohon delima mengandung Alkaloid, Tanin, Fenol, Steroid dan Terpenoid. Senyawa lain yang terkandung diantaranya ialah Pyrrolidine, Hydroxyl Cholecalciferol, Morpholine, dan Decaborane.

- Penelitian relevan lainnya adalah identifikasi metabolit sekunder dari ekstrak batang dahu (*Dracontomelon dao*) oleh Rudiana *et al.*, (2021). Pada hasil penelitian dituliskan batang *D. dao* mengandung senyawa tributilamina, flavanon, dan medroksiprogesteron asetat.
- Penelitian identifikasi metabolit sekunder pada organ batang dan akar tumbuhan merung (*Coptosapelta tomentosa*) telah dilakukan oleh Yasmin *et al.*, (2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada batang dan akar terkandung senyawa turunan flavonoid dan senyawa turunan fenol yang berpotensi sebagai antioksidan.

- Penelitian terhadap *Staurogyne elongata* sebelumnya juga sudah pernah dilakukan oleh Maulani *et al.*, (2017) dalam artikel Prosiding Farmasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat daun tumbuhan keji memiliki aktivitas antibakteri pada konsentrasi 580 mg/ml dengan zona hambat 0,88 cm terhadap bakteri *Escherichia coli* Sedangkan pada *Staphylococcus aureus* juga memiliki aktivitas antibakteri pada konsentrasi 580 mg/ml dengan zona hambat 0,79 cm.
- Penelitian senyawa fitokimia terhadap salah satu famili *Acanthaceae* telah dilakukan oleh Ponmathi Sujatha *et al.*, (2017) Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada batang *Baleria courtallica* ditemukan 25 senyawa, akar 23 senyawa, dan daun 28 senyawa.
- Penelitian oleh Rahim & Teruna (2017) yang berjudul Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Akar Tumbuhan Tunjuk Langit (*Helminthostacshys zeylanica*) dilakukan dengan metode maserasi

menggunakan pelarut metanol. Hasil menunjukkan bahwa akar tunjuk langit memiliki senyawa flavonoid HZ19 yang merupakan flavon golongan ugonin.

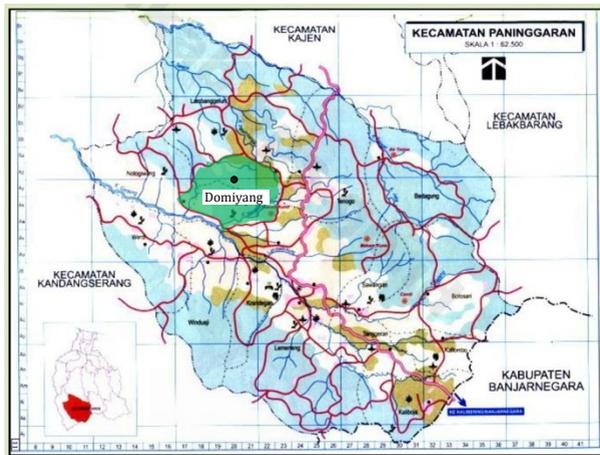
Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, belum ada penelitian terhadap metabolit sekunder pada batang dan akar tumbuhan keji

### BAB III

## METODE PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel penelitian batang dan akar diambil dari populasi tumbuhan keji di Desa Domiyang Kabupaten Pekalongan. Peta lokasi Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Desa Domiyang

Penelitian dilakukan pada bulan Januari-April 2023 di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

## **B. Alat dan Bahan**

### **1. Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya ialah kamera, soil pH meter (Takemura electric works LTD), lux meter, termohygrometer (TFA Germany), blender (Panasonic MX-GX1462), gelas beaker (Iwaki pyrex), neraca analitik (HR-200), oven (Memmert UN55), alat soklet (Iwaki pyrex), *glass syringe*, gelas ukur (Iwaki pyrex), mikropipet (Biorad), pipet ukur (Iwaki pyrex), batang pengaduk, spatula, *rotary evaporator* (DLab Scientific), *waterbath* (YCW-01), cawan porselen, dan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) (Thermo Scientific ISQ 7000).

### **2. Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya ialah batang dan akar tumbuhan keji *S.elongata*, kertas saring, *silica gel*, alumunium foil, es, etanol pa (merck), etanol for GC, n-hexane for GC, dan tip.

### **3. Metode**

#### **a. Pengukuran Parameter Lingkungan**

Dilakukan pengukuran terhadap parameter lingkungan abiotik seperti ketinggian, intensitas cahaya, dan kelembaban pada lokasi pengambilan sampel.

### **b. Pengambilan sampel**

Batang dan akar tumbuhan keji *S.elongata* diambil dari Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan Jawa Tengah. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *simple random sampling* dengan semua tumbuhan keji yang ada berpeluang sama untuk menjadi sampel. Sampel berupa batang dan akar diambil masing masing 300-500 gram dan dilakukan sortasi basah dengan membuang bagian tumbuhan yang tidak digunakan guna membersihkan sampel dari kotoran maupun bahan asing lainnya pada tumbuhan.

### **c. Pengeringan dan Penyerbukan Sampel**

Batang dan akar tumbuhan keji hasil sortasi dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran berupa tanah maupun pengotor lainnya. Batang dan akar yang telah bersih di potong kecil kecil lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C. Setelah kering sampel dihaluskan sampai menjadi serbuk dengan cara di blender. Sebelum dilakukan ekstraksi, sampel yang sudah diserbukkan dapat disimpan dalam toples dengan *silica gel*.

#### **d. Ekstraksi**

Sebanyak 15g sampel serbuk batang dibungkus kertas saring hingga berbentuk silinder lalu dimasukkan ke dalam kolom penyarian soklet. Komponen alat soklet (labu, penangas air, dan kolom penyarian) di rangkai menjadi satu. Sebanyak 200ml pelarut etanol dituang 2 siklus melewati bagian atas kolom penyarian. Pendingin balik dipasang, kemudian laju alir air diatur dalam pendingin balik tersebut. Ekstraksi dilakukan dengan durasi 8-12 jam hingga pelarut menjadi jernih. Hasil ekstraksi dikeringanginkan menggunakan penangas air dan kipas angin hingga pelarut etanol menguap sempurna (Mukaromah, 2010). Ekstrak dipekatkan pada suhu 40°C menggunakan *rotary evaporator* dengan kecepatan 90rpm. Selanjutnya dilakukan hal yang sama pada akar tumbuhan keji (Ali *et al.*, 2015).

#### **e. Analisis GC-MS**

Analisis GC-MS dilakukan dengan GC-MS (Thermo Scientific ISQ 7000). GC dihubungkan ke MS yang dilengkapi dengan kolom semi polar TG-5MS dimensi length 30 m, I.D 0,25 mm, dan film 0,25  $\mu\text{m}$ . Ekstrak yang disiapkan untuk analisis GC-MS adalah ekstrak dengan konsentrasi 1000 ppm. Sebanyak 1 $\mu\text{l}$  ekstrak diinjeksikan pada kondisi mesin stabil dengan suhu awal

70°C ditahan selama 2 menit. Suhu kolom dinaikkan 5°C/menit hingga mencapai suhu 200°C. Suhu kolom dinaikkan lagi menjadi 10°C/menit hingga mencapai suhu 250°C dan ditahan selama 10 menit. Gas pembawa yang digunakan adalah gas helium pada 1.0mL/menit dengan mode injeksi splitless. Hasil kromatogram dan data MS diunduh lalu dilakukan analisis lebih lanjut (Fatimah, 2022).

#### **f. Analisis Data**

Data kromatogram dari GC-MS dilakukan analisis perbandingan manual menggunakan MS database NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Data senyawa dilakukan identifikasi manual menurut *similarity index library* di atas 80%. Data hasil GC-MS berupa kromatogram luas area senyawa yang terkandung pada batang dan akar tumbuhan keji diolah dengan program analisis PCA (*Principal Component Analysis*) software Unscrambler version 10.4. dengan menggunakan analisis *score plot* dan *loading correlation*.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Hasil Penelitian

##### 1. Parameter Lingkungan di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan

Parameter lingkungan perlu dilakukan pengukuran untuk mendeskripsikan keadaan tempat pengambilan sampel batang dan akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan. Parameter lingkungan yang diukur diantaranya ialah pH tanah, suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban, dan ketinggian tempat. Hasil pengukuran parameter lingkungan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Parameter Lingkungan

Parameter Lingkungan	Hasil Pengukuran
pH Tanah	7,0
Suhu Udara	29°C
Intensitas Cahaya	3000 Cd
Kelembaban	81%
Ketinggian	480mdpl

Kondisi lingkungan Desa Domiyang tempat pengambilan sampel telah digambarkan pada tabel 4.1. Pengambilan sampel dilakukan pada ketinggian 480

mdpl dengan intensitas cahaya yang tergolong rendah. Nilai kelembapan pada Desa Domiyang cukup tinggi dengan pH tanah yang netral.

## 2. Ekstraksi Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

Tahap ekstraksi batang dan akar tumbuhan keji dilakukan dengan metode sokletasi sekitar 5 jam sampai pelarut etanol yang digunakan bewarna jernih. Ekstrak batang bewarna hijau pekat sedangkan ekstrak akar bewarna cokelat. Berat ekstrak pada batang sebanyak 0,926g dengan total rendemen 4,63% sedangkan ekstrak pada akar sebanyak 1,089g dengan total rendemen 5,44%. Hasil rendemen ekstrak batang dan akar tumbuhan keji dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Rendemen Ekstrak Batang dan Akar Tumbuhan Keji

No	Bagian	Berat Kering (g)	Berat Ekstrak (g)	Rendemen (%)	Warna
1.	Batang	20g	0,926g	4,63%	Hijau pekat
2.	Akar	20g	1,089g	5,44%	Cokelat

### 3. Kandungan Metabolit Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

Kandungan metabolit batang dan akar tumbuhan keji (*S. elongata*) dianalisis menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry Thermo Scientific ISQ 7000*. Waktu *running* GC-MS yang dibutuhkan pada masing-masing sampel adalah 39.99 menit. Waktu pertama kali senyawa terdeteksi pada batang dan akar tumbuhan keji berbeda. Pada sampel batang senyawa terdeteksi pertama kali pada menit ke 3.83 sedangkan senyawa pada akar pertama kali terdeteksi pada menit ke 3.04.

Analisis GC-MS pada batang dan akar tumbuhan keji menghasilkan kromatogram dengan peak yang runcing dan memisah satu sama lain. Peak kromatogram dapat menunjukkan kadar dan waktu terdeteksi dari senyawa metabolit. Senyawa yang terdeteksi selama waktu *running* GC-MS pada batang dan akar tumbuhan keji menunjukkan jumlah dan kadar senyawa yang berbeda, dengan batang terdeteksi 155 senyawa yang dapat dilihat pada lampiran 1. Sedangkan pada akar terdeteksi 110 senyawa yang dapat dilihat pada lampiran 3. Dari sejumlah senyawa tersebut dilakukan identifikasi manual menurut *similarity index (SI) library* GC-MS di atas 80%. Data final senyawa

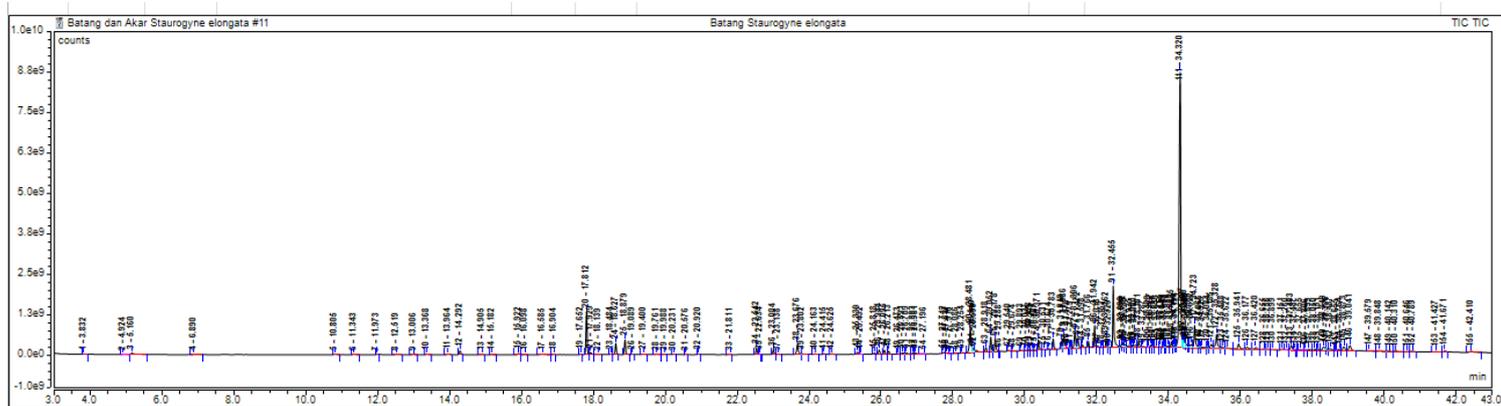
pada batang tumbuhan keji berjumlah 9 senyawa metabolit sekunder dan 1 senyawa metabolit primer dari *hexadecanoic acid*. Sedangkan pada akar ditemukan 10 senyawa metabolit sekunder dan 2 senyawa metabolit primer dari *hexadecanoic acid* dan *octadecanoic acid*.

#### **a. Kandungan Metabolit Batang Tumbuhan Keji**

Senyawa metabolit sekunder pada batang tumbuhan keji berasal dari golongan fenol, terpenoid, alkohol dan ester. Senyawa yang tergolong dalam senyawa fenol diantaranya ialah *2,4-Di-tert-butylphenol* dan *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*. Senyawa yang tergolong dalam terpenoid yaitu *Neophytadiene*; *2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-*; dan *3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol*. Senyawa alkohol adalah *E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol*. Metabolit sekunder dari golongan ester adalah *Acetic acid n-octadecyl ester*; *n-Propyl 9,12-octadecadienoate*; dan *Hexadecanoic acid, ethyl ester*. Senyawa metabolit primer juga terdeteksi pada batang tumbuhan keji yaitu senyawa metabolit dari *n-Hexadecanoic acid* atau asam palmitat. Senyawa *n-Hexadecanoic acid* pada batang memiliki nilai relatif area 3,26%.

Berdasarkan kromatogram GC-MS dapat diketahui senyawa dengan nilai relatif area tertinggi pada batang tumbuhan keji adalah *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-* dengan relatif area 33,08% yang merupakan senyawa golongan fenol. Sedangkan senyawa pada batang dengan nilai relatif area terendah yaitu *2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-* dengan relatif area 0,34% yang merupakan senyawa golongan terpenoid.

Hasil kromatogram GC-MS batang tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) dapat dilihat pada gambar 4.1, sedangkan analisis senyawa final GC-MS beserta nilai relatif area senyawa pada batang dapat dilihat pada tabel 4.3.



Tabel 4. 3 Hasil Analisis GC-MS Batang Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

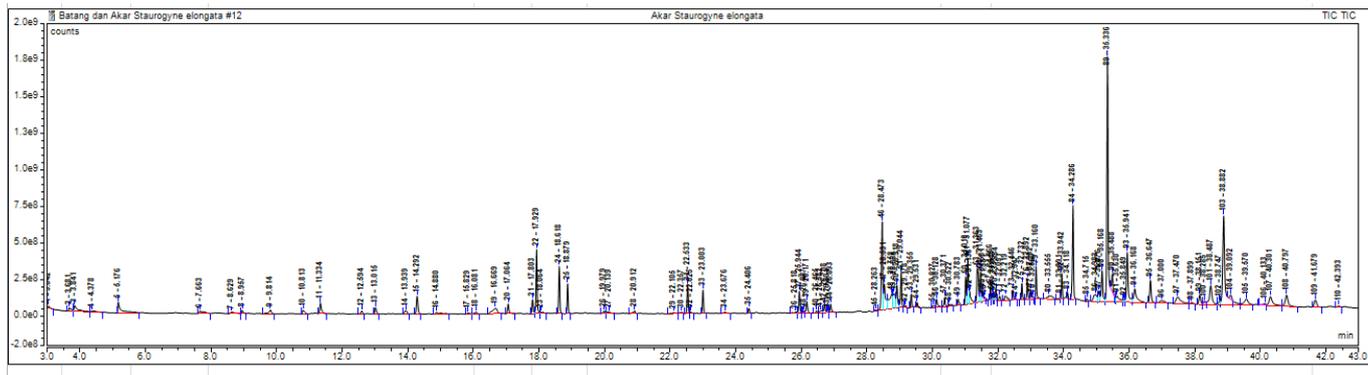
RT	Name of compound	Area %	Peak
18,88	<i>2,4-Di-tert-butylphenol</i>	1,47	25
26,10	<i>Neophytadiene</i>	0,42	47
26,21	<i>2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-</i>	0,34	48
28,48	<i>n-Hexadecanoic acid</i>	3,26	60
29,05	<i>Hexadecanoic acid, ethyl ester</i>	1,40	64
30,78	<i>3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol</i>	0,87	77
31,02	<i>E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol</i>	0,74	78
31,40	<i>n-Propyl 9,12-octadecadienoate</i>	1,88	82
31,94	<i>Acetic acid n-octadecyl ester</i>	1,54	86
34,32	<i>Phenol, 2,2'-methylenabis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-</i>	33,08	111

## **b. Kandungan Metabolit Akar Tumbuhan Keji**

Senyawa metabolit sekunder pada akar tumbuhan keji terdiri dari senyawa kumaran, fenol, dan ester. Senyawa metabolit sekunder kumaran adalah *Benzofuran*, *2,3-dihydro-* sedangkan senyawa metabolit sekunder golongan fenol terdiri dari *2,4-Di-tert-butylphenol*; *Phthalic acid*, *butyl tetradecyl ester*; *2-Propenoic acid*, *3-(4-methoxyphenyl)-*, *2-ethylhexyl ester*; *Phenol*, *2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*; dan *Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester*. Senyawa metabolit sekunder golongan ester pada akar tumbuhan keji terdiri dari *Dodecyl acrylate*; *Hexadecanoic acid, ethyl ester*; *Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester*; *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl*. Selain senyawa metabolit sekunder pada akar tumbuhan keji juga terdeteksi senyawa metabolit primer yang terdiri dari senyawa *n-Hexadecanoic acid* atau asam palmitat dan senyawa *Octadecanoic acid* atau asam stearat. Metabolit primer *n-hexadecanoic acid* memiliki nilai relatif area 4,42% sedangkan *octadecanoic acid* memiliki nilai relatif area 2,19%.

Senyawa pada akar dengan nilai relatif area tertinggi sebesar 8,13% adalah *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* dari golongan ester. Senyawa dengan nilai relatif area terendah pada akar yaitu *Phthalic acid, butyl tetradecyl ester* dengan nilai 0,44% yang merupakan senyawa dari golongan fenol.

Hasil kromatogram GC-MS akar tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) dapat dilihat pada gambar 4.2, sedangkan analisis senyawa final GC-MS pada akar dapat dilihat pada tabel 4.4.



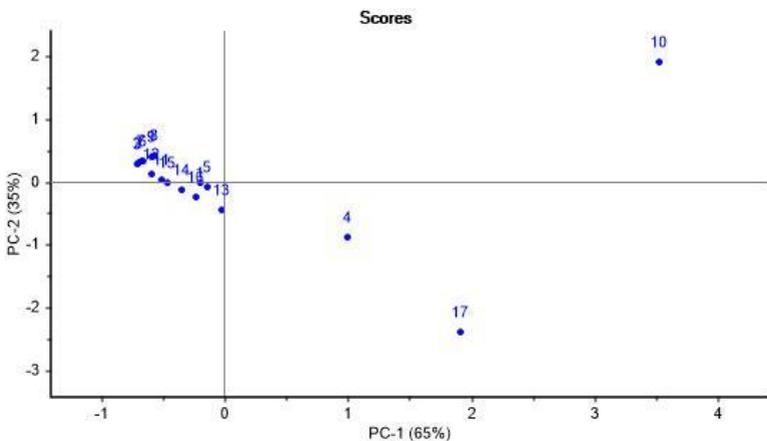
Gambar 4. 2 Kromatogram GC-MS Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

Tabel 4. 4 Hasil Analisis GC-MS Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

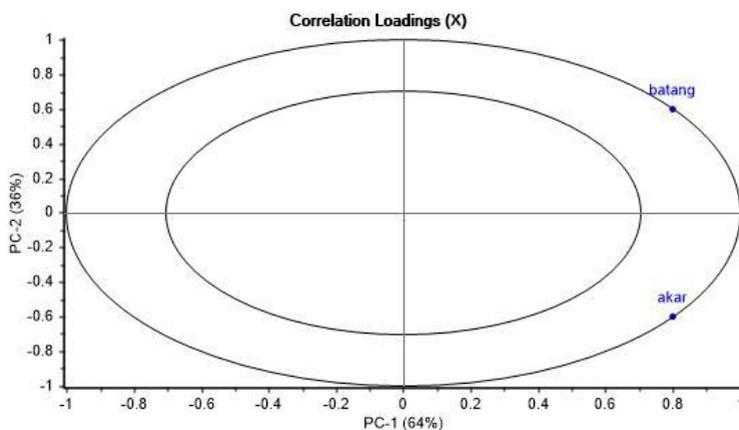
RT	Name of compound	Area %	Peak
11,33	<i>Benzofuran, 2,3-dihydro-</i>	0,68	11
23,00	<i>Dodecyl acrylate</i>	0,93	33
18,88	<i>2,4-Di-tert-butylphenol</i>	1,23	25
26,71	<i>Phthalic acid, butyl tetradecyl ester</i>	0,44	42
28,47	<i>n-Hexadecanoic acid</i>	4,42	46
29,04	<i>Hexadecanoic acid, ethyl ester</i>	1,44	51
31,36	<i>Octadecanoic acid</i>	2,19	63
33,16	<i>2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, 2-ethylhexyl ester</i>	1,19	79
34,29	<i>Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-</i>	4,01	84
35,34	<i>Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester</i>	0,84	89
35,94	<i>Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester</i>	1,55	93
38,88	<i>Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester</i>	8,13	103

#### 4. Analisis PCA Senyawa Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

Senyawa pada batang dan akar tumbuhan keji selanjutnya dilakukan analisis PCA dengan software unscrambler version 10.4. Variabel yang digunakan dalam analisis adalah data senyawa final pada batang dan akar tumbuhan keji. Analisis yang dilakukan adalah analisis *score plot* dan *correlation loading*. Hasil analisis *score plot* dapat dilihat pada gambar 4.3 sedangkan hasil analisis *correlation loading* dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 3 *Score Plot* Senyawa Pada Batang Dan Akar Tumbuhan Keji Menggunakan PCA



Gambar 4. 4 Korelasi Senyawa Pada Batang Dan Akar Tumbuhan Keji

Berdasarkan hasil analisis PCA pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kandungan senyawa yang terdeteksi pada batang dan akar tumbuhan keji dapat dikelompokkan menjadi empat kuadran. Kuadran I dan II menunjukkan senyawa yang terkandung pada batang tumbuhan keji sedangkan kuadran III dan IV menunjukkan senyawa yang terkandung pada akar tumbuhan keji. Apabila terdapat senyawa yang diketahui terkandung pada batang dan akar tumbuhan keji, maka senyawa tersebut akan terdeteksi pada kuadran senyawa yang memiliki relatif area lebih tinggi.

*Score plot* PCA juga dapat mendeteksi senyawa yang dapat digunakan sebagai penanda pada sampel yang dianalisis. Senyawa penanda pada batang tumbuhan keji yaitu *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-* (10) yang berada di kuadran II. Senyawa yang penanda pada akar tumbuhan keji yaitu *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* (17) yang terdapat di kuadran IV.

## **B. Pembahasan Hasil Penelitian**

### **1. Parameter Lingkungan di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan**

Beberapa parameter lingkungan yang diukur di Desa Domiyang diantaranya ialah pH tanah, suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban, dan ketinggian tempat. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Desa Domiyang tergolong daerah dingin beriklim cenderung basah dengan kelembaban yang tinggi dan intensitas cahaya rendah. Pengukuran pH tanah menunjukkan tanah pada lokasi penelitian cenderung netral. Hal tersebut sesuai dengan kriteria habitat dari tumbuhan keji, dimana tumbuhan ini sering dijumpai pada daerah pegunungan beriklim tropis dan tempat yang teduh serta tidak terkontaminasi limbah (Lemmens & Bunyapraphatsara, 2005).

Kondisi lingkungan sekitar dapat mempengaruhi produksi metabolit sekunder. Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh adalah suhu dan intensitas cahaya dimana semakin tinggi suatu tempat maka akan semakin kecil suhu dan intensitas cahayanya. Cahaya sangatlah penting bagi tumbuhan melakukan fotosintesis dimana hal tersebut juga akan berpengaruh terhadap metabolit primer maupun sekunder. Semakin tinggi suhu

suatu tempat maka akan memberikan respon cekaman lingkungan sehingga tumbuhan akan melakukan adaptasi lingkungan dengan produksi metabolit sekunder (Ariskah, 2022). Parameter lingkungan berpengaruh terhadap metabolit sekunder terbukti pada penelitian (Utomo *et al.*, 2020) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fenolik pada sampel tumbuhan pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*) dari Semarang lebih tinggi kadarnya daripada sampel pada Kopeng. Semarang dengan suhu 27-38°C memiliki kadar fenol 8,74 mg/L sedangkan Kopeng dengan suhu 13-24°C memiliki kadar fenol 3,81 mg/L. Dalam penelitian diketahui bahwa hal tersebut dapat terjadi karena kondisi lingkungan dengan suhu yang cukup tinggi akan meningkatkan radikal bebas berupa *reactive oxygen species* (ROS), sehingga tumbuhan beradaptasi dengan memproduksi senyawa yang memiliki sifat antioksidan. Hal serupa juga terjadi pada tumbuhan keji, berdasarkan senyawa pada batang dan akar tumbuhan keji senyawa paling banyak ditemukan adalah senyawa dari golongan fenol dengan suhu lingkungan pengambilan sampel yaitu 29°C.

Unsur hara pada tanah juga dapat mempengaruhi produksi metabolit sekunder pada tumbuhan seperti Nitrogen, Kalium, material organik, dan karbon organik.

Metabolit sekunder dapat berubah menurut kondisi lingkungan saat mendapat cekaman seperti kurangnya kadar kalium pada tanah yang dapat memicu peningkatan kandungan alkaloid (Dewi, 2019 dalam Ulfah, 2021).

## **2. Ekstraksi Batang dan Akar Tumbuhan Keji**

Ekstraksi pada penelitian ini dilakukan dengan metode sokletasi. Ekstraksi berlangsung sekitar lima jam dengan pelarut yang digunakan adalah etanol pa. Ekstraksi dengan metode sokletasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang cukup praktis dan cepat. Sokletasi dilakukan dengan membungkus simplisia dan dimasukkan ke dalam labu soklet yang dipanaskan dengan *heat mantle*. Ketika alat soklet dipanaskan maka pelarut yang berada di dalam labu soklet akan menguap lalu terkondensasi oleh pendingin balik, sehingga uap tersebut akan mengembun dan menetesinya bungkus simplisia secara terus menerus. Pelarut yang menetes akan mengekstrak sampel dan melarutkan senyawa metabolit yang terkandung dalam sampel. Ketika larutan ekstrak pada tabung soklet mencapai volume tertentu, maka dengan mekanisme sokletasi larutan akan mengalir ke bawah menuju labu soklet dan akan kembali menguap mengekstrak sampel pada tabung. Proses mengalirnya

pelarut dari tabung ke labu ukur dinamakan siklus (Nugroho, 2017).

Ekstraksi pada sokletasi terjadi secara kontinyu sehingga sampel yang di ekstrak terus menerus terkena efek mekanik dan kimia dari pelarut yang menyebabkan ekstraksi dengan metode sokletasi berjalan lebih cepat dan efisien. Sokletasi dapat mengekstrak senyawa secara maksimal karena proses siklus dapat terus berlanjut hingga pelarut yang mengekstrak bewarna jernih, menandakan bahwa senyawa pada sampel sudah terekstrak dengan maksimal. Sokletasi juga dapat meminimalisasi penggunaan pelarut yang digunakan saat ekstraksi. Namun, kelemahan dari sokletasi adalah proses ekstraksi melibatkan pemanasan sehingga metode ini kurang cocok untuk senyawa metabolit yang tidak tahan panas (Nugroho, 2017).

Hasil ekstraksi kemudian dilakukan analisis senyawa menggunakan GC-MS karena cukup efisien dan beresolusi tinggi untuk menganalisa partikel hingga ke ukuran yang sangat kecil. GC-MS bersifat tidak merusak sampel dan sensitivitasnya tinggi sehingga dapat memisahkan senyawa walaupun dalam kadar yang rendah. Selain itu, aliran gas fase gerak GC-MS sangat terkontrol dengan kecepatan yang tetap. GC-MS juga

memiliki kekurangan yaitu teknik kromatografi gas ini terbatas hanya cocok untuk zat yang mudah menguap dan tidak mudah dipakai untuk pemisahan sampel dengan jumlah yang besar (Made et al., 2015).

### **3. Kajian Fitokimia Senyawa Metabolit yang Teridentifikasi pada Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze).**

Hasil analisis GC-MS pada batang dan akar tumbuhan keji yang berasal dari Desa Domiyang menunjukkan jumlah senyawa yang berbeda. Senyawa yang terdeteksi pada batang dan akar tumbuhan keji menunjukkan perbedaan baik dari jumlah maupun kandungan senyawanya. Perbedaan kandungan senyawa tumbuhan di setiap bagiannya dapat disebabkan oleh adanya perbedaan proses pembentukan senyawa pada organ tumbuhan. Selain itu adanya perbedaan fungsi organ tumbuhan dapat menyebabkan jalur biosintesis kandungan fitokimia yang berbeda pada setiap organ tumbuhannya (Fitriani *et al.*, 2023).

Kromatogram senyawa GC-MS terdiri dari *peak* dengan ukuran yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan jenis dan kadar senyawa metabolit pada setiap organ tumbuhan berbeda. Perbedaan senyawa tersebut dapat

dipengaruhi oleh faktor genetik dari internal tumbuhan atau faktor lingkungan tempat tumbuh (Toteles *et al.*, 2022). Semakin besar ukuran peak maka semakin tinggi pula konsentrasi senyawa pada sampel. Peak yang baik adalah peak dengan ukuran yang simetris, luasnya sempit, dan tidak tumpang tindih (Surat, 2019). GC-MS juga dilengkapi dengan presentase *similarity index* (SI) sampai 100% dimana semakin dekat dengan 100% maka komponen senyawa yang teridentifikasi mendekati senyawa standar pada perpustakaan (Putra *et al.*, 2022). Dari semua senyawa yang terdeteksi dilakukan identifikasi manual berdasarkan *similarity index* (SI) dengan similaritas senyawa di atas 80%, sedangkan similaritas dibawah 80% kurang direkomendasikan. Hasil final senyawa pada batang berjumlah 10 senyawa dan pada akar berjumlah 12 senyawa. Senyawa metabolit yang terdeteksi berasal dari berbagai golongan seperti terpenoid, fenilpropanoid, fenol, kumaran, hexadecanoic acid (asam palmitat), octadecanoic acid (asam stearat) dan ester.

**a. Kandungan Metabolit Primer pada Batang dan Akar Tumbuhan Keji**

Senyawa metabolit primer pada batang dan akar tumbuhan keji terdiri dari golongan asam lemak jenuh yaitu senyawa *n-hexadecanoic acid* dan *octadecanoic acid*.

- 1) *Hexadecanoic acid* pada tumbuhan berperan dalam mempertahankan konsentrasi jaringan tertentu, dimana hal tersebut membutuhkan regulasi yang baik dari metabolisme (Krishnaveni *et al.*, 2022). Hexadecanoic acid terbentuk dari asetil-KoA yang berperan sebagai primer dalam sintesis lemak. Keseluruhan proses sintesis di katalisis oleh enzim golongan sintetase asam lemak. Golongan ini berupa dimer yang tersusun atas 2 monomer identik dan setiap monomernya terdiri dari rangkaian peptida yang diujungnya terdapat protein ACP (*Acyl Carrier Protein*) yang berfungsi untuk mengikat gugus asil. Palmitat kemudian diesterifikasi dan menghasilkan fosfolipida (Wahjuni, 2013). Senyawa metabolit primer *n-Hexadecanoic acid* merupakan senyawa asam lemak yang terdeteksi pada batang dan akar tumbuhan keji. Selain itu, dalam penelitian Fatimah (2022) menyebutkan bahwa *n-Hexadecanoic acid* juga ditemukan pada daun muda dan daun dewasa

tumbuhan keji. *n-Hexadecanoic acid* juga terdeteksi pada daun dan akar *Solanum khasianum* serta mempunyai aktivitas sebagai anti inflamasi, antiandrogenik, antioksidan, hipokolesterol, nematisida, pestisida, serta dapat mengobati gejala rematik (Chirumamilla *et al.*, 2022).

- 2) Asam stearat merupakan asam lemak jenuh dengan rantai 18-karbon dan nama IUPAC *octadecanoic acid*. *Octadecanoic acid* diproduksi dari karbohidrat melalui jalur sintesis asam lemak dimana asetil-KoA menyumbang dua atom karbon (Kimya, 2020). Pada tumbuhan, *octadecanoic acid* berperan dalam cekaman suhu dingin. *Stearic acid desaturase* (SAD) akan meningkatkan toleransi suhu dingin pada tumbuhan dengan menurunkan kandungan asam stearat. Hal tersebut dapat secara aktif meningkatkan ketahanan terhadap penyakit pada tumbuhan (Zhang *et al.*, 2021). Senyawa *Octadecanoic acid* atau *stearic acid*, merupakan metabolit primer asam lemak. Senyawa ini ditemukan terkandung pada akar tumbuhan keji. *Octadecanoic acid* juga ditemukan pada ekstrak (*Linum usitatissimum*) dan diketahui memiliki aktivitas biologi sebagai antibakteri dan antifungi (Fadzir & Darnis, 2018).

**b. Kandungan Metabolit Sekunder pada Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)**

Senyawa metabolit sekunder pada batang tumbuhan keji berjumlah 9 senyawa yang berasal dari kelompok terpenoid, fenol, dan ester. Sedangkan senyawa metabolit sekunder pada akar tumbuhan keji berjumlah 10 senyawa yang berasal dari kelompok terpenoid, fenol, fenilpropanoid, kumaran, alkohol dan ester. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada kedua organ yaitu pada batang dan akar tumbuhan keji adalah *2,4-Di-tert-butylphenol*; *Hexadecanoic acid, ethyl ester*; dan *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*.

**1) Terpenoid**

Terpenoid berperan dalam pertahanan diri tumbuhan ketika terjadi luka atau infeksi patogen dengan melakukan biosintesis fitoaleksin secara intensif. Terpenoid merupakan senyawa turunan dari isopentenyl diphosphate (IPP). Jalur IPP melibatkan kondensasi dua langkah dari tiga molekul asetil-KoA yang dikatalisis oleh tiolase dan *hydroxymethyl-glutaryl-CoA synthase* menghasilkan *3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA* (HMG-CoA) lalu dikatalis dengan HMG-CoA reduktase dan

menghasilkan asam mevalonat. Dari asam mevalonat dengan bantuan mevalonat kinase menghasilkan *mevalonat acid 5-phosphate* (MVAPP) lalu dikarboksilasi dan menghasilkan IPP (Croteau *et al.*, 2000). Senyawa yang termasuk dalam golongan terpenoid yaitu:

- a) Senyawa *Neophytadine*, merupakan metabolit sekunder golongan terpenoid yang terdeteksi pada batang tumbuhan keji dengan nilai relatif area 0,42%. Selain itu, Fatimah (2022) menyebutkan bahwa *neophytadine* juga ditemukan pada daun muda tumbuhan keji dengan nilai relatif area sebesar 4,92%. Senyawa ini juga ditemukan pada ekstrak daun melon (*Cucumis melo* L) yang terinfeksi penyakit *downy mildew* dan diketahui berpotensi sebagai antimikroba, anti inflamasi, dan antijamur (Pratama *et al.*, 2019).
- b) Senyawa *2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-*, adalah senyawa yang terkandung pada batang tumbuhan keji. Senyawa ini merupakan senyawa metabolit sekunder golongan terpenoid dan memiliki aktivitas sebagai antibakteri. *2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-* diketahui juga terdeteksi pada daun gamal (*Gliricidia sepium* [Jacq] Walp) (Rahmiyani *et al.*, 2020).

c) Senyawa *3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol*, terkandung pada batang tumbuhan keji. Senyawa ini termasuk dalam golongan alkohol terpen atau monoterpenoid. yang juga ditemukan pada daun muda tumbuhan keji (Fatimah, 2022). Senyawa *3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol* juga ditemukan pada tumbuhan babadotan (*Ageratum conyzoides* L.). Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas sebagai antigulma. Hal tersebut dapat terjadi karena *3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol* memiliki kemampuan untuk merusak susunan fosfolipid bilayer pada membrane sel gulma (Tona & Erida, 2018). Senyawa ini juga diketahui terkandung pada gingseng india (*Withania Somnifera* (L.)) dan memiliki aktivitas biologi sebagai antijamur, antibakteri, antikejang, antikanker, dan antiarthritis (Mishra & Patnaik, 2020)

## 2) Fenol

Batang dan akar tumbuhan keji terdeteksi adanya senyawa fenol diantaranya ialah *2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, 2-ethylhexyl ester; Phthalic acid, butyl tetradecyl ester; dan Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester*. Senyawa fenol memiliki peran dalam beberapa proses fisiologis untuk meningkatkan toleransi dan

kemampuan beradaptasi tumbuhan dalam kondisi suboptimal. Pada tumbuhan, akumulasi fenol seperti fitur yang konsisten terjadi apabila tumbuhan dalam kondisi tekanan. Hal tersebut merupakan mekanisme pertahanan untuk mengatasi beberapa tekanan abiotik. Berdasarkan jalur biosintesisnya senyawa fenol dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu senyawa fenol jalur asam mevalonat dan fenol jalur asam shikimat. Senyawa fenol yang berasal dari jalur asam mevalonat adalah poliketida sedangkan senyawa dari jalur asam shikimate adalah fenilpropanoid. Sintesis fenol tumbuhan dari jalur asam shikimat menggabungkan antara eritrosa 4-fosfat dengan fosfoenolpiruvat (PEP) untuk membentuk fenilalanin. Kemudian fenilalanin amonia lyase (PAL) mengkatalisis konversi fenilalanin menjadi asam trans-cinnamic. Beberapa senyawa fenol seperti flavonoid, kumarin, tanin, lignan, lignin, dan monolignol terbentuk melalui jalur biosintesis ini yang disebut dengan jalur fenilpropanoid (Noel *et al.*, 2005). Senyawa pada tumbuhan keji yang termasuk dalam kelompok fenilpropanoid diantaranya ialah *2,4-Di-tert-butylphenol* dan *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*. Senyawa yang termasuk dalam kelompok senyawa fenol diantaranya ialah:

- a) Senyawa *Phthalic acid, butyl tetradecyl ester*, merupakan senyawa fenol yang ditemukan di akar tumbuhan keji. Senyawa ini juga diketahui terkandung pada ekstrak (*Ficus bhotanica*) dan memiliki aktivitas sebagai antibakteri (Gogoi *et al.*, 2018).
- b) Senyawa *2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, 2-ethylhexyl ester*, merupakan senyawa metabolit sekunder fenol yang terkandung di bagian akar tumbuhan keji. Senyawa ini juga ditemukan di umbi bawang putih dan dapat memiliki aktivitas sebagai anti protozoa (Saha & Bandyopadhyay, 2017).
- c) Senyawa *Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester*, merupakan senyawa fenol yang terkandung pada akar tumbuhan keji. Senyawa ini juga ditemukan pada tangkai (*Spondias mombin*) dan diketahui memiliki aktivitas sebagai anti-inflamasi dan antimikroba (Osuntokun & Cristina, 2019). *Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester* juga terkandung pada daun (*Solanum nigrum*) dan berpotensi memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba (Jasim *et al.*, 2015).
- d) Senyawa *2,4-Di-tert-butylphenol* adalah senyawa fenilpropanoid yang ditemukan pada batang dan

akar tumbuhan keji. *2,4-Di-tert-butylphenol* juga ditemukan pada (*Kandelia candel* L). Senyawa ini menunjukkan aktivitas toksisitas kuat terhadap hampir semua organisme penguji sehingga dapat dimanfaatkan dalam aktivitas antibakteri, antivirus, antifungi, anti-inflamasi dan antioksidan (Zhao *et al.*, 2020).

- e) Senyawa metabolit sekunder fenilpropanoid yang terkandung pada batang dan akar tumbuhan keji adalah *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*. Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas antifungi, antibakteri, dan germisidal (Alallaf *et al.*, 2021). Senyawa *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-* juga terdeteksi pada daun dan batang (*Celtis sinensis* Pers) (Wei & Guo, 2020).

### **3) Benzofuran, 2, 3-dihydro- (kumaran)**

Senyawa *Benzofuran, 2, 3-dihydro-*, merupakan senyawa metabolit sekunder anggota kelas 1-benzofuran yang terkandung pada akar tumbuhan keji. Senyawa benofuran terbentuk dari senyawa kumarin yang mengikat gugus isoprene sehingga membentuk cincin furan pada kumarin. Biosintesis

benzofuran melalui jalur fenilpropanoid (Endriani, 2016). *Benzofuran, 2, 3-dihydro-* atau kumaran pada tumbuhan berperan sebagai fitoaleksin. Fitoaleksin adalah senyawa yang menghambat perkembangan patogen dan akan aktif apabila terdapat kontak antara tumbuhan inang dan organisme patogen (Santoso *et al.*, 2021). *Benzofuran, 2, 3-dihydro-* juga ditemukan pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (Fatimah, 2022). Senyawa ini juga terdeteksi pada ekstrak etanol daun (*Canthium dicoccum*) dan diketahui memiliki aktivitas sebagai anti inflamasi, anti diare dan antihelminthic (Raja & Lakshmi, 2011).

#### **4) Alkohol**

Senyawa *E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol*, merupakan senyawa metabolit sekunder alkohol yang terkandung pada batang tumbuhan keji. Senyawa alkohol ini merupakan sebagian kecil hasil degradasi asam amino dan asam lemak oleh enzim *lipoxygenase* (Apriyantono & Yulianawati, 2004). Alkohol berperan dalam metabolisme anaerob tumbuhan. Senyawa ini juga diketahui terkandung pada biji (*Thompson atemoya*) dan memiliki aktivitas biologi sebagai antidiabetes dan antilipidemik (Venceslau *et al.*,

2021). Senyawa ini juga ditemukan terkandung pada biji jintan hitam (*Nigella sativa*) dan diketahui memiliki aktivitas antimikroba (*Hadi et al.*, 2016).

## 5) Ester

Rumus dari ester adalah  $\text{RCOOR}$  atau  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  dan merupakan senyawa turunan dari asam alkanoat atau asam karboksilat. Ester dapat dihasilkan dengan melibatkan penggabungan antara jalur penghasil asetil-KoA dan alkohol, dan menggunakan enzim asiltransferase untuk mengkatalisis (Pillai, 2016). Berdasarkan struktur hidrokarbonnya, ester dibagi menjadi lima yaitu (1) asam karboksilat alifatik yang terbentuk dari gugus hidrokarbon alifatik dan gugus karboksil, (2) asam karboksilat aromatik yang terbentuk dari cincin aromatik dengan gugus karboksil, (3) asam siklik yang terbentuk dari gugus karboksil dan gugus hidrokarbon siklik, (4) asam karboksilat jenuh yang mengacu pada asam yang mengandung hidrokarbon jenuh seperti asam butirrat, dan (5) asam karboksilat tak jenuh yang mengandung gugus hidrokarbon tak jenuh seperti asam akrilat (Chemicalbook, 2023).

Ester adalah golongan senyawa yang biasanya memiliki bau harum (Fadhilla, 2018). Senyawa ester tersebar luas di alam dengan keberadaan di akar tumbuhan, batang, daun, buah, biji, kulit kayu, bunga, dan bagian lain. Apabila pada suatu tumbuhan memiliki bau harum, maka kemungkinan bau tersebut berasal dari senyawa ester. Ester dapat diekstraksi dari tumbuhan baik dari bagian bunga, buah, biji, daun, maupun akar. Hasil analisis senyawa GC-MS pada akar tumbuhan keji menunjukkan bahwa terdapat senyawa ester yang jumlahnya lebih banyak jika dibandingkan dengan senyawa ester pada batang. Senyawa ester pada akar terbukti menyebabkan adanya aroma pada akar, contohnya rumput vetiver (*Vetiveria zizanioides*) pada bagian akar wangi terdapat kandungan ester yang tersusun dari asam karboksilat vetinenat dan alkohol vetivenol (Budiman *et al.*, 2021). Beberapa senyawa metabolit yang ada pada batang dan akar tumbuhan keji merupakan senyawa golongan ester seperti *n-Propyl 9,12-octadecadienoate*; *Acetic acid n-octadecyl ester*; *Dodecyl acrylate*; *Hexadecanoic acid, ethyl ester*; dan *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester*.

- a) Senyawa *n-Propyl 9,12-octadecadienoate*, merupakan senyawa ester yang terkandung pada batang tumbuhan keji. Senyawa ini juga terkandung pada (*Tulbaghia violacea* Harv) dan memiliki aktivitas antidiabetes (Moodley *et al.*, 2015). Senyawa *n-Propyl 9,12-octadecadienoate* juga terdeteksi pada fraksi metanol biji jintan hitam (*Nigella sativa*) sebagai senyawa dengan nilai relatif area tertinggi yaitu 96,90%, serta diketahui memiliki aktivitas antioksidan (Tayo *et al.*, 2021).
- b) Senyawa *Acetic acid n-octadecyl ester*, merupakan senyawa ester yang ditemukan pada batang tumbuhan keji. Senyawa ini berpotensi sebagai antimikroba dan ditemukan juga pada *Croton bonplandianusby* (Sivagnanam & Valliammai, 2016).
- c) Senyawa *Dodecyl acrylate*, merupakan senyawa ester yang terdapat pada akar tumbuhan keji. Senyawa ini diketahui juga terdeteksi pada bunga mawar putih (*Rosa rugosa*). *Dodecyl acrylate* memiliki aktivitas biologi sebagai antimikroba dan antioksidan (Joo *et al.*, 2010).

- d) Senyawa *Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* merupakan derivative dari *hexadecanoic acid* dan tergolong dalam senyawa metabolit sekunder asam palmitat ester yang terdeteksi pada akar tumbuhan keji. Senyawa ini terdeteksi juga pada kulit buah 3 varietas jeruk, yaitu valenica, mandarin, dan african navel. *Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* dapat bermanfaat dalam meningkatkan kapasitas 2-arachidonoylglycerol untuk berikatan dengan reseptor cannabinoid pada reseptor endocannabinoid CB1 dan CB2. Ini juga merupakan senyawa penting untuk modulasi sensitivitas nyeri (Moni *et al.*, 2022). Selain itu, senyawa ini juga ditemukan pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji serta menjadi senyawa penanda pada daun muda (Fatimah, 2022). *Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* diketahui memiliki aktivitas biologi sebagai antioksidan, pestisida, dan hemolitik (Tyagi & Agarwal, 2017).
- e) Senyawa *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester*, merupakan metabolit

sekunder asam stearat ester yang berpotensi sebagai senyawa penanda pada akar tumbuhan keji karena memiliki nilai relatif area tertinggi yaitu 8,13%. Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas biologi sebagai antimikroba dan anti-inflamasi. *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* juga ditemukan pada ekstrak buah *Citrullus colocynthis* (Salah *et al.*, 2015). Selain itu, senyawa ini juga diketahui menjadi senyawa penanda pada daun muda tumbuhan keji (Fatimah, 2022)

- f) Senyawa metabolit *Hexadecanoic acid, ethyl ester* merupakan metabolit sekunder yang ditemukan pada batang dan akar tumbuhan keji. Menurut (Ambarwati *et al.*, 2020) *Hexadecanoic acid, ethyl ester* juga ditemukan pada jintan hitam (*Navilla sativa*) dan memiliki aktivitas biologi sebagai antioksidan, hipokolesterolemia, antiandrogenik, nematisida dan antikanker. Adanya aktivitas antikanker ini berpotensi menimbulkan efek apoptotis pada sel HeLa (Yamato, 2002).

#### 4. Analisis PCA Senyawa Penanda Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze)

Senyawa hasil analisis GC-MS pada batang dan akar tumbuhan keji selanjutnya dilakukan analisis *Principal Component Analysis* (PCA). Analisis PCA berperan dalam mereduksi keseluruhan data menjadi komponen utama yang mewakili struktur serta varian data (Andriansyah *et al.*, 2022). Hasil PCA berupa plot dari hasil pengelompokkan senyawa pada batang dan akar tumbuhan keji. Kuadran I dan II menunjukkan senyawa yang terdeteksi pada batang sedangkan kuadran III dan IV menunjukkan senyawa yang terkandung pada akar. Jarak pada tiap titik menunjukkan adanya persamaan antar sampel. Semakin jauh jarak antar titik maka semakin sedikit pula persamaan antar sampel yang dianalisis (Andriansyah *et al.*, 2022). Persamaan yang dimaksud dalam analisis senyawa batang dan akar tumbuhan keji ini adalah nilai relatif area pada masing-masing senyawanya.

Berdasarkan hasil PCA diketahui *2,4-Di-tert-butylphenol* (1) dan *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-* (10) terdeteksi pada batang dan akar tumbuhan keji, namun senyawa tersebut berada

pada kuadran I dan II karena senyawa tersebut memiliki relatif area lebih tinggi pada batang daripada akar. *n-Hexadecanoic acid* (4) dan *Hexadecanoic acid, ethyl ester* (5) merupakan senyawa yang terdeteksi pada batang dan akar tumbuhan keji. Senyawa tersebut pada analisis *score plot* PCA berada pada kuadran III dan IV karena relatif area pada akar lebih tinggi daripada di batang.

Analisis *score plot* PCA diketahui dapat digunakan untuk deteksi senyawa penanda. Senyawa penanda dikelompokkan menjadi delapan yaitu (1) senyawa terapeutik, (2) senyawa bioaktif, (3) senyawa sinergis, (4) senyawa karakteristik, (5) senyawa utama, (6) senyawa korelatif, (7) senyawa toksik, dan (8) senyawa umum (Li *et al.*, 2008). Selain digunakan alam deteksi senyawa penanda, dalam penelitian (Rachmah *et al.*, 2023) analisis *score plot* PCA juga dapat digunakan dalam autentikasi kultivar berdasarkan kandungan senyawa metabolit. Berdasarkan hasil *score plot* PCA, senyawa yang terdapat pada kuadran II merupakan senyawa penanda berupa senyawa utama pada batang tumbuhan keji yaitu *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-* (10). Senyawa utama adalah senyawa tumbuhan yang bersifat dominan karena memiliki luas

area lebih tinggi daripada senyawa lain (Hakim *et al.*, 2018).

Senyawa *Phenol*, *2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-* merupakan salah satu senyawa fenol dan memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Batang tumbuhan keji dengan senyawa utama fenol tersebut dapat dimanfaatkan sebagai obat herbal atau antioksidan alami bagi kesehatan manusia (Hani & Milanda, 2023).

Senyawa yang berpotensi sebagai penanda pada akar tumbuhan keji berada pada kuadran IV yaitu *n-Hexadecanoic acid* (4) dan *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* (17). Kedua senyawa tersebut berpotensi sebagai senyawa penanda pada akar karena memiliki relatif area yang lebih tinggi daripada senyawa lainnya. Berdasarkan kedua senyawa tersebut *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* (17) merupakan senyawa dengan relatif area tertinggi (8,13%) sehingga digolongkan dalam senyawa penanda berupa senyawa utama. Senyawa *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* selain menjadi senyawa utama pada akar tumbuhan keji juga menjadi senyawa utama pada daun muda tumbuhan keji (Fatimah, 2022). Sedangkan *n-hexadecanoic acid* tidak

digolongkan dalam senyawa penanda utama karena bukanlah senyawa dengan relatif area tertinggi (4.42%).

Daun dan akar tumbuhan keji digunakan oleh masyarakat sebagai obat diuretik (Girmansyah, 2014). Selain itu, Noviandi (2014) menyebutkan bahwa daun tumbuhan keji dipercaya oleh masyarakat dalam pengobatan penyakit batu kandung kemih, batu ginjal, dan masalah persendian. Berdasarkan pernyataan tersebut, akar tumbuhan keji juga berpotensi untuk mengobati penyakit yang serupa dikarenakan memiliki senyawa utama yang sama dengan daun muda tumbuhan keji. Daun dan akar tumbuhan keji dapat digunakan sebagai obat herbal karena senyawa utamanya yaitu *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* yang diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antimikroba, dan antikanker (Isbilen & Volkan, 2021). Antioksidan dapat berperan dalam menghambat kerusakan oksidatif pada sel tubular ginjal serta memiliki efek penghambatan pada pembentukan kristal di urin (Fikriani *et al.*, 2018).

Senyawa *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* juga merupakan senyawa turunan ester sehingga akar tumbuhan keji ini memiliki potensi untuk menjadi aroma terapi. Ester yang secara

alami terkandung dalam tumbuhan biasanya memberikan aroma khas karakter buah ataupun wangi pada tumbuhan tersebut (Dhifi *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil analisis GC-MS pada batang dan akar tumbuhan keji, serta meninjau penelitian Fatimah (2022) terhadap kandungan metabolit sekunder pada daun muda dan daun dewasa dapat diketahui bahwa tumbuhan keji memiliki satu senyawa penanda yang terdapat pada semua bagian (daun, batang, dan akar) yaitu *n-hexadecanoic acid*. *n-hexadecanoic acid* bukan merupakan senyawa utama tumbuhan keji melainkan senyawa metabolit primer yang berpotensi menjadi senyawa penanda umum. Senyawa umum adalah senyawa yang umum dan spesifik berada dalam spesies genus, atau famili tertentu (Li *et al.*, 2008).

Berdasarkan penelitian terhadap daun, batang, dan akar tumbuhan keji dapat diketahui bahwa daun muda memiliki senyawa penanda *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* dan dapat dimanfaatkan sebagai obat diuretik. Daun dewasa memiliki senyawa penanda Stigmasterol, yang termasuk dalam senyawa steroid serta terbukti secara *in vitro* memiliki aktivitas antikanker terhadap sel kanker payudara T47D (Herlina *et al.*, 2012). Batang tumbuhan keji memiliki senyawa

penanda *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*dan dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan alami, serta akar memiliki senyawa penanda *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* yang dapat dimanfaatkan sebagai obat diuretik dan berpotensi menjadi aroma terapi. Pemanfaatan senyawa tersebut sebagai obat herbal tentunya harus dilakukan penelitian laboratorium lanjut secara *in vivo* maupun *in vitro*.

Berdasarkan penelitian tumbuhan keji yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa pada bagian tumbuhan tidak hanya bagian daun saja yang dapat dimanfaatkan. Bagian lain seperti batang dan akar terbukti memiliki senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologi dan dapat dimanfaatkan oleh manusia.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Senyawa metabolit sekunder pada batang tumbuhan keji berjumlah 9 senyawa dari golongan fenol, terpenoid, alkohol dan ester. Senyawa yang tergolong dalam senyawa fenol diantaranya ialah *2,4-Di-tert-butylphenol* dan *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*, terpenoid yaitu *Neophytadiene*; *2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-*; dan *3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol*, senyawa golongan alkohol yaitu *E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol*, serta golongan ester yaitu *Acetic acid n-octadecyl ester*; *n-Propyl 9,12-octadecadienoate*; dan *Hexadecanoic acid, ethyl ester*. Senyawa metabolit sekunder yang terdeteksi pada akar tumbuhan keji berjumlah 10 senyawa yaitu dari kumaran, fenol, dan ester. Senyawa kumaran adalah *Benzofuran, 2,3-dihydro-*, golongan fenol yaitu *2,4-Di-tert-butylphenol*; *Phthalic acid, butyl tetradecyl ester*; *2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, 2-ethylhexyl ester*; *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*; dan

*Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester*, serta dari golongan ester adalah *Dodecyl acrylate; Hexadecanoic acid, ethyl ester; Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester; Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl*. Sementara itu, terdapat 4 senyawa yang teridentifikasi sama namun dengan kadar yang berbeda.

2. Senyawa penanda pada batang tumbuhan keji yaitu *Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-*. Sementara itu, *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester* menjadi senyawa penanda berupa senyawa utama pada akar tumbuhan keji.

## **B. Saran**

1. Melakukan penelitian lebih lanjut tentang kajian metabolomik berdasarkan lokasi tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze) dari Pekalongan dan Cirebon, dimana nama Cirebon berasal dari banyaknya populasi reundeu (keji dalam bahasa sunda).
2. Memaksimalkan nilai manfaat batang dan akar berdasarkan senyawa metabolit sekunder yang

terkandung batang dan akar tumbuhan keji  
(*Stauroyne elongata* (Blume) Kuntze).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alallaf, A., Kotab, M., Shafik, H., & Elsayed, A. (2021). In vitro efficacy of biologically active compounds derived from *Navicula arenaria* against soil borne phytopathogenic *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium oxysporum*. *Alfarama Journal of Basic & Applied Sciences*, 2(2), 285–296. <https://doi.org/10.21608/ajbas.2021.67687.1048>
- Ali, M., Al-Hattab, & Al-Hydary, I. (2015). Extraction of date palm seed oil (*Phoenix dactylifera*) by soxhlet apparatus. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 41, 1–15.
- Ambarwati, K., Jannah, M., & Adawiyah, A. R. (2020). Kandungan Hexadecanoic Acid, Ethyl Ester pada *Nigella Sativa* untuk Prediksi Apoptosis pada Sel HeLa. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*, 10(1), 104–107. <https://doi.org/10.52643/jbik.v10i1.860>
- Andriansyah, I., Gumilar, H. F., Yuliantini, A., & Juanda, D. (2022). Analisis sidik jari herba pegagan ( *Centella asiatica* ( L. ) Urb ) di daerah Jawa Barat menggunakan metode spektrofotometri FTIR kombinasi dengan PCA. *Jurnal Agrotek Ummat*, 9 (4), 287–297.
- Apriyantono, A., & Yulianawati, G. D. (2004). Perubahan Komponen Volatil Selama Fermentasi Kecap. *Jurnal Teknol Dan Industri Pangan*, 15 (2), 100–112.

- Ariskah, A. (2022). *Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Terhadap Kadar flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kipahit (Tithonia diversifolia)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Azizah, S. M. (2021). Perbedaan Metode Ekstraksi Terhadap Skrining Fitokimia Ekstrak Tanaman Krokot (*Portulaca oleracea* L). In *Skripsi. Politeknik Harapan Bersama*.
- Batlahery, Y., Hiariej, A., & Sahertian, D. (2022). Kajian Etnobotani Tumbuhan Obat Pada Masyarakat Desa Watmuri Kecamatan Nirunmas Kabupaten Kepulauan Tanimbar. *Jurnal Biology Science & Education*, 11(1).
- Budiman, Hardiana, & Arsyad, M. (2021). Pemanfaatan dalam Mengoptimisasi Ekstrak Akar Rumput Vetiver Sebagai Antiseptik pada Kulit. *Wellness and Healthy Magazine*, 3, 237–244. <https://doi.org/10.30604/well.152322021>
- Chemicalbook. (2023). *Carboxylic Acids and Esters*. [https://m.chemicalbook.com/ProductCatalog\\_EN/191117.htm](https://m.chemicalbook.com/ProductCatalog_EN/191117.htm)
- Chirumamilla, P., Dharavath, S. B., & Taduri, S. (2022). GC – MS profiling and antibacterial activity of Solanum khasianum leaf and root extracts. *Bulletin of the National Research Centre*, 46 (127).
- Croteau, R., Kutchan, T. M., & Lewis, N. G. (2000). Natural Products (Secondary Metabolites). In *Biochemistry &*

- Molecular Biology of Plants* (pp. 1250–1318). American Society of Plant Physiologists.
- Dalimunte, C. I., & Rachmawan, A. (2017). Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan Sebagai Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman Kaet. *Warta Perkaratan*, *36* (1), 15–28.
- Darmaptani, K. A., Basori, A., & Suaniti, N. M. (2016). Pengembangan Metode GC-MS Untuk Penetapan Kadar Acetaminophen Pada Spesimen Rambut Manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, *18*(3).
- Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mniff, W. (2016). Essential Oils ' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities. *Medicines*, *3* (25), 1–16. <https://doi.org/10.3390/medicines3040025>
- Diva Candraningrat, I. D. A. A., Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review Kemampuan Metode Gc-Ms Dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait Dengan Aspek Forensik Dan Klinik. *Jurnal Kimia*, *15*(1), 12. <https://doi.org/10.24843/jchem.2021.v15.i01.p03>
- Endriani, L. H. (2016). *Farmakognisi dan Fitokimia*. Pusdik SDM Kesehatan.
- Fadhilla, R. (2018). *Modul Kimia Organik Dasar*. Universitas Esa Unggul.

- Fadzir, U. A., & Darnis, D. S. (2018). Evaluation of Bioactive Compounds on Different Extracts of *Linum Usitatissimum* and Its Antimicrobial Properties against Selected Oral Pathogens Evaluation of Bioactive Compounds in Different Extracts of *Linum usitatissimum* and their Antibacterial Properti. *Makara Journal of Health Research*, 22(3).  
<https://doi.org/10.7454/msk.v22i3.10181>
- Fatimah, S. (2022). *Kandungan Metabolit Sekunder Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji (Staurogyne elongata [Blume] Kuntze) Asal Kabupaten Pekalongan*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Fikriani, H., Wardhana, Y. W., Farmasi, F., Padjadjaran, U., Obat, T., & Aktif, S. Z. (2018). Alternatif Pengobatan Batu Ginjal Dengan Seledri. *Farmaka*, 16 (2), 531–539.
- Fitriani, S., Diningrat, D. S., Sari, A. N., & Harahap, N. S. (2023). Aktivitas Biologis Minyak Esensial Daun dan Biji Jamblang ( *Syzygium cumini* ) Dan Potensinya Sebagai Antivirus SARS-CoV-2 Secara In Silico. *Jurnal Kalwedo Sains*, 4, 17–30.
- Franco, F. M., & Mustaqim, W. A. (2021). *Introduction to Ethnobotany of the Mountain Regions of Southeast Asia* (pp. 3–28). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-38389-3\\_208](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38389-3_208)

- Girmansyah, D. (2014). Validasi, Distribusi dan Kegunaan Acanthaceae di Jawa. *Berita Biologi*, 13(1), 107–113.
- Gogoi, D., Bora, G., Borgohain, R., & Handique, J. G. (2018). Antioxidant Capacity and GC-MS Analysis of Hexane, Ethylacetate and Methanol Extracts of *Ficus bhotanica*-A Potential Folklore Medicinal Plant. Available Online on *Www.Ijppr.Com International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 10(5), 201–212. <https://doi.org/10.25258/phyto.10.5.5>
- Goodman, & Gilman. (2008). *Manual Farmakologi dan Terapi*. Buku Kedokteran EGC.
- Hadi, M. Y., Mohammed, G. J., & Hameed, I. H. (2016). Analysis of bioactive chemical compounds of *Nigella sativa* using gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 8(2), 8–24. <https://doi.org/10.5897/JPP2015.0364>
- Hakim, A., Muti, R., Aprinda, R., & Suryadinata, A. (2018). Metabolite Profiling Bagian Akar, Batang, Daun, Dan Biji *Helianthus annuus* L. Menggunakan UPLC-MS. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, 2(2).
- Hani, R. C., & Milanda, T. (2023). Manfaat Antioksidan Pada Tanaman Buah di Indonesia. *Farmaka*, 14 (1), 184–190.
- Harborne, J. . (2006). *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan* (Diterjemah).

- Heliawati, L. (2018). *Kimia Organik Bahan Alam*. Pascasarjana - UNPAK.
- Herlina, T., Syafruddin, & Udin, Z. (2012). Senyawa Aktif Antikanker Payudara dan Antimalaria dari Tumbuhan Dadap Ayam (*Erythrina Variegata* ) Secara In Vitro. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 19 (1), 30–36.
- Hidayat, S. (2019). *Analisis Senyawa Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (HAP) dalam Teh Seduh dengan Kromatografi Gas Spektrometer Massa (GC-MS)*. Universitas Hasanuddin Makasar.
- Humairah, A., Yuniarti, & Thamrin, G. A. R. (2022). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Tumbuhan Belaran Tapah (*Merremia peltata*). *Jurnal Sylva Scientiae*, 05 (1), 86–91.
- Isbilen, O., & Volkan, E. (2021). *Allium willeaenum* Holmboe exerts anticancer activities on metastatic breast cancer cells MCF-7 and MDA-MB-231. *Heliyon*, 7, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07730>
- Ishcak, N. I., Salimi, Y. K., & Botutihe, D. (2017). *Biokimia Dasar I*. UNG Press.
- Jasim, H., Hussein, A. O., Hameed, I. H., & Kareem, M. A. (2015). Characterization of alkaloid constitution and evaluation of antimicrobial activity of *solanum nigrum* using gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). *Journal of*

- Pharmacognosy and Phytotherapy*, 7(4), 57–73.  
<https://doi.org/10.5897/JPP2015.0346>
- Joo, S. S., Kim, Y.-B., & Lee, D. ik. (2010). Antimicrobial and Antioxidant Properties of Secondary Metabolites from White Rose Flower. *The Plant Pathology Journal*, 26(1), 57–62.
- Julianto, T. S. (2018). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Kimya, A. (2020). *C18 Stearic Acid*.  
[https://www.atamanchemicals.com/c18-stearic-acid\\_u29187/](https://www.atamanchemicals.com/c18-stearic-acid_u29187/)
- Krishnaveni, K., Murugan, M., Rv, K., An, B., Ga, P., Kandeepan, C., Senthilkumar, N., Mathialagan, B., Ramya, S., Jayakumararaj, R., Loganathan, T., Pandiarajan, G., Kaliraj, P., & Dhakar, R. C. (2022). Journal of Drug Delivery and Therapeutics ADMET informatics of Plant Derived n-Hexadecanoic Acid ( Palmitic Acid ) from ethyl acetate fraction of Moringa oleifera leaf extract. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics.*, 12 (5), 132–145.
- Lefebvre, T., Destandau, E., & Lesellier, E. (2020). Selective extraction of bioactive compounds from plants using recent extraction techniques: A Review. *Journal of Chromatography A*, 461770.

- <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2020.461770>
- Lemmens, R. M. ., & Bunyapraphatsara, N. (2005). Plant Resources of South-East Asia Medicinal and Poisonous Plants 3. *Backhuys Publishers*, 12(3).
- Li, S., Han, Q., Qiao, C., Song, J., Lung, C., & Xu, H. (2008). Chemical Markers For The Quality Control of Herbal Medicines: an overview. *Chinese Medicine*, 3 (7), 1–16. <https://doi.org/10.1186/1749-8546-3-7>
- Lin, K., Hsu, C., Huang, Y., & Lai, J. (2013). Chlorophyll-Related Compounds Inhibit Cell Adhesion and Inflammation in Human Aortic Cells. *Journal of Medicinal Food*, 16 (10), 886–898. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.2558>
- LIPi. (2015). *Indonesia Miliki 7.500 Tanaman Obat*. <http://lipi.go.id/berita/single/Indonesia-Miliki-7500-Tanaman-Obat/11540>
- Loekitowati, P., Fahma, & Aini, A. (2003). Pengaruh Jenis dan Volume Pelarut Terhadap Hasil Ekstraksi BHA dan BHT dari Minyak Goreng. *Jurnal Penelitian Sains*, 14, 7–14.
- Made, D. A., Parwata, I. M., & Manik, P. I. (2015). Analisis Kadar Metamfetamina Pada Sampel Darah Dengan Metode GC-MS. *Journal Chemistry Laboratory*, 2 (1), 18–29.
- Maeda, H., & Dudareva, N. (2012). The Shikimate Pathway and Aromatic Amino Acid Biosynthesis in Plants. *Annual*

- Review of Plant Biology*, 63, 73–105.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105439>
- Mastuti, R. (2016). Modul Metabolit Sekunder dan Pertahanan Tanaman. *Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya*, 1–18.
- Maulani, M. I., Leni, P., & Dasuki, U. A. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Reundeu [ *Staurogyne elongata* ( Bl .) O . K ] terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*. *Posiding Farmasi*, 3(2), 565–569.
- Mishra, D., & Patnaik, S. (2020). GC-MS analysed phytochemicals and antibacterial activity of *Withania somnifera* (L.) Dunal extract in the context of treatment to liver cirrhosis. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 13(1), 71-78.
- Moni, S. S., Mohan, S., Makeen, H. A., Alhazmi, H. A., Basode, V. K., Rehman, Z., Alam, M. S., Alam, M. F., Anwer, T., Elmobark, M. E., Abdulhaq, A., Alamoudi, M. U. A., Hadi, I. M. H., Amri, S. A. A., Alrithi, A. M. A., Jathmi, Z. A. J., & Kaabi, M. A. A. (2022). Spectral characterization and biological evaluation of biomolecules from the peels of three orange fruits: a comparative study. *Brazilian Journal of Biology*, 82, 1–12.  
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.267856>

- Moodley, K., Joseph, K., Naidoo, Y., Islam, S., & Mackraj, I. (2015). Antioxidant , antidiabetic and hypolipidemic effects of *Tulbaghia violacea* Harv . ( wild garlic ) rhizome methanolic extract in a diabetic rat model. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0932-9>
- Moses, T., Papadopoulou, K. K., & Osbourn, A. (2014). Metabolic and Functional Diversity of Saponins , Biosynthetic Intermediates and Semi-Synthetic Derivatives. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 49 (6), 439–462. <https://doi.org/10.3109/10409238.2014.953628>
- Muharram, Netti, H., Sitti, F., & Hasri. (2022). Penelusuran Senyawa Metabolit Sekunder Akar Tumbuhan Mangrove Pedada (*Sonneratia caseolaris*). *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 8(1), 77–83.
- Mukaromah, A. S. (2010). *Identifikasi Golongan Senyawa Dalam Fraksi Toksik Daun Toloid (Istoma longiflora Presl.) Terhadap Staphylococcus aureus ATCC 25923*. Universitas Gadjah Mada.
- Noel, J. P., Austin, M. B., & Bomati, E. K. (2005). Structure – Function Relationships in Plant Phenylpropanoid Biosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology* 2005, 8, 249–253. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2005.03.013>

- Noushahi, H., Khan, A., Husain, M., & Javed, T. (2022). Biosynthetic Pathway o Triterpenoids and Strategies to Improve Their Biosynthetic Efficiency. *Plant Growth Regul*, 97, 439–454.
- Noviandi, I. P. (2014). *Pemanfaatan Tumbuhan Obat Pada Masyarakat Kasepuhan Kampung Ciptarasa dan Ciptagelar Sukabumi* [Institut Pertanian Bogor]. repository.ipb.ac.id/handle/123456789/71709
- Nugroho, A. (2017). *Buku Ajar: Teknologi Bahan Alam*. Lambung Mangkurat University Press.
- Osuntokun, O. T., & Cristina, G. M. (2019). Bio isolation, chemical purification, identification, antimicrobial and synergistic efficacy of extracted essential oils from stem bark extract of *Spondias mombin*(Linn). *International Journal of Molecular Biology*, 4(4), 135–143. <https://doi.org/10.15406/ijmboa.2019.04.00110>
- Perangin-angin, Y., Purwaningrum, Y., Asbur, Y., & Rahayu, S. (2019). Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder yanag dihasilkan tanaman pada cekaman biotik Utilization of secondary metabolite content produced by plants in biotic stress Pendahuluan Bahan dan Metode Hasil dan Pembahasan. *Agriland*, 7 (1), 39–47.
- Pillai, K. M. (2016). *Exploring Biosynthetic Pathways for Aromatic Ester Production*. Arizona State University.

- Ponmathi Sujatha, A., Michael Evanjaline, R., Muthukumarasamy, S., & Mohan, V. (2017). Determination of bioactive components of *barleria courtallica nees* (Acanthaceae) by gas chromatography-mass spectrometry analysis. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *10*(6), 273–283. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i6.18035>
- Prasetyo, B., Ma'arif, A. S., Pratiwi, D. W., Udaibah, W., & Abidin, Z. (2021). Skrining Fitokimia Dan Analisis Gc-Ms Dari Ekstrak Batang *Punica Granatum* (Studi Ayat Mengenai Delima Dan Qs. Ali Imran [3]: 191). *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, *3*, 127–137.
- Pratama, O. A., Anindito, W., Tunjung, S. R. I., & Daryono, B. S. (2019). Bioactive compound profile of melon leaf extract (*Cucumis melo* L. 'Hikapel') infected by downy mildew. *Biodiversitas*, *20* (11), 3448–3453. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201143>
- Puspitasari, A. D., & Prayoga, L. S. (2016). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi terhadap Kadar Flavonoid Total. *Jurnal Ilmu Farmasi*, *13*(2), 16–23.
- Putra, I. G. A., Wrasati, L. P., Ayu, D., & Yuarini, A. (2022). Identifikasi Senyawa Penyusun Minuman Herbal Serai-Gula Lontar Menggunakan Gas Chromatography-Mass

- Spectrometry Lemon Grass- Palm Sugar Herbal Drink Compounds Identification Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 11 (4), 593–600.
- Rachmah, A. N., Febriana, A., Kusumarini, N., Oktaviani, E., & Mukaromah, A. S. (2023). Authentication Of Three Wax Apples Cultivars ( *Syzygium samarangense* ( Blume ) Merr . & L . M . Perry ) Based On Morphological Character And Fruit Metabolite Profile. *Floribunda*, 7 (2), 64–74.
- Rahim, N., & Teruna, H. Y. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Akar Tumbuhan Tunjuk Langit (*helminthostacshys zeylanica*). *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 5(2), 62–66.
- Rahmiyani, I., R, T. R., Dh, N., & Yuliana, A. (2020). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Minyak Atsiri Daun Gamal ( *Gliricidia sepium* [ Jacq ] Walp ). *Jurnal Farmasi Udayana*, 134–143.
- Raja, R., & Lakshmi, R. (2011). GC-MS Analysis of bioactive components from the ethanolic leaf extract of *Canthium dicoccum* (Gaertn.) Teijsm & Binn. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 3 (3), 792–798.
- Retnowati, A., Rugayah, Rahajoe, J., & Arifani, D. (2019). *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan Jenis Tumbuhan dan Jamur di Indonesia*. Lembaga Ilmu

Pengetahuan Indonesia (LIPI).

- Robert, S. (2007). Produksi dan Rekayasa Terpenoid dalam Kultur Sel Tanaman. *Nature Chemical Biology*, 3, 387–395.
- Roosita, K., Kusharto, C. ., Sekiyama, M., Fachrurozi, Y., & Ohtsuka, R. (2008). Medical Plants Used by the Villagers of a Sundanese Community in West Java. *Indonesia Journal of Ethnopharmacology*, 1(115), 72–81.
- Rosikin, A. (2020). *Kecamatan Paninggaran, Kabupaten Pekalongan*. Tribun News. <https://www.tribunnewswiki.com/2020/11/02/kecamatan-paninggaran-kabupaten-pekalongan>
- Ruchika, Naik, J., & Pandey, A. (2019). Chapter 15 - Synthetic Metabolism and Its Significance in Agriculture. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64085-7.00015-0>
- Rudiana, T., Suryani, N., & Anwar, H. (2021). Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Batang Dahu ( *Dracontomelon dao* ). *Jc-t (Journal Cis-Trans)C*, 5(1), 8–12. <https://doi.org/10.17977/um0260v5i12021p008>
- Sabirin, I., Maskoem, A., & Hernowo, B. (2013). Peran Ekstrak Etanol Topikal Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

Pada Penyembuhan Luka Ditinjau dari Imunoekspresi CD34 dan Kolagen Pada Tikus Wistar. *Majalah Kedokteran Bandung*, 45(4), 226–233.

Saha, M., & Bandyopadhyay, P. K. (2017). Phytochemical screening for identification of bioactive compound and antiprotozoan activity of fresh garlic bulb over trichodinid ciliates affecting ornamental goldfish. *Aquaculture*.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.02.009>

Salah, A. I., Ali, H. A. M., & Imad, H. H. (2015). Spectral analysis and anti-bacterial activity of methanolic fruit extract of *Citrullus colocynthis* using gas chromatography-mass spectrometry. *African Journal of Biotechnology*, 14(46), 3131–3158. <https://doi.org/10.5897/ajb2015.14957>

Santoso, T. I., Miftahudin, M., & Sulistyaningsih, Y. C. (2021). Starch Catabolism Revealed During Secondary Metabolite Released on Vascular Streak Dieback Infected Cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Pelita Perkebunan*, 37 (1), 13–21.

<https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v37i1.425>

Shihab, M. Q. (2000). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Lentera Hati.

Sholekah, F. F. (2017). Perbedaan Ketinggian Tempat

- Terhadap Kandungan Flavonoid dan Beta Karoten Buah Karika (*Carica pubescens*) Daerah Dieng Wonosobo. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Biologi Yogyakarta*, 75–82.
- Sivagnanam, S., & Valliammai, R. (2016). Determination of Bioactive and Pharmaceutical Components of *Croton bonplandianus* by GC-MS Analysis. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology*, 9 (5), 3488–3493.
- Suharyanto, S., & Hayati, T. N. (2021). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Buah Gembas (*Luffa acutangula* (L.) Roxb.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 18(1), 82–88.
- Surat, P. (2019). *Presenting GC-MS Result in Publication*. News-Medicinal. <https://www.news-medicinal.net/life-sciences/Presenting-GC-MS-Result-in-a-Publication.aspx%3E>
- Tayo, B. C., Briggs, A. I., & Salaam, A. M. (2021). Phytochemical composition, antioxidant, antimicrobial potential and gc-ms analysis of crude and partitioned fractions of *nigella sativa* seed extract. *Acta Microbiologica Bulgarica*, 37 (1), 34–45.
- Tona, I. I., & Erida, G. (2018). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Metanol *Babadotan* (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap

- Pertumbuhan Beberapa Jenis Gulma. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 3(4), 85–95.
- Toteles, A. A., Susanti, C. M., Azis, A., & Rasyid, R. A. (2022). Kandungan Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun Pandemor (*Pemphis acidula* J. R. Forst. G & G. Forst) Asal Pulau Biak. *Jurnal Kehutanan Papuaasia*, 8 (1), 47–54.
- Tyagi, T., & Agarwal, M. (2017). Phytochemical screening and GC-MS analysis of bioactive constituents in the ethanolic extract of *Pistia stratiotes* L. and *Eichhornia crassipes* (Mart.) solms. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6 (1), 195–206.
- Ulfah, M. (2021). *Autentikasi Metabolit Ekstrak Buah Jambu Semarang (Syzygium samarangense (Blume) Merr. & L.M. Perry) 'Delima' di Kabupaten Demak*. UIN Walisongo Semarang.
- Utomo, D. S., Kristiani, E., & Mahardika, A. (2020). Pengaruh Lokasi Tumbuh Terhadap Kadar Flavonoid , Fenolik , Klorofil , Karotenoid Dan Aktivitas Antioksidan Pada Tumbuhan Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*). *Bioma*, 22 (2), 143–149.
- Venceslau, A. de F. A., Mendonça, A. C., & Benedick, L. A. Z. (2021). Analysis of the chemical constituents of Thompson atemoya seed oil. *Revista Brasileira de*

*Fruticultura*, 43, 1-23.

- Verawati, Nasir, A., & Martinus, B. (2022). Tinjauan Fitokimia Dan Antioksidan Ekstrak Akar, Batang Dan Daun Tumbuhan *Elephantopus Mollis* Dengan Metode Klt-Bioautografi. *Jurnal Katalisator*, 6(2), 332-343.
- Wahidi, R. (2016). *Tafsir Ayat-Ayat Tarbawi*. Transmedia Grafika.
- Wahjuni, S. (2013). *Metabolisme Biokimia*. Udayana University Press.
- Wei, Q., & Guo, W. hu. (2020). Chemical Components of Volatile Oil from Leaves and Stems of *Celtis sinensis* Pers. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 23(4), 772-778. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1794984>
- Wijaya, H., Jubaidah, S., & Rukayyah. (2022). Perbandingan Metode Esktraksi Maserasi Dan Sokhletasi Terhadap Rendemen Ekstrak Batang Turi (*Sesbania Grandiflora* L.). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 5(1), 1-11.
- Yamato, G. (2002). Thepeutic Potential of Inhibitory of the NF.KB Pathway in the Treatment of Inflammation and Cancer. *Journal of Clinical Investigation*, 493-503.
- Yasmin, N., Wahyu, & Angga. (2019). Identifikasi Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Akar dan Batang Merung (*Coptosapelta tomentosa* ) yang Memiliki Aktivitas

- Antioksidan Menggunakan Metode KLT Autografi.  
*Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*,  
10, 10–15. <https://doi.org/10.25026/mpc.v10i1.353>
- Zhang, H., Zhang, Z., Xiong, Y., Shi, J., Chen, C., Pan, Y., Xue, T.,  
Xue, J., & Duan, Y. (2021). Industrial Crops & Products  
Stearic acid desaturase gene negatively regulates the  
thermotolerance of *Pinellia ternata* by modifying the  
saturated levels of fatty acids. *Industrial Crops &  
Products*, 166(April), 113490.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113490>
- Zhao, F., Wang, P., Lucardi, R. D., Su, Z., & Li, S. (2020). Natural  
sources and bioactivities of 2,4-di-tert-butylphenol and  
its analogs. *Toxins*, 12(1), 1–26.  
<https://doi.org/10.3390/toxins12010035>

### LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis GC-MS Kandungan Senyawa Pada Batang Tumbuhan Keji

Peak No.	Ret. Time min	1st Hit SI	Library Compound	2nd Hit SI	Library Compound	3rd Hit SI	Library Compound
1	3,83	673	Ethanamine, 2-propoxy-	647	1,3-Butanediol, (S)-	639	S-[2-Aminoethyl]-dl-cysteine
2	4,92	700	2-Heptenal, (Z)-	698	2-Heptenal, (E)-	695	2-Trifluoroacetyldodecane
3	5,16	811	Glycerin	735	Erythritol	700	Diglycerol
4	6,89	690	1H-Pyrrole, 2,5-dihydro-1-nitroso-	673	5-Cyclopropylcarbonyloxyphen-tadecane	656	4-Cyclopropylcarbonyloxytetradecane
5	10,81	708	trans-3,4-Epoxyoctane	698	2-Octen-1-ol, (E)-	686	2-Octen-1-ol, (Z)-
6	11,34	756	Benzofuran, 2,3-dihydro-	747	6-Methylenebicyclo[3.2.0]hept-3-en-2-one	727	Benzene, (ethenyloxy)-
8	12,52	770	2-Decenal, (Z)-	754	2-Decenal, (E)-	737	3-Trifluoroacetyldodecane
9	13,01	710	Methoxyacetic acid, 2-pentadecyl ester	708	Imidazole-4-carboxylic acid, 2-fluoro-1-methoxymethyl-, ethyl ester	703	Methoxyacetic acid, 3-pentadecyl ester
10	13,37	746	2,4-Dodecadienal	741	2,4-Dodecadienal, (E,E)-	721	2,4-Decadienal, (E,E)-
11	13,96	751	2,4-Dodecadienal, (E,E)-	748	2,4-Decadienal, (E,E)-	745	2,4-Dodecadienal
12	14,29	852	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	625	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,1	614	Phosphonoacetic Acid, 3TMS derivative

13	14,90	769	Phenol, 2-(1,1-dimethylethyl)-6-methyl-	760	Phenol, 2-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-	759	Phenol, 2-(1,1-dimethylethyl)-5-methyl-
15	15,92	799	3-Methylene-1-oxa-spiro[4.5]decan-2-one	750	2-Isopropyl-5,5-dimethylcyclohex-2-enone	741	Spiro[4.5]decan-1,6-dione
16	16,10	653	Vanillin lactoside	652	Pterin-6-carboxylic acid	649	3-Methoxy-4-[3-oxo-3-(pyrrolidin-1-yl)propoxy]benzaldehyde
17	16,59	752	Melezitose	730	Desulphosinigrin	721	1-Gala-1-ido-octose
18	16,90	749	3-Methylene-1-oxa-spiro[4.5]decan-2-one	723	2,3,4,4a,5,6,6a,7,8,9-Decahydropyrano[3,2-H]chromen-5,5,6,6-tetracarbonitrile	714	1(2H)-Naphthalenone, octahydro-4a-methyl-, trans-
19	17,65	801	Tetradecane, 2,6,10-trimethyl-	784	Methoxyacetic acid, 4-tridecyl ester	779	Octadecane, 6-methyl-
20	17,81	671	Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-dimethyl-3-(2-propenyl)-, ethyl ester, trans-	647	2-Diisopropylsilyloxybut-3-yne	642	Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-dimethyl-3-(2-methyl-2-propenyl)-, ethyl ester, cis-
21	17,93	815	1-Hexadecanol	814	Dichloroacetic acid, dodecyl ester	811	3-Trifluoroacetoxytetradecane
22	18,14	735	2,2,7,7-Tetramethyltricyclo[6.2.1.0(1,6)]undec-4-en-3-one	717	2(1H)Naphthalenone, 3,5,6,7,8,8a-hexahydro-4,8a-dimethyl-6-(1-methylethenyl)-	714	Acetic acid, 3-hydroxy-6-isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydronaphthalen-2-yl ester
23	18,48	787	Tetradecane, 2,6,10-trimethyl-	764	Methoxyacetic acid, 4-tridecyl ester	756	Methoxyacetic acid, 2-tetradecyl ester

24	18.63	860	Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl-	747	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	722	3-Butoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane
25	18.88	921	2,4-Di-tert-butylphenol	874	Phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-	866	Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-
27	19.40	695	2-Myristinoyl pantetheine	687	[1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester	686	Deoxyspergualin
28	19.76	765	Benzofuran, 2,3-dihydro-2,2,4,6-tetramethyl-	737	Benzofuran, 2,3-dihydro-2,2,5,6-tetramethyl-	733	Silane, trimethyl(2-phenylethenyl)-
30	20.23	692	Imidazole-4-carboxylic acid, 2-fluoro-1-methoxymethyl-, ethyl ester	660	4-Pentenoic acid, 2-formyl-2-methyl-, ethyl ester	638	N-[2-[1-Piperazyl]ethyl]-N'-[2-thiophosphatoethyl]-1,3-propanamine
31	20.58	667	Imidazole-4-carboxylic acid, 2-fluoro-1-methoxymethyl-, ethyl ester	667	Streptovitacin A	646	4-Oxo-4-(1,2,2-trimethyl-5-oxocyclopentyl)-but-2-enoic acid, methyl ester
32	20.92	781	Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester	681	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	669	Heptan-2-ol, 5-(2-tetrahydrofurfuryl)-
34	22.54	853	Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl-	702	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	701	Hexasiloxane, tetradecamethyl-
35	22.63	781	1-Hexadecanol, 2-methyl-	778	Hexadecane, 1,1-bis(dodecyloxy)-	773	3-Trifluoroacetoxytetradecane
36	23.00	828	Dodecyl acrylate	813	3-Chloropropionic acid, heptadecyl ester	809	2-Propenoic acid, pentadecyl ester

37	23,14	746	2-Myristinoyl pantetheine	718	Imidazole-4-carboxylic acid, 2-fluoro-1-methoxymethyl-, ethyl ester	711	Benzeneethanamine, 2,5-difluoro- $\beta$ ,3,4-trihydroxy-N-methyl-
38	23,68	901	Dibenzylamine	772	1-Triazene, 1-(4-methylphenyl)-3-(phenylmethyl)-	737	5-[ $\alpha$ -(Dibenzylamino)-4-hydroxybenzyl]-1-(2,6-xylyl)-1H-tetrazole
39	23,80	697	N,N'-Bis(Carbobenzyloxy)-lysine methyl(ester)	685	9-Octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl ester, trans-	673	12,15-Octadecadiynoic acid, methyl ester
40	24,16	763	Pentanoic acid, 2-benzenmethaniminyl-5-guanidinyl-	710	Benzenemethanamine, N-(phenylmethylene)-	688	Benzyl(phenylmethylidene)amine
41	24,42	746	Tetradecanoic acid	726	Estra-1,3,5(10)-trien-17 $\beta$ -ol	725	Cyclopropanetetradecanoic acid, 2-octyl-, methyl ester
42	24,63	738	6-Hydroxy-4,4,7a-trimethyl-5,6,7,7a-tetrahydrobenzofuran-2(4H)-one	705	Propionic acid, 3-(1-hydroxy-2-isopropyl-5-methylcyclohexyl)-	695	4-(3,3-Dimethyl-but-1-ynyl)-4-hydroxy-2,6,6-trimethylcyclohex-2-enone
43	25,34	856	3-Hexadecanol	778	1-Hexadecanol, 2-methyl-	773	3-Heptadecanol
45	25,82	818	i-Propyl 12-methyl-tridecanoate	800	Isopropyl myristate	768	Tetradecanoic acid, propyl ester
46	25,94	814	Cyclononasiloxane, octadecamethyl-	744	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,13-tetradecamethyl-	736	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,13,15,15-hexadecamethyl-
47	26,10	865	Neophytadiene	850	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	821	2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, acetate, [R-[R*,R*(E)]]-
48	26,21	846	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-	749	9-Undecenol, 2,10-dimethyl-	748	Oxirane, hexadecyl-

49	26,47	748	1-Heptatriacotanol	735	Ethyl iso-allocholate	733	2-[4-methyl-6-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)hexa-1,3,5-trienyl]cyclohex-1-en-1-carboxaldehyde
50	26,59	745	1-Heptatriacotanol	744	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-	744	13-Heptadecyn-1-ol
51	26,71	762	Phthalic acid, isobutyl octadecyl ester	761	Phthalic acid, butyl tetradecyl ester	751	Phthalic acid, butyl undecyl ester
52	26,89	780	1-Hexadecanol, 2-methyl-	774	Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate	767	Undec-10-ynoic acid, tetradecyl ester
53	26,96	794	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	791	13-Heptadecyn-1-ol	790	Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-
55	27,74	800	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	747	Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate	735	Picrotoxin
56	27,82	802	Cyclopropanebutanoic acid, 2-[[2-[[2-(2-pentylcyclopropyl)methyl]cyclopropyl]methyl]cyclopropyl]methyl]-, methyl ester	747	1-Heptatriacotanol	735	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
59	28,25	766	1-Heptatriacotanol	764	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	751	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-
60	28,48	843	n-Hexadecanoic acid	842	l-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate	806	Pentadecanoic acid
61	28,54	742	Phthalic acid, butyl undecyl ester	741	Phthalic acid, isobutyl octadecyl ester	735	Phthalic acid, butyl tetradecyl ester
62	28,59	775	1-Heptatriacotanol	770	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-	756	7-Methyl-Z-tetradecen-1-ol acetate

63	28,92	738	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15, 15-hexadecamethyl-	737	Cyclodecasiloxane, eicosamethyl-	672	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13- tetradecamethyl-
64	29,05	837	Hexadecanoic acid, ethyl ester	771	Heptadecanoic acid, ethyl ester	767	Pentadecanoic acid, ethyl ester
65	29,18	689	Bicyclo[4.4.0]dec-5-ene-1-acetic acid	684	Ethylamine, 1,2-diphenyl-N- ethyl-,	675	Na-Benzyl-L-alanine, methyl ester
66	29,29	800	1-Heptatriacotanol	782	E,E,Z-1,3,12- Nonadecatriene-5,14-diol	773	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-
67	29,54	785	1-Heptatriacotanol	738	Ethyl iso-allocholate	734	4,8,13-Cyclotetradecatriene- 1,3-diol, 1,5,9-trimethyl-12-(1- methylethyl)-
68	29,67	811	1-Heptatriacotanol	794	E,E,Z-1,3,12- Nonadecatriene-5,14-diol	783	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
69	29,89	760	Cyclopropanebutanoic acid, 2-[[2- [[2-[(2- pentylcyclopropyl)methyl]cyclopropyl] methyl]methyl]cyclopropyl]methyl ]-, methyl ester	760	1-Heptatriacotanol	759	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene- 5,14-diol
70	30,03	798	1-Heptatriacotanol	781	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	774	6,9,12,15-Docosatetraenoic acid, methyl ester
71	30,13	783	1-Heptatriacotanol	752	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	741	4,8,13-Cyclotetradecatriene- 1,3-diol, 1,5,9-trimethyl-12-(1- methylethyl)-

72	30,20	813	1-Heptatriacotanol	802	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	796	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
74	30,37	799	1-Hexadecanol, 2-methyl-	792	Heptacos-1-ene	785	(E)-Hexadec-2-enal
75	30,53	805	1-Heptatriacotanol	784	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	774	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
76	30,67	808	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	806	1-Heptatriacotanol	798	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
77	30,78	814	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	808	Phytol	803	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
78	31,02	833	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	818	Cyclopropaneoctanoic acid, 2-[[2-[(2-ethylcyclopropyl)methyl]cyclopropyl]methyl]-, methyl ester	807	Ethanol, 2-(9,12-octadecadienyloxy)-, (Z,Z)-
79	31,09	694	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	693	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	691	2,3-Dihydroxypropyl elaidate
81	31,28	812	1-Heptatriacotanol	802	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	788	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
82	31,40	841	n-Propyl 9,12-octadecadienoate	841	Butyl 9,12-octadecadienoate	827	Ethyl 9.cis.,11.trans.-octadecadienoate
83	31,47	767	1-Heptatriacotanol	747	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	742	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-

84	31,60	766	1-Heptatriacotanol	751	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacotane, 1(22),7(16)-diepoxy-	750	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
85	31,77	765	Ethyl 14-methyl-hexadecanoate	713	1-Heptatriacotanol	712	12-Oxododecanoic acid, ethyl ester
86	31,94	836	Acetic acid n-octadecyl ester	821	Heneicosyl acetate	818	1-Docosanol, acetate
87	32,02	766	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	765	1-Heptatriacotanol	756	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
89	32,26	751	1-Heptatriacotanol	731	Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate	722	12-Methyl-E,E-2,13-octadecadien-1-ol
90	32,33	805	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	803	1-Heptatriacotanol	786	Ingol 12-acetate
91	32,45	840	Arachidamide, N-ethyl-	818	Myristamide, N-ethyl-	813	N,N-Dimethyldodecanamide
92	32,69	750	Ethyl iso-allocholate	723	1-Heptatriacotanol	720	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
93	32,73	682	Propanoic acid, 2-(3-acetoxy-4,4,14-trimethylandrost-8-en-17-yl)-	653	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacotane, 1(22),7(16)-diepoxy-	651	Methyl glycocholate, 3TMS derivative
94	32,78	772	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	771	1-Heptatriacotanol	728	9-Octadecene, 1,1'-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bis-, (Z,Z)-2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16-tetramethyl-heptadeca-3,7,11,15-tetraenyl)-cyclohexanol
95	32,93	791	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	783	1-Heptatriacotanol	768	
96	33,00	762	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	759	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	753	1-Heptatriacotanol

97	33.06	788	1-Heptatriacotanol	784	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	772	Ethyl iso-allocholate
98	33.16	690	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triaconta ne, 1(22),7(16)-diepoxy-	690	1-Heptatriacotanol	681	Tetracosa-2,6,14,18,22- pentaene-10,11-diol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-
99	33.29	801	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triaconta ne, 1(22),7(16)-diepoxy-	787	1-Heptatriacotanol	782	Ethyl iso-allocholate
101	33.50	754	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triaconta ne, 1(22),7(16)-diepoxy-	752	1-Heptatriacotanol	750	Ingol 12-acetate
102	33.56	807	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triaconta ne, 1(22),7(16)-diepoxy-	796	1-Heptatriacotanol	781	2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16- tetramethyl-heptadeca- 3,7,11,15-tetraenyl)- cyclohexanol
103	33.66	801	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triaconta ne, 1(22),7(16)-diepoxy-	785	1-Heptatriacotanol	782	Tetracosa-2,6,14,18,22- pentaene-10,11-diol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-
104	33.77	792	1-Heptatriacotanol	786	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	766	Ethyl iso-allocholate
105	33.85	798	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triaconta ne, 1(22),7(16)-diepoxy-	767	1-Heptatriacotanol	764	2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16- tetramethyl-heptadeca- 3,7,11,15-tetraenyl)- cyclohexanol
106	33.91	773	Tricyclo[20.8.0.0(7.16)]triaconta ne, 1(22),7(16)-diepoxy-	766	1-Heptatriacotanol	742	2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16- tetramethyl-heptadeca- 3,7,11,15-tetraenyl)- cyclohexanol

107	33,98	779	Ethyl iso-allocholate	775	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	766	1-Heptatriacotanol
108	34,08	767	cis-13-Eicosenoic acid	759	Erucic acid	755	cis-11-Eicosenoic acid
109	34,14	813	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ane, 1(22),7(16)-diepoxy-	797	1-Heptatriacotanol	794	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene- 5,14-diol
110	34,19	800	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ane, 1(22),7(16)-diepoxy-	797	E,E,Z-1,3,12- Nonadecatriene-5,14-diol	790	1-Heptatriacotanol
111	34,32	914	Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1- dimethylethyl)-4-methyl-	744	2,2'-Methylenebis(6-tert- butyl-4 methylphenol), acetate	624	1,10-Epoxy-4-methoxy-7- methyl-8-(3,4- methylenedioxyphenyl)- spiro(5,5)undeca-1,4-dien-3- one
112	34,39	700	1-Heptatriacotanol	693	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	673	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3- acetoxy-
113	34,44	731	Ethyl iso-allocholate	703	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3- acetoxy-	701	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ane, 1(22),7(16)-diepoxy-
114	34,48	775	Ethyl iso-allocholate	751	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	747	1-Heptatriacotanol
115	34,56	783	Ethyl iso-allocholate	777	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	760	1-Heptatriacotanol
116	34,62	728	1-Heptatriacotanol	725	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	721	Xylopic acid

117	34.72	767	Arachidamide, N-ethyl-	726	Myristamide, N-ethyl-	719	N,N-Dimethyldodecanamide
118	34.87	791	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	766	1-Heptatriacotanol	755	Tetracos-2,6,14,18,22-pentaene-10,11-diol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-
119	34.92	781	Ethyl iso-allocholate	778	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	750	1-Heptatriacotanol
120	35.08	788	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	768	1-Heptatriacotanol	743	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3-acetoxy-
121	35,19	709	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3-acetoxy-	700	1-Heptatriacotanol	673	Rhodopin
122	35,33	790	Hexadecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester	783	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	762	Glycerol 1-palmitate
123	35,49	794	Ethyl iso-allocholate	779	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	766	1-Heptatriacotanol
124	35,62	797	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	796	Ethyl iso-allocholate	771	1-Heptatriacotanol
125	35,94	727	3',8,8'-Trimethoxy-3-piperidyl-2,2'-binaphthalene-1,1',4,4'-tetrone	724	9-(2',2'-Dimethylpropanoilhydrazono)-3,6-dichloro-2,7-bis-[2-(diethylamino)-ethoxy]fluorene	674	9-t-Butyltricyclo[4.2.1.1(2,5)]decane-9,10-diol
126	36,18	722	Ethyl iso-allocholate	692	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	691	Propanoic acid, 2-(3-acetoxy-4,4,14-trimethylandro-8-en-17-yl)-

127	36,42	746	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	739	Ethyl iso-allocholate	738	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
128	36,66	789	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	775	Ethyl iso-allocholate	762	1-Heptatriacotanol
129	36,76	792	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	778	Ethyl iso-allocholate	758	1-Heptatriacotanol
130	36,90	783	Ethyl iso-allocholate	779	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	747	1-Heptatriacotanol
131	37,15	768	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	745	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	741	2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16-tetramethyl-heptadeca-3,7,11,15-tetraenyl)-cyclohexanol
132	37,26	755	Ethyl iso-allocholate	739	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	722	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
133	37,40	696	Pregn-4-ene-3,20-dione, 11 $\beta$ ,17,21-trihydroxy-16-methylene-, tris(trifluoroacetate)	687	5,16,20-Pregnatriene-3 $\beta$ ,20-diol diacetate	681	Pregn-1,4,6-triene-3,20-dione, 6,16-dimethyl-, (16a)-
135	37,66	792	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	791	1b,4a-Epoxy-2H-cyclopenta[3,4]cyclopropa[8,9]cycloundec[1,2-b]oxiren-5(1aH)-one, 2,7,9,10-tetrakis(acetyloxy)decahydro-3,6,8,8,10a-pentamethyl-	775	Ethyl iso-allocholate

137	37,90	783	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	759	Tetracos-2,6,14,18,22-pentaene-10,11-diol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-	750	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
138	38,05	726	Ethyl iso-allocholate	715	1-Phenanthrenecarboxylic acid, 1,2,3,4,4a,4b,5,9,10,10a-decahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-, ethyl ester, [1R-(1a,4a $\beta$ ,4ba,10aa)]-	703	Ingol 12-acetate
139	38,15	738	Ethyl iso-allocholate	730	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	719	7,8-Epoxy lanostan-11-ol, 3-acetoxy-
140	38,31	802	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	792	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	778	1-Heptatriacotanol
141	38,39	799	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	781	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	777	1-Heptatriacotanol
142	38,49	799	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	792	Ethyl iso-allocholate	775	1-Heptatriacotanol
144	38,76	735	Ethyl iso-allocholate	694	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	694	Digitoxin
145	38,87	783	Ethyl iso-allocholate	747	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	739	1-Heptatriacotanol

146	39,04	693	17.alfa.,21β-28,30-Bisnorhopane	682	2-tert-Butyl-6-(3-tert-butyl-2-methoxy-5-methylbenzyl)-4-methylphenol	667	5-(7a-Isopropenyl-4,5-dimethyl-octahydroinden-4-yl)-3-methyl-pent-2-en-1-ol
147	39,58	779	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	775	Ethyl iso-allocholate	740	1-Heptatriacotanol
148	39,85	790	Ethyl iso-allocholate	788	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	758	1-Heptatriacotanol
149	40,14	781	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	772	Ethyl iso-allocholate	752	Tetracosa-2,6,14,18,22-pentaene-10,11-diol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-
150	40,31	787	Ethyl iso-allocholate	784	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	752	Tetracosa-2,6,14,18,22-pentaene-10,11-diol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-
151	40,65	781	Ethyl iso-allocholate	767	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	748	Tetracosa-2,6,14,18,22-pentaene-10,11-diol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-
152	40,79	786	Ethyl iso-allocholate	765	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	745	1-Heptatriacotanol
153	41,43	785	Ethyl iso-allocholate	762	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	746	17.alfa.,21β-28,30-Bisnorhopane

154	41,67	795	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	788	2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16-tetramethylheptadeca-3,7,11,15-tetraenyl)-cyclohexanol	772	Ethyl iso-allochololate
155	42,41	734	Ethyl iso-allochololate	707	2-[4-methyl-6-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)hexa-1,3,5-trienyl]cyclohex-1-en-1-carboxaldehyde	705	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-



## Akar

## Lampiran 3. Hasil Analisis GC-MS Kandungan Senyawa Pada Akar Tumbuhan Keji

Peak No.	Ret. Time min	1st Hit SI	Library Compound	2nd Hit SI	Library Compound	3rd Hit SI	Library Compound
1	3,04	698	Tetraacetyl-d-xylonic nitrile	668	d-Glycero-d-ido-heptose	656	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid
2	3,68	720	Muramic acid	715	Methane, nitroso-	659	2-Butanol, 3-chloro-, (R*,S*)-
3	3,84	687	Dihydroxyacetone	672	Mannosamine	653	Chlorozotocin
4	4,38	698	Tetraacetyl-d-xylonic nitrile	690	Cystine	686	Acetamide, N-methyl-N-[4-[4-fluoro-1-hexahydropyridyl]-2-butynyl]-
5	5,18	840	Glycerin	750	Erythritol	736	Diglycerol
6	7,66	655	N-cyclohexyl-3,4-methylenedioxyamphetamine	645	Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl-	633	2,3-Dimethylfumaric acid
7	8,63	688	Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl-	653	2,3-Dimethylfumaric acid	649	6-Acetyl-β-d-mannose
8	8,96	728	DL-Arabinose	694	d-Glycero-d-ido-heptose	682	d-Glycero-d-galacto-heptose
9	9,81	770	Heptanediamide, N,N'-di-benzoyloxy-	759	Hexanediamide, N,N'-di-benzoyloxy-	754	β-1,5-O-Dibenzoyl-ribofuranose
10	10,81	679	Cyclohexanone, 2-(hydroxymethyl)-	679	[1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester	667	Hexanoic acid, 2-ethylcyclohexyl ester
11	11,33	826	Benzofuran, 2,3-dihydro-	791	Benzaldehyde, 3-methyl-	783	Benzene, (ethenyl)-

12	12,59	725	Benzoic acid, 3-methyl-	716	Benzoic acid, 4-methyl-	711	m-Toluic acid, 2-butyl ester
13	13,01	838	Resorcinol	800	Hydroquinone	748	3(2H)-Pyridazinone, 6-methyl-
14	13,94	780	2-Methoxy-4-vinylphenol	753	Phenol, 5-ethenyl-2-methoxy-	747	4-Hydroxy-2-methylacetophenone
15	14,29	837	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	624	2,4'-Dimethoxy-2'-(trimethylsilyl)oxychalcone	621	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13-tetradecamethyl-
16	14,88	695	2,4-Dimethoxyphenol	692	Phenol, 2,6-dimethoxy-	684	Formic acid, 2,6-dimethoxyphenyl ester
17	15,83	648	Pyridine-4-carbohydrazide, N2-(benzofurazan-4-yl)methylene-	640	1,3,5-Triazin-2(1H)-one, 6-dimethylamino-4-(4-pyridyl)-	633	Benzeneethanamine, 2,5-difluoro- $\beta$ ,3,4-trihydroxy-N-methyl-
18	16,08	758	Vanillin lactoside	743	3-Methoxy-4-[3-oxo-3-(pyrrolidin-1-yl)propoxy]benzaldehyde	708	Benzaldehyde, 3-(chloroacetoxy)-4-methoxy-
19	16,67	759	Melezitose	721	Desulphosinigrin	713	Maltose
20	17,06	714	2-Hydroxy-5-methylbenzaldehyde	713	Benzaldehyde, 2-hydroxy-6-methyl-	690	2-Hydroxy-3-methylbenzaldehyde
21	17,80	693	Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-dimethyl-3-(2-propenyl)-, ethyl ester, trans-	659	Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-dimethyl-3-(2-methyl-2-propenyl)-, ethyl ester, cis-	653	2-Allyl-3-hydroxy-2-methylsuccinic acid, 1-ethyl ester
22	17,93	919	1-Dodecanol	911	1-Undecanol	902	Cyclododecane
23	18,06	719	1-Methyl-1-(2-tridecyl)oxy-1-silacyclopentane	702	2-Myristynoyl pantetheine	691	4-Methyl(trimethylene)silylane

24	18,62	856	Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl-	730	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	707	3-Butoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane
25	18,88	917	2,4-Di-tert-butylphenol	885	Phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-	864	Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-
26	19,98	720	Cyclopropanetetradecanoic acid, 2-octyl-, methyl ester	706	[1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester	694	Dodecanoic acid
27	20,14	681	Tetraacetyl-d-xylonic nitrile	670	2-Myristynoyl pantetheine	658	9-Octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl ester, cis-
28	20,91	707	Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester	698	2-Myristynoyl pantetheine	691	1-Hexadecanol, 2-methyl-
29	22,10	655	DOF	652	16-Heptadecen-2,5,8-trione	634	2,4-Dinitro-4'-methoxydiphenylsulfoxide
30	22,36	716	11-Isopropylidene-tricyclo[4.3.1.1(2,5)]undecan-10-ol	716	2H-Indeno[1,2-b]furan-2-one, 3,3a,4,5,6,7,8,8b-octahydro-8,8-dimethyl	711	4-(6,6-Dimethyl-2-methylenecyclohex-3-enylidene)pentan-2-ol
31	22,53	857	Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl-	703	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	692	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13-tetradecamethyl-
32	22,63	745	Dodecanoic acid, 3-hydroxy-	743	1-Heptatriacotanol	731	2-Myristynoyl pantetheine
33	23,00	837	Dodecyl acrylate	816	2-Propenoic acid, pentadecyl ester	815	3-Chloropropionic acid, heptadecyl ester

34	23,68	717	9-Octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl ester, trans-	716	N,N'-Bis(Carbobenzyloxy)-lysine methyl(ester)	714	12,15-Octadecadiynoic acid, methyl ester
35	24,41	774	Tetradecanoic acid	740	Pentadecanoic acid	728	Octadecanoic acid
36	25,82	729	Ethyl iso-allocholate	701	Tetraacetyl-d-xylonic nitrile	685	Estra-1,3,5(10)-trien-17 $\beta$ -ol
37	25,94	817	Cyclononasiloxane, octadecamethyl-	742	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13-tetradecamethyl-	739	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-
38	26,09	788	Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-	784	13-Heptadecyn-1-ol	760	Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol
39	26,17	729	4,8,13-Cyclotetradecatriene-1,3-diol, 1,5,9-trimethyl-12-(1-methylethyl)-	716	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-	713	9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-
40	26,46	729	Ethyl iso-allocholate	726	i-Propyl 12-methyltetradecanoate	723	9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3 $\beta$ ,5Z,7E)-
41	26,58	741	9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3 $\beta$ ,5Z,7E)-	735	2-Methoxy-6,10-dimethyldodeca-2E,6Z,10Z-trienoic acid, 12-acetoxy-, methyl ester	728	1-Heptatriacotanol
42	26,71	803	Phthalic acid, butyl tetradecyl ester	801	Phthalic acid, isobutyl octadecyl ester	792	Phthalic acid, butyl undecyl ester
44	26,89	827	1-Hexadecanol, 2-methyl-	795	Hexadecane, 1,1-bis(dodecyloxy)-	791	5-Octadecenal
45	28,26	812	1-Heptatriacotanol	771	Ethyl iso-allocholate	768	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol

46	28,47	861	n-Hexadecanoic acid	856	1-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate	811	Pentadecanoic acid
47	28,53	783	Phthalic acid, butyl undecyl ester	781	Phthalic acid, butyl tetradecyl ester	780	Phthalic acid, isobutyl octadecyl ester
48	28,76	714	Ethyl iso-allocholate	702	2-Myristynoyl pantetheine	694	9-Octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl ester, cis-
49	28,83	730	Melezitose	719	$\beta$ -D-Glucopyranose, 4-O- $\beta$ -D-galactopyranosyl-	712	Estra-1,3,5(10)-trien-17 $\beta$ -ol
50	28,92	769	Cyclodecasiloxane, eicosamethyl-	762	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	701	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13-tetradecamethyl-
51	29,04	859	Hexadecanoic acid, ethyl ester	782	Heptadecanoic acid, ethyl ester	777	Ethyl 13-methyl-tetradecanoate
52	29,18	783	2-[4-methyl-6-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)hexa-1,3,5-trienyl]cyclohex-1-en-1-carboxaldehyde	764	6,9,12,15-Docosatetraenoic acid, methyl ester	764	Ethyl iso-allocholate
53	29,35	753	tert-Hexadecanethiol	745	1-Hexadecanol, 2-methyl-	739	Hexadecane, 1,1-bis(dodecyloxy)-
54	29,53	770	Estra-1,3,5(10)-trien-17 $\beta$ -ol	756	1-Heptatriacotanol	754	Ethyl iso-allocholate
55	30,03	790	Ethyl iso-allocholate	772	1-Heptatriacotanol	756	9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3 $\beta$ ,5Z,7E)-
56	30,13	742	1,7,7-Trimethyl-3-phenethylidenebicyclo[2,2,1]he	741	Ethyl iso-allocholate	718	1-Heptatriacotanol

57	30,37	787	cis-13-Eicosenoic acid	786	Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate	781	Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-
58	30,52	796	1-Heptatriacotanol	790	Ethyl iso-allocholate	761	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
59	30,78	801	1-Heptatriacotanol	785	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	784	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-
60	31,01	839	(Z)-18-Octadec-9-enolide	837	9(E),11(E)-Conjugated linoleic acid	836	10(E),12(Z)-Conjugated linoleic acid
61	31,08	662	Propanoic acid, 2-(3-acetoxy-4,4,14-trimethylandro-8-en-17-yl)-	655	Digitoxin	627	Glycine, N-[(3 $\alpha$ ,5 $\beta$ )-24-oxo-3-[(trimethylsilyl)oxy]cholan-24-yl]-, methyl ester
62	31,14	794	1-Heptatriacotanol	790	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	779	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
63	31,36	815	Octadecanoic acid	759	L-Ascorbic acid, 6-octadecanoate	742	Eicosanoic acid
64	31,46	723	1-Heptatriacotanol	692	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	692	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
65	31,53	786	1-Heptatriacotanol	784	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol	783	trans-9-Octadecenoic acid, pentyl ester
67	31,77	754	Ethyl 14-methyl-hexadecanoate	724	Ethyl iso-allocholate	713	12-Oxododecanoic acid, ethyl ester
68	31,82	736	tert-Hexadecanethiol	733	Cholest-22-ene-21-ol, 3,5-dehydro-6-methoxy-	732	17-Pentatriacontene

69	31.87	751	Ethyl iso-allocholate	746	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-	744	1,1,6-trimethyl-3-methylene-2-(3,6,9,13-tetramethyl-6-ethenyl-10,14-dimethylene-pentadec-4-enyl)cyclohexane
70	31.93	772	cis-13-Eicosenoic acid	761	cis-11-Eicosenoic acid	761	Ethanol, 2-(9-octadecenyl)-
71	32.05	812	1-Heptatriacotanol	796	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	792	Ethyl iso-allocholate
72	32.22	803	1-Heptatriacotanol	797	Ethyl iso-allocholate	756	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
73	32.45	672	Octadecanal, 2-bromo-	669	13-Heptadecyn-1-ol	667	17-Octadecynoic acid, methyl ester
75	32.73	684	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	670	Heptasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	667	Propanoic acid, 2-(3-acetoxy-4,4,14-trimethylandro-8-en-17-yl)-
76	32.89	769	Tetrapentacontane, 1,5,4-dibromo-	761	tert-Hexadecanethiol	749	Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-
77	32.99	734	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-	727	5,6,6-Trimethyl-5-(3-oxobut-1-enyl)-1-oxaspiro[2.5]octan-4-one	709	2-Dodecen-1-yl(-)succinic anhydride
78	33.06	794	Ethyl iso-allocholate	791	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	789	1-Heptatriacotanol
79	33.16	805	2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, 2-ethylhexyl ester	791	2-Ethylhexyl trans-4-methoxycinnamate	741	2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, (E)-

80	33,56	797	Ethyl iso-allocholate	783	1-Heptatriacotanol	782	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
81	33,89	794	Ethyl iso-allocholate	780	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-	769	1-Heptatriacotanol
82	33,94	773	Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-	772	Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-	767	Heptacosane, 1-chloro-
83	34,12	759	Ethyl iso-allocholate	732	Cholestan-3-ol, 2-methylene-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ )-	722	5,6,6-Trimethyl-5-(3-oxobut-1-enyl)-1-oxaspiro[2.5]octan-4-
84	34,29	898	Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-	754	2,2'-Methylenebis(6-tert-butyl-4 methylphenol), acetate	638	2-(2-Butoxy-3-tert-butyl-5-methylbenzyl)-6-tert-butyl-4-methylphenol
85	34,71	779	Ethyl iso-allocholate	739	1-Heptatriacotanol	717	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene-5,14-diol
86	34,98	801	Ethyl iso-allocholate	777	1-Heptatriacotanol	773	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
87	35,08	732	17.alfa.,21 $\beta$ -28,30-Bisnorhopane	732	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3-acetoxy-	729	9-Octadecene, 1,1'-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bis-, (Z,Z)-
88	35,17	757	Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-	744	Heptacosane, 1-chloro-	743	Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-
89	35,34	886	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	856	Glycerol 1-palmitate	777	Glycidyl palmitate
90	35,49	795	Hexadecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester	770	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	749	Glycerol 1-palmitate

91	35.63	798	Ethyl iso-allocholate	780	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	775	1-Heptatriacotanol
92	35.85	788	Ethyl iso-allocholate	765	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	759	1-Heptatriacotanol
93	35.94	803	Phthalic acid, di(2- propylpentyl) ester	793	Phthalic acid, 6-ethyloct-3- yl 2-ethylhexyl ester	788	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester
94	36.17	665	Propanoic acid, 2-(3-acetoxy- 4,4,14-trimethylandrost-8-en- 17-yl)-	664	Methyl glycocholate, 3TMS derivative	637	Spirost-8-en-11-one, 3- hydroxy-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ ,14 $\beta$ ,20 $\beta$ ,22 $\beta$ ,25R)-
95	36.65	788	Tetrapentacontane, 1,54- dibromo-	780	Octadecane, 3-ethyl-5-(2- ethylbutyl)-	768	Tetracosane, 1-bromo-
96	37.00	756	Ethyl iso-allocholate	732	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3- acetoxy-	722	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacont ane, 1(22),7(16)-diepoxy-
97	37.47	780	Ethyl iso-allocholate	762	2-[4-methyl-6-(2,6,6- trimethylcyclohex-1- enyl)hexa-1,3,5- trienyl]cyclohex-1-en-1- carboxaldehyde	753	9,10-Secocholesta-5,7,10(19)- triene-3,24,25-triol, (3 $\beta$ ,5Z,7E)-
98	37.90	780	Ethyl iso-allocholate	761	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	761	1-Heptatriacotanol
99	38.15	704	Octocrylene	682	9-Octadecene, 1,1'-[1,2- ethanediy]bis(oxy)]bis-, (Z,Z)-	674	Ethyl iso-allocholate

100	38,29	791	Ethyl iso-allocholate	784	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)-	762	1-Heptatriacotanol
101	38,49	759	Tetrapentacontane, 1,54- dibromo-	746	Octadecane, 3-ethyl-5-(2- ethylbutyl)-	742	Oleic acid, 3- (octadecyloxy)propyl ester
102	38,75	716	Ethyl iso-allocholate	692	Propanoic acid, 2-(3- acetoxy-4,4,14-	686	Methyl glycocholate, 3TMS derivative
103	38,88	839	Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1- (hydroxymethyl)ethyl ester	801	Octadecanoic acid, 2,3- dihydroxypropyl ester	736	L-Ascorbic acid, 6- octadecanoate
104	39,09	779	Ethyl iso-allocholate	731	1-Heptatriacotanol	727	Glycidyl (Z)-9-Heptadecenoate
105	39,57	784	Ethyl iso-allocholate	754	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)- diepoxy-	730	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3- acetoxy-
106	40,13	792	Ethyl iso-allocholate	749	1-Heptatriacotanol	733	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3- acetoxy-
107	40,30	766	Ethyl iso-allocholate	758	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)-	754	E,E,Z-1,3,12-Nonadecatriene- 5,14-diol
108	40,80	758	Tetrapentacontane, 1,54- dibromo-	751	Ethyl iso-allocholate	749	Z-5-Methyl-6-heneicosen-11- one
109	41,68	810	2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16- tetramethyl-heptadeca- 3,7,11,15-tetraenyl)- cyclohexanol	788	1-Heptatriacotanol	781	Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triac ontane, 1(22),7(16)-diepoxy-
110	42,39	732	Ethyl iso-allocholate	691	7,8-Epoxylanostan-11-ol, 3- acetoxy-	688	Spirost-8-en-11-one, 3- hydroxy-, (3 $\beta$ ,5 $\alpha$ ,14 $\beta$ ,20 $\beta$ ,22 $\beta$ ,25R)-

## Lampiran 4. Hasil Analisis GC-MS Relatif Area Pada Akar Tumbuhan Keji

No.	Peak Name	Retention Time min	Area counts*min	Relative Area %
1		3,042	1101070,333	0,17
2		3,881	2177935,171	0,33
3		3,841	5736224,937	0,88
4		4,378	1369199,495	0,21
5		5,176	8724498,306	1,34
6		7,663	3263577,435	0,50
7		8,629	1875762,345	0,29
8		8,957	1253131,024	0,19
9		9,614	2466583,050	0,38
10		10,813	2103746,847	0,32
11		11,334	4394176,280	0,68
12		12,594	1257105,002	0,19
13		13,015	2240893,458	0,34
14		13,939	1940856,185	0,30
15		14,292	6434531,711	0,99
16		14,880	2100997,926	0,32
17		15,829	795392,306	0,12
18		16,081	1140031,664	0,18
19		16,669	6518684,854	1,00
20		17,064	3432530,454	0,53
21		17,803	4359816,508	0,67
22		17,929	18476488,204	2,84
23		18,064	1251264,019	0,19
24		18,618	13408340,344	2,06
25		18,879	8010258,480	1,23
26		19,979	1230570,221	0,19
27		20,139	1875926,198	0,29
28		20,912	1576739,567	0,24
29		22,105	1187657,398	0,18
30		22,357	1051158,646	0,16
31		22,533	8307458,452	1,28
32		22,625	665614,820	0,10
33		23,003	6076741,460	0,93
34		23,676	1086424,225	0,17
35		24,406	1474989,875	0,23
36		25,818	950943,308	0,15
37		25,944	6510266,469	1,00
38		26,087	444631,298	0,07
39		26,171	4293520,509	0,66
40		26,465	928096,167	0,14
41		26,582	1571426,519	0,24
42		26,708	2864187,539	0,44
43		26,801	157530,219	0,02
44		26,893	2973957,875	0,46
45		28,263	774357,352	0,12
46		28,473	28763049,556	4,42
47		28,531	12362768,817	1,90
48		28,758	12455789,756	1,92
49		28,834	7726402,438	1,19
50		28,918	8324272,387	1,28
51		29,044	9350448,347	1,44
52		29,178	626981,181	0,10
53		29,355	3306016,405	0,51
54		29,531	1378758,951	0,21
55		30,027	1055750,032	0,16
56		30,128	3284929,877	0,51
57		30,371	2478513,053	0,38
58		30,522	1177828,059	0,18
59		30,783	2111283,603	0,32
60		31,010	6807344,475	1,05
61		31,077	14122571,301	2,17
62		31,136	4937898,977	0,76
63		31,363	14224694,130	2,19
64		31,463	8273834,376	1,27
65		31,531	4370743,587	0,67
66		31,581	279906,518	0,04
67		31,766	2534335,475	0,39
68		31,816	1467179,796	0,23
69		31,867	1462371,850	0,22
70		31,934	2729149,131	0,42
71		32,051	1256903,967	0,19
72		32,219	3356124,421	0,52
73		32,446	2993145,319	0,46
74		32,547	260420,580	0,04
75		32,732	3887713,671	0,60
76		32,892	5004618,252	0,77
77		32,992	2873307,422	0,44
78		33,060	484590,711	0,07
79		33,160	7717319,249	1,19
80		33,555	4636260,803	0,71
81		33,891	730709,897	0,11
82		33,942	6343190,924	0,98
83		34,118	1155489,770	0,18
84		34,286	26852970,308	4,01
85		34,715	906040,398	0,14
86		34,983	6027857,797	0,93
87		35,076	4111931,803	0,63
88		35,168	11324123,425	1,74
89		35,336	8545307,117	13,14
90		35,488	5482653,388	0,84
91		35,630	5204976,867	0,80
92		35,849	1236195,173	0,19
93		35,941	20580249,885	3,17
94		36,168	10088111,258	1,55
95		36,647	8147981,839	1,25
96		37,000	2931867,527	0,45
97		37,470	8762924,192	1,35
98		37,899	1288237,649	0,20
99		38,151	4141647,835	0,64
100		38,285	674187,172	0,10
101		38,487	13430690,855	2,07
102		38,747	1750045,228	0,27
103		38,882	52883585,094	8,13
104		39,092	1970432,398	0,30
105		39,570	5453453,022	0,84
106		40,133	701762,874	0,11
107		40,301	9341157,072	1,44
108		40,797	8520036,213	1,31
109		41,679	4729617,323	0,73
110		42,393	831351,174	0,13
<b>Total:</b>			<b>650177768,005</b>	<b>100,00</b>



Lampiran 5. Sampling Batang dan Akar Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata*) di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan



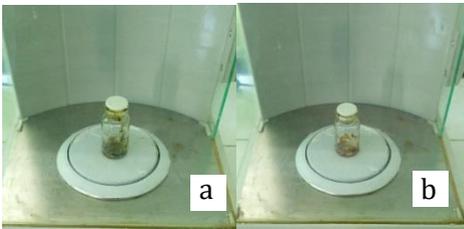
Lampiran 6. Pengukuran Parameter Lingkungan



Lampiran 7. Simplisia a) batang, b) akar



Lampiran 8. Proses Ekstraksi



Lampiran 9. Ekstrak a) batang, b) akar



Lampiran 10. *Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) Thermo ISQ Scientific 7000*

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Hana Safitri
2. TTL : Semarang, 5 Desember 2001
3. Alamat Rumah : Ringinwok No 32 RT 03 RW 09,  
Ngaliyan, Semarang.
4. No. HP : 0895389752739
5. Email : hanasafitri66@gmail.com

### B. Riwayat Pendidikan

#### 1. Pendidikan Formal

- a. TK PGRI 05 Semarang
- b. MI Nurul Islam Semarang
- c. SMPN 16 Semarang
- d. SMAN 08 Semarang
- e. S1 UIN Walisongo Semarang