

**KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER DAUN
MUDA DAN DAUN DEWASA TUMBUHAN KEJI
(*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) di
KABUPATEN PEKALONGAN**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
dalam Ilmu Biologi**



**Oleh: Siti Fatimah
NIM: 1708016002**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Fatimah

NIM : 1708016002

Program Studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

“Kandungan Metabolit Sekunder Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) di Kabupaten Pekalongan”

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

Semarang, 29 Juni 2022

Pembuat pernyataan



Siti Fatimah

NIM. 1708016002

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Kandungan Metabolit Sekunder Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) Asal Kabupaten Pekalongan

Penulis : Siti Fatimah

NIM : 1708016002

Progam Studi : Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Biologi

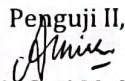
Semarang, 29 Juni 2022

DEWAN PENGUJI

Penguji I

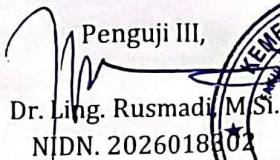

Abdul Malik, M.Si.

NIP. 19891103201801001

Penguji II,


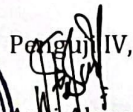
Arnia Sari M., M.Sc.

NIP. 198709112018012001

Penguji III,


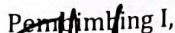
Dr. Ling. Rusmadi, M.Si.

NIDN. 2026018002

Penguji IV,


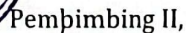
Hafidha Astu Akmalia, M.Sc.

NIP. 198908212019032013

Pembimbing I,


Abdul Malik, M.Si.

NIP. 19891103201801001

Pembimbing II,


Arnia Sari M., M.Sc.

NIP. 198709112018012001



NOTA DINAS

Semarang, 29 Juni 2022

Yth. Ketua Progam Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. wr. wb.

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

Judul : Kandungan Metabolit Sekunder Daun Muda
: dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji
: (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) Asal
: Kabupaten Pekalongan Menggunakan
: GC-MS

Penulis : Siti Fatimah

NIM : 1708016002

Progam Studi : Biologi

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

Wassalamualaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Abdul Malik, M.Si

NIP. 19891103201801001

NOTA DINAS

Semarang, 29 Juni 2022

Yth. Ketua Progam Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. wr. wb.

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

Judul : Kandungan Metabolit Sekunder Daun Muda
: dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji
: (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) Asal
: Kabupaten Pekalongan Menggunakan
: GC-MS

Penulis : Siti Fatimah


NIM : 1708016002

Progam Studi : Biologi

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

Wassalamualaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Arnia Sari Mukaromah, M.Sc
NIP. 198709112018012001

ABSTRAK

Keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) merupakan tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat tradisional. Penelitian tentang tumbuhan *Staurogyne elongata* masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian mengenai senyawa yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji sangat penting dilakukan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi variasi senyawa metabolit sekunder serta untuk mengidentifikasi perbedaan senyawa metabolit sekunder diantara daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze). Sampel daun keji diambil dari Desa Domiyang, Kecamatan Paninggaran, Kabupaten Pekalongan. Metode penelitian menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* untuk menganalisis senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah senyawa metabolit sekunder pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji adalah 22 dan 16 senyawa. Sementara itu, terdapat 12 senyawa yang sama teridentifikasi pada daun muda dan daun dewasa dengan kadar yang berbeda. Senyawa *phytol* dan *Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester* dapat dimungkinkan menjadi senyawa penanda pada daun muda. Senyawa *stigmasterol* dapat dimungkinkan menjadi senyawa penanda pada daun dewasa.

Kata Kunci: GC-MS, Metabolit sekunder, Tumbuhan Keji

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 panjangiy = اي

Bacaan Diftong:

au = او

ai = 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 Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) di Kabupaten Pekalongan”** 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 terima kasih kepada:

1. Orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan baik moral maupun material, serta memberikan doa yang tulus atas kelancaran selama menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi;
2. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;

3. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang;
4. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi yang telah berkenan memberikan arahan selama perkuliahan hingga dalam penulisan skripsi;
5. Abdul Malik, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah berkenan membimbing, memberikan tambahan ilmu serta arahan dalam penulisan skripsi;
6. Arnia Sari Mukaromah, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah bersedia memberikan banyak ilmu, perhatian, ide-ide selama penelitian serta memberikan arahan dalam penulisan skripsi;
7. Bunga Ihda Nora, M.Pd., selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan bimbingan selama perkuliahan;
8. Niken Kusumarini, M.Si., selaku Dosen yang telah membantu proses identifikasi tumbuhan keji.
9. Sumiati, S.Pd., dan Ghani Ghaffar G, S.Pd., laboran, staf dan juga asisten laboratorium Biologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan izin dan membantu menyelesaikan penelitian;
10. Dosen dan segenap civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan banyak ilmu dan senantiasa memotivasi penulis dapat menyelesaikan skripsi;

11. Muhammad Farid Rahman yang senantiasa membantu, menemani dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. M. Yusrun Niam, S.Si., Malia Ulfah, S.Si., dan Afrizal Dwi Ananto yang telah membantu proses sampling sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar;
13. Segenap keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan dan doa;
14. Teman-teman seperjuangan dari keluarga Biologi 2017 (BIOSQUAD) sebagai tempat berbagi cerita selama perkuliahan dan senantiasa memberikan dukungan, semangat serta doa;
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusi 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. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, pembaca, serta masyarakat. Aamiin.

Semarang, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	vi
TRANSLITERASI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN PUSTAKA	8
A. Kajian Pustaka.....	8
B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan	27
C. Hipotesis.....	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Tempat dan Waktu Penelitian	31

B. Alat dan Bahan	32
C. Metode	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Deskripsi Hasil Penelitian	37
B. Pembahasan Hasil Penelitian.....	49
BAB V PENUTUP	66
A. Kesimpulan.....	66
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	82

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Parameter Lingkungan Hasil Analisis GC-MS daun muda	37
Tabel 4.2	tumbuhan keji (<i>Staurogyne elongata</i> [Blume] Kuntz) Hasil Analisis GC-MS daun dewasa	40
Tabel 4.3	tumbuhan keji (<i>Staurogyne elongata</i> [Blume] Kuntz)	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tumbuhan <i>Staurogyne elongata</i>	10
Gambar 2.2	<i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i>	12
Gambar 3.1	Hasil Analisis GC-MS daun dewasa tumbuhan keji (<i>Staurogyne elongata</i> [Blume] Kuntz)	31
Gambar 4.1	Peta lokasi pengambilan sampel	39
Gambar 4.2	Kromatogram GC-MS daun muda tumbuhan keji (<i>Staurogyne elongata</i> [Blume] Kuntz)	42
Gambar 4.3	Kromatogram GC-MS daun dewasa tumbuhan keji (<i>Staurogyne elongata</i> [Blume] Kuntz)	47
Gambar 4.4	Hasil analisis korelasi senyawa daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji menggunakan PCA	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Hasil freeze dryer ekstrak daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji	83
Lampiran 2	Pengukuran Parameter Lingkungan	83
Lampiran 3	Pengukuran kadar air	84
Lampiran 4	Proses sampel dihaluskan menjadi serbuk	84
Lampiran 5	Proses Ekstraksi	84
Lampiran 6	Proses penguapan menggunakan rotary evaporator	84
Lampiran 7	Hasil freeze dryer ekstrak daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji	84

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki lebih dari 30.000 spesies tumbuhan tingkat tinggi yang menjadikannya salah satu negara dengan kekayaan hayati terbesar. Flora di wilayah Indonesia termasuk bagian dari flora Malesiana dan diperkirakan mempunyai sekitar 25% spesies tumbuhan berbunga yang ada di dunia, sehingga menjadikan Indonesia menempati urutan negara terbesar ketujuh. Sebanyak 40% merupakan tumbuhan endemik atau asli Indonesia (Kusmana & Hikmat, 2015).

Sebanyak 7000 spesies tumbuhan telah tercatat diketahui khasiatnya hingga saat ini. Sementara itu kurang dari 300 tumbuhan yang digunakan sebagai bahan baku industri farmasi secara umum. *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2008 mengumumkan terdapat 68% penduduk dunia menggantungkan sistem pengobatan tradisional yang mayoritas melibatkan tumbuhan. Selain itu, lebih dari 80% penduduk dunia menggunakan obat herbal untuk mendukung kesehatan mereka (Saifuddin, *et al.*, 2011).

Tumbuhan obat mempunyai beberapa kelebihan yaitu tidak menunjukkan efek samping jika digunakan dengan cara yang tepat. Selain itu, pengobatan tradisional lebih efektif untuk penyakit yang sulit disembuhkan dengan obat yang berbahan dasar kimia, harga cukup terjangkau, dan penggunaannya tidak perlu didampingi tenaga medis. Masyarakat secara umum menggunakan tumbuhan obat tanpa mengetahui kandungan kimia didalamnya, akan tetapi mereka mengetahui khasiatnya. Senyawa yang terkandung pada tumbuhan akan lebih tinggi nilainya apabila terus digali, diteliti, dan dikembangkan secara efektif serta efisien. Sehingga nilai manfaatnya dapat dioptimalkan untuk kesejahteraan manusia (Mu'nisa, *et al.*, 2011).

Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat adalah tumbuhan *Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz. Tumbuhan ini termasuk dalam famili *Acanthaceae*. Tumbuhan ini memiliki variasi nama lokal di Indonesia seperti reundeu (Suku Sunda) dan keji (Jawa Tengah). *Staurogyne elongata* dimanfaatkan sebagai sayuran oleh masyarakat setempat baik sebagai lalapan maupun dimasak terlebih dahulu (Darmaksusuma, 2003). Berdasarkan informasi masyarakat Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan

tumbuhan *Staurogyne elongata* dapat dimanfaatkan sebagai obat untuk menyembuhkan diare.

Staurogyne elongata dapat ditemukan di pegunungan atau di daerah tropis, di halaman rumah yang teduh, lembab ataupun di pinggir sungai yang airnya jernih dan tidak terkontaminasi limbah (Darmakusuma, 2003). Hal ini sesuai dengan kondisi lingkungan Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan yang mempunyai latar daerah berupa pegunungan dengan rata-rata ketinggian daerahnya 850 meter di atas permukaan laut.

Staurogyne sp. diketahui terdistribusi sebanyak 80 spesies di Semenanjung Malaysia, Sumatra dan Kalimantan sedangkan di Afrika terdapat sebanyak 5 spesies *Staurogyne* sp. Pengobatan tradisonal di kawasan Asia Tenggara menggunakan akar dan daun tumbuhan *Staurogyne* sp. sebagai diuretik untuk mengobati diare. Selain itu, seluruh bagian dari tumbuhan *Staurogyne* sp. juga dapat digunakan untuk mengobati batuk. Tumbuhan ini mempunyai reputasi sebagai tumbuhan obat penting. *Staurogyne* sp. memiliki kandungan triterpene glycoside (Lemmens & Praphatsara, 2003).

Terdapat perbedaan kandungan senyawa dari suatu spesies. Kualitas ataupun kandungan senyawa dari suatu spesies sangat berkaitan dengan kondisi lingkungan serta

dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan atau kematangan daun. Umur daun mempengaruhi sifat antioksidan dan jenis polifenolnya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Izzreen dan Fadzelly (2013) yang menyatakan bahwa kadar polifenol pada daun teh muda lebih tinggi daripada kadar daun teh dewasa. Sedangkan menurut Mu'nisa *et al.* (2011) daun sukun dewasa memiliki kadar polifenol yang lebih tinggi dibanding dengan daun sukun muda. Perbedaan kadar senyawa pada daun muda dan daun dewasa tersebut berpengaruh terhadap manfaat yang dihasilkan.

Penelitian tentang senyawa yang terkandung dalam tumbuhan *Staurogyne elongata* masih sangat terbatas. Beberapa penelitian terdahulu, hanya membahas dalam bidang etnobiologinya saja seperti yang dilakukan oleh Cita (2020). Mariani (2014) melakukan penelitian terhadap tumbuhan keji menggunakan metode pemurnian dengan Kromatografi Lapis Tipis preparative. Hasil yang didapatkan menunjukkan di dalam daun *Staurogyne elongata* terdapat senyawa berupa flavonoid, saponin, steroid/triterpenoid, tanin dan fenol.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian tentang senyawa yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan *Staurogyne elongata* belum ada yang menggunakan

metode GC-MS. Salah satu keunggulan metode GC-MS yaitu instrumen yang mendukung untuk menganalisis suatu senyawa dalam konsentrasi yang kecil sehingga diharapkan senyawa yang tidak dapat teridentifikasi oleh Kromatografi Lapis Tipis dapat diidentifikasi oleh GC-MS. Oleh karena itu, penelitian menggunakan metode GC-MS ini sangat penting untuk dilakukan agar senyawa berkonsentrasi kecil pada tumbuhan *Staurogyne elongata* dapat teridentifikasi.

B. Rumusan Masalah

1. Apa saja senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz)?;
2. Apa saja senyawa penanda yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz)?.

C. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz);
2. Mengidentifikasi senyawa penanda yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz)?.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Secara umum penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap perkembangan penelitian tumbuhan *Staurogyne elongata* dalam bidang fitokimia maupun etnobotani.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

- i. Menambah pengetahuan serta wawasan terkait metabolit sekunder yang terdapat dalam daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz).
- ii. Memberikan referensi dan data ilmiah untuk dijadikan penelitian lanjutan terutama di bidang biologi.

b. Bagi instansi

- i. Menambah referensi baik buku maupun kajian kepustakaan lain yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar.
- ii. Memberikan pengetahuan dan informasi baru mengenai kandungan metabolit sekunder dari

daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz).

- c. Bagi masyarakat
 - i. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang kandungan metabolit sekunder dari daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz) yang memiliki manfaat jika dikonsumsi.
 - ii. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pangan fungsional (*functional food*) yaitu manfaat tambahan selain fungsi gizi dasar pangan tersebut.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. *Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz

Staurogyne elongata [Blume] Kuntz merupakan tumbuhan yang berasal dari daerah Sunda, Jawa dan Sumatera. *Staurogyne elongata* biasa disebut tumbuhan reundeu oleh masyarakat Sunda. Tumbuhan reundeu ini sering digunakan oleh masyarakat sebagai lalapan, yang dikonsumsi dalam keadaan segar, yang banyak ditemukan di pegunungan atau di daerah tropis (Darmakusuma, 2003).

Klasifikasi tumbuhan reundeu yaitu sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Phylum : *Tracheophyta*

Class : *Magnoliopsida*

Order : *Lamiales*

Family : *Acanthaceae*

Genus : *Staurogyne*

Species : *Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze

(gbif, 2021).

Staurogyne elongata mempunyai habitus herba yang tegak dengan tinggi hingga mencapai 60 cm. Bentuk daun

bulat maupun lonjong telur dengan lebar 6-15 cm serta panjang 25 cm, disertai bulu-bulu lembut. *Staurogyne elongata* termasuk ke dalam kategori tanaman tahunan dengan mahkota bunga berwarna putih keunguan dan seringkali mempunyai cabang didasar tanaman. Memiliki buah bentuk bulat telur yang berukuran kecil serta ukuran biji yang kecil dengan jumlah yang banyak (Darmakusuma, 2003).

Staurogyne elongata di kawasan Asia Tenggara digunakan sebagai obat tradisional. Akar dan daunnya digunakan sebagai diuretik untuk mengobati diare (Darmakusuma, 2003). Menurut Alwi (2019) daun *Staurogyne elongata* dapat digunakan dan bermanfaat sebagai pencegah serta pengobatan batu ginjal. *Staurogyne elongata* juga merupakan salah satu jenis tumbuhan yang mempunyai manfaat untuk mengobati penyakit persendian. Tumbuhan ini cukup mudah digunakan karena daunnya dapat dimakan langsung, dimasak ataupun dijadikan lalapan.



Gambar 2.1 Tumbuhan *Staurogyne elongata*
(Dokumentasi pribadi, 2022)

2. Daun muda dan daun dewasa

Daun merupakan salah satu organ tumbuhan penting yang berfungsi sebagai tempat terjadinya kegiatan fotosintesis. Bentuk atau morfologi daun beragam, hal itu biasanya dipengaruhi oleh jenis tumbuhan dan faktor lingkungan. Karakter morfologi daun merupakan salah satu kunci penting dalam mengidentifikasi suatu jenis tumbuhan. Umumnya daun famili *Acanthaceae* berbentuk sederhana, dengan letak daun bersilang berhadapan, meskipun ada beberapa yang daunnya tersusun roset atau susunan daun yang rapat dan melingkar (Ariyanti, 2011).

Kualitas ataupun kandungan senyawa dari suatu spesies sangat berkaitan dengan kondisi lingkungan serta dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan atau kematangan daun. Umur daun mempengaruhi sifat antioksidan dan jenis polifenolnya. Kriteria daun muda ditandai dengan daunnya berwarna hijau muda, dan bertekstur liat. Sedangkan daun dewasa memiliki kriteria warna daun hijau tua dan bertekstur lebih kasar (Handayani, 2015).

Daun adalah bagian tumbuhan yang paling dominan digunakan sebagai obat tradisional. Hal ini disebabkan daun merupakan bagian dari tumbuhan yang mudah didapatkan serta masyarakat beranggapan bahwa daun adalah bagian tumbuhan yang paling banyak mengandung zat-zat obat. Daun mempunyai kandungan air yang tinggi dan tekstur yang lunak, hal ini mempermudah daun dalam proses pengolahan. Pengambilan daun sebagai obat umumnya dilakukan karena menurut penduduk setempat hal ini tidak berakibat rusaknya tumbuhan dikarenakan daun mudah tumbuh kembali (Wahidah & Husain, 2018).

3. *Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) merupakan persatuan sinergis yang banyak digunakan untuk menganalisis senyawa dengan berat molekul rendah,

polaritas sedang atau rendah, dan juga sesuai dengan persyaratan spektrometri massa (MS). GC mempunyai kegunaan untuk memisahkan substitusi yang memiliki sifat mudah menguap dan stabil dalam sampel. Sedangkan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) berfungsi memecah analit untuk diidentifikasi berdasarkan massa (Chauhan, 2014). Gambar *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Gas Chromatography-Mass Spectrometry*
(*Thermo Scientific ISQ 7000*)
(Dokumentasi pribadi, 2022)

Dasar pemisahan menggunakan GC adalah penyebaran cuplikan pada fase diam sedangkan gas sebagai fase gerak mengelusi fase diam. Prosedur kerja dari GC adalah suatu fase gerak yang berbentuk gas mengalir di bawah tekanan melewati pipa yang dipanaskan dan dikemas dengan fase

diam cair yang dibungkus pada suatu penyangga padat. Analit tersebut dimuatkan ke bagian atas kolom melalui suatu portal injeksi yang dipanaskan. Suhu oven dijaga dan diprogram agar meningkat secara bertahap sesuai ketentuan. Terjadi proses pemisahan antar komponen ketika sampel sudah diinjeksikan ke dalam kolom. Pemisahan ini bergantung pada lamanya waktu relatif yang dibutuhkan oleh komponen-komponen tersebut di fase diam. Seiring dengan berkembangnya teknologi, instrumen GC dapat digunakan secara bersamaan dengan instrumen lain seperti *Mass-Spectrometer* (MS) (Darmapatni, *et al.*, 2016).

Spektrometer massa (MS) diperlukan untuk mengidentifikasi senyawa sebagai penentu berat molekul dan penentuan rumus molekul. Prinsip kerja dari spectrometer massa (MS) yaitu pengionan senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan atau fragmen molekul serta mengukur rasio massa/muatan. Molekul yang telah terionisasi akibat dari penembakan electron yang berenergi tinggi akan menghasilkan ion yang bermuatan positif, kemudian ion tersebut diatur agar menuju medan magnet dengan menggunakan kecepatan tinggi. Ion tersebut akan dibelokkan oleh medan

magnet/medan listrik agar dapat menentukan bobot molekulnya serta bobot molekul seluruh fragmen yang dihasilkan. Ketika ion dilewatkan atau mengenai permukaan, pada saat itu detektor akan menghitung muatan yang terinduksi atau arus yang dihasilkan, scanning massa dan menghitung ion sebagai *mass to charge ratio* (m/z). Terdapat empat proses yang terjadi dalam spektrometri massa yaitu ionisasi, percepatan, pembelokkan serta pendeteksian (Darmapatni, *et al.*, 2016).

Kromatografi gas (GC) diakui sebagai teknik yang paling cocok untuk mengetahui berapa banyak komponen dan berapa proporsinya dalam campuran kompleks senyawa volatil. Ketika digabungkan ke spektrometri massa (GC-MS), informasi tambahan muncul tentang setiap massa molekul senyawa yang terpisah, komposisi unsur, gugus fungsi, geometri molekul dan isomerisme spasial. GC-MS telah menjadi alat yang sangat direkomendasikan untuk memantau dan melacak polutan organik di lingkungan. Biaya peralatan GC-MS telah menurun sedangkan keandalannya meningkat secara signifikan (Chauhan, 2014).

Stabilitas yang tinggi pada kromatografi gas spektrometri massa (GC-MS) menjadikan banyaknya

penelitian metabolomik yang menggunakan teknik analisis ini. Studi metabolomik menggunakan GC-MS digunakan untuk menganalisis senyawa hidrofilik dengan berat molekul yang rendah. Metode ini biasa digunakan untuk evaluasi kualitas serta penemuan biomarker (Tsugawa, 2013; Putri, 2013).

4. Ekstraksi

Ekstraksi yaitu suatu proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa yang terkandung dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tumbuhan, maka proses ekstraksi dihentikan. Target ekstraksi perlu ditentukan terlebih dahulu sebelum memilih suatu metode. Pemilihan metode ekstraksi tergantung pada sifat bahan dan senyawa yang akan diisolasi. Menurut Mukhriani (2014) terdapat beberapa target ekstraksi, antara lain yaitu:

- a. Senyawa bioaktif pada sampel yang tidak diketahui;
- b. Senyawa yang diketahui terkandung pada suatu organisme/sampel;
- c. Sekelompok senyawa yang berhubungan secara struktural dalam suatu organisme.

- d. Semua senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada suatu sampel tetapi tidak terkandung pada sampel lain dengan kontrol yang berbeda, misalnya dua jenis sampel dalam marga yang sama atau jenis yang sama tetapi berada dalam kondisi lingkungan yang berbeda.
- e. Identifikasi seluruh metabolit sekunder yang terkandung pada suatu organisme, untuk studi sidik jari kimiawi dan studi metabolomik (Mukhriani, 2014).

Proses ekstraksi untuk sampel yang berasal dari tumbuhan adalah sebagai berikut:

- a. Pengelompokan bagian tumbuhan (daun, bunga, dll), pengeringan dan penghalusan bagian tumbuhan;
- b. Pemilihan pelarut yang sesuai;
- c. Pelarut polar berupa air, etanol, metanol, dan lain sebagainya;
- d. Pelarut semipolar berupa etil asetat, diklorometan, dan lain sebagainya;
- e. Pelarut nonpolar berupa n-heksan, petroleum eter, kloroform, dan lain sebagainya (Mukhriani, 2014).

Beberapa jenis ekstraksi yang dapat digunakan antara lain yaitu maserasi, *Ultrasound-Assisted Solvent Extraxtion*, perkolasi, *soxhlet*, *reflux* dan destilasi uap. Namun yang paling sering digunakan adalah maserasi. Maserasi

merupakan jenis ekstraksi yang sesuai baik digunakan untuk skala kecil maupun skala industry (besar). Metode ini dilakukan dengan mencampurkan sampel dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tumbuhan sudah sesuai (Agoes, 2007).

Setelah proses ekstraksi, penyaringan dilakukan untuk memisahkan pelarut dari sampel. Kekurangan utama dari metode maserasi adalah waktu yang dibutuhkan cukup lama, membutuhkan banyak pelarut, dan terdapat beberapa senyawa yang kemungkinan bisa hilang. Selain itu, terdapat beberapa senyawa memiliki sifat yang susah diekstraksi pada suhu ruang. Namun di sisi lain metode maserasi mempunyai keuntungan dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Agoes, 2007).

5. Pendekatan metabolomik

Metabolomik merupakan suatu bidang ilmu yang menggabungkan bidang biologi, kimia analitik, serta bioinformatika serta melibatkan pengukuran metabolit. Metabolomik sangat berperan penting dalam berbagai bidang sains. Metabolomik juga berperan di bidang ilmu

lain, seperti genomic, transkriptomik, dan proteomik. Metabolomik mempunyai aplikasi yang cukup menarik di berbagai aspek, seperti ilmu biologi, kedokteran, farmasi, serta pemodelan prediktif system tumbuhan, hewan, serta mikrobia (Putri, 2017).

Metabolomik merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mempercepat proses identifikasi komponen aktif dari ekstrak suatu tumbuhan (Yuliana *et al.*, 2011). Metabolomik merupakan analisis metabolit secara menyeluruh baik primer maupun sekunder di dalam suatu tumbuhan, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Proses identifikasi senyawa aktif dengan menggunakan metode metabolomik ini, sampel kering tumbuhan diekstraksi menggunakan berbagai pelarut (difraksinasi). Kemudian masing-masing fraksi dibagi menjadi dua untuk uji bioaktivitas dan untuk uji profil kimia. Kedua data ini dianalisis dengan menggunakan teknik analisis multivariat data/(MVDA) (Verpoorte *et al.*, 2007).

Terdapat tiga pendekatan utama yang digunakan dalam metabolomik, yaitu:

- a. *Targeted approach* yaitu analisis yang diketahui komponen metabolit yang telah ditargetkan (berupa

pengukuran kuantitatif dan tepat dari konsentrasi metabolit yang telah diketahui);

- b. *Untargeted approach* yaitu pengukuran metabolomik secara keseluruhan melalui analisis *Principal Component Analysis* (PCA);
- c. *Metabolite fingerprinting* yaitu pengukuran yang dilakukan secara cepat, mengenai total *evaluation biochemical fingerprint* untuk diskriminasi sampel yang berbeda dimana tidak memerlukan identifikasi metabolit (Putri, *et al.*, 2017).

Banyaknya data yang dihasilkan dari profil kimia menyebabkan analisis statistik terhadap studi metabolomik diharuskan menggunakan data multivariat. *Orthogonal Projection to Letan Structure* (OPLS) merupakan salah satu analisis data multivariat yang dapat digunakan untuk melihat korelasinya. Aplikasi analisis data multivariat yang umumnya banyak digunakan adalah SIMCA dan Unscrambler. Aplikasi tersebut digunakan untuk pengelompokan senyawa metabolit sekunder hasil dari fraksinasi menggunakan alat bantu misalnya seperti *Liquid Chromatography Mass Spectrometry* (LC-MS) dan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) (Maser, *et al.*, 2017).

6. Metabolit sekunder

Metabolit sekunder merupakan senyawa hasil metabolisme yang tidak berperan secara langsung dalam proses pertumbuhan suatu organisme. Metabolit sekunder yang ada pada tumbuhan biasanya memiliki fungsi sangat spesifik. Biosintesis metabolit sekunder dapat terjadi di seluruh organ tumbuhan, termasuk pada akar, batang, daun, bunga, ataupun biji. Metabolit sekunder memiliki peran cukup penting bagi tumbuhan itu sendiri, diantaranya sebagai pertahanan terhadap virus, fungi, bakteri, tumbuhan kompetitor, dan juga pertahanan terhadap herbivore. Selain itu metabolit sekunder juga akan menghasilkan bau, warna, dan rasa yang akan menarik perhatian hewan untuk membantu menyebarkan biji. Kemudian metabolit sekunder juga akan berfungsi sebagai penyimpan N (Nitrogen) pada tumbuhan serta perlindungan dari sinar UV (Anggraitu, 2018).

Beberapa metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan antara lain yaitu:

a. Alkaloid

Alkaloid merupakan metabolisme sekunder yang terdapat pada tumbuhan, yang bisa ditemukan pada bagian tumbuhan seperti daun, ranting, biji, dan kulit batang.

Alkaloid adalah senyawa yang memiliki atom nitrogen. Alkaloid memiliki aktivitas yang bersifat obat yang berbeda dalam setiap strukturnya. Hal ini dipengaruhi oleh jalur biosintesis yang berbeda-beda sehingga aktivitas yang dihasilkan juga akan berbeda. Diperkirakan sebanyak 15-20% alkaloid terdistribusi pada vascular tumbuhan (Aksara, 2013).

Pengujian alkaloid akan menunjukkan hasil yang bervariasi karena beberapa faktor, seperti umur, cuaca, habitat, bagian tumbuhan yang diuji, dan juga pengaruh penggunaan reagen. Berdasarkan kerangka strukturnya, alkaloid dapat diklasifikasikan menjadi *pyrrolidine*, *pyridine*, *pyrrolizidine*, *piperidine*, *quinolone*, *quinolizidine*, *indole*, *tropane*, *isoquinoline*, *tropane*, *xanthine*, dan *imidazole*. Sedangkan berdasarkan bentuk dan asal-usulnya, alkaloid dibedakan menjadi *true alkaloids*, *protoalkaloids*, dan *pseudoalkaloids*. Alkaloid memiliki manfaat dalam bidang kesehatan sebagai pemicu sistem saraf, menaikkan tekanan darah, meredakan rasa sakit, anti-mikroba, sebagai obat penenang, obat penyakit jantung, dll. (Idroes, 2019).

b. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang berasal dari polifenol, yang secara luas ditemukan pada tumbuhan dan makanan. Flavonoid mempunyai berbagai macam manfaat bioaktif seperti antivirus, antiinflamasi, kardioprotektif, antidiabets, antikanker, anti-penuaan, dan antioksidan. Senyawa flavonoid merupakan senyawa polifenol yang memiliki 15 atom karbon yang tersusun dalam konfigurasi C6-C3-C6, yang berarti kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C6 (cincin benzena tersubstitusi) yang disambung rantai alifatik tiga karbon (Arifin, 2018).

Flavonoid dapat ditemukan pada setiap ekstrak tumbuhan karena flavonoid merupakan senyawa yang terdapat dalam semua tumbuhan hijau. Flavonoid adalah senyawa yang begitu luas dapat ditemukan di alam. Lebih dari 9000 flavonoid telah dilaporkan hingga saat ini, jumlah kebutuhan flavonoid juga bervariasi berkisar antara 20-500 mg. Flavonoid ditemukan terdapat dalam suplemen makanan seperti teh, anggur merah, apel, bawang dan tomat. Flavonoid ditemukan terkandung pada tumbuhan yang berperan memproduksi pigmen berwarna kuning, merah, biru, orange, serta warna ungu dari buah, bunga, dan

daun. Flavonoid termasuk dalam famili polifenol yang memiliki sifat larut dalam air. Lebih dari 4.000 senyawa flavonoid telah teridentifikasi dan yang termasuk dalam kelas flavonoid utama antara lain flavon, flavonol, flavanon, anthosianin, isoflavon, katekin, dihidroflavonol, dan kalkon (Idroes, 2019).

c. Tanin

Tanin adalah senyawa organik yang merupakan campuran dari senyawa polifenol kompleks dan tersusun dari elemen C, H, serta O. Tannin adalah bentuk yang lebih kompleks dari pati, protein, selulosa, serta mineral yang mempunyai rumus molekul $C_{15}H_{12}O_5$. Tannin mampu membentuk senyawa yang kompleks dengan logam-logam berat seperti Cu, Fe, Pb dan Sn dan juga berpotensi sebagai pencegah oksidan biologis (Suharman, 2018).

d. Saponin

Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang memiliki sifat layaknya sabun serta mampu terdeteksi berdasarkan pada kemampuannya menciptakan busa. Saponin merupakan senyawa glikosida dengan berat molekul yang tinggi dan terdiri dari beberapa gula yang berikatan dengan aglikon triterpen ataupun steroid. Biosintesis saponin berawal dari dimetil pirofosfat dan isopentenil pirofosfat

yang membentuk triterpen serta steroid dengan membentuk squalen terlebih dahulu lalu akan terjadi siklisasi. Biosintesis saponin ini melalui jalur asam malonat (Idroes, 2019).

7. Tinjauan islam mengenai manfaat tumbuhan yang berkhasiat obat

Kandungan senyawa pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz) mempunyai beragam manfaat. Hal ini tidak terlepas dari bentuk kekuasaan Allah SWT yang menciptakan segala sesuatu tidak ada yang sia-sia. Allah SWT berfirman dalam surat Ali Imran ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا تُسَبِّحُكَ قَوْنِ عَذَابِ النَّارِ

Artinya:

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan perihal penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau membuat ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT. menciptakan alam semesta dan segala sesuatu di dalamnya tidak ada yang sia-sia, semuanya benar dan semuanya bermanfaat. Seperti halnya Allah SWT. telah menciptakan tumbuhan keji yang di dalamnya terkandung senyawa yang memiliki banyak manfaat.

Manusia dan tumbuhan sangat berkaitan erat dalam kehidupan. Tumbuhan banyak sekali memberikan manfaat untuk manusia. Keberadaan tumbuhan merupakan berkah dan nikmat Allah SWT yang diberikan kepada seluruh makhluknya. Seperti yang sudah dijelaskan Allah SWT dalam Firman-Nya pada Q.S. 'Abasa (80): 27-32.

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ٢٧ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ٢٨ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ٢٩ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ٣٠ وَفَكِهَةً وَأَبًا ٣١ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَمِكُمْ ٣٢

Artinya:

“Lalu disana Kami tumbukan biji-bijian (27) Anggur dan sayur-sayuran (28) Zaitun dan pohon kurma (29) kebun-kebun (yang) rindang (30) Buah-buahan serta rerumputan (31) (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu (32)” Q.S. 'Abasa (80): 27-32.

Menurut Imani (2005) dalam tafsir Nurul Qur'an ayat tersebut menjelaskan mengenai kekuasaan Allah SWT dalam menciptakan biji-bijian, sayur mayur, buah-buahan

serta rerumputan yang bisa dijadikan bahan makanan bagi manusia maupun hewan peliharaan. Setiap unsur dari makanan ini mempunyai khasiat tersendiri bagi tubuh manusia. Unsur tersebut juga dapat diteliti sehingga bisa memberikan ilmu pengetahuan yang dapat dipelajari guna memberikan pencerahan dan pandangan yang mendalam akan manfaat yang terkandung pada unsur tersebut (Imani, 2005).

Salah satu fungsi Al-Qur'an sebagai kitab sains telah menggariskan tentang berbagai macam manfaat yang bisa diambil oleh manusia dari berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang telah diciptakan Allah SWT. Salah satu contohnya yaitu manfaat tumbuhan yang bisa digunakan sebagai obat tradisional. Sebagaimana Aisyah R.A. telah meriwayatkan hadist dari Rasulullah SAW dalam Shahih Al-Bukhari:

عَنْ عَائِشَةَ أَنَّهَا سَمِعَتْ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: إِنَّ هَذِهِ
 الْحَبَّةَ السَّوْدَاءَ شِفَاءٌ مِنْ قَالٍ: أَلَمْ تَتَكَلَّ دَاءٍ إِلَّا مِنْ السَّامِ. قُلْتُ: وَمَا
 السَّامُ؟

Artinya:

“Diriwayatkan dari Aisyah bahwa dia mendengar Nabi saw bersabda:” *“Sesungguhnya al-Habbah as-Sauda’ ini adalah kesembuhan (obat) dari setiap penyakit kecuali dari as-Sam”*.

“Kataku (Aisyah):” “*Apa itu as-Sam?* Jawab Nabi saw:” “*Kematian*”.

Berdasar pada hadits tersebut, Rasulullah SAW telah memberi petunjuk dan memberikan inspirasi terhadap semua umat manusia mengenai manfaat tumbuhan sebagai obat alamiah yang dapat menjadi penyembuh penyakit bagi manusia. Dapat diketahui bahwa Rasulullah SAW dalam proses pengobatan juga menggunakan tumbuhan. Seperti halnya tumbuhan *Staurogyne elongata* yang digunakan masyarakat setempat sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan diare.

B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian mengenai senyawa yang terkandung di dalam *Staurogyne elongata* sudah pernah dilakukan oleh Ria Mariani pada tahun 2014. Ria Mariani menggunakan metode pemurnian dengan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis preparatif, sedangkan karakterisasi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-sinar tampak. Hasil yang didapatkan menunjukkan di dalam ekstrak daun *Staurogyne elongata* terdapat senyawa berupa flavonoid, saponin, steroid/triterpenoid, tanin dan fenol.

Penelitian lain dilakukan oleh Aisyah Handayani pada tahun 2015 dengan judul Pemanfaatan Tumbuhan Berkhasiat Obat

oleh Masyarakat Sekitar Cagar Alam Gunung Simpang, Jawa Barat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui informasi mengenai pemanfaatan tumbuhan sebagai obat oleh masyarakat di kawasan Cagar Alam Gunung Simpang, Jawa Barat. Wawancara terhadap 30 responden dilakukan untuk mengumpulkan informasi. Hasil penelitian menunjukkan tumbuhan yang biasa digunakan untuk pengobatan sebanyak 74 jenis. *Staurogyne elongata* merupakan jenis yang paling berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan obat diantara jenis tersebut. Masyarakat setempat menggunakan *Staurogyne elongata* untuk mengobati penyakit persendian atau reumatik. *Staurogyne elongata* cukup mudah dalam penggunaannya karena daunnya dapat dikonsumsi langsung maupun dijadikan lalap, sedangkan penggunaan jenis yang lain harus melalui proses perebusan terlebih dahulu.

Berlandaskan pada penelitian Ria Mariani, kemudian pada tahun 2017 Maghfira Izzani Maulani bersama Leni Purwanti dan Undang Ahmad Dasuki melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengidentifikasi apakah ada potensi anti bakteri pada ekstrak daun *Staurogyne elongata*. Aktivitas antibakteri diujikan menggunakan metode difusi agar dengan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli* sebagai perforatornya. Ekstraksi yang dilakukan menggunakan

metode maserasi bertingkat menggunakan tiga pelarut yang memiliki kepolaran berbeda yaitu n-heksan (nonpolar), etil asetat (semi polar), methanol (polar). Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan ekstrak etil asetat merupakan ekstrak yang paling berpotensi sebagai anti-bakteri.

Penelitian terbaru dilakukan oleh Wardani, *et al.* pada tahun 2021 dengan tujuan dari penelitian untuk mengetahui tingkat kestabilan krim dari ekstrak etanol daun reundeu (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntze) dengan *variable* berupa variasi konsentrasi paraffin cair serta setil alkohol. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi paraffin cair dan setil alkohol pada sediaan, maka semakin tinggi pula nilai viskositas dan daya lekatnya namun menurunkan nilai daya sebar sediaan.

C. Hipotesis

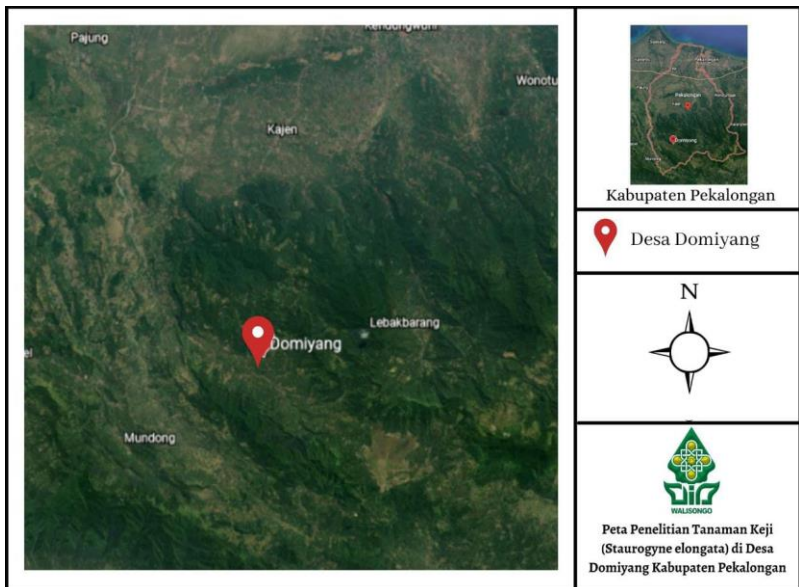
1. H0: Tidak terdapat variasi senyawa metabolit sekunder yg terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*S. elongata* [Blume] Kuntz);
H1: Terdapat variasi golongan senyawa metabolit sekunder yg terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*S. elongata* [Blume] Kuntz).

2. H0: Tidak terdapat perbedaan senyawa metabolit sekunder diantara daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz);
H1: Terdapat perbedaan senyawa metabolit sekunder diantara daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz).

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Daun *Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz diambil dari Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Juni 2022 di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu soil PH meter (Takemura Electric Works LTD.), lux meter, altimeter, termohyrometer (TFA Germany), timbangan digital (HWH), erlenmeyer (Iwaki pyrex), plastik wrap, plastik klip, filter papers, toples kecil, pisau, spatula, batang pengaduk, cawan porselen, gelas beaker (Iwaki pyrex), corong pisah (Iwaki pyrex), pipet ukur, pipet tetes, mikro pipet, tip, vortex, blender (Panasonic MX-GX1462), botol timbang (Iwaki pyrex), ayakan, freeze dreyer thermo scientific, rotary evaporator, Kromatografi Gas Spektrometer Massa (GC-MS) (*Thermo Scientific ISQ 7000*).

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun keji yang diambil dari Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan Jawa Tengah, akuades, tisu, metanol, metanol *for GC*, silika gel dan alumunium foil.

C. Metode

1. Pengambilan sampel daun *Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz

Sampel daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*S. elongata* [Blume] Kuntz) diambil di Desa Domiyang, Kec.

Paninggaran, Kab. Pekalongan Jawa Tengah. Pengambilan sampel menggunakan teknik *simple random sampling* yaitu dimana semua tumbuhan keji berpeluang sama untuk menjadi sample. Sampel dibedakan antara daun muda dan daun dewasa dengan kriteria daun muda ditandai daunnya berwarna hijau muda, dan bertekstur liat. Daun dewasa memiliki kriteria warna daun hijau tua dan bertekstur lebih kasar, serta daun muda dimulai dari tangkai daun nomor 1-4 sedangkan daun dewasa dimulai pada tangkai daun nomor 5-12. Sampel daun muda dan daun dewasa dilakukan sortasi basah, dengan tujuan untuk membersihkan daun dari kotoran maupun bahan asing lainnya pada tumbuhan, yaitu dengan membuang bagian-bagian yang tidak perlu ataupun tidak digunakan sehingga didapatkan daun yang layak untuk digunakan.

2. Pengukuran parameter lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur berupa faktor abiotik, seperti intensitas cahaya, ketinggian, kelembapan serta pH tanah, suhu udara dan pengukuran letak lokasi.

3. Pengeringan sampel

Daun *Staurogyne elongata* yang telah disortasi dicuci menggunakan air bersih yang mengalir. Pencucian dimaksudkan untuk menghilangkan tanah dan pengotor

lainnya yang melekat pada tumbuhan. Daun yang telah bersih dipotong kecil-kecil dan dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 40°C selama empat hari. Sampel yang telah kering dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus dan dilakukan pengayakan.

4. Ekstraksi

Sampel kemudian dilakukan ekstraksi dengan menggunakan metode maserasi. Sampel diambil sebanyak 50 gr dan dilakukan perendaman menggunakan pelarut metanol dengan perbandingan (1:10) di dalam erlenmeyer lalu dihomogenkan. Sampel yang telah tercampur dengan pelarut kemudian diaduk menggunakan stirrer selama 24 jam dengan kecepatan 200rpm. Setelah dihasilkan rendaman, lalu dilakukan penyaringan. Filtrat kemudian dipindahkan ke erlenmeyer lain. Residu dari hasil rendaman dilakukan perendaman kembali atau remaserasi menggunakan pelarut yang sama selama 24 jam dan dilakukan sebanyak tiga kali remaserasi. Setelah itu dilakukan pemekatan menggunakan *rotary evaporator*. Ekstrak daun dilakukan pengeringan beku menggunakan *freeze dryer* untuk menghilangkan semua pelarut sepenuhnya. Ekstrak daun keji yang semula berwarna hijau dengan bentuk cair, setelah dilakukan pengeringan beku

berubah teksturnya menjadi semi padat (dapat dilihat pada Lampiran 1). Ekstrak kasar disimpan pada suhu -20°C sebelum digunakan (Modifikasi Ismail, *et al*, 2017).

5. Analisis kandungan senyawa menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*

Sampel yang telah diekstraksi kemudian dilakukan analisis menggunakan kromatografi Gas Spektrometer Massa (GC-MS) *Thermo Scientific* ISQ 7000 dilengkapi dengan Kolom *Thermo Scientific* TG-5MS (kolom semi polar) digunakan dengan dimensi length 30m, I.D 0,25mm, dan film 0,25 μm . Sebanyak 1 mg mL⁻¹ ekstrak kasar disiapkan untuk dilakukan analisis menggunakan GC-MS. Ekstrak diinjeksikan pada GC-MS setelah mesin stabil dengan kondisi suhu awal 70°C dan ditahan selama 2 menit. Suhu kolom dinaikkan $5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ hingga suhu mencapai 200°C . Suhu kolom dinaikkan lagi $10^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ hingga suhu mencapai 250°C . Suhu kolom dipertahankan pada 250°C selama 10 menit. Gas helium digunakan sebagai gas pembawa pada 1.0mL/menit dengan mode injeksi splitless. Kromatogram dan data MS yang diperoleh diunduh dan dianalisis lebih lanjut (Modifikasi Ismail, *et al*, 2017).

6. Analisis data

Data yang sudah didapatkan dari kromatogram GC-MS dilakukan perbandingan manual dengan MS database NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Data yang diperoleh dari GC-MS berupa kromatogram luas area senyawa yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz) diolah menggunakan program analisis PCA dengan software Unscrambler version 10.4.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

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

Beberapa parameter lingkungan yang diukur di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan antara lain yaitu intensitas cahaya, suhu tanah, suhu udara, pH tanah, ketinggian tempat serta kelembapan. Pengukuran parameter lingkungan ini dilakukan untuk mendeskripsikan tempat pengambilan sampel tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz). Hasil pengukuran parameter lingkungan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

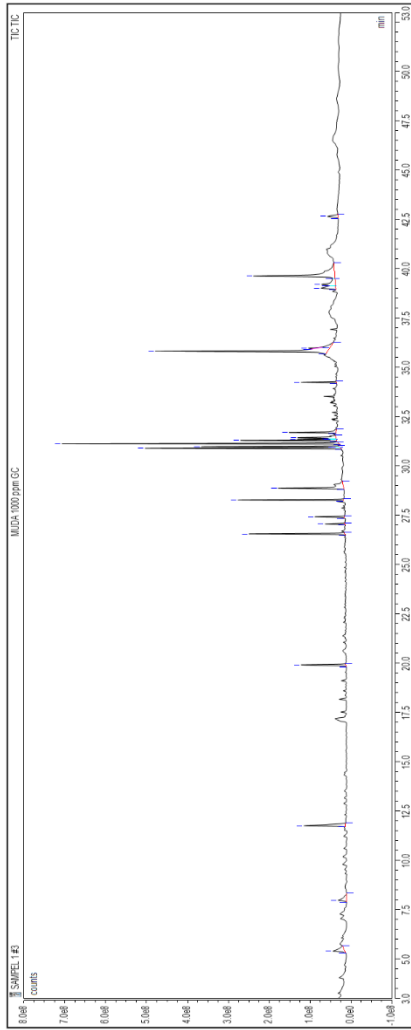
Tabel 4.1. Parameter lingkungan

Parameter Lingkungan	Hasil Pengukuran	Satuan
Intensitas Cahaya	3270	Cd
Suhu Tanah	23	°C
pH Tanah	6,7	
Suhu Udara	27	°C
Ketinggian	660	mdpl
Kelembapan	89	%

Secara umum kondisi lingkungan tempat pengambilan sampel tumbuhan keji telah digambarkan pada tabel 4.1. Desa Domiyang terletak pada ketinggian 660 mdpl dengan iklim yang cenderung basah ditandai nilai kelembapan yang cukup tinggi dan intensitas cahaya yang tergolong rendah. Desa domiyang termasuk daerah dingin serta pH tanah cenderung netral.

2. Kandungan Metabolit Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz)

Kandungan metabolit daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz) dianalisis menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) *Thermo Scientific* ISQ 7000. Hasil analisis daun muda tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz) dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.2.



Gambar 4.1 Kromatogram GC-MS daun muda tumbuhan keji
(*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz)

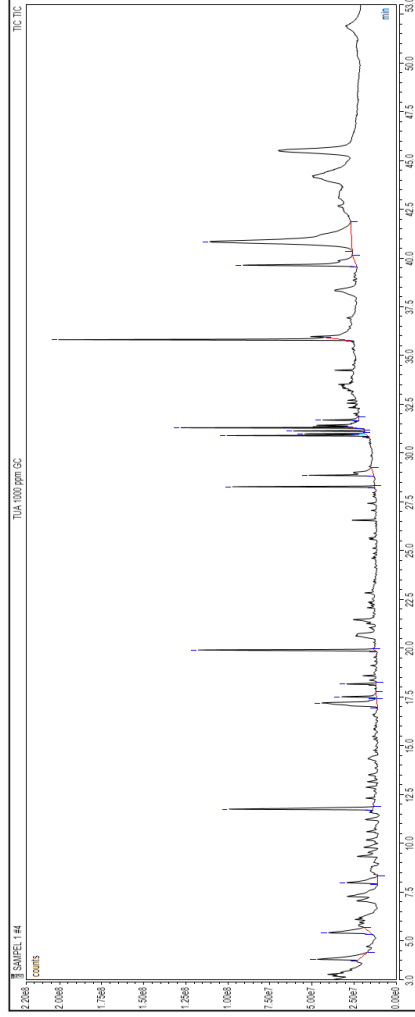
Tabel 4.2. Hasil analisis GC-MS daun muda tumbuhan keji
(*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz)

No.	RT	Name of compound	Area %	Peak
1	5.395	Erythritol	2.33	1
2	7.965	Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl-	1.72	2
3	11.746	Benzofuran, 2,3-dihydro-	4.05	3
4	19.912	1,2-Oxaborolane, 2-ethyl-4,5-dimethyl-	3.04	4
5	26.549	Neophytadiene	4.92	5
6	27.061	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	0.99	6
7	27.414	9-Eicosyne	1.54	7
8	28.271	Hexadecanoic acid, methyl ester	5.23	8
9	28.867	n-Hexadecanoic acid	5.55	9
10	30.892	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	7.64	10
11	30.976	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-	6.05	11

Tabel 4.2 Lanjutan

No.	RT	Name of Compound	Area %	Peak
12	31.136	Phytol	11.15	12
13	31.295	Methyl stearate	3.68	13
14	31.354	(Z)-18-Octadec-9-enolide	1.64	14
15	31.438	9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)-	2.61	15
16	31.699	Octadecanoic acid	2.55	16
17	34.244	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	1.52	17
18	35.815	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	15.18	18
19	35.975	Ethyl iso-allocholate	0.44	19
20	39.016	9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-	2.22	20
21	39.201	Ethyl iso-allocholate	2.67	21
22	39.629	Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	12.1	22
23	42.662	2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16-tetramethyl-heptadeca-3,7,11,15-tetraenyl)-cyclohexanol	1.18	23

Hasil analisis daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz) dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.3.



Gambar 4.2. Kromatogram GC-MS daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz)

Tabel 4.3. Hasil analisis GC-MS daun dewasa tumbuhan keji
(*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz)

No.	RT	Name of Compound	Area %	Peak
1	4.05	DL-Arabinose	3.92	1
2	5.4	Erythritol	4.12	2
3	7.97	Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl-	3.07	3
4	11.75	Benzofuran, 2,3-dihydro-	7.25	4
5	17.18	Melezitose	6.4	5
6	17.5	2,7-Dioxa-tricyclo[4.4.0.0(3,8)]deca-4,9-diene	1.33	6
7	18.16	4-Cyclopropylcarbonyloxytetradecane	1.02	7
8	19.9	1,2-Oxaborolane, 2-ethyl-4,5-dimethyl-	6.21	8
9	28.27	Hexadecanoic acid, methyl ester	3.4	9
10	28.86	n-Hexadecanoic acid	3.96	10
11	30.89	[1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester	3.13	11
12	30.98	9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-	1.39	12
13	31.13	Phytol	1.48	13

Tabel 4.3 Lanjutan

No.	RT	Name of Compound	Area %	Peak
14	31.3	Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester	3.1	14
15	31.69	Octadecanoic acid	1.11	15
16	35.81	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	8.81	16
17	39.63	Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	8.59	17
18	40.82	Stigmasterol	31.71	18

Hasil analisis GC-MS daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji menunjukkan jumlah senyawa yang berbeda. Senyawa yang terdeteksi pada daun muda tumbuhan keji berjumlah 23 senyawa yang terdiri dari 22 senyawa metabolit sekunder dan satu senyawa metabolit primer yaitu 9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)-. Sementara itu, pada daun dewasa hanya terdapat 18 senyawa yang terdiri dari 16 senyawa metabolit sekunder dan dua senyawa metabolit primer berupa senyawa DL-Arabinose dan melezitose, seperti yang disajikan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

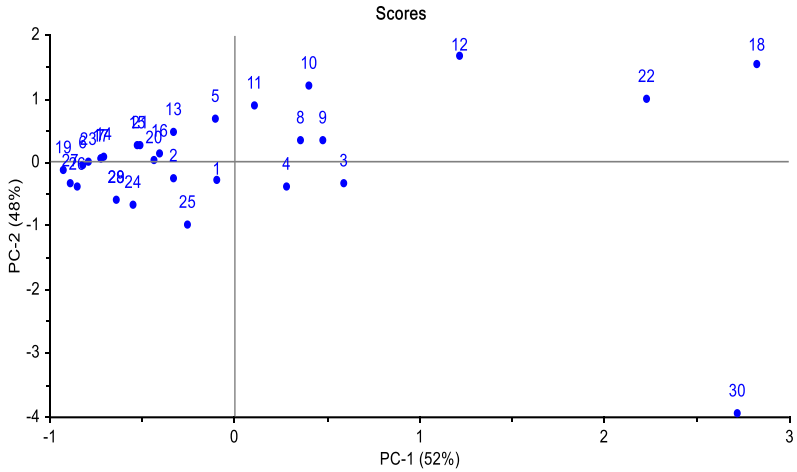
Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *running* pada masing-masing sampel selama 60 menit. Waktu pertama kali terdeteksinya senyawa pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji juga berbeda. Sampel daun muda pertama kali terdeteksi senyawanya pada menit ke 5.39 sedangkan daun dewasa pertama kali terdeteksi senyawanya pada menit ke 4.05.

Senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji mempunyai kadar yang berbeda. Senyawa yang terdeteksi hanya ada pada daun muda berjumlah 10 senyawa dan pada daun dewasa hanya ada empat senyawa. Sementara itu, 12

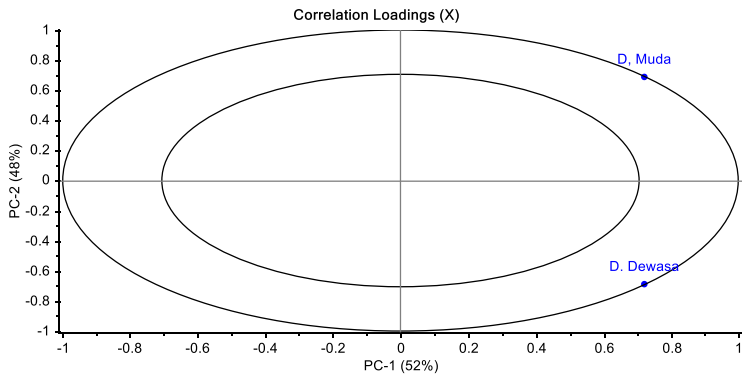
senyawa yang dimiliki oleh daun muda dan daun dewasa dengan kadar yang berbeda.

Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester merupakan senyawa dengan nilai *relative area* tertinggi pada daun muda dengan nilai sebesar 15.18%. Sedangkan Ethyl iso-allocholate merupakan senyawa pada daun muda dengan nilai *relative area* terendah yaitu 0.44%. Stigmasterol merupakan senyawa yang terkandung pada daun dewasa dengan nilai *relative area* paling tinggi yaitu 31.71%. Sedangkan 4-Cyclopropylcarbonyloxytetradecane merupakan senyawa pada daun dewasa dengan nilai *relative area* terkecil yaitu 1.02%.

Analisis PCA menggunakan data senyawa yang teridentifikasi pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz) sebagai variabelnya. Hasil analisis PCA dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Hasil analisis score plot senyawa daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji menggunakan PCA



Gambar 4.4 Hasil analisis korelasi senyawa daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji menggunakan PCA

Berdasarkan hasil *score plot* PCA yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa senyawa yang teridentifikasi pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji dapat dipisahkan ke dalam empat kuadran yang berbeda. Kuadran I dan II menunjukkan senyawa yang terkandung pada daun muda serta kuadran III dan IV menunjukkan senyawa yang teridentifikasi pada daun dewasa. Apabila senyawa metabolit sekunder tersebut terdapat pada daun muda dan daun dewasa, maka senyawa tersebut akan berada pada kuadran dari senyawa yang mempunyai luas area yang lebih tinggi.

Senyawa erythrithol (1), Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl- (2), Benzofuran, 2,3-dihydro- (3), 1,2-Oxaborolane, 2-ethyl-4,5-dimethyl- (4) terdapat pada daun muda dan daun dewasa. Namun, titik senyawa tersebut berada pada kuadran III dan IV karena senyawa tersebut memiliki kadar yang lebih besar pada daun dewasa. Berbeda dengan senyawa Hexadecanoic acid, methyl ester (8) dan n-Hexadecanoic acid (9), senyawa tersebut terkandung pada kedua jenis daun namun berada pada kuadran I karena kadar senyawa tersebut lebih besar teridentifikasi pada daun muda.

Selain menunjukkan perbedaan senyawa, *score plot* PCA pada Gambar 4.3 dapat menunjukkan senyawa yang bisa digunakan sebagai senyawa penanda pada daun muda dan daun dewasa. Kuadran I terdapat senyawa Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester (18), Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester (22), serta Phytol (12) yang dapat digunakan sebagai senyawa penanda pada daun muda. Tiga senyawa ini mempunyai *relative area* yang paling tinggi jika dibandingkan dengan senyawa pada daun muda lainnya. Kuadran IV terdapat senyawa stigmasterol (29) yang dapat digunakan sebagai senyawa penanda pada daun dewasa. Senyawa stigmasterol merupakan senyawa yang hanya terdapat pada daun dewasa dan mempunyai nilai *relative area* yang paling tinggi.

B. Pembahasan Hasil Penelitian

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

Beberapa parameter lingkungan yang diukur di Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan antara lain yaitu intensitas cahaya, suhu tanah, suhu udara, pH tanah, ketinggian tempat serta kelembapan. Hasil pengukuran parameter lingkungan di lokasi penelitian menunjukkan

Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan merupakan daerah dingin dengan iklim yang cenderung basah, kelembapan yang cukup tinggi, intensitas cahaya yang tergolong rendah serta pH tanah yang cenderung netral. Hal ini sesuai dengan kriteria dimana tumbuhan keji dapat tumbuh. Tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz) merupakan tumbuhan liar yang tumbuh di area perhutanan, pegunungan daerah tropis, halaman rumah yang teduh, lembab, ataupun di pinggir sungai yang airnya jernih dan tidak terkontaminasi limbah (Darmakusuma, 2003).

Perubahan keadaan lingkungan yang disebabkan aktivitas biotik atau abiotik dapat berpengaruh terhadap kondisi tumbuhan. Kondisi tersebut akan mempengaruhi metabolisme tumbuhan baik metabolisme primer maupun sekunder. Cekaman lingkungan akan diterima tumbuhan dan menyebabkan reaksi dengan meningkatkan metabolit sekunder (Prinsloo, 2018).

Produksi metabolit sekunder dapat dipengaruhi oleh suhu, intensitas cahaya, nutrisi yang terserap tanah, ataupun mikroorganisme. Variasi senyawa metabolit sekunder juga sangat berkaitan dengan kondisi iklim, suhu, kelembapan dan juga curah hujan (Rumsarwir, 2020).

2. Kajian Fitokimia Senyawa Metabolit yang Teridentifikasi pada Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntze

Hasil analisis GC-MS daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji yang berasal dari Desa Domiyang, Kec. Paninggaran, Kab. Pekalongan menunjukkan jumlah senyawa yang berbeda. Senyawa yang terdeteksi pada daun muda berjumlah 23 senyawa dengan 22 diantaranya merupakan senyawa metabolit sekunder dan satu senyawa lainnya merupakan senyawa metabolit primer. Daun dewasa terdeteksi terdapat 18 senyawa, 16 diantaranya merupakan senyawa metabolit sekunder dan dua lainnya merupakan senyawa metabolit primer.

Senyawa yang teridentifikasi pada daun muda lebih banyak dibandingkan dengan senyawa pada daun dewasa. Komponen polifenol dan kadar antioksidan menurun seiring dengan bertambahnya tingkat kematangan daun. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perubahan morfologi daun seiring bertambahnya usia dan transportasi material dalam tanaman selama periode pertumbuhan (Izreen dan Fadzelly, 2013).

Menurut Izreen dan Fadzelly (2013) umur daun mempengaruhi kandungan dan jenis polifenol. Daun teh (*Camellia sinensis*) mempunyai kadar polifenol lebih tinggi pada daun teh muda dibanding daun teh tua. Menurut Mu'nisa *et. al.*, (2011) daun sukun tua mempunyai kandungan polifenol lebih tinggi dibanding dengan daun muda. Sampai sekarang signifikansi tingkat perbedaannya belum diketahui (Pambayun, *et al.*, 2007).

Terdapat 11 senyawa yang hanya terdeteksi pada daun muda dan enam senyawa yang hanya terdeteksi pada daun dewasa. Serta 12 senyawa yang terdeteksi pada daun muda dan daun dewasa dengan kadar yang berbeda. Masing-masing senyawa tersebut mempunyai fungsi biologis sebagai berikut:

- a. Erythritol terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Erythritol adalah meso-diastereomer dari butana-1,2,3,4-tetrol. Senyawa ini tergolong ke dalam metabolit sekunder yang memiliki peran sebagai antioksidan, metabolit tanaman dan metabolit manusia (Pubchem, 2022). Erythritol ditemukan pada tumbuhan rumput payung *Cyperus alternifolius L.* dan mempunyai aktivitas antioksidan (Al-Gara'awi, *et al.*, 2019).

- b. Senyawa Benzofuran, 2,3-dihydro- terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Senyawa Benzofuran, 2,3-dihydro- adalah anggota dari kelas 1-benzofurans yang merupakan turunan 2,3-dihydro dari benzofuran. Senyawa ini memiliki peran sebagai metabolit. Senyawa Benzofuran, 2,3-dihydro- terdeteksi pada ekstrak *Lepidium sativum* dan memiliki aktivitas anti-HIV, antikanker, antibakteri, dan antijamur (Hussein, 2016). Selain itu, menurut Idan, *et al.* (2015) senyawa Benzofuran, 2,3-dihydro- pernah ditemukan pada buah *Citrullus colocynthis* dan mempunyai aktivitas sebagai Analgesik dan anti inflamasi. Senyawa ini juga ditemukan pada daun *Urtica dioica* dengan manfaatnya sebagai Antiaritmia, spasmolitik, antivirus (Huda, *et al.*, 2015).
- c. Hexadecanoic acid, methyl ester terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Hexadecanoic acid, methyl ester atau bisa juga disebut metil palmitat, senyawa ini memiliki berat molekul 270 dengan rumus kimia $C_{17}H_{34}O_2$ dan tergolong dalam golongan asam lemak. Mekanisme aktivitas antibakteri metil palmitat adalah dengan merusak dinding dan membran sel bakteri (Astuti dan Ramona 2021). Metil palmitat

terdapat pada tanaman *Cirsium arvense* yang juga dilaporkan berpotensi sebagai antimikroba, pestisida, dan nematisida (Hema, *et al.*, 2015; Banaras, *et al.*, 2017). Selain itu metil palmitate juga terkandung di dalam tanaman Mint (*Mentha spicata*) dan memiliki kandungan antioksidan (Abdel-Hady, *et al.*, 2018).

- d. n-Hexadecanoic acid terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. n-Hexadecanoic acid merupakan senyawa golongan Ester asam palmitate. Senyawa ini ditemukan pada tumbuhan air kayu apu *Pistia stratiotes L.* dan mempunyai aktivitas Anti-inflamasi, Antioksidan, nematisida, hipokolesterolemia, pestisida, perisa anti androgenik, hemolitik, inhibitor 5-Alpha reduktase, larvasida nyamuk ampuh, pestisida, aktivitas pelumas, antipsikotik. (Tyagi & Agarwal, 2017).
- e. Phytol terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Senyawa phytol merupakan salah satu senyawa penanda pada daun muda yang memiliki nilai *relative area* yang cukup tinggi. Phytol adalah alkohol isoprenoid yang terikat dalam ikatan ester dengan klorofil yang merupakan pigmen fotosintesis paling melimpah pada tumbuhan. Selama proses penuaan daun, sejumlah besar phytol dilepaskan oleh degradasi

klorofil. Degradasi phytol pada tanaman mungkin melibatkan oksidasinya menjadi phytenal aldehida rantai panjang. Jalur degradasi phytol yaitu phytol yang berasal dari klorofil yang dikonsumsi melalui makanan didegradasi melalui asam phytenal dan phytenic. Asam phytenic diubah menjadi phytenoyl-CoA, phytanoyl-CoA, 2-hydroxy-phytanoyl-CoA, dan pristanal (Gutbrod, 2021). Phytol mempunyai manfaat sebagai antimikroba, anti-inflamasi, anti-kanker dan diuretik. Phytol ditemukan memberikan hasil yang baik serta preventif dan terapeutik terhadap arthritis. Hasilnya menunjukkan bahwa spesies oksigen reaktif yang mempromosikan zat seperti phytol merupakan kelas obat baru yang menjanjikan untuk pengobatan rheumatoid arthritis dan kemungkinan penyakit inflamasi kronis lainnya. Selain itu senyawa phytol dapat menghasilkan efek sedatif dan ansiolitik. Efek antioksidan, anti schistosoma l, aktivitas antimikroba, komponen klorofil serta komponen vitamin E dan K (Al-Gara'awi, *et al.*, 2019). Senyawa phytol ditemukan terkandung di dalam tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) solms) dan mempunyai aktivitas antimikroba, antiinflamasi, antikanker,

diuretik, antijamur terhadap *S. typhi*, gonore resisten, dislokasi sendi, sakit kepala, hernia, stimulan dan antimalaria (Tyagi dan Agarwal, 2017).

- f. 9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)- terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. 9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)- ditemukan terkandung pada *Rhodiola imbricata* Edgew. dan mempunyai aktivitas 5-Alpha-reductase inhibitor, antiMS, anti-jerawat, anti-alopepic, anti-anaphylactic, anti-androgenic, anti-arteriosclerotic, anti-arthritis, anti-koroner, anti-eksim, anti-fibrinolitik, anti-granular, anti-histamin, anti inflamasi, anti leukotrienD4, anti menoragia, anti prostat, pencegah kanker, karsinogenik, komedolitik, hepatoprotektif, hipokolesterolemia, imunomodulator, insektisida, metastatik, nematisida, propepic (Tayade, *et al.*, 2013). Selain itu, senyawa ini juga ditemukan terkandung pada tanaman hias rumput payung (*Cyperus alternifolius* L.) dan memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, anti inflamasi, Nematicide, Anti-histamin, anti eksem, serta pembasmi Serangga (Al-Gara'awi, *et al.*, 2019).

- g. Methyl stearate terdapat pada daun muda dan daun dewasa. Methyl stearate adalah metil ester asam lemak dan ester oktadekanoat. Ini memiliki peran sebagai metabolit. Methyl stearate juga ditemukan terkandung pada *Mentha spicata* dan mempunyai aktivitas sebagai antioksidan, pencegah kanker, antidiare, antiinflamasi, pestisida, nematisida dan antimikroba (Abdel-Hady, 2018).
- h. Octadecanoic acid terdapat pada daun muda dan daun dewasa. Senyawa ini merupakan golongan asam lemak Asam rantai panjang jenuh dengan tulang punggung 18-karbon yang ditemukan terkandung dalam *Leptadenia reticulata* (Retz.) yang mempunyai aktivitas sebagai antimikroba, antibakteri dan antijamur (Godara, *et al.*, 2019). Senyawa ini juga terkandung di dalam tumbuhan *Sida cordata* (Burm.f.) mempunyai aktivitas anti-inflamasi dan antioksidan (Ganesh & Mohankumar, 2017).
- i. Neophytadiene hanya terdapat pada daun muda. Senyawa ini ditemukan terkandung pada *Eupatorium odoratum* yang diketahui mempunyai aktivitas sebagai antipiretik, analgesik, anti-inflamasi, antimikroba, serta antioksidan (Raman, *et al.*, 2012). Selain itu,

neophytadine juga ditemukan pada buah papaya (*Carica papaya L.*) dan *Ophiorrhiza rugosa var. prostrata* (D. Don) yang memiliki aktivitas antibakteri, antimikroba, membantu dalam pengobatan sakit kepala, rematik, beberapa penyakit kulit, penghambat gastrin, Antiulseratif, penghambat pelepasan histamine, antiprotozoal, (Leishmania), serta antiparasit (Al Seadi, *et al.*, 2021; Adnan, *et al.*, 2019).

- j. 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)- hanya terdapat pada daun muda. 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)- merupakan senyawa yang masuk ke dalam golongan steroid. 9,12,15- Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)- adalah senyawa asam lemak polienoat yang mempunyai manfaat sebagai anti-inflamasi, hipokolesterolemia, pencegahan kanker, hepatoprotektif, nematisida, insektisida, anti- histaminic, anti-rematik, antikoroner, anti eksim, anti-jerawat, 5-alpha reductase inhibitor dan anti-androgenik. Senyawa ini ditemukan pada *Pistia stratiotes L.* dan mempunyai manfaat sebagai antimikroba, antioksidan, antikanker, hepatoprotektif, anti rematik, anti asma dan diuretik (El-fayoumy, *et al.*, 2021; Tyagi dan Agarwal, 2017).

- k. 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester hanya terdapat pada daun muda. 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester memiliki sifat anti-inflamasi, anti-rematik, hepatoprotektif, antiandrogenik, hipokolesterolemia, nematisida, inhibitor 5-alfa-reduktase, antihistamin, antikoroner, insektisida, antiekszemik, dan antijerawat.
- l. Ethyl iso-allocholate hanya terdapat pada daun muda. Ethyl iso-allocholate merupakan senyawa yang tergolong ke dalam metabolit sekunder berupa senyawa steroid. Ethyl iso-allocholate juga ditemukan terkandung dalam buah kawista (*Feronia elephantum Correa*) yang mempunyai manfaat sebagai Antimikroba, Diuretik, Antiinflamasi, dan Antiasma (Alagan, *et al.*, 2012).
- m. 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol hanya terdapat pada daun muda. Senyawa ini termasuk ke dalam golongan alkohol terpen yang ditemukan terkandung pada tumbuhan ginseng india (*Withania Somnifera* (L.)) dan mempunyai aktivitas antibakteri, antijamur, antikanker, antikonvulsan atau antikejang, antiarthritis, sensitisasi insulin, efek antidiabetes (Mishra & Patnaik, 2020). 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol juga terkandung pada buah jambu mawar (*Syzygium jambos*

- (L.) dan mempunyai aktivitas antimikroba, anti-inflamasi, dan prekursor bentuk sintetis vitamin E dan vitamin K1 (Devakumar, *et al.*, 2016).
- n. 9-Eicosyne hanya terdapat pada daun muda. Senyawa ini termasuk ke dalam golongan hidrokarbon alifatik jenuh yang ditemukan terkandung pada tanaman semak kismis (*Grewia tenax*) dan mempunyai aktivitas sebagai antimikroba (Ram, *et al.*, 2017). 9-Eicosyne juga ditemukan terkandung pada tanaman hias pisang baki *Ensete superbum* dan mempunyai aktivitas anti-mikroba dan sitotoksik (Kumar, *et al.*, 2018).
- o. Linoelaidic acid terdapat pada daun muda. Linoelaidic acid dapat disebut juga dengan (9E,12E)-octadeca-9,12-dienoic acid. Senyawa ini merupakan asam oktadekadienoat yang mengandung dua ikatan rangkap E (trans) pada posisi 9 dan 12 dan memiliki peran sebagai metabolit.
- p. Senyawa Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Senyawa ini merupakan senyawa penanda pada daun muda dengan nilai relative area tertinggi. Senyawa Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester merupakan

asam amino yang berfungsi sebagai hemolitik, pestisida, perisa, antioksidan. Senyawa Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester juga terkandung dalam *Eichhornia crassipes* (Mart.) solms (Tyagi dan Agarwal, 2017).

- q. 6,9,12,15-Docosatetraenoic acid, methyl ester terdapat pada daun muda. Molekul metil ester asam 6,9,12,15-Docosatetraenoic mengandung total 63 atom. Ada 38 atom Hidrogen, 23 atom Karbon dan 2 atom Oksigen. Senyawa ini termasuk golongan senyawa ester asam lemak tak jenuh. 6,9,12,15-Docosatetraenoic acid, methyl ester ditemukan terkandung pada tanaman daun seribu (*Achillea filipendulina* (L.)) yang memiliki aktivitas sebagai pelindung jantung dan hipokolesterolemia (Khan, *et al.*, 2019).
- r. Stigmasterol hanya terdapat pada daun dewasa. Stigmasterol termasuk kedalam senyawa steroid. Stigmasterol adalah salah satu sterol utama dalam membran plasma sel tumbuhan dan berperan dalam proliferasi sel. Stigmasterol diproduksi di jalur mevalonat mengikuti serangkaian reaksi yang dikatalisis enzim yang mengarah ke generasi 2,3-oksidoskualen. Tanaman menghasilkan campuran sterol, campesterol

(24-metil), sitosterol dan stigmasterol (24-etil sterol). Stigmasterol berasal dari sitosterol oleh aksi sterol C-22 desaturase (Aboobucker, 2019). Senyawa ini ditemukan juga pada *Pistia stratiotes* L. dan memiliki aktivitas sebagai antioksidan, hipoglikemik dan penghambat tiroid, prekursor progesteron, antimikroba, antikanker, anti-rematik, antiasthama, anti-inflamasi, serta diuretic (Tyagi dan Agarwal, 2017). Selain itu, senyawa ini juga ditemukan pada *Ophiorrhiza rugosa var. prostrata* (D. Don) dengan aktivitas sebagai dermatologi, antijerawat, antiinflamasi, antiprotozoal (*Leishmania*), antisekretorik, serta stimulan pembentukan tulang (Adnan, *et al.*, 2019).

- s. Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)- terdapat pada daun muda. Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)- ditemukan terkandung pada tumbuhan *Alchemilla vulgaris* yang mempunyai aktivitas anti-kanker, anti-gonore, dan anti-transkriptase terbalik (Huda, *et al.*, 2015).
- t. 2,7-Dioxa-tricyclo[4.4.0.0(3,8)]deca-4,9-diene terdapat pada daun dewasa tumbuhan keji. 2,7-Dioxa-tricyclo[4.4.0.0(3,8)]deca-4,9-diene juga ditemukan pada *Canthium dicoccum* (Gaertn.) Teijsm & Binn yang

- mempunyai aktivitas sebagai antibakteri (Rajeswari, 2011).
- u. [1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester terdapat pada daun dewasa. [1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester juga ditemukan pada daun *Waltheria indica* Linn. dan mempunyai aktivitas sebagai Antidiabetik, Antikanker, Hemolitik, Pestisida, Iritasi kulit, serta Hipokolesterolemia (Banakar & Mayaraj, 2018).
 - v. Senyawa Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Senyawa ini merupakan salah satu senyawa dengan nilai *relative area* tertinggi pada daun muda, sehingga senyawa ini merupakan senyawa penanda pada daun muda.
 - w. 2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16-tetramethyl-heptadeca-3,7,11,15-tetraenyl)-cyclohexano hanya terdapat pada daun muda. Senyawa 4-Cyclopropylcarbonyloxytetradecane hanya terdapat pada daun dewasa tumbuhan keji. Senyawa Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl- terdapat pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji. Senyawa 1,2-Oxaborolane, 2-ethyl-4,5-dimethyl- terdapat pada daun muda dan daun

dewasa tumbuhan keji. Senyawa tersebut belum diketahui aktivitasnya.

Beberapa senyawa metabolit primer juga terdeteksi pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji, yaitu:

- a. DL-Arabinose terdapat pada daun dewasa tumbuhan keji. DL-Arabinose termasuk ke dalam golongan senyawa karbohidrat. DL-Arabinose ditemukan terkandung pada buah anggur yang mempunyai manfaat sebagai aktivitas antibakteri dan anti-candida (Kadhim, *et al.*, 2017).
- b. Melezitose adalah trisakarida yang tidak biasa yang strukturnya adalah α -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 3)- β -D-fructofuranosyl(2 \rightarrow 1)- α -D-glucopyranoside. Melezitose biasanya sering ditemukan pada madu. Melezitose termasuk ke dalam senyawa metabolit primer golongan karbohidrat.
- c. 9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)- hanya terdapat pada daun muda. 9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)-senyawa ini merupakan asam lemak yang ditemukan terkandung pada tanaman hias tapak dara *Catharanthus roseus* yang memiliki aktivitas sebagai Anti-inflamasi, Hipokolesterolemia, Pencegah kanker, Hepatoprotektif,

Nematicide, dan pembasmi serangga (Rani & Kapoor, 2019).

Seluruh senyawa yang terdeteksi pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil yang didapat menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji dapat dipisahkan ke dalam 4 kuadran yang berbeda. Kuadran I dan II menunjukkan senyawa yang terkandung pada daun muda serta kuadran III dan IV menunjukkan senyawa yang terkandung pada daun dewasa. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung pada daun muda dan daun dewasa dapat dibedakan dan dikelompokkan menggunakan kemometrika PCA. Jarak antar titik senyawa terhadap senyawa yang lain beranekaragam. Menurut Nugraha, *et al.*, (2018) semakin dekat jarak antar titik maka semakin dekat pula hubungan yang dimiliki oleh antar senyawa yang dianalisis (Nugraha, *et al.*, 2018).

Selain menunjukkan perbedaan senyawa, *score plot* PCA pada gambar 4.3 dapat menunjukkan senyawa yang bisa digunakan sebagai senyawa penanda pada daun muda dan daun dewasa. Terdapat senyawa Hexadecanoic acid, 2-

hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester, Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester, serta Phytol yang merupakan senyawa penanda pada daun muda. Tiga senyawa ini mempunyai *relative area* yang paling tinggi jika dibandingkan dengan senyawa pada daun muda lainnya. Sedangkan stigmasterol merupakan senyawa penanda pada daun dewasa. Senyawa stigmasterol merupakan senyawa yang hanya terdapat pada daun dewasa dan mempunyai nilai *relative area* yang paling tinggi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Jumlah senyawa metabolit sekunder pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji adalah 22 dan 16 senyawa. Senyawa metabolit sekunder yang terdeteksi pada daun muda yaitu Erythritol, Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl-, Benzofuran, 2,3-dihydro-, 1,2-Oxaborolane, 2-ethyl-4,5-dimethyl-, Neophytadiene, 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol, 9-Eicosyne, Hexadecanoic acid, methyl ester, n-Hexadecanoic acid, 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester, 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-, Phytol, Methyl stearate, (Z)-18-Octadec-9-enolide, Octadecanoic acid, 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol, Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester, Ethyl iso-allocholate, 9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-, Ethyl iso-allocholate, Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester, dan 2,2,4-Trimethyl-3-(3,8,12,16-tetramethyl-heptadeca-3,7,11,15-tetraenyl)-

cyclohexanol. Senyawa metabolit sekunder yang terdeteksi pada daun dewasa yaitu Erythritol, Pyrimidine-4,6-diol, 5-methyl-, Benzofuran, 2,3-dihydro-, 2,7-Dioxa-tricyclo[4.4.0.0(3,8)]deca-4,9-diene, 4-Cyclopropylcarbonyloxytetradecane, 1,2-Oxaborolane, 2-ethyl-4,5-dimethyl-, Hexadecanoic acid, methyl ester, n-Hexadecanoic acid, [1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester, 9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-, Phytol, Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester, Octadecanoic acid, Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester, Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester dan Stigmasterol. Sementara itu, terdapat 12 senyawa yang sama teridentifikasi pada daun muda dan daun dewasa dengan luas area yang berbeda.

2. Sebanyak 11 senyawa hanya terdeteksi pada daun muda dan enam senyawa hanya terdeteksi pada daun dewasa. Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester, phytol dan Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester dapat dimungkinkan menjadi senyawa penanda pada daun muda. Sementara itu, senyawa stigmasterol dapat dimungkinkan menjadi

senyawa penanda pada daun dewasa. Senyawa tersebut mempunyai nilai *relative area* yang paling tinggi jika dibandingkan dengan senyawa lainnya.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan membandingkan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kandungan metabolit pada tumbuhan keji (*Staurogyne elongata* (Blume) Kuntz) seperti faktor suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan ketinggian tanah di tempat yang berbeda.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai metabolit yang terkandung pada seluruh bagian tumbuhan keji seperti batang dan akar tumbuhan.
3. Memaksimalkan nilai manfaat daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboobucker, S. I., & Suza, W. P. (2019). Why do plants convert sitosterol to stigmasterol?. *Frontiers in plant science*, 10, 354.
- Adnan, Md., Chy, Md. N. U., Kamal, A.T.M. M., Azad, Md. O. K., Paul, A., Uddin, S. B., Barlow, J. M., Faruque, M. O., Park, C. H., & Cho, D. H. (2019). Investigation of the biological activities and characterization of bioactive constituents of *Ophiorrhiza rugosa* var. prostrata (D. Don) & Mondal leaves through in vivo, in vitro, and in silico approaches. *Molecules*, 24(7), 1367.
- Andika, E. D., Kartijono, N. E., & Rahayu, E. S. (2017). Struktur dan komposisi Tumbuhan pada rantai hutan jati di kawasan RPH Bogorejo BKPH Tanggel Blora. *Life Science*, 6(1), 24-33.
- Agoes, G., (2007). Teknologi bahan alam. ITB Press Bandung.
- Aksara, R., Musa, W. J., & Alio, L. (2013). Identifikasi senyawa alkaloid dari ekstrak metanol kulit batang. *Jurnal Entropi*, 8, (01).
- Al-Gara, N. I., Abu-Serag, N. A., Shaheed, K. A. A., & Al Bahadly, Z. K. (2019, July). Analysis of bioactive phytochemical compound of (*Cyperus alternifolius* L.) by using gas

- chromatography–mass spectrometry. *In IOP conference series: Materials science and engineering* (Vol. 571, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- Al-Seadi, H. L., Sabti, M. Z., & Taain, D. A. (2021). GC-MS analysis of papaya leaf extract (*Carica papaya* L.). *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 910, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Alwi, A. B. (2019). Studi etnobotani tumbuhan pengantisipasi hama padi (*Oryza sativa* L.) pada suku Baduy di kecamatan Leuwidamar kabupaten Lebak provinsi Banten (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Anggraito, Y.U., Rusanti, R., Iswari, R.S., Yuniastuti, A., Lisdiana., Nugrahaningsih., Habibah, N.A. (2018). Metabolit sekunder dari tumbuhan: aplikasi dan produksi. *Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.*
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, bioaktivitas dan antioksidan flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21-29.
- Ariyanti, Esti Endah. (2011). Variasi morfologi daun beberapa jenis acanthaceae di kebun raya purwodadi. *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus: 7A*
- Ashish, C., Manish, K. G., & Priyanka, C. (2014). GC-MS technique and its analytical applications in science and

- technology. *Journal of Analytical and Bioanalytical Techniques*, 5(6), 1-5.
- Banakar, P., & Jayaraj, M. (2018). GC-MS analysis of bioactive compounds from ethanolic leaf extract of *Waltheria indica* Linn. and their pharmacological activities. *Int. J. Pharm. Sci. Res*, 9(5).
- Darmakusuma, D. (2003). *Staurogyne elongata*. In: Lemmens, R.H.M.J. and Bunyapraphatsara, N. (editors): *Plant Resources of South-East Asia* No. 12 (3). Medicinal and poisonous plants 3. *Backhuys Publishers*, Leiden, The Netherlands.
- Darmapatni, K. A. G. (2016). Pengembangan metode GC-MS untuk penetapan kadar acetaminophen pada spesimen rambut manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3), 255-266.
- Devakumar, J., Keerthana, V. S. S. S., & Sudha, S. S. (2017). Identification of bioactive compounds by gas chromatography-mass spectrometry analysis of *Syzygium jambos* (L.) collected from Western Ghats region Coimbatore, Tamil Nadu. *Asian J. Pharm. Clin. Res*, 10(1), 364-369.
- El-Fayoumy, E. A., Shanab, S. M., Gaballa, H. S., Tantawy, M. A., & Shalaby, E. A. (2021). Evaluation of antioxidant and

- anticancer activity of crude extract and different fractions of *Chlorella vulgaris* axenic culture grown under various concentrations of copper ions. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1), 1-16.
- Emerson, P., Skousen, J., & Ziemkiewicz, P. (2009). Survival and growth of hardwoods in brown versus gray sandstone on a surface mine in West Virginia. *Journal of environmental quality*, 38(5), 1821-1829.
- Ganesh, M., & Mohankumar, M. (2017). Extraction and identification of bioactive components in *Sida cordata* (Burm. f.) using gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of food science and technology*, 54(10), 3082-3091.
- GBIF. (2021). Klasifikasi tumbuhan *Staurogyne elongata*. diakses pada tanggal 4 september 2021.
- Godara, P., Dulara, B. K., Barwer, N., & Chaudhary, N. S. (2019). Comparative GC-MS analysis of bioactive phytochemicals from different plant parts and callus of *Leptadenia reticulata* wight and arn. *Pharmacognosy Journal*, 11(1).
- Gutbrod, P., Yang, W., Grujicic, G. V., Peisker, H., Gutbrod, K., Du, L. F., & Dörmann, P. (2021). Phytol derived from

- chlorophyll hydrolysis in plants is metabolized via phytenal. *Journal of Biological Chemistry*, 296.
- Hall, R. D. (2006). Plant metabolomics: from holistic hope, to hype, to hot topic. *New phytologist*, 169(3), 453-468.
- Handayani, A. (2015). Pemanfaatan tumbuhan berkhasiat obat oleh masyarakat sekitar cagar alam gunung simpang, jawa barat. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* (Vol. 1, No. 6, pp. 1425-1432).
- Hernández, I., & Munné-Bosch, S. (2015). Linking phosphorus availability with photo-oxidative stress in plants. *Journal of experimental botany*, 66(10), 2889-2900.
- Huda, J. A. T., Mohammed, Y. H., & Imad, H. H. (2015). Phytochemical analysis of *Urtica dioica* leaves by fourier-transform infrared spectroscopy and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 7(10), 238-252.
- Hussein, H. M. (2016). Analysis of trace heavy metals and volatile chemical compounds of *Lepidium sativum* using atomic absorption spectroscopy, gas chromatography-mass spectrometric and fourier-transform infrared spectroscopy. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 7(4), 2529-2555.

- Idroes, R., Khairan., Nurisma, N.W., Wawaddah, N., Pradysta, R.R.G., & Rofina. (2019). Skrining aktivitas tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan antimikroba di kawasan IE Brok (*upflow geothermal zone*) Aceh Besar. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Imani, A.K.F. (2006). Tafsir nurul Quran. Jakarta: Al-Huda.
- Iriani, Y., Ramona, Y., & Astiti, N. (2021). Potential of ethanol and decoction extracts of bay leaves to improve lipid profile (Ildl-cholesterol) of wistar rats. *Metamorfosa: Journal Of Biological Sciences*, 8(1), 89-98.
- Ismail, N. Z., Arsad, H., Samian, M. R., & Hamdan, M. R. (2017). Determination of phenolic and flavonoid contents, antioxidant activities and GC-MS analysis of *Clinacanthus nutans* (Acanthaceae) in different locations. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 39(3), 335-344.
- Izzreen, N. M. Q., & Fadzelly, M. A. (2013). Phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Camellia sinensis* leaves from Sabah Tea Plantation in Sabah, Malaysia. *International Food Research Journal*, 20(1), 307.
- Kadhim, M. J., Al-Rubaye, A. F., & Hameed, I. H. (2017). Determination of bioactive compounds of methanolic

- extract of *Vitis vinifera* using GC-MS. *Int. J. Toxicol. Pharmacol. Res*, 9, 113-126.
- Karamina, H., Fikrinda, W., & Murti, A. T. (2017). Kompleksitas pengaruh temperatur dan kelembaban tanah terhadap nilai pH tanah di perkebunan jambu biji varietas kristal (*Psidium guajava* L.) Bumiaji, Kota Batu. *Kultivasi*, 16(3).
- Kartina, M. W. A., & Adiwena, M. (2019). Karakterisasi kandungan fitokimia ekstrak daun karamunting (*Melastoma malabathricum* L.) menggunakan metode gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 16-23.
- Khan, S., Richa, K. H., & Jhamta, R. (2019). Evaluation of antioxidant potential and phytochemical characterization using GCMS analysis of bioactive compounds of *Achillea filipendulina* (L.) Leaves. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 258-265.
- Kumar, R. N., Muthukumaran, P., Kumar, K. S., & Karthikeyan, R. (2019). Phytochemical characterization of bioactive compound from the *Ensete superbum* seed powder. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 6(6), 635-643.
- Lemmens, R.H.M.J. & Bunyapraphatsara, N. (2005). (editors): Plant Resources of South-East Asia No. 12 (3). Medicinal

- and Poisonous Plants 3. *Backhuys Publishers*, Leiden, The Netherlands.
- Mariana, L., Andayani, Y., & Gunawan, R. (2013). Analisis senyawa flavonoid hasil ekstrak diklorometana daun keluwih (*Artocarpus camansi*). *Chem Pvog*. 6(2): 50-55.
- Mariani, R. (2014). Isolasi senyawa turunan fenol dari herba reundeu (*Staurogyne elongata* (Blume) O. Kuntze). Skripsi) Universitas Garut, Garut.
- Maser, W. H., Rusmarilin, H., & Yuliana, N. D. (2017). Aplikasi metabolomik berbasis HPLC untuk mengidentifikasi waktu retenasi komponen antibakteri. *Staphylococcus aureus*, 241-251.
- Maulani, M. I., Leni, P., & Undang, A. D. (2017). Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun reundeu (*Staurogyne elongata* (Bl.) O.K) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung*. Vol. 3, No. 2.
- 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.

- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*. Vol 7(2): 361-367.
- Mu'nisa, A., Pagarra, H., & Muflihunna, A. (2011). Uji kapasitas antioksidan ekstrak daun sukun dan flavanoid. *Univ. Negeri Makassar*.
- Nugraha, I., Utami, P. I., & Rahayu, W. S. (2018). Analisis asam lemak daging anjing pada bakso sapi menggunakan gas chromatography mass spectrometry (GCMS) yang dikombinasikan dengan PCA (principal component analysis). *Indonesia Journal of Halal*, 1(2), 117-124.
- Putri, S. P., Yamamoto, S., Tsugawa, H., & Fukusaki, E. (2013). Current metabolomics: technological advances. *Journal of bioscience and bioengineering*, 116(1), 9-16.
- Putri, S. P., Nusantara, F. J. P., & Putri, S. E. (2017). Aplikasi pendekatan metabolomik untuk ilmu pangan dan mikrobiologi. In *Bunga Rampai Forum Peneliti Muda Indonesia*.
- Rajeswari, G., Murugan, M., & Mohan, V. R. (2012). GC-MS analysis of bioactive components of *Hugonia mystax* L. (Linaceae). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and chemical sciences*, 3(4), 301-308.

- Raman, B. V., Samuel, L. A., Saradhi, M. P., Rao, B. N., Krishna, N. V., Sudhakar, M., & Radhakrishnan, T. M. (2012). Antibacterial, antioxidant activity and GC-MS analysis of *Eupatorium odoratum*. *Asian J Pharm Clin Res*, 5(2), 99-106.
- Ram, V. R., Aadesariya, M. K., & Vyas, S. J. (2018). Study of bioactive components of n-Butanol by Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) in leaves of *Grewia tenax* growing in Kachchh district. *World J Pharmaceut Res*, 7(1), 607-625.
- Rani, Jyoti dan Kapoor, Manish. (2019). Gas chromatography-mass spectrometric analysis and identification of bioactive constituents of *Catharanthus roseus* and its antioxidant activity. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*: 12 (3).
- Razaq, M., Zhang, P., & Shen, H. L. (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*. *PLoS one*, 12(2), e0171321.
- Rumsarwir, Y.H., Chrystomo, L.Y., & Warpur, M. (2020). Skrining golongan senyawa kimia dan pengujian aktivitas antioksidan ekstrak ubijalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) varietas vokal di distrik Skanto, Keerom, Papua. *Jurnal Biologi Papua*. 12 (2): 85-92.

- Saifuddin, A., Rahayu & Yuda, H., (2011). Standarisasi bahan obat alam. *Graha Ilmu*: Yogyakarta.
- Sheoran, V., Sheoran, A. S., & Poonia, P. (2010). Soil reclamation of abandoned mine land by revegetation: a review. *International journal of soil, sediment and water*, 3(2), 13.
- Suharman. (2018). Gambir: peluang pasar, budidaya, dan pengolahannya. *Yogyakarta: Deepublish*.
- Superani, R., Hubeis, M., & Purwanto, B. (2008). prospek pengembangan obat tradisional perusahaan farmasi skala kecil menengah (kasus PT Molex Ayus Pharmaceutical). *Jurnal MPI* Vol. 3 (2): 84-98.
- Tayade, A. B., Dhar, P., Kumar, J., Sharma, M., Chauhan, R. S., Chaurasia, O. P., & Srivastava, R. B. (2013). Chemometric profile of root extracts of *Rhodiola imbricata* Edgew. with hyphenated gas chromatography mass spectrometric technique. *PLoS One*, 8(1), e52797.
- Tsugawa, H., & Fukusaki, E. (2013). Effectiveness of metabolomics research using gas chromatograph / quadrupole mass spectrometer with high-sensitivity and high-speed scanning. *Shimadzu Excellence in Science*.
- 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.
- Utomo, D. S., Kristiani, E. B. E., & Mahardika, A. (2020). Pengaruh lokasi tumbuh terhadap kadar flavonoid, fenolik, klorofil, karotenoid dan aktivitas antioksidan pada tumbuhan pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 22(2), 143-149.
- Van Wyk, A. S., & Prinsloo, G. (2018). Medicinal plant harvesting, sustainability and cultivation in South Africa. *Biological Conservation*, 227, 335-342.
- Verpoorte, R., Choi, Y. H., & Kim, H. K. (2007). NMR-based metabolomics at work in phytochemistry. *Phytochemistry reviews*, 6(1), 3-14.
- Wahidah, B. F., & Husain, F. (2018). Etnobotani tumbuhan obat yang dimanfaatkan oleh masyarakat desa Samata kecamatan Somba Opu kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Life Science*, 7(2), 56-65.
- Wardani, D., Nurul, N., Sujana, D., Nugraha, Y. R., & Nurseha, R. (2021). Formulasi krim ekstrak etanol daun reundeu (*staurogyne elongata* (Blume) O. Kuntze) dengan variasi konsentrasi parafin cair dan setil alkohol. *Pharma Xplore: Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi*, 6(2), 36-46.

Yuliana, N. D., Jahangir, M., Korthout, H., Choi, Y. H., Kim, H. K., & Verpoorte, R. (2011). Comprehensive review on herbal medicine for energy intake suppression. *Obesity reviews*, 12(7), 499-514.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Sampling tumbuhan *Staurogyne elongata* [Blume] Kuntz



Lampiran 2. Pengukuran Parameter Lingkungan

		
<p>Lampiran 3. Pengukuran kadar air</p>	<p>Lampiran 4. Proses sampel dihaluskan menjadi serbuk</p>	
		
<p>Lampiran 5. Proses ekstraksi</p>	<p>Lampiran 6. Proses penguapan menggunakan <i>rotary evaporator</i></p>	
		
<p>Lampiran 7. Hasil freeze dryer ekstrak daun muda dan daun dewasa tumbuhan keji</p>		