

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA FENOLIK DARI  
KULIT BATANG TUMBUHAN TURI PUTIH  
(*Sesbania grandiflora*) SERTA UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Nita Yuliyani**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## ABSTRACT

### ISOLATION AND IDENTIFICATION OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM THE STEM BARK OF WHITE TURI (*Sesbania grandiflora*) AND THEIR ANTIBACTERIAL ACTIVITY

By

NITA YULIYAN

This study has been carried out on the isolation and identification of phenolic compounds from the stem bark of white turi (*S. grandiflora*) as well as their antibacterial activity. This research was done by several steps including sample preparation, extraction, isolation and purification using TLC, VLC, CC, and structure analyses by spectroscopic method such as UV-Vis, IR, and NMR spectroscopies. Two purified compounds, sesbagrandidflorain A and B were successfully isolated from *S. grandiflora* stem bark together with one unknown constituent (code:N-8). The compound (N-8) (39 mg) was afforded as a yellow crystal with a melting point of 220.1-222.8°C. Based on the spectroscopic evidence of N-8, this compound was predicted as dimeric of 2-arylbenzofuran which was suggested related with the structure of previous isolated compounds. However, the structure elucidation of N-8 is still in progress. The antibacterial activity of N-8 against *E.coli* exhibited that this compound has moderat activity with inhibition zone of 10 and 8.6 mm at the concentration of 200 ppm and 100 ppm, respectively.

**Keywords:** sesbagrandidflorain A and B , arylbenzofuran, *Sesbania grandiflora*, antibacterial, *E.coli*, phenolic compounds.

## ABSTRAK

### ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA FENOLIK DARI KULIT BATANG TUMBUHAN TURI PUTIH (*Sesbania grandiflora*) SERTA UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI

Oleh

NITA YULIYAN

Pada penelitian ini telah dilakukan isolasi dan identifikasi senyawa fenolik dari kulit batang tumbuhan turi putih (*S. grandiflora*) serta uji aktivitas antibakteri. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu preparasi sampel, ekstraksi, isolasi, pemurnian secara berulang menggunakan metode KLT, KCV, KK, dan analisis struktur senyawa ditentukan dengan metode spektroskopi UV-Vis, IR, dan NMR. Dua senyawa murni, sesbagrandidflorain A and B berhasil diisolasi dari kulit batang *S. grandiflora* bersama dengan satu senyawa yang tidak diketahui (kode:N-8). Senyawa (N-8) (39 mg) berupa kristal berwarna kuning dengan titik leleh 220,1-222,8°C. Berdasarkan data spektroskopi N-8, senyawa ini diduga sebagai dimer dari 2-arilbenzofuran yang terkait dengan struktur senyawa yang telah diisolasi sebelumnya. Namun, penentuan struktur N-8 masih dalam proses. Aktivitas antibakteri N-8 terhadap bakteri *E. coli* menunjukkan bahwa senyawa ini memiliki aktivitas sedang dengan zona hambat 10 dan 8.6 mm pada konsentrasi 200 ppm dan 100 ppm.

**Kata Kunci** : sesbagrandidflorain A and B , arilbenzofuran, *Sesbania grandiflora* , antibakteri, *E. coli*, senyawa fenolik.

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA FENOLIK DARI  
KULIT BATANG TUMBUHAN TURI PUTIH  
(*Sesbania grandiflora*) SERTA UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI**

Oleh

**Nita Yuliyani**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

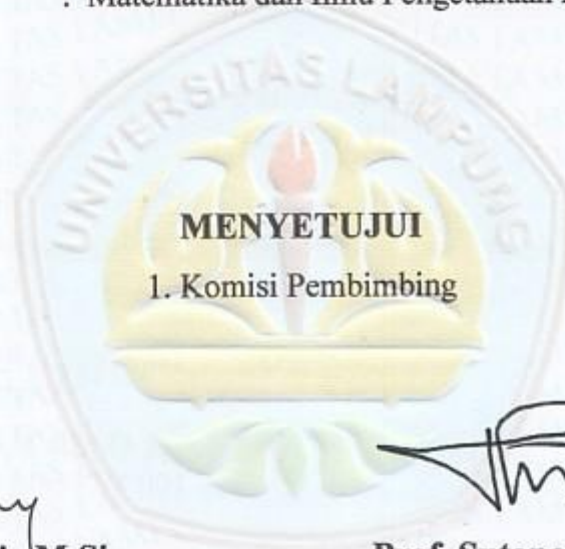
Judul Skripsi : **ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA  
FENOLIK DARI KULIT BATANG  
TUMBUHAN TURI PUTIH (*Sesbania  
grandiflora*) SERTA UJI AKTIVITAS  
ANTIBAKTERI**

Nama Mahasiswa : **Nita Yulian**

No. Pokok Mahasiswa : 1317011050

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Noviany, S.Si., M.Si.**  
NIP 19731119 199802 2 001

**Prof. Sutopo Hadi, M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19710415 199512 1 001

2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA

**Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T.**  
NIP 19740705 200003 1 001

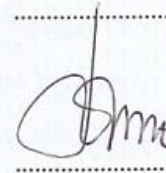
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Noviany, S.Si., M.Si.**

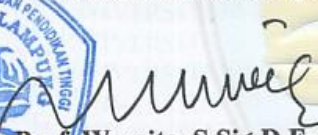


Sekretaris : **Prof. Sutopo Hadi, M.Sc., Ph.D.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Yandri A.S, M.S.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.**  
NIP. 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 Februari 2018**

## RIWAYAT HIDUP



Nita Yuliyani dilahirkan di Jati Agung, pada tanggal 30 November 1994 sebagai anak ke-2 dari pasangan bapak Sugiyono dan ibu Sri Zalela. Penulis telah menyelesaikan pendidikan mulai dari TK di TK Al-fajar Jati Agung, Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Jati Agung tahun 2001-2007,

selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Ambarawa, Sumber Agung, Pringsewu tahun 2007-2010 dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Ambarawa, Pringsewu tahun 2010-2013. Pada tahun 2013 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung melalui SNMPTN jalur undangan dan menjadi salah satu mahasiswa penerima beasiswa BIDIKMISI.

Selama menjadi mahasiswa, penulis ikut dalam organisasi kemahasiswaan tingkat fakultas yakni sebagai Kader Muda Himaki (2013-2014), sebagai anggota muda ROIS (2013-2014), anggota Bidang Sains dan Penalaran Ilmu Kimia Himaki (2014-2015 dan 2015-2016). Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Kimia Organik untuk jurusan Teknik Hasil Pertanian (Fakultas Pertanian) dan Praktikum Kimia Organik II jurusan Kimia (FMIPA) serta Praktikum Kimia Organik 1 jurusan Kimia (FMIPA) Universitas Lampung.

## **MOTTO**

*...niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah maha mengetahui apa yang kamu kerjakan*  
**(QS. Al Mujaadilah : 11)**

*Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow* **(Albert Einstein)**

*Salah satu hal yang membuatmu bangga dengan dirimu sendiri adalah ketika kamu mengalahkan rasa takut dan itulah keberhasilan serta keberanianmu yang sebenarnya* **(Nita Yuliyani)**

*If you born poor, it's not your mistake. But if you die poor, it's your mistake* **(Bill Gates)**

*Hal yang paling indah dalam hidup ini adalah bisa bermanfaat dan membahagiakan orang lain*  
**(Nita Yuliyani)**



## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sholawat serta salam kepada suri tauladan terbaik nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan Karya Sederhanaku Ini Teruntuk :

Kedua Orang Tuaku  
Yang selalu memberikan Cinta, Kasih Sayang,  
Motivasi, Semangat, dan Do'a serta Pengorbanan  
demi kesuksesanku

Kakak dan Adik Tercinta serta Sahabat-sahabatku

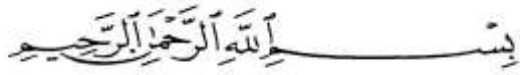
Ibu Dr. Noviany, S.Si., M.Si. selaku pembimbing yang sabar dan tiada lelah membimbing penulis.

Guru, dosen, yang telah mambantuku dalam belajar untuk mendapatkan ilmu dunia dan akhirat serta memberikan motivasi agar menjadi insan yang lebih baik.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

## SANWACANA



*Alhamdulillahirobbil'alamiin.* Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala petunjuk-Nya yang telah menganugerahkan rahmat, sehat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Isolasi dan Identifikasi Senyawa Fenolik Dari Kulit Batang Tumbuhan Turi Putih (*Sesbania grandiflora*) Serta Uji Aktivitas Antibakteri”** sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Sains pada program studi kimia FMIPA Universitas Lampung. Sholawat teriring salam selalu tercurah kepada suri tauladan terbaik nabi Muhammad SAW beserta para sahabat dan keluarganya, semoga kita termasuk umatnya yang mendapatkan *syafa'at* beliau di *yaumul akhir* nanti, *amiin*. Teriring doa yang tulus *Alhamdulillah Jaza Kumullahu Khoiro*, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta, atas seluruh doa, kasih sayang, dukungan dan motivasi kepada penulis serta semua pengorbanan yang sudah diberikan kepada penulis, semoga Allah membalas-Nya, *amiin yarobbal alamin*.
2. Ibu Dr. Noviany, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, keikhlasan, memberikan arahan, motivasi, dan membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

3. Semoga Allah membalas kebaikan beliau dengan kebaikan serta keberkahan yang tak terhingga.
4. Bapak Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, keikhlasan sehingga skripsi penulis dapat terselesaikan dengan baik. Semoga Allah membalasnya dengan kebaikan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S. selaku pembahas dalam penelitian yang telah memberikan nasihat, bimbingan dengan kesabaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga Allah membalasnya dengan kebaikan.
5. Bapak Prof. Dr. John Hendri, M.Si dan Ibu Dr. Zipora Sembiring, M.Si selaku pembimbing akademik atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, bantuan, nasihat yang bermanfaat kepada penulis.
6. Ibu Dr. Noviany, S.Si., M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia Organik atas izinnya untuk menyelesaikan penelitian.
7. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku ketua jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung.
8. Bapak Ibu dosen jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung atas seluruh ilmu dan bimbingan yang diberikan selama penulis menjalani perkuliahan. Semoga Allah SWT melimpahkan keberkahan yang tak terhingga kepada Bapak dan Ibu.
9. Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

10. Kakakku tercinta Yoga Budiman dan Adikku tercinta Reza Fahlefi dan Amelia Zahra, keluarga besar “CUCU MBAH MARNI” serta “THE BIG FAMILY OF DENALY” atas kasih sayang, semangat, motivasi yang diberikan kepada penulis.
11. Sahabatku, Erva, Riska M, MbK balek, Tya Gita, Celli, Ana, Fatimah, Megaphit, Siti, Anggun, Lulu, *“Thank you for staying, even when you had every reason to leave”*.
12. *Partner* penelitianku Erva Alhusna, Wahyuni Dewi Lestari, Nessia Kurnia, dan Anggun Ferlia Sari yang senantiasa memberikan motivasi kepada penulis dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini, semoga Allah selalu melimpahkan keberkahan-Nya kepada kita semua.
13. Kepada rekan-rekan peneliti di Laboratorium Kimia Organik (Erva Alhusna, Wahyuni Dewi Lestari, Nessia Kurnia, dan Anggun Ferlia Sari, Arni Nadya Ardelita, Badiatul Niqmah, Inggit Borisha, Vicka Andini, Nurul Fatimah, Shella A., Siti Mudmainah, Dona Mailani P., Aulia Pertwi Tri Yuda, Khalimatus Sa’diah), Kakak-Kakak (Ajeng Wulandari, Ismi Khomsiah, Susy Isnaini Hasanah, Putri Ramadhona, Tazkiya Nurul, Yepi Triapriani, Tiara Dewi Astuti, Arif Nur Hidayat, Ayu Setia Ningrum, Radius Ully Artha, Kak Hernawan, Kak Rio, Mb Ratu) dan Adik-adik (Dicky, Wahyu, Rizky, Risa, Ufi, Ela, Sobeth, Gabriel, Kartika, Astriva, Herda, Laili, Clodina, Nella, Yolanda, Dhia), semoga Allah memudahkan segala urusan.

14. *Noviany's Research Group*, yaitu Dicky, Kak Radius, Wahyu, Rizky, Ela, Ufi, Risa, Eva, Isnaini, Santi, Tosa, dan Hanif atas dukungan dan kerjasamanya selama ini.
15. Sahabat sekaligus kakak tersayang, Kak Arya, Mbak Murni, dan Mbak Emilia yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
16. Rekan-rekan peneliti di Laboratorium Biokimia (Monik, Melia, Shelta, Shinta, Vina, dan Tyas) yang telah membantu dalam proses penyelesaian penelitian.
17. Teman-teman tercinta kimia 2013: Anggun, Anton, Arni, Awan, Christian Paul, Citra, Dian, Eka M., Celli, Fatimah, Fentri, Dicky, Gesa, Ismi, Khomsatun, Lulu, M. Sanubara, Megafhit, Melita, Mita, Murnita, ana, Nurma, Oci, Radho, Eky, Riska, Riyan W., Shelta, Siti, Uut, Tika, Netty, Mbak Dewi, Yolanda, Yulia, Yunitri, Anggi, Hermayana, Indah, Gita, Doddy, Anita, Arief, Aulia, Badi, Della, Dewi R., Dona, Eka S., Ezra, Fathaniah, Febri, Fera, Fika, Inggit, Kartika, Imah, Korina, Linda, Maya, Melia, Mia, Monica, Nessia, Nova, Dila, Nurul, Tyas, Renita, Rian F., Kiki, Shela, Sinta, Nabilla, Yuni, Verdi, Vyna, Widya, Yudha, Yuvica, Vicka, serta teman-teman yang pindah kampus : Khairunnisa, Ridho, Kurnia, dan Yunita yang tetap akan menjadi keluarga Chetir (Chemsitry Thirteen) semoga persaudaraan kita tetap terjalin. Terima kasih untuk kebersamaan dan keceriaan selama menjalankan perkuliahan, tetap semangat dan jangan menyerah, perjuangan masih panjang, sukses selalu untuk kita semua.

18. Mbak Wid, Mbak Liza, Mbak Ani, Pak Gani, Mas Nomo, Pak Jon, Uni Kidas terima kasih atas bantuan yang diberikan kepada penulis.
19. *My roommate* In RUSUNAWA Ais, Nala(Da'iah), Nia dan In the kost Erni Maryani untuk semua kekonyolan yang pernah kita lakuin bareng dan juga untuk semangat dan motivasinya.
20. Sahabat-sahabat terbaikku, konco kentel, Ana Manda Sari, Andriani Pangesti, Amalina Khoirunisa, Arlita Febriana, Dewi Ayu Ningrum, Irsam Obayasin, Giyan, Prayugo Khoir atas kebersamaan dan keceriaan kalian, selalu memberikan canda tawa dan memberikan warna dalam kehidupanku. Semoga kita selalu diberi kemudahan dalam segala urusan.
21. Keluarga Besar Jocam Rajabasa (KEJORA) *Alhamdulillah Jaza Kumullahu Khoiro* terima kasih atas segala sesuatu yang telah diberikan kepada penulis.
22. Guru- guruku dari TK sampai SMA, dan Guru Ngajiku terimakasih untuk ilmu dan pembelajarannya.
23. Teman-teman Alumni TK Al-fajar, Alumni SD N 1 Jati Agung angkatan 2007, Alumni SMP N 1 Ambarawa angkatan 2010, dan Alumni SMA N 1 Ambarawa angkatan 2013 Khususnya IPA II "MADID" sukses selalu untuk kita.
24. Teman-teman KKN Sri Busono, Way Seputih (Amanda, Cinkia, Nessia, Dian, Mario, dan Budi), atas kebersamaan dan semangatnya. Semoga dimudahkan dalam segala urusan.
25. Seluruh keluarga besar Jurusan Kimia FMIPA Angkatan 2010-2015.
26. Almamater tercinta Universitas Lampung.

27. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka. *Aamiin*. Dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan yang terjadi. Kritik dan saran sangat diharapkan penulis untuk perbaikan dalam penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat. *Aamiin*.

Bandar Lampung, Maret 2018  
Penulis

**Nita Yuliyani**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian .....	4
C. Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Fabaceae .....	5
B. Turi ( <i>Sesbania grandiflora</i> ) .....	6
C. Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder pada Famili Fabaceae. ....	7
D. Senyawa Metabolit Sekunder Dalam Tanaman Turi ( <i>Sesbania grandiflora</i> )	10
E. Efek Farmakologi.....	12
F. Senyawa Fenolik .....	13
1. Isolasi Senyawa Fenolik.....	13
2. Pemisahan senyawa secara kromatografi .....	14
3. Analisis kemurnian .....	16
G. Karakterisasi Senyawa Secara Spektroskopi .....	16
1. Spektroskopi UV-VIS .....	17
2. Spektroskopi IR.....	18
3. Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti (NMR).....	19
H. Bakteri .....	20



I. Antibakteri .....	20
J. Metode uji aktivitas Antibakteri .....	21
1. Metode difusi .....	21
2. Metode dilusi .....	22
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan tempat penelitian .....	23
B. Alat dan Bahan.....	23
1. Alat-alat yang digunakan.....	23
2. Bahan-bahan yang digunakan.....	24
C. Prosedur Penelitian .....	24
1. Pengumpulan dan persiapan sampel.....	24
2. Ekstraksi Dengan Berbagai Pelarut .....	25
3. KCV .....	25
4. KLT .....	26
5. KK .....	26
6. Analisis Kemurnian .....	27
7. Spektrofotometri Ultraungu–tampak (UV-VIS).....	27
8. Spektrofotometri infra merah .....	28
9. Spektroskopi Resonansi Magnetik Nuklir (NMR) .....	28
10. Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Hasil Isolasi.....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Persiapan Sampel dan Ekstraksi .....	30
B. Isolasi dan Pemurnian Senyawa.....	31
1. Kromatografi Cair Vakum (KCV) .....	31
2. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG).....	39
C. Analisis Kemurnian.....	46
D. Penentuan Struktur Senyawa Organik .....	47
1. Spektroskopi Ultraviolet-Tampak (UV-Vis).....	47
2. Spektroskopi <i>Infra Red</i> (IR).....	49
3. Spektroskopi <i>Nuclear Magnetic Resonance</i> (NMR).....	50

E. Uji Bioaktivitas Antibakteri .....	53
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. SIMPULAN .....	55
B. SARAN .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
1. Bagan Penelitian .....	62
2. Perhitungan 2 variasi konsentrasi kristal untuk Uji Aktivitas Antibakteri .....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik frekuensi uluran beberapa gugus fungsi.....	18
2. Pergeseran kimia untuk proton dalam molekul organik. ....	19
3. Hasil uji antibakteri senyawa N-8.....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagian-bagian dari tanaman turi .....	7
2. Kromatogram KLT ekstrak kasar etilasetat menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> - heksana (2/8).....	31
3. KCV ekstrak etil asetat menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksan .....	32
4. Kromatogram hasil KCV ekstrak etil asetat menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksana ( 2/8).....	33
5. Kromatogram 5 fraksi hasil pengabungan KCV menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksana (4/6) .....	33
6. KCV fraksi D menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksan .....	34
7. Kromatogram hasil KCV fraksi D menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksana ( 3/7).....	34
8. Kromatogram KLT fraksi 5c, senyawa sesbagrandiflorain A dan B ....	35
9. Kromatogram 9 fraksi hasil pengabungan KCV menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksana ( 3/7) .....	36
10. Kromatogram KLT fraksi F', G', H', sesbagrandiflorain A dan B.....	36
11. KCV fraksi F' menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksan.....	37
12. Kromatogram hasil KCV fraksi F' menggunakan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksana ( 2/8).....	37
13. Kromatogram hasil KLT 5 fraksi utama dari KCV I-2.....	38
14. KKG fraksi DC menggunakan eluen aseton/ <i>n</i> -heksana.....	39

15. Kromatogram KLT kristal yang diperoleh dan sesbagrandiflorain A dengan eluen (a) aseton/ <i>n</i> -heksana (3/7), (b)kloroform/metanol (99/1), dan (c) DCM/ <i>n</i> -heksana (4/6).....	39
16. KKG fraksi G' menggunakan eluen etil asetat / <i>n</i> -heksana .....	40
17. Kromatogram KKG fraksi G' dengan eluen etil asetat/ <i>n</i> -heksan (3/7) .....	41
18. Kromatogram KLT kristal yang diperoleh dan sesbagrandiflorain A dengan eluen (a) aseton/ <i>n</i> -heksana (3/7), (b)kloroform/metanol (99/1), dan (c) DCM/ <i>n</i> -heksana (1/1).....	41
19. Kromatogram hasil KLT KG'1-KG'4 menggunakan eluen aseton/ <i>n</i> -heksana (2/8).....	42
20. KKG (a) KG'2 dan (b) KG'3 menggunakan eluen aseton / <i>n</i> -heksana .....	43
21. Kromatogram KLT kristal N-8 , senyawa sesbagrandiflorain A dan B.....	43
22. Kromatogram KLT kristal K.L21-K.L22, senyawa sesbagrandiflorain A dan B .....	44
23. (a) Kristal yang diduga senyawa sesbagrandiflorain A (b) Kristal yang diduga senyawa sesbagrandiflorain B (c) Kristal N-8 .....	45
24. (a) Struktur senyawa sesbagrandiflorain A (6-metoksi-2-(2',3'-dihidroksi 5' metoksifenil)-1-benzofuran-3-karbaldehid) (b) struktur senyawa sesbagrandiflorain B (6-hidroksi-2-(2',3'dihidroksi-5'-metoksifenil)-1-benzofuran-3-karbaldehid) .....	46
25. Kromatogram KLT senyawa N-8 dengan 3 sistem eluen (a)aseton/DCM (1/9) ; (b) kloroform/metanol (95/5) ; (c) aseton/ <i>n</i> -heksana (3/7) .....	47
26. Spektrum UV senyawa dari N-8 dalam pelarut MeOH .....	48
27. Spektrum IR senyawa N-8 hasil isolasi .....	49
28. Spektrum <sup>1</sup> H-NMR senyawa N-8 .....	50
29. Unit –unit struktur (I-IV) yang mungkin untuk senyawa N-8 .....	52
30. Hasil inkubasi setelah 24 jam.....	54

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang tidak memiliki membran inti sel, mikroorganisme ini termasuk prokariotik dan berukuran sangat kecil (mikroskopik), serta memiliki peran dalam kehidupan di bumi. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit, sedangkan kelompok lainnya dapat memberikan manfaat dibidang pangan, pengobatan, dan industri (Brooks *et al.*, 2013). Bakteri tersebut dapat menimbulkan penyakit tertentu misalnya *E. coli* yang menyebabkan diare dan *S. aureus* penyebab penyakit kulit.

Bakteri yang merugikan dapat ditangani dengan suatu zat antibakteri. Zat antibakteri adalah zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme bakteri tersebut. Antibakteri ini hanya digunakan jika mempunyai sifat toksik selektif, artinya dapat membunuh bakteri yang menyebabkan penyakit tetapi tidak beracun bagi penderitanya. Mekanisme kerja dari senyawa antibakteri adalah merusak dinding sel, menghambat kerja enzim, dan menghambat sintesis asam nukleat dan protein. Aktivitas senyawa antibakteri dipengaruhi oleh pH, suhu, stabilitas senyawa tersebut, jumlah bakteri yang ada, lamanya inkubasi, dan aktivitas metabolisme

bakteri. Pengobatan penyakit akibat infeksi bakteri dapat dilakukan dengan menggunakan obat sintetik maupun dengan bahan alam. Pengobatan dengan obat sintetik dapat menggunakan zat antibakteri yang terkandung dalam antibiotik. Antibiotik merupakan obat pilihan untuk menanggulangi penyakit infeksi, tetapi pemakaian antibiotik yang tidak tepat dalam pengobatan infeksi bakteri dapat menimbulkan masalah yaitu munculnya bakteri yang resisten terhadap antibakteri tersebut termasuk *S. aureus* dan *E. coli*. Menurut hasil penelitian Refdanita, dkk. (2004) diketahui bahwa *E. coli* resisten terhadap antibiotika golongan kloramfenikol sebesar 83,9% dan amoksisilin sebesar 86.2%. Semakin besar persentase resistensi bakteri terhadap suatu antibiotik menyatakan bahwa bakteri tidak lagi rentan terhadap antibiotik tersebut. Oleh karena itu, perlu dicari antibakteri baru, salah satunya berasal dari bahan alam yang didapatkan dari tumbuhan.

Pemanfaatan tumbuhan obat yang diduga dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab penyakit infeksi dapat menjadi alternatif pengganti antibiotik (Prawira dkk., 2013). Alasan penggunaan tanaman yang mengandung zat antimikroba ini dikarenakan bahan alami tidak menimbulkan efek samping yang berbahaya, tidak membutuhkan biaya yang mahal untuk mendapatkannya, dan tanaman tersebut lebih mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Kemampuan bahan alam dapat digunakan sebagai media penyembuhan diperkirakan karena kandungan senyawa yang terdapat pada tumbuhan tersebut. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat dan belum dikaji secara intensif di Indonesia adalah tumbuhan yang termasuk dalam famili Fabaceae.

Famili Fabaceae ini memiliki bioaktivitas yang cukup menarik seperti antioksidan, antimalaria, antikanker, serta antibakteri. Salah satu tumbuhan yang termasuk dalam famili Fabaceae yaitu turi (*S. grandiflora*). Batang turi mengandung tanin dan gum, pada biji turi mengandung saponin (Wagh *et al.*, 2009). Pada bagian kulit batang turi berhasil diidentifikasi kandungan flavonoid, terpenoid, saponin, tanin, dan fenolik (Rasyidi dkk., 2015).

Uji aktivitas antijamur telah dilakukan pada ekstrak akuades, etanol, dan aseton dari daun *S. grandiflora* (turi), hasilnya menunjukkan bahwa ketiga ekstrak sampel menunjukkan aktivitas antijamur, namun aktivitas antijamur yang paling baik ditunjukkan oleh ekstrak etanol dibandingkan dengan ekstrak akuades dan aseton. Ekstrak etanol menunjukkan adanya kandungan alkaloid, tanin, saponin, steroid, dan glikosida yang cukup tinggi (Padmalochana and Rajan, 2014).

Penelitian Sangeetha *et al.* (2014) menunjukkan bahwa daun turi mengandung senyawa fenolik yang berpotensi sebagai antioksidan dan antihiperqlikemia.

Nurhidayat (2016) telah melakukan isolasi dan identifikasi senyawa metabolit sekunder dari kulit batang *S. grandiflora* serta uji aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* yang resisten kloramfenikol. Pada penelitian tersebut berhasil diisolasi senyawa baru jenis aril benzofuran, namun senyawa tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* yang resisten kloramfenikol.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai tumbuhan *S. grandiflora* terutama pada bagian kulit batangnya, agar didapatkan informasi lain tentang senyawa metabolit sekunder yang terkandung didalamnya. Kandungan senyawa fenolik dalam kulit batang



turi berpotensi sebagai antibakteri. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan isolasi dan identifikasi senyawa fenolik pada bagian kulit batang tumbuhan turi dilanjutkan dengan pengujian aktivitas antibakteri pada kulit batang turi (*S. grandiflora*) terhadap *E. coli*.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa fenolik dari kulit batang tumbuhan turi (*S. grandiflora*).
2. Menguji bioaktivitas antibakteri pada kulit batang turi (*S. grandiflora*) terhadap *E. coli*.

## **C. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mempelajari ilmu kimia tumbuhan turi dan meningkatkan nilai ekonomis tumbuhan turi sebagai salah satu sumber alami tumbuhan yang berpotensi sebagai agen antibakteri.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Fabaceae

Famili Fabaceae merupakan salah satu famili tumbuhan yang banyak dijumpai di lingkungan sekitar masyarakat. Sebagian besar famili ini memiliki banyak kesamaan struktur bunga dan buah. Daun bunga tidak beraturan, dengan dua simetri dan terurai seperti bentuk kupu-kupu atau bentuk kapal. Buahnya seperti pot dengan biji berbaris, daun beberapa Fabaceae memiliki bentuk yang sederhana. Biji pada kebanyakan suku polong-polongan kaya akan minyak dan protein. Kandungan protein yang tinggi dari Fabaceae dihubungkan dengan kehadiran akar yang berupa nodul, yang mengandung bakteri penangkap nitrogen (Levetin, 2008).

Pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa famili Fabaceae memiliki kandungan metabolit primer seperti lectin, kitin, dan inhibitor  $\alpha$ -amilase serta memiliki kandungan metabolit sekunder contohnya alkaloid, terpenoid, tanin, dan senyawa fenolik (Carlini and Grossi-de- Sá, 2002; Sotheeswaran and Pasupathy, 1993; Wink and Mohammed, 2003). Kajian farmakologi pada sejumlah senyawa yang berhasil diisolasi dari beberapa spesies tumbuhan Fabaceae mengindikasikan bahwa isolat yang diperoleh menunjukkan aktivitas sebagai antimikroba (Hawas *et al.*, 2011).

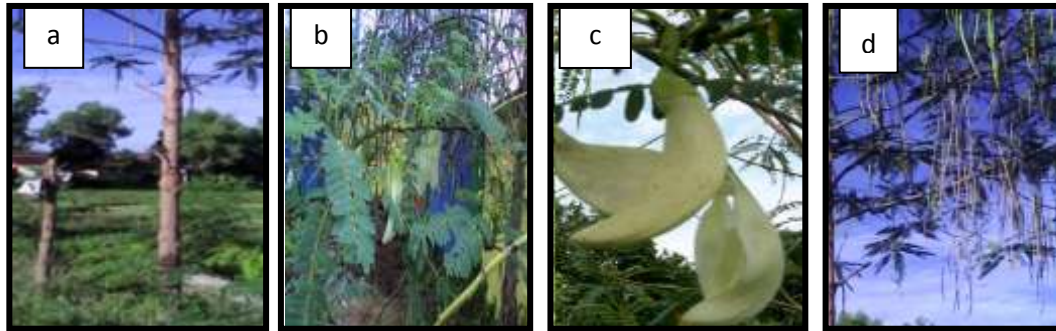
## **B. Turi ( *Sesbania grandiflora* )**

Turi (*S. grandiflora*) merupakan pohon kecil dengan tingginya mulai dari 8-15 meter dan memiliki diameter 25-30 cm. Turi memiliki ranting yang kerap kali menggantung. Kulit luar berwarna kelabu hingga kecoklatan, tidak rata, dengan alur membujur dan melintang tidak beraturan, lapisan gabus yang mudah terkelupas. Di bagian dalam berair dan sedikit berlendir. Percabangan baru akan keluar setelah tinggi tanaman mencapai sekitar 5 m. Berdaun majemuk yang letaknya tersebar, dengan daun penumpu yang panjangnya 0,5-1 cm. Panjang daun 15-30 cm, menyirip genap dan 12-20 pasang anak daun yang bertangkai pendek. Helaian anak daun berbentuk jorong memanjang, tepi rata, panjang 3-4 cm dan lebar 1 cm. Bunganya besar dalam tandan yang keluar dari ketiak daun, letaknya menggantung dengan 2-5 bunga yang bertangkai, kuncupnya berbentuk sabit, panjangnya 5-10 cm, ada yang berwarna merah muda dan putih. Bila mekar, bunganya berbentuk kupu-kupu. Buah bentuk polong yang menggantung, berbentuk pita dengan sekat antara, panjang 30-50 cm, lebar 7-8 mm. Biji 15-40, letak melintang di dalam polong (Orwa *et al.*, 2009).

Klasifikasi tanaman turi adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Subkingdom : Tracheobionta  
Superdivisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Subkelas : Rosidae

Ordo : Fabales  
 Famili : Leguminosae  
 Genus : Sesbania  
 Spesies : *Sesbania grandiflora* (Bahera *et al.*, 2012).

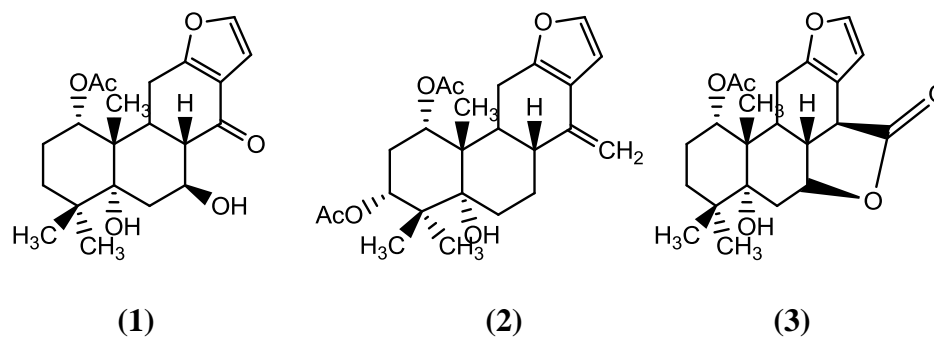


**Gambar 1.** Bagian-bagian dari tanaman turi (a) Batang (b) Daun (c) Bunga (d) Biji

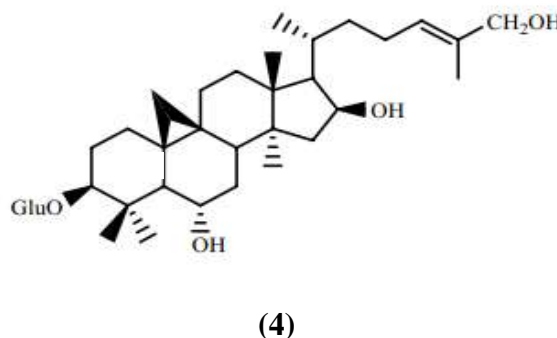
### C. Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder pada Famili Fabaceae

Kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman famili ini cukup banyak dan beragam, dari susunan molekul sederhana hingga molekul yang paling rumit sekalipun ada pada famili ini. Secara garis besar senyawa metabolit sekunder dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu senyawa fenolik dan non-fenolik. Salah satu metabolit sekunder non-fenolik yaitu kelompok terpenoid dan salah satu metabolit sekunder fenolik yaitu kelompok flavonoid.

Dalam Fabaceae telah diisolasi senyawa diterpen. Linn *et al.* (2005) telah mengisolasi senyawa dari genus *Caesalpinia*, yaitu norcaesalpinin E (1), caesalpinin C (2), caesalpinin D (3) yang ketiganya telah diselidiki memiliki kemampuan sebagai antimalaria.

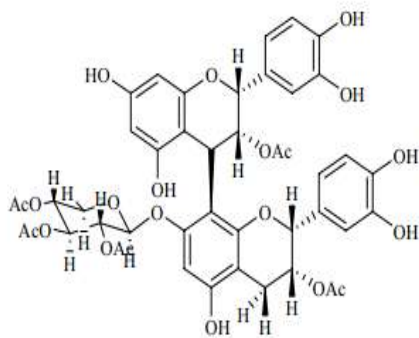


Selain senyawa diterpen yang telah dijelaskan diatas terdapat juga jenis terpenoid yang lain yaitu triterpen. Pada *Astragalus kahiricus* telah berhasil diisolasi senyawa kahirikosida II (4) (Radwan *et al.*, 2004).

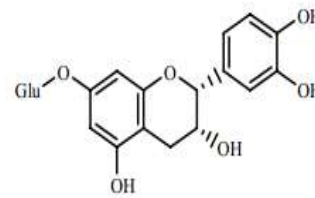


Senyawa fenolik juga ditemukan dan telah diisolasi dari famili ini. Senyawa fenolik yang banyak ditemukan pada Fabaceae adalah flavonoid. Misalnya dari *Guibourtia coleosperma*, senyawa flavanoid yang dihasilkan adalah flavanoid yang terikat dengan glikosida misalnya epikatecin- (4b - 8)- 7-O- $\beta$ -D-xyloppiranosil-epikatecin (5) yang berupa dimer dan 7-O- $\beta$ -D-xyloppiranosil-epikatecin (6) yang berupa monomer (Bekker *et al.*, 2006). Pada genus *Caesalpinia*, flavonoid yang dihasilkan berupa homoisoflavonoid misalnya bonducellin (7) yang diisolasi dari *Caesalpinia Pulcherima* (Zhao *et al.*, 2004).

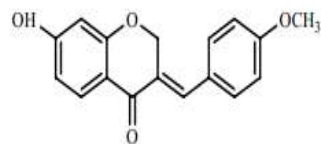
Genus *Milletia* menghasilkan senyawa flavanoid, misalnya pada *Milletia papchycarpa* diketahui mengandung millewanins G (**8**), millewanins H (**9**), dan furowanin B (**10**) (Ito *et al.*, 2006). Senyawa lain yang pernah diisolasi adalah bauhiniastatin 1-2 (**11-12**) yang diisolasi pada *Bauhinia purpurea*. Bauhinisantin 1 (**11**) juga diketahui memiliki aktivitas sitotoksik yang tinggi terhadap sel murin leukemia (Pettit *et al.*, 2006).



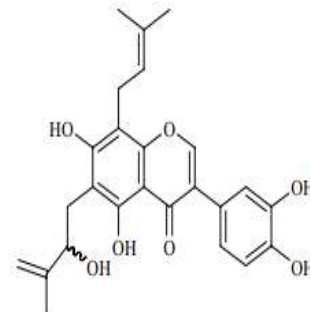
(5)



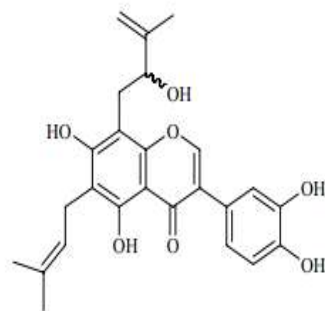
(6)



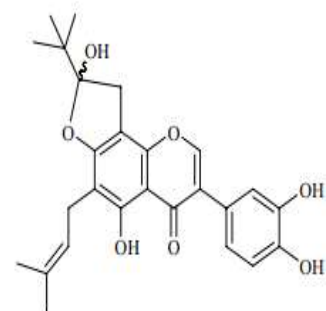
(7)



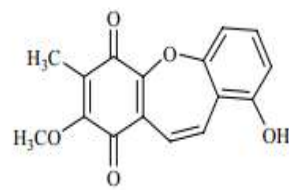
(8)



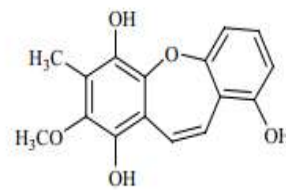
(9)



(10)



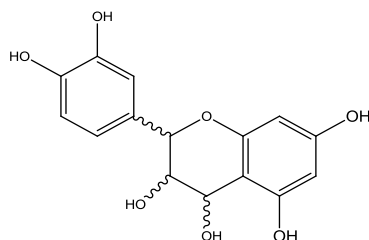
(11)



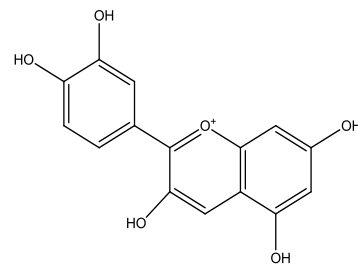
(12)

#### D. Senyawa Metabolit Sekunder Dalam Tanaman Turi (*Sesbania grandiflora*)

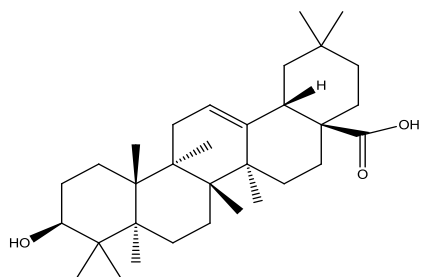
Uji pendahuluan yang dilakukan menunjukkan bahwa pada ekstrak etanol daun turi menunjukkan adanya kandungan alkaloid, tanin, saponin, steroid, dan glikosida yang cukup tinggi (Padmalochana and Rajan, 2014). Baru-baru ini telah dilakukan skrining fitokimia pada kulit batang turi dan dilaporkan bahwa kulit batang turi mengandung senyawa golongan flavonoid, terpenoid, saponin, tanin, dan fenolik (Rasyidi dkk., 2015). Biji turi mengandung alkaloid, flavonoid, steroid, dan kuinon (Ismiyarto dkk., 2006). Leukocyanidin (13), cyanidin (14), asam oleanolat (15) ditemukan pada bagian bunga (Wagh *et al.*, 2009). Senyawa kimia golongan isoflavonoid seperti isovestitol (16), medikarpin (17), sativan (18), asam betulinat (19) ditemukan pada bagian akar (Hasan *et al.*, 2012) dan 1,1 binaphthalene-2,2-diol (20) juga berhasil diisolasi dari akar turi (Noviany *et al.*, 2012). Sedangkan senyawa sesbgrandiflorain A dan B (21-22) berhasil diisolasi dari kulit batang turi (Noviany *et al.*, 2018).



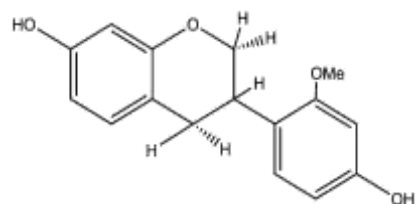
(13)



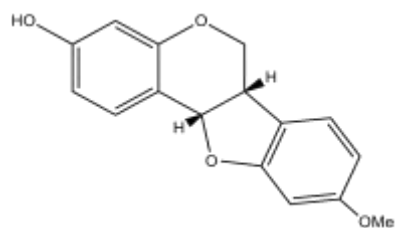
(14)



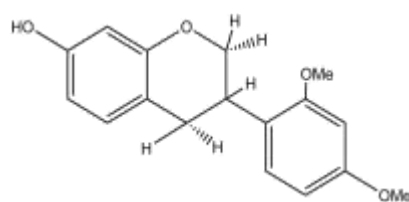
(15)



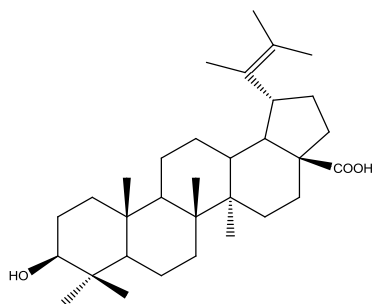
(16)



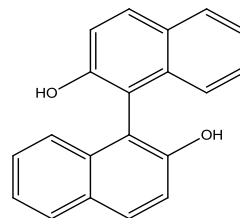
(17)



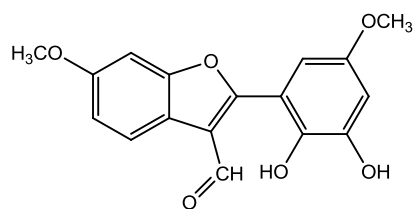
(18)



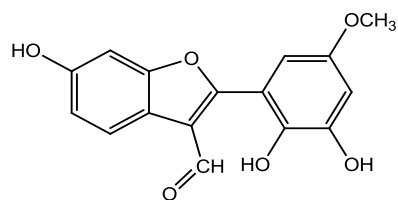
(19)



(20)



(21)



(22)



### **E. Efek Farmakologi**

Tumbuhan turi telah dikenal memiliki manfaat dalam bidang pengobatan. Seluruh bagian dari tumbuhan turi diyakini memiliki manfaat sebagai obat baik pada bagian batang, bunga, akar serta pada bagian daunnya. Bidang kedokteran di India telah menggunakan daun turi sebagai media penyembuhan penyakit epilepsi (Kasture *et al.*, 2002). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Doddola *et al.* (2008) menyatakan bahwa jus daun turi dapat digunakan sebagai pemecah batu ginjal yang cukup efektif. Tidak hanya itu saja daun dari tumbuhan turi dapat digunakan sebagai media penyembuhan keputihan pada wanita serta pada bagian buah atau biji dapat digunakan sebagai obat hepatitis. Bagian akar secara umum digunakan sebagai antiinflamasi dan penurun demam. Selain akar, jaringan lain seperti batang turi juga dimanfaatkan sebagai obat. Bubuk batang turi di Filipina digunakan sebagai obat borok atau bisul dan gangguan sistem pencernaan, dan di pulau Jawa bubuk batang turi digunakan sebagai obat sariawan, polio, dan sakit perut (Wagh *et al.*, 2009).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Serti *et al.* (2001) dinyatakan bahwa ekstrak etanol dari batang turi menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang cukup baik. Shareef *et al.* (2012) menyatakan bahwa turi memiliki kemampuan sebagai anti-inflamasi, antiseptik, analgesik, serta antioksidan. Pada bagian bunga dan daun memiliki efek antioksidan (Gowri and Vasantha, 2010). Efek antioksidan dari turi kemungkinan dikarenakan adanya gugus hidroksil dari flavonoid yang mampu menangkap radikal bebas melalui donor proton dari gugus tersebut (Amic *et al.*, 2003).

## **F. Senyawa Fenolik**

Fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder yang dapat disintesis tumbuhan, sebagai respon terhadap berbagai kondisi seperti infeksi, radiasi UV, dan lain sebagainya. Pada tumbuhan, fenolik dapat bertindak sebagai antifeedants, atraktan untuk penyerbuk, kontributor pigmentasi tanaman, antioksidan, sebagai pelindung dari berbagai jenis parasit dan paparan suhu ekstrim (Ravangpai *et al.*, 2011). Senyawa fenolik adalah senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang menempel di cincin aromatik. Dengan kata lain, senyawa fenolik adalah senyawa yang sekurang-kurangnya memiliki satu gugus fenol. Banyaknya variasi gugus yang mungkin tersubstitusi pada kerangka utama fenol menyebabkan kelompok fenolik memiliki banyak sekali anggota. Terdapat lebih dari 8.000 jenis senyawa yang termasuk dalam golongan senyawa fenolik. Anggota senyawa fenolik mulai dari yang paling sederhana dengan berat molekul kecil hingga senyawa yang kompleks dengan berat molekul yang sangat besar (Marinova *et al.*, 2005).

### **1. Isolasi Senyawa Fenolik**

Isolasi adalah suatu proses untuk memisahkan senyawa aktif atau komponen tertentu dari komponen lain yang tidak diinginkan. Teknik isolasi bermacam-macam, teknik isolasi yang sering digunakan adalah ekstraksi, pada dasarnya ekstraksi memiliki pengetahuan yang hampir sama dengan isolasi. Salah satu teknik untuk isolasi senyawa fenolik adalah ekstraksi. Ekstraksi yaitu suatu metode yang digunakan untuk memisahkan senyawa aktif atau komponen tertentu dari komponen lain yang tidak diinginkan berdasarkan prinsip perpindahan massa

komponen zat ke dalam pelarut yang dimulai dari pelapisan antar muka kemudian berdifusi masuk kedalam pelarut. Ekstraksi ini didasarkan pada kaidah *like dissolves like* yang artinya suatu senyawa akan larut pada suatu pelarut jika tingkat kepolarannya sama. Metode ekstraksi ada bermacam-macam. Salah satu metode ekstraksi adalah maserasi. Dalam proses maserasi ini, seluruh sampel direndam dengan pelarut tertentu dan ditempatkan dalam wadah tertutup, serta didiamkan pada suhu kamar pada jangka waktu tertentu (Majekodunmi, 2015).

Hu zhide *et al.* (2012) menyatakan bahwa tidak terdapat metode yang baku untuk ekstraksi suatu bahan alam dikarenakan banyaknya variabel yang berpengaruh. Oleh karena itu, modifikasi pada metode perlu dilakukan untuk bahan yang akan diekstraksi. Banyak faktor yang berpengaruh dalam ekstraksi suatu senyawa metabolit sekunder diantaranya adalah waktu ekstraksi, suhu, jenis, dan komponen pelarut serta perbandingan pelarut terhadap bahan yang akan diekstraksi (Satishkumar *et al.*, 2008).

## **2. Pemisahaan Senyawa secara Kromatografi**

Kromatografi merupakan salah satu teknik pemisahaan suatu senyawa yang didasarkan atas perpindahan dari komponen-komponen dalam campuran.

Metode kromatografi yang digunakan, antara lain kromatografi cair vakum (KCV), kromatografi kolom (KK), dan kromatografi lapis tipis (KLT).

Kromatografi cair vakum menggunakan vakum untuk mempercepat laju eluen.

Kolom dikeringkan setelah seluruh fraksi dikumpulkan. Pada dekade terakhir penggunaannya makin bertambah dalam bahan alam karena kromatografi cair vakum penggunaannya sederhana. Pada kromatografi cair vakum ini

menggunakan silika gel dan eluen yang sering digunakan adalah perbandingan heksana dengan etil asetat. Teknik **KCV** dilakukan dengan suatu sistem yang bekerja pada kondisi vakum secara kontinu, sehingga diperoleh kerapatan kemasan yang maksimum atau dengan menggunakan tekanan rendah untuk meningkatkan laju alir fasa gerak. Urutan eluen yang digunakan dalam kromatografi cair diawali mulai dari eluen yang mempunyai tingkat kepolaran rendah kemudian kepolarannya ditingkatkan secara perlahan-lahan (Sticher, 2008).

Kromatografi kolom diterapkan secara luas untuk pemisahan senyawa-senyawa bahan alam khususnya metabolit sekunder. Pemisahan dapat terjadi dikarenakan perbedaan daya serap atau partisi fase diam terhadap komponen-komponen sampel yang akan dipisahkan yang digerakkan oleh fase gerak (eluen). Secara khusus, sampel dilarutkan dalam pelarut yang sesuai dan berat adsorben (alumina, Silika G dan lain-lain) sekitar lima kali sampel. Pelarut (fase gerak) dibiarkan mengalir melalui kolom, kemudian akan terjadi kesetimbangan antara zat terlarut yang diadsorpsi adsorben dan pelarut yang mengalir melewati kolom. Ukuran partikel adsorben mempengaruhi aliran pelarut melewati kolom. Elusi kolom dapat dilakukan terlebih dahulu dengan pelarut polaritas rendah dan dengan pelarut polar atau campuran keduanya (polar dan nonpolar) (Beller and Hilleary, 1976).

Kromatografi lapis tipis (KLT) merupakan salah satu metode yang melibatkan pendistribusian campuran dua atau lebih senyawa antara fase diam dan fase gerak. Fase diam dapat berupa lapisan tipis dari penyerapan plat, dan fase gerak adalah

pelarut yang dipilih berdasarkan bagian komponen dalam campuran. Pelarut (eluen) bergerak dengan kapilaritas, pergerakan komponen dari sampel terjadi karena perbedaan interaksi dalam fasa diam dan kelarutan dalam larutan pengembang. Pelarut nonpolar akan membawa senyawa nonpolar ke atas plat, karena senyawa terpisah dengan baik dan tidak ada interaksi dengan fasa diam yang bersifat polar (Bele and Khale, 2011).

### **3. Analisis Kemurnian**

Kemurnian senyawa hasil isolasi dilakukan dengan kromatografi lapis tipis (KLT) dan uji titik leleh. Senyawa hasil analisis dikatakan murni apabila memberikan noda tunggal pada KLT dengan berbagai fase gerak (Setyowati *et al.*, 2007). Titik leleh memiliki arti penting dalam identifikasi dan pengukuran kemurnian.

Penggunaan untuk identifikasi didasarkan pada fakta bahwa semua senyawa murni mempunyai titik leleh yang tajam ketika berubah sempurna dari padat ke cair pada tekanan udara 1 atm. Jika suhu dinaikkan, molekul senyawa akan menyerap energi. Semakin tinggi suhu maka akan semakin banyak energi yang diserap sehingga akan menaikkan gerakan vibrasi dan rotasi molekul (Hadiprabowo, 2009).

### **G. Karakterisasi Senyawa Secara Spektroskopi**

Spektroskopi merupakan ilmu yang mempelajari tentang cara menganalisis spektrum suatu senyawa dan interaksi antara radiasi elektromagnetik. Teknik spektroskopi dapat digunakan untuk menentukan struktur dari senyawa organik tersebut. Radiasi elektromagnetik tersebut dapat berupa radiasi sinar  $\gamma$ , sinar-X (X-ray), UV-Vis (ultra ungu-tampak), infra merah (IR), gelombang mikro, dan

gelombang radio. Metode spektroskopi yang dipakai pada penelitian ini antara lain, spektroskopi ultraungu-tampak (UV-Vis), spektroskopi inframerah (IR), spektroskopi resonansi magnetik nuklir (NMR).

### **1. Spektroskopi UV-Vis**

Dalam spektroskopi UV-VIS penyerapan sinar tampak dan ultraviolet oleh suatu molekul akan menghasilkan transisi diantara tingkat energi elektronik molekul tersebut. Transisi tersebut pada umumnya antara orbital ikatan, orbital non-ikatan atau orbital anti-ikatan. Panjang gelombang serapan yang muncul merupakan ukuran perbedaan tingkat energi dari orbital suatu molekul. Absorpsi radiasi oleh suatu sampel organik di daerah ultraviolet dan sinar tampak, akan bersamaan dengan perubahan keadaan elektronik dalam molekul yaitu energi disediakan untuk mempromosikan energi dari keadaan dasar ke orbital energi yang lebih tinggi (keadaan tereksitasi) yang dikenal sebagai orbital antibonding. Elektron ikatan dalam suatu molekul ada yang membentuk ikatan tunggal dan ikatan rangkap. Energi untuk mengeksitasikan ikatan tunggal adalah sangat tinggi, karena menggunakan panjang gelombang pendek yaitu 180 nm. Untuk penyerapan lebih besar 180 nm (tidak diserap udara), dan penyerapan sinar tampak (370-780 nm) dilakukan oleh senyawa organik yang mengandung gugusan-gugusan fungsional yang disebut kromofor. Gugusan kromofor mengandung elektron-elektron valensi (elektron ikatan) dengan energi eksitasi yang relatif rendah, umumnya mempunyai pita serapan kontinu dan lebar (Wahab dan Nafie, 2014).

## 2. Spektroskopi IR

Spektroskopi inframerah (*infrared/IR*) merupakan suatu analisis senyawa organik dan anorganik yang berdasarkan pada interaksi antara gelombang elektromagnetik infra merah dengan materi. Frekuensi radiasi inframerah kurang dari  $100\text{ cm}^{-1}$  yang diabsorpsi dan diubah oleh molekul organik kedalam energi rotasi molekular. Radiasi infra merah ukurannya dari  $10,000\text{-}100\text{ cm}^{-1}$  yang diserap dan diubah oleh molekul organik kedalam energi vibrasi molekular. Dengan adanya pita vibrasi-radiasi, absorpsi terutama terjadi antara  $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ . Frekuensi atau panjang gelombang yang diabsorpsi tergantung pada massa relatif dari atom, ketetapan ikatan, dan geometri dari atom. Pita absorpsi inframerah sangat khas dan spesifik untuk setiap tipe dan ikatan kimia atau gugus fungsi. Metode ini sangat berguna untuk mengidentifikasi senyawa organik dan organometalik (Silverstein *et al.*, 2005). Karakteristik frekuensi uluran beberapa gugus fungsi ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik frekuensi uluran beberapa gugus fungsi

Jenis ikatan	Daerah Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Jenis ikatan	Daerah Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )
C—O	1300-800	C $\equiv$ C	2150-2100
C—C	1300-800	C—D	2250-2080
C—N	1250-1000	C—H	3000- 2850
C = C	1900-1500	O—H	3800- 2700
C=O	1850-1600		

### 3. Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti (NMR)

Spektroskopi resonansi magnetik inti adalah teknik yang memanfaatkan sifat magnetik dari inti tertentu. Instrumen yang paling umum dan paling populer digunakan adalah spektroskopi proton RMI dan karbon-13 RMI. Pada spektrum proton RMI, signal yang dilihat berasal dari hidrogen yang hadir pada karbon tertentu dan pola spin kopling tergantung pada atom hidrogen yang terletak pada karbon tetangga. Pada spektrum karbon RMI signal karbon dapat dilihat secara langsung. Metode spektroskopi jenis ini didasarkan pada penyerapan energi oleh partikel yang sedang berputar di dalam medan magnet yang kuat. Informasi yang diberikan oleh sinyal-sinyal pada resonansi magnetik inti ini cukup banyak. Pada dasarnya metode ini digunakan untuk mengidentifikasi suatu struktur senyawa atau rumus bangun molekul senyawa organik (Silverstein *et al.*, 2005). Beberapa pergeseran kimia senyawa organik dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pergeseran kimia untuk proton dalam molekul organik.

Jenis Senyawa	$\delta^1\text{H-NMR}$ (ppm)	$^{13}\text{C}$
Alkana	0.5-1.3	5-35
Disubstitued alkanes	-0.5-0.5	0-10
R-CH <sub>2</sub> -NR <sub>2</sub>	2-3	20-40
R-CH <sub>2</sub> -OH	4-4.6	70-85
R-CH <sub>2</sub> -NO <sub>2</sub>	4.2-5	70-80
R-CH <sub>2</sub> -F	3-4	25-50
Nitril	4.5-7.5	100-150
Alkena	1.6-2.1	18-30
Alilik	2-3	75-95
Alkuna	2.2-2.8	110-145
Aromatik	6-9	110-130
Benzilik	10-13	160-180
Asam	-	160-175
Ester	5-9	150-180
Amida	9-11	185-205
Aldehida	-	190-220
Keton	4-6	-



## H. Bakteri

Bakteri adalah sel prokariotik yang khas, uniselular, pleomorfik dan tidak mengandung struktur yang terbatas membran di dalam sitoplasmanya. Sel-selnya secara khas berbentuk bola (kokus), batang (basilus), atau spiral (spirillum). Ukurannya berkisar antara 0,1 sampai 0,3 mm dengan diameter sekitar 0,5 sampai 1,0 mm. Berdasarkan pewarnaan gram, bakteri dibagi menjadi dua yaitu bakteri Gram positif dan Gram negatif. Keduanya mempunyai respon yang berbeda terhadap antibiotik karena adanya perbedaan struktur dan komposisi dari dinding selnya. Bakteri Gram negatif mengandung lipid, lemak atau substansi seperti lemak dalam persentasi lebih tinggi daripada yang dikandung bakteri Gram positif. Dinding sel bakteri Gram negatif lebih tipis dibanding bakteri Gram positif. Sel bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang terdiri atas lapisan peptidoglikan yang tebal dimana didalamnya mengandung senyawa teikoat dan asam teikuronat. Struktur bakteri Gram negatif memiliki membran lapisan luar yang menyelimuti lapisan tipis peptidoglikan, struktur luar peptidoglikan ini adalah lapisan ganda yang mengandung fosfolipid, protein dan lipopolisakarida (LPS). LPS terletak pada lapisan luar dan merupakan karakteristik bakteri Gram negatif (Brooks *et al.*, 2013).

## I. Antibakteri

Bakteri yang merugikan dapat ditangani secara fisik maupun kimia dengan suatu zat antibakteri. Zat antibakteri adalah zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme bakteri tersebut. Antibakteri adalah zat yang dapat digunakan sebagai pembasmi bakteri

khususnya bakteri yang merugikan manusia. Antibakteri ini hanya digunakan jika mempunyai sifat toksik selektif, artinya dapat membunuh bakteri yang menyebabkan penyakit tetapi tidak beracun bagi penderitanya. Mekanisme kerja dari senyawa antibakteri adalah merusak dinding sel, menghambat kerja enzim, dan menghambat sintesis asam nukleat dan protein. Aktivitas senyawa antibakteri dipengaruhi oleh pH, suhu, stabilitas senyawa tersebut, jumlah bakteri yang ada, lamanya inkubasi, dan aktivitas metabolisme bakteri (Brooks *et al.*, 2013).

## **J. Metode Uji Aktivitas Antibakteri**

Penentuan aktivitas antibakteri secara *in vitro* dapat dikelompokkan dalam dua metode, yaitu :

### **1. Metode difusi**

Pada metode ini sampel akan berdifusi ke lempeng agar yang telah ditanami bakteri. Teknik ini dilakukan dengan menginokulasikan mikroba secara merata diseluruh media permukaan agar, lalu sampel yang diuji ditempatkan diatas permukaan tersebut. Sampel uji berdifusi ke medium agar menyebabkan penghambatan pertumbuhan mikroorganisme. Setelah waktu inkubasi selama 18-24 jam akan terbentuk zona hambat di sekeliling sampel. Pengamatan didasarkan ada atau tidaknya zona hambatan pertumbuhan bakteri disekeliling kertas cakram. Zona hambat ditampakkan oleh aktivitas senyawa aktif yang terdapat di dalam bahan yang diperiksa terhadap pertumbuhan mikroorganisme uji. Metode difusi kurang cocok untuk menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM), karena tidak mungkin mengukur jumlah senyawa uji yang berdifusi ke dalam medium agar (Brooks *et al.*, 2013).

## **2. Metode dilusi**

Metode ini digunakan untuk menentukan Konsentrasi Hambatan Minimum (KHM) sampel antimikroba terhadap mikroba. Teknik ini dilakukan dengan cara mencampurkan zat antimikroba dengan media (cair atau padat) yang diinokulasikan dengan bakteri. Pengamatannya didasarkan ada tidaknya pertumbuhan bakteri. Keuntungan dari metode dilusi yaitu dapat memperkirakan konsentrasi senyawa uji dalam medium (cair atau padat) dan menunjukkan jumlah obat atau senyawa yang diperlukan untuk menghambat atau membunuh mikroorganisme yang digunakan (Madigan *et al.*, 2015; Brooks *et al.*, 2013).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2017 – November 2017, bertempat di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Lampung. Analisis spektroskopi yang digunakan meliputi spektroskopi ultraungu-tampak (UV-Vis) dilakukan di Laboratorium Anorganik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung, Spektroskopi Infra Merah dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Spektroskopi *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam ITB Bandung. Pengujian antibakteri dilakukan di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat-alat yang digunakan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas, penguap putar vakum, satu set alat kromatografi cair vakum (KCV), satu set alat kromatografi kolom (KK), pengukur titik leleh, lampu UV, pipet kapiler, penguap putar vakum, kaca arloji, autoklaf, cawan petri, kawat Ose, inkubator, laminar air

flow, penangas air, batang pengaduk, spektrofotometer ultraungu-tampak (UV-Vis) Agilent Cary 100, spektrofotometer FT-IR SHIMADZU, spektrofotometer NMR Agilent 500 MHz dengan sistem konsol DD2.

## **2. Bahan-bahan yang digunakan**

Bahan yang digunakan adalah kulit batang tumbuhan turi (*S. grandiflora*) yang telah dikeringkan dan dihaluskan, diperoleh dari Desa Sumberdadi, Kec. Ambarawa, Pringsewu, Lampung. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi dan kromatografi berkualitas teknis yang telah didestilasi sedangkan untuk analisis spektrofotometer berkualitas pro-analisis. Bahan kimia yang dipakai meliputi etil asetat (EtOAc), metanol (MeOH), *n*-heksana ( $n\text{-C}_6\text{H}_{14}$ ), aseton ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ), kloroform, akuades ( $\text{H}_2\text{O}$ ), serium sulfat, diklorometana ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ), silika gel Merck G 60, silika gel 60 GF 254 (35-70 Mesh), plat KLT, kertas saring, media NA (Nutrient Agar), standar antibiotik amoksisilin 25 $\mu\text{g}$  sebagai kontrol positif dan DMSO 10% sebagai kontrol negatif. Mikroba uji yang digunakan yaitu bakteri *E. coli*.

## **C. Prosedur Penelitian**

### **1. Persiapan sampel**

Kulit batang tumbuhan turi (*S. grandiflora*) diperoleh dari Desa Sumberdadi, Kec. Ambarawa, Pringsewu, Lampung. Determinasi tumbuhan dilakukan di Laboratorium Botani Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung. Kulit batang turi dicuci bersih dengan air dan diiris kecil-kecil kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah panas sinar matahari sampai kering.

Kulit batang yang telah kering lalu digiling hingga menjadi serbuk halus, serbuk halus ini yang kemudian digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini.

## **2. Ekstraksi dengan Berbagai Pelarut**

Sebanyak 3000 gram kulit batang *S.grandiflora* yang telah digiling kemudian dimaserasi dengan pelarut *n*-heksana, yang bertujuan untuk menghilangkan senyawa nonpolar dari kulit batang. Maserasi menggunakan *n*-heksana dilakukan sebanyak 3x pengulangan masing-masing selama 1x24 jam. Ekstrak hasil maserasi lalu disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu, sampel dikeringkan dan dimaserasi lagi menggunakan etil asetat sebanyak 3x pengulangan masing-masing selama 1x24 jam. Ekstrak hasil maserasi disaring dengan kertas saring. Kemudian sampel dikeringkan dan dimaserasi lagi menggunakan metanol sebanyak 3x pengulangan masing-masing selama 1x24 jam, lalu disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh dipekatkan dengan *rotary evaporator*. Ekstrak pekat yang diperoleh lalu dikeringkan lalu ditimbang.

## **3. Kromatografi Cair Vakum (KCV)**

Ekstrak kasar kemudian difraksinasi dengan KCV. Terlebih dahulu fasa diam silika gel halus sebanyak 10 kali berat sampel dimasukkan ke dalam kolom. Kemudian kolom dikemas kering dalam keadaan vakum menggunakan alat vakum. Eluen yang kepolarannya rendah, dimasukkan ke permukaan silika gel halus terlebih dahulu kemudian divakum kembali. Kolom dihisap sampai kering dengan alat vakum dan siap digunakan. Ekstrak kasar yang telah dilarutkan dalam aseton dan diimpregnasikan kepada silika gel kasar, kemudian dimasukkan pada

bagian atas kolom yang telah berisi fasa diam dan kemudian dihisap secara perlahan-lahan ke dalam kemasan dengan cara memvakumkannya. Setelah itu kolom dielusi dengan etil asetat/*n*-heksana 0% sampai dengan etil asetat 100%. Kolom dihisap dengan vakum sampai kering pada setiap penambahan eluen (tiap kali elusi dilakukan). Kemudian fraksi-fraksi yang terbentuk dikumpulkan berdasarkan pola fraksinasinya. Fraksinasi sampel dengan teknik KCV dilakukan berulang kali dengan perlakuan yang sama seperti tahapan KCV awal di atas.

#### **4. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)**

Uji KLT dilakukan terhadap fraksi-fraksi yang akan difraksinasi dan juga fraksi-fraksi yang didapat setelah perlakuan fraksinasi. Uji KLT dilakukan menggunakan sistem campuran eluen menggunakan pelarut *n*-heksana, etilasetat, aseton, metanol, dan diklorometana. Hasil kromatogram tersebut kemudian disemprot menggunakan larutan serum sulfat untuk menampakkan bercak/noda dari komponen senyawa tersebut. Ketika diperoleh fraksi yang lebih sedikit bercak/noda dilihat dibawah lampu UV setelah dilakukan elusi terhadap plat KLT. Setiap fraksi yang menghasilkan pola pemisahan dengan  $R_f$  (*Retention factor*) yang sama pada kromatogram, digabung dan dipekatkan sehingga diperoleh beberapa fraksi gabungan yang akan difraksinasi lebih lanjut.

#### **5. Kromatografi Kolom (KK)**

Setelah dihasilkan fraksi-fraksi dengan jumlah yang lebih sedikit, tahapan fraksinasi selanjutnya dilakukan menggunakan teknik kromatografi kolom. Adsorben silika gel Merck (35-70 Mesh) dilarutkan dalam pelarut yang akan digunakan dalam proses pengelusan. *Slurry* dari silika gel dimasukkan terlebih

dahulu ke dalam kolom, fasa diam diatur hingga rapat (tidak berongga) dan rata. Selanjutnya sampel yang telah diimpregnasi dimasukkan pada silika gel ke dalam kolom yang telah berisi fasa diam. Pada saat sampel dimasukkan, kolom diusahakan tidak kering/kehabisan pelarut karena akan mengganggu fasa diam yang telah dikemas rapat, sehingga proses elusi tidak akan terganggu.

## **6. Analisis Kemurnian**

Uji kemurnian dilakukan dengan metode KLT dan uji titik leleh. Uji kemurnian secara KLT menggunakan beberapa campuran eluen. Kemurnian suatu senyawa ditunjukkan dengan timbulnya satu noda dengan berbagai campuran eluen yang digunakan, kemudian disemprot menggunakan larutan serum sulfat untuk menampakkan bercak/noda dari komponen senyawa tersebut. Pada uji titik leleh, untuk kristal yang berukuran besar, kristal terlebih dahulu digerus hingga berbentuk serbuk kemudian kristal yang akan ditentukan titik lelehnya diletakkan pada lempeng kaca, diambil sedikit dengan menggunakan pipet kapiler, alat dihidupkan dan titik leleh diamati dengan bantuan kaca pembesar. Titik leleh dari senyawa tersebut adalah suhu pada saat kristal pertama kali mulai meleleh sampai semua zat meleleh.

## **7. Spektroskopi Ultraungu–tampak (UV-VIS)**

Sampel berupa kristal murni sebanyak 0,100 mg dilarutkan dalam 20 mL metanol. Larutan ini digunakan sebagai persediaan untuk beberapa kali pengukuran. Pertama, sampel diukur serapan maksimumnya dalam metanol lalu sampel kristal tersebut dilarutkan dalam 20 mL metanol kemudian larutan diukur serapan maksimumnya.



## 8. Spektroskopi Inframerah

Sampel kristal hasil isolasi yang telah murni dianalisis menggunakan spektrofotometer inframerah. Kristal yang telah murni dibebaskan dari air kemudian digerus bersama-sama dengan halida anorganik, KBr. Gerusan kristal murni dengan KBr dibentuk menjadi lempeng tipis atau pelet dengan bantuan alat penekan berkekuatan 8-10 ton per satuan luas, kemudian pelet tersebut diukur puncak serapannya. Spektroskopi Inframerah memberikan informasi yang menunjukkan tipe-tipe dari adanya gugus fungsi dalam suatu molekul.

## 9. Spektroskopi Resonansi Magnetik Nuklir (NMR)

Sampel berupa kristal murni yang akan diidentifikasi dilarutkan ke dalam pelarut inert yang tidak mengandung proton seperti aseton-d<sub>6</sub>, kemudian ditambahkan sedikit senyawa acuan. Larutan ini ditempatkan dalam tabung gelas tipis dengan tebal 5 mm di tengah-tengah kumparan frekuensi radio (rf) di antara dua kutub magnet yang sangat kuat kemudian energi dari kumparan rf ditambah secara terus-menerus. Energi pada frekuensi terpasang dari kumparan rf yang diserap cuplikan direkam dan memberikan spektrum RMI.

## 10. Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Hasil Isolasi

Pada uji aktivitas antibakteri ini, digunakan bakteri *E. coli*. Hal pertama dilakukan adalah peremajaan/ membuat kultur bakteri *E. coli*. Sebanyak 1,68 gram NA (*Nutrien Agar*) dilarutkan dengan 60 mL akuades dalam erlenmeyer dan dipanaskan sampai berwarna kuning bening, lalu dituangkan dalam tabung reaksi sepertiga bagian, didiamkan hingga memadat untuk membuat media agar

miring. Setelah media agar miring memadat, diinokulasikan bakteri *E. coli* pada media agar miring dan diinkubasi.

Sebanyak 1,26 gram NA dilarutkan dalam 45 mL akuades hingga homogen dan dipanaskan sampai berwarna kuning bening. Selanjutnya dilakukan sterilisasi alat dan media menggunakan *autoclave* selama 15 menit. Media NA (*Nutrient Agar*) steril dituang ke dalam cawan petri steril, didiamkan hingga memadat. Kultur bakteri *E. coli* disuspensikan kedalam larutan garam fisiologis 0,89% (larutan NaCl 0,89%), dihomogenkan dan dibandingkan kekeruhannya dengan standar 0,5 Mc Farland untuk membuat inokulum bakteri. Inokulum bakteri dimasukkan dalam cawan petri yang berisi media secara merata menggunakan stik swap. Sebanyak 3 kertas cakram diletakkan pada permukaan media. Seluruh perlakuan antibakteri dilakukan dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Kertas cakram yang digunakan ada 3 jenis yang berisi (1) kontrol negatif berupa DMSO 10%, (2) kontrol positif berupa standar antibiotik amoksisilin 25 $\mu$ g, dan (3) sampel senyawa hasil isolasi. Sampel senyawa hasil isolasi dibuat variasi konsentrasi yaitu 200 ppm dan 100 ppm. Pengujian ini diinkubasi selama 1x24 jam lalu diamati untuk melihat dan menghitung zona hambatnya.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada penelitian ini telah berhasil diisolasi 3 senyawa yaitu senyawa sesbagrandidflorain A (444,7 mg), senyawa sesbagrandidflorain B (5 mg) dan senyawa N-8 (39 mg) yang diduga merupakan senyawa fenolik jenis arilbenzofuran.
2. Senyawa N-8 berupa kristal kuning dengan titik leleh sebesar 220,1-222,8 °C.
3. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa senyawa N-8 memiliki aktivitas antibakteri tergolong sedang terhadap bakteri *E. coli* dengan rata-rata zona hambat 10 mm pada konsentrasi 200 ppm dan 8,6 mm pada konsentrasi 100 ppm.

### B. SARAN

Saran yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan variasi konsentrasi sampel yang sesuai terhadap kontrol positif yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri pada senyawa hasil isolasi dari kulit batang turi putih (*S. grandiflora*).

2. Perlu dilakukan uji antibakteri dengan metode dilusi padat pada senyawa N-8 yang diperoleh sehingga dapat diketahui konsentrasi hambat minimumnya.
3. Perlu dilakukan uji bioaktivitas lain pada senyawa fenolik dari kulit batang tumbuhan turi putih (*S. grandiflora*).
4. Perlu dilakukan karakterisasi dan identifikasi lebih lanjut untuk memperoleh informasi lebih lengkap mengenai senyawa hasil isolasi dari kulit batang tumbuhan turi putih (*S. grandiflora*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Amic, D., D.D. Amic, D. Beslo, and N. Trinajstić. 2003. Structure-Radical Scavenging Activity Relationship of Flavanoid. *Croatica Chemica Acta*. **76**. Hlm 55-61.
- Bahera, M., R. Karki, and C. Shekar. 2012. Preliminary Phytochemical Analysis of Leaf and Bark Methanolic Extract of *Sesbania grandiflora*. *The Journal of Phytopharmacology*. **1**(2). Hlm 10-20.
- Bekker, M., R. Bekker, and V.E. Brandt. 2006. Two Flavonoid Glycosides and A Miscellaneous Flavan From The Bark of *Guibourtia Coleosperma*. *Phytochemistry*. **67**. Hlm 818-823.
- Bele, A. A., and A. Khale. 2011. An Overview on Thin Layer Chromatography. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. **2**(2). 256-267.
- Beller, N.R. and C.J. Hilleary. 1976. A Sample Preparation Technique for Column Chromatography. *Journal of Chemical Education*. **53**(8). Hlm 498.
- Brooks, G.F., K.C. Carroll, J.S. Butel, S.A. Morse, and T.A. Mietzner. 2013. *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology Twenty-Sixth Edition*. The McGraw-Hill Companies, Inc. USA. Hlm 150-151, 379.
- Carlini, C.R., and M.F. Grossi-de-Sá. 2002. Plant Toxic Protein with Insecticidal Properties. A Review on Their Potentialities as Bioinsecticides. *Toxicon*. **40**. Hlm 1515-1539.
- Doddola, S., H. Pasupulati, B. Koganti, K.V.S.R.G. Prasad. 2008. Evaluation of *Sesbania grandiflora* for Antiurolithiatic and Antioxidant Properties. *Journal of Natural Medicines*. **62**. Hlm 300–307.
- Gowri, S.S., and K. Vasantha. 2010. Free Radical Scavenging and Antioxidant Activity of Leaves from *Agathi (Sesbania grandiflora)*(L.) Pers. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*. **5**(2). Hlm 114-119.

- Hadiprabowo, T. 2009. *Optimasi Sintesis Analog Kurkumin 1,3-Bis- (4-Hidroksi-3-Metoksi Benzilidin) Urea pada Rentang pH 3-4*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. Hlm 10-11.
- Hasan, N., H. Osman, S. Mohamad, W.K. Chong. 2012. The Chemical Components of *Sesbania grandiflora* Root and Their Antituberculosis Activity. *Pharmaceuticals*. **5**. Hlm 882-889.
- Hawas, U.W., S.A. Eltomy, S. Abauzid, G.A. El-Hosany, and R.M. Nassif. 2012. Lipid Content and Antimicrobial Activity of Some Egyptian Fabaceae (Leguminosae) Plants. *Journal of Medical Plants Research*. **6**(44). Hlm 5606-5608.
- Hu Zhide, L. Huitao, W. Ketai, Xu Hangping. 2002. Application of Experimental Design and Artificial Neural Network to Separation and Determination of Active Component by Capillary Electrophoresis. *Chromatographia*. **55**. Hlm 579-583.
- Ismiyarto, S.A. Halim, dan P. J. Wibawa. 2006. *Identification of Fatty Acid Composition in Turi Seed Oil (Sesbania grandiflora (L) Pers)*. Organic Chemistry Laboratory, Department of Chemistry, Mathematic and Natural Science Faculty of Diponegoro University. Semarang. JSKA.**9**. No.1
- Ito, C., T. Murata, M. Itoigawa, K. Nakao, M. Kumagai, N. Kaneda, and H. Furuka. 2006. Induction of Apoptosis by Isoflavonoids From the Leaves of *Millettia Taiwaniana* in Human Leukemia HL-60 Cells. *Planta Med*. **72**. Hlm 424-429.
- Kasture, V.S., V.K. Deshmukh, and C.T. Chopde. 2002. Anxiolytic and Anticonvulsive Activity of *Sesbania grandiflora* Leaves in Experimental Animals. *Phytotherapy Research*. **16**. Hlm 455-460.
- Komatsu, M., I.Yokoe and Y. Shirataki. 1981. Studies on The Constituents of Sophora Species. Constituents of The Root of *Sophora franchetiana* Dunn. *Chemical and Pharmateceutical Bulletin*. **29** (7). Hlm. 2069-2072.
- Levetin, M. 2008. *Plants and Society Fifth Edition*. The McGraw-Hill Companies, Inc. USA. Hlm 208-209.
- Linn, T.Z., S. Awale, Y. Tezuka, A.H. Banskota, S.K. Kalauni, F. Attamimi, J. Ueda, P.B.S. Asih, D. Syafruddin, K. Tanaka, and S. Kadota. 2005. Cassane- and Norcassane-Type Diterpenes From *Caesalpinia crista* of Indonesia and Their Antimalarial Activity Against The Growth of *Plasmodium falciparum*. *Journal of Natural Product*. **68**. Hlm 706-710.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, K.S. Bender, D.H.Buckley, D.A. Stahl. 2015. *Brock Biology Of Microorganism Fourteenth Edition*. Pearson Education, Inc. USA. Hlm 176-177.

- Majekodunmi, S.O. 2015. Review of Extraction of Medicinal Plants for Pharmaceutical Research. *Merit Research Journal of Medicine and Medical Sciences* . **3**(11). Hlm. 521-527.
- Marinova, D., F. Ribarova, M. Atanassova. 2005. Total Phenolics and Total Flavonoids in Bulgaria Fruits and Vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. **40**. Hlm 255-260.
- Moerfiah dan F.D. Supomo. 2011. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper cf. fragile* Benth) Terhadap Bakteri Penyebab Sakit Gigi. *Ekologia*. **1**(1). Hlm.30-35
- Noviany, H. Osman, W.K. Chong, K. Awang, and N. Manshoor. 2012. Isolation and Characterisation of 1,1'-binaphthalene-2,2'-diol, A New Biaryl Natural Product from *Sesbania grandiflora* Root. *Journal of Basic & Applied Sciences*. **8**. Hlm 253-256.
- Noviany, N., A. Nurhidayat, S. Hadi, T. Suhartati, M. Aziz, N. Purwitasari, and I. Subasman. 2018. Sesbgrandiflorain A and B: Isolation of Two New 2-arylbenzofurans from The Stem Bark of *Sesbania grandiflora*. *Natural Product Research*. Hlm 1-7.
- Nurhidayat, A. 2016. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Dari Kulit Batang Tumbuhan Turi (Sesbania grandiflora) Serta Uji Aktivitas Antibakteri Escherichia coli Resisten Terhadap Kloramfenikol*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Padmalochana, K., and M.S. Dhana Rajan. 2014. Antimicrobial Activity of Aqueous, Ethanol and Acetone Extracts of *Sesbania grandiflora* Leaves and Its Phytochemical Characterization. *International Journal Pharma Sciences and Research*. **5**(12). Hlm 957-962.
- Pettit. G.R., A. Numata, C. Iwamoto, Y. Usami, T. Yamada, H. Ohishi, and G.M . Cragg. 2006. Antineoplastic Agents. 551. Isolation and Structures of Bauhiniastatins 1-4 from *Bauhinia purpurea*. *Journal of Natural Product*. **69**. Hlm 323-327.
- Prawira, M., Sarwiyono, dan P. Surjowardojo. 2013. *Daya Hambat Dekok Daun Kersen (Muntingia calabura L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus Penyebab Penyakit Mastitis Pada Sapi Perah*. Jurnal Ilmiah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Radwan, M.M., N.A. El-Sebakhy, A.M. Asaad, S.M. Toaima, and D.G.I. Kingston. 2004. Kahiricosides II-V Cycloartane Glycosides from an Egyptian Collection of *Astragalus Khiricus*. *Phytochemistry*. **65**. Hlm 2909-2913.

- Rasyidi, R.D.G., Noviany, A. Nurhidayat, dan A. Setianingrum. 2015. *Skrining Fitokimia Dan Uji KLT Ekstrak Metanol Beberapa Tumbuhan Yang Berpotensi Sebagai Obat Tradisional Di Lampung*. Prosiding Nasional Sains & Teknologi VI Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hlm 685-695.
- Ravangpai, W., D. Sommit, T. Teerawatananond, N. Sinpranee, T. Palaga, S. Pengpreecha, N. Muangsin, K. Pudhom. 2011. Limonoids from Seeds of Thai *Xylocarpus moluccensis*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. **21**. Hlm 4485- 4489.
- Refdanita, R. Maksum, A. Nurgani, dan P. Endang. 2004. *Pola Kepekaan Kuman Terhadap Antibiotika di Ruang Rawat Intensif Rumah Sakit Fatmawati Jakarta Tahun 2001–2002*. *Makara Kesehatan*. **8**(2). Hlm 41-48.
- Sangeetha, A., G.S. Prasath, and S. Subramanian. 2014. Antihyperglycemic and Antioxidant Potential of *Sesbania grandiflora* Leaves Studied In STZ Induced Experimental Diabetic Rats. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. **5**(6). Hlm 2266-2275.
- Sathiskumar, T., R. Baskar, S. Shanmugam, P. Rajasekaran, Sadasivam, and V. Manikandan. 2008. Optimization of Flavanid Extraction from The Leaves of *Tabrnamantana heyneana*, Wall, using L<sub>16</sub> Orthogonal Design. *Journal Nature and Science*. **6**(3).
- Serti, J. A., G. Wieze, R.G. Woisky, and J.C. Carvalho. 2001. Antiulcer Activity of the Etanol Extract of *Sesbania grandiflora*. *Brazilian Journal Pharmaceutical Sciences*. **37**. Hlm 107-111.
- Setyowati, E.P., U.A. Jenie, Sudarsono, B. Kardono, R. Rahmat, dan E. Meiyanto. 2007. Isolasi Senyawa Sitotoksik Spons Kaliasis. *Majalah Farmasi Indonesia*. **18**(4). Hlm 183-189.
- Shareef, H., G.H. Rizwani, M. Zia-Ul-Haq, S. Ahmad, and H. Zahid. 2012. Tocopherol and Phytosterol Profile of *Sesbania grandiflora* (Linn.) Seed Oil. *Journal of Medical Plants Research*. **6**(18). Hlm 3478-3481.
- Silverstein, R.M., F.X. Webster, D.J. Kiemle. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compounds Seventh Edition*. JohnWiley and Sons, Inc. USA. Hlm.72, 127.
- Sotheeswaran, S., and V. Pasupathy. 1993. Distribution of Resveratrol Oligomer in Plants. *Phytochemistry*. **32**. Hlm 3478-3481.
- Sticher, O. 2008. Natural Product Isolation. *Natural Product Report*. **25**. Hlm. 517-554.



- Tanaka, H., M. Hirata, H. Etoh, M. Sako, M. Suto, J. Murata, H. Murata, D. Darnaedi, and T. Fukai. 2004. Six New Constituent from The Roots of *Erythrina variegata*. *Chemistry and Biodiversity*. **1**. Hlm 1101-1108.
- Wagh, V. D., K.V. Wagh, Y.N. Tandale, and S.A. Salve. 2009. Phytochemical, Pharmacological, and Phytopharmaceutics Aspects of *Sesbania grandiflora* (Hadga) : A Review. *Journal of Pharmacy Research*. **2**(5). Hlm 889-892.
- Wahab, A.W., dan N.L. Nafie. 2014. *Buku Ajar Metode Pemisahan dan Pengukuran 2*. Universitas Hasanudin. Makassar. Hlm 127-128.
- Wink, M., and G.I.A. Mohamed. 2003. Evaluation of Chemical Defents Traits in The Leguminoseae: Mepping of Distribution Patterns of Secondary Metabolits on a Molecular Phylogeny Inferred from Nucleotide Sequances of The *rbcl* Gene. *Biochemical Systematics Ecology*. **31**(8). Hlm 897-917.
- Zhao, P., Y. Iwamoto, I. Kouno, Y. Egami, H. Yamamoto. Stimulating the Production of Homoisoflavonoids in Cell Suspension Cultures of *Caesalpinia pulcherrima* Using Cork Tissue. *Phytochemistry*. **65**. Hlm 2455-2461.