



**ISOLASI FLAVONOID DARI BIJI MAHONI (*Swietenia
macrophylla*, King) DAN UJI AKTIVITASNYA
SEBAGAI ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia

Oleh
Siti Novita Sari
4311410044
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam Skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 09 Februari 2016



Siti Novita Sari

4311410044



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

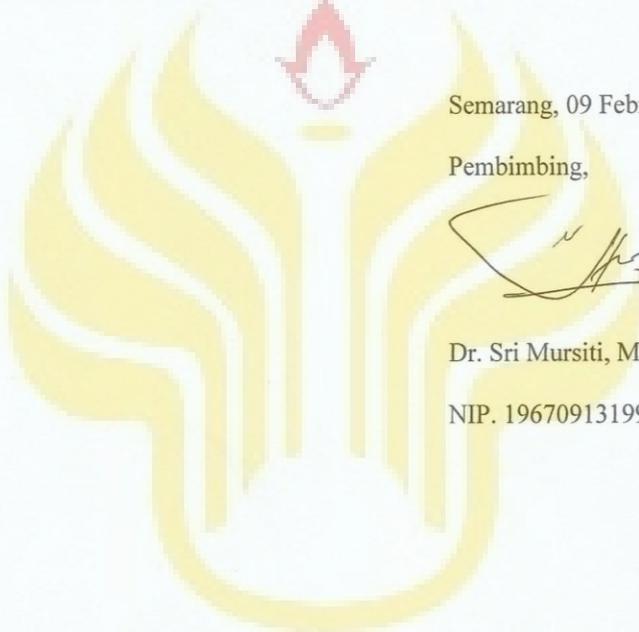
Semarang, 09 Februari 2016

Pembimbing,



Dr. Sri Mursiti, M.Si

NIP. 196709131999032001



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Isolasi flavonoid dari biji mahoni (*Swietenia macrophylla*, King) dan uji aktivitasnya sebagai antibakteri disusun oleh

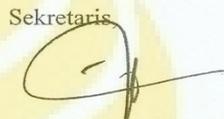
Nama : Siti Novita Sari

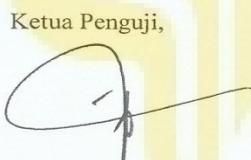
NIM : 4311410044

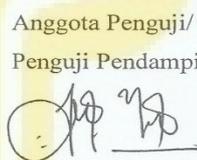
telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 09 Februari 2016.

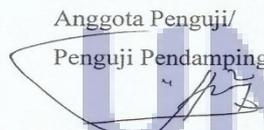
Ketua,

Prof. Dr. Zaenuri, SE, M.Si, Akt
NIP. 196310121988031001

Sekretaris

Dr. Nanik Wijayati, M.Si
NIP. 196910231996032002

Ketua Penguji,

Dr. Nanik Wijayati, M.Si
NIP. 196910231996032002

Anggota Penguji/
Penguji Pendamping

Nuni Widiarti, S.Pd, M.Si
NIP. 197810282006042001

Anggota Penguji/
Penguji Pendamping

Dr. Sri Mursiti, M.Si
NIP. 196709131999032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

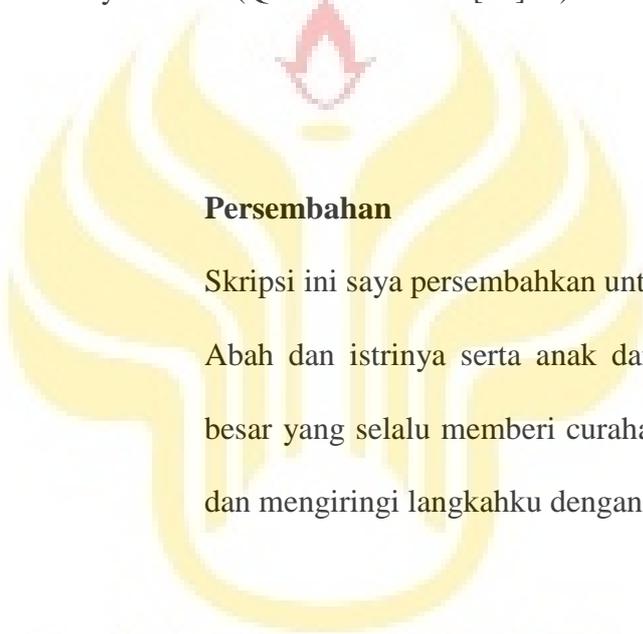
Motto

1. Kegagalan merupakan awal dari sebuah keberhasilan.
2. Selalu tatap masa depan dan jangan cepat putus asa untuk meraih impian.
3. Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri (Q.S. Al-Ankabut [29]: 6).

Persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Abah dan istrinya serta anak dan seluruh keluarga besar yang selalu memberi curahan kasih sayangnya dan mengiringi langkahku dengan doa.



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

KATA PENGANTAR

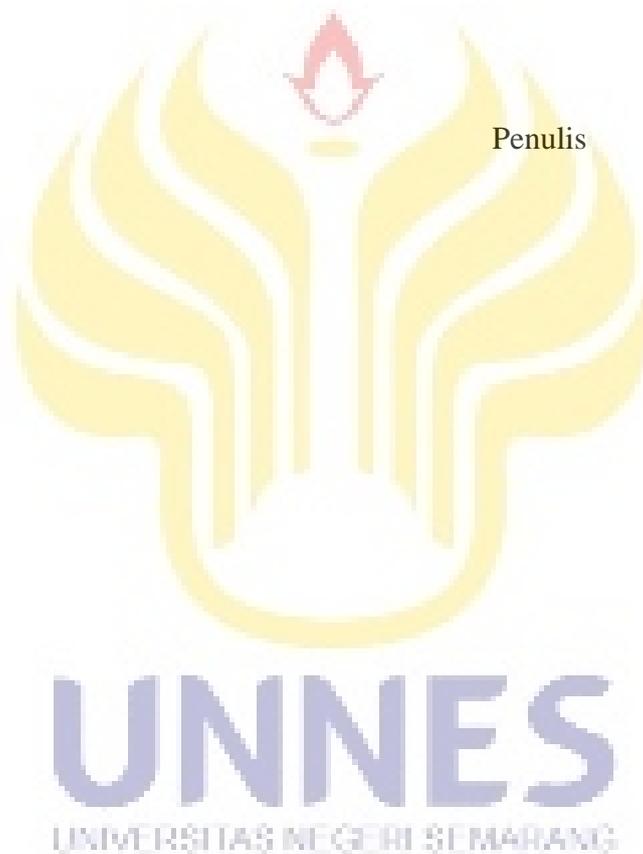
Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karuniaNya, sehingga penulis berhasil menyelesaikan Skripsi dengan judul ISOLASI FLAVONOID DARI BIJI MAHONI (*Swietenia macrophylla*, King) DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIBAKTERI.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu, antara lain :

1. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Sri Mursiti, M.Si, Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, ilmu, petunjuk, motivasi dan arahan dengan penuh kesabaran sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. Nanik Wijayati, M.Si, Penguji utama yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik dan arahan sehingga Skripsi ini menjadi lebih baik.
6. Nuni Widiarti, S.Pd, M.Si, Penguji II yang telah memberikan masukan, kritik dan arahan dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Orang tua, Abah, Keluarga, anak pertama (Shafira Althafunnisa), calon anak dan saudara-saudara, terima kasih atas segala doa dan dukungan yang tiada henti.
8. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan seluruh pihak yang membutuhkan serta dapat memberikan kontribusi yang lebih positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam dunia penelitian.

Semarang, 09 Februari 2016



ABSTRAK

Sari, S. N. 2016. *Isolasi flavonoid dari biji mahoni (Swietenia macrophylla, King) dan uji aktivitasnya sebagai antibakteri*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Sri Mursiti, M.Si.

Kata kunci : flavonoid, biji mahoni, antibakteri

Flavonoid merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tumbuh – tumbuhan, salah satunya adalah famili *meliceae* yaitu pada tanaman mahoni yang terdapat pada bijinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter senyawa flavonoid dan mengetahui konsentrasi hambat minimum yang paling kuat untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hasil identifikasi senyawa flavonoid menunjukkan adanya gugus fungsi C-H alifatik, C=O, C=C aromatik, C-O, C=C, dan C-H aromatik pada spektrofotometer IR serta munculnya puncak spektrum pada panjang gelombang 240 nm dan 236 nm pada spektrofotometer UV-Vis, dari hasil yang didapat bahwa senyawa flavonoid hasil isolasi dari biji mahoni merupakan golongan isoflavon. Uji antibakteri yang dilakukan menggunakan metode cakram dari hasil yang didapat menunjukkan senyawa flavonoid hanya berpotensi terhadap bakteri gram negatif dengan konsentrasi hambat minimum 6,5% paling kuat untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.



ABSTRACT

Sari, N. S. 2016. *Isolation of flavonoid from the seed of mahogany (Swietenia macrophylla, King) and test the activity of antibacterial*. Thesis, Mayor of chemistry, Faculty of mathematics and Sciences of Semarang State University. Main Supervisor Dr. Sri Mursiti, M.Si.

Key words : flavonoids, mahogany seeds, antibacterial

Flavonoids are a group of secondary metabolites found in many growing - plants, one of which is the family Meliaceae that the mahogany plants contained in the seeds. The aim of this study was to determine the character of flavonoid compounds and determine the minimum inhibitory concentration of the most powerful to inhibit the growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Results identification of flavonoid compounds showed functional groups C-H aliphatic, C=O, C=C aromatic, C-O, C=C, and C-H aromatic in the spectrophotometer IR and the appearance of the peak of the spectrum at a wavelength of 240 nm and 236 nm in the UV-Vis spectrophotometer, from the results obtained that the flavonoid compound isolated from a mahogany seed isoflavone group. Antibacterial test conducted using the method of discs of the results obtained shows only the flavonoid compound has the potential to gram-negative bacteria with minimum inhibitory concentration of 6.5% most strongly to inhibit the growth of bacteria *Escherichia coli*.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Tanaman mahoni.....	6
2.2. Senyawa flavonoid	9
2.3. Escherichia coli	13
2.4. Staphylococcus aureus	15
2.5. Mekanisme kerja zat antibakteri	18
2.6. Metode isolasi	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Lokasi penelitian	21
3.2. Variabel penelitian	21
3.3. Alat dan bahan	21
3.4. Metode penelitian	22

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Preparasi sampel	26
4.2. Isolasi senyawa flavonoid dari biji mahoni	27
4.3. Analisis senyawa flavonoid hasil isolasi	29
4.4. Uji aktivitas senyawa α -terpineol terhadap <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	33
BAB 5 PENUTUP	
5.1. Simpulan	39
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44



DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Jenis flavonoid golongan tumbuhan pada klas angiospermae	13
4.1	Hasil uji fitokimia senyawa aktif pada ekstrak kering etil asetat	26
4.2	Interpretasi spektrum IR isoflavon standar.....	29
4.3	Interpretasi spektrum IR flavonoid	30
4.4	Hasil pengukuran zona hambat senyawa flavonoid terhadap <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pohon mahoni	8
2.2 Buah mahoni.....	8
2.3 Biji mahoni.....	9
2.4 Struktur flavonoid, isoflavonoid, dan neoflavonoid	10
2.5 Struktur 2-fenilkroman dan flavon	10
2.6 Struktur amentoflavon	12
2.7 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	14
2.8 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	16
4.1 Serbuk simplisia biji mahoni.....	26
4.2 Ekstrak etil asetat kering.....	28
4.3 Spektrum IR flavonoid	30
4.4 Spektrum UV-Vis A dengan sampel yang sama.....	31
4.5 Spektrum UV-Vis B dengan sampel yang sama	32
4.6 Spektrum UV-Vis C dengan sampel yang sama	32
4.7 Zona hambat senyawa flavonoid terhadap <i>Escherichia coli</i>	34
4.8 Zona hambat senyawa flavonoid terhadap <i>Staphylococcus aureus</i>	34
4.9 Zona hambat kontrol positif terhadap <i>Escherichia coli</i>	35
4.10 Zona hambat kontrol positif terhadap <i>Staphylococcus aureus</i>	35

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia kaya dengan aneka ragam flora dan fauna, keanekaragaman flora tersebut menjadikan negara kita sebagai salah satu negara di dunia yang ikut bangkit mengembangkan pengobatan herbal untuk penyembuhan berbagai penyakit dan kosmetika serta produk-produk suplemen untuk kesehatan. Tercatat tidak kurang dari 30.000 jenis tanaman obat tumbuh di Indonesia, walaupun yang sudah tercatat sebagai produk yang biasa diresepkan (*Fitofarmaka*) masih minim, hal ini sudah dilakukan secara turun-temurun dan dari mulut ke mulut (Yuniarti, 2008).

Tumbuhan obat yang masih berupa simplisia, hasil pengobatannya tampak lambat, namun sifatnya konstruktif atau membangun. Hal ini berbeda dengan obat kimiawi yang hasil pengobatannya terlihat cepat namun destruktif. Oleh karena itu, obat yang berasal dari tumbuhan tidak dianjurkan penggunaannya untuk penyakit-penyakit infeksi akut. Tumbuhan obat lebih diutamakan untuk memelihara kesehatan dan pengobatan penyakit kronis yang tidak dapat disembuhkan dengan obat kimiawi, atau memerlukan kombinasi antara obat kimiawi dengan obat herbal dari tumbuhan berkhasiat (Wahyuningsih, 2011).

Tumbuh – tumbuhan yang memiliki khasiat obat banyak sekali ragam dan jumlahnya. Unikny, walaupun beberapa diantara senyawa alami tersebut memiliki khasiat yang sama dalam menyembuhkan penyakit, namun aksi dan metabolismenya dalam mempengaruhi target terkadang sangat berbeda satu sama

lain (Hadi Sutarno dan Sumadi Atmowidjojo, 2010). Sebagian dari tumbuhan tersebut ada yang tumbuh liar dan dibudidayakan. Salah satu contoh tanaman tersebut adalah mahoni (*Swietenia mahagoni*). Mahoni selama ini dikenal sebagai penyejuk jalanan atau sebagai bahan untuk membuat segala bentuk furnitur. Pohon ini selain kayunya bagus untuk segala keperluan bangunan dan perkakas, kulit batang dan bijinya dapat digunakan sebagai obat (Dalimartha, 2009).

Buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) memiliki banyak manfaat sebagai obat diantaranya sebagai obat penurun panas, obat kencing manis (*Diabetes Mellitus*), tekanan darah tinggi, peluruhan lemak, masuk angin, radang usus, diare, luka, dan bisul. Sebagian obat alamiah ini berasal dari alam atau tumbuh-tumbuhan, inilah taraf permulaan dari obat yang dikenal dengan obat tradisional (Dalimartha, 2006).

Biji mahoni mempunyai kandungan kimia alkaloid, saponin, dan flavonoid. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Mursiti, 2009) berhasil meneliti senyawa aktif flavonoid 7-hidroksi-2-(4-hidroksi-3-metoksi-fenil)-kroman-4-one dari biji mahoni (*S. mahagoni* (L.) Jacq.), meskipun telah berhasil diisolasi dari biji mahoni (*S. mahagoni* (L.) Jacq.) senyawa aktif tersebut belum dikaji aktivitas antibakterinya. (Rasyad, 2012) telah berhasil mengisolasi ekstrak kasar triterpenoid sebanyak 21% dari ekstrak etanol biji mahoni. (Mursiti, 2004) berhasil meneliti senyawa aktif alkaloid 3,6,7-trimetoksi-4-metil-1,2,3,4-tetrahydro-isoquinolin. (Anggrahini, 2010) berhasil mengisolasi senyawa aktif saponin 3-O-tigloyl-6-O-asetilswietenolide sebanyak 14% dari biji mahoni. (Aliyan, 2012) berhasil mengisolasi senyawa kimia aktif terpen dari fraksi aktif

ekstrak biji mahoni. (Fauzia, 2015) berhasil mengisolasi senyawa aktif saponin dari ekstrak metanol biji mahoni.

Flavonoid merupakan salah satu zat hasil metabolit sekunder yang diperkirakan memiliki efek farmakologis. Flavonoid adalah salah satu golongan fenol alam yang terbesar. Flavonoid terdapat dalam hampir semua tumbuhan hijau sehingga selalu ditemukan pada setiap ekstrak tumbuhan hijau dengan kadar yang berbeda.

Potensi komersial flavonoid berdampak pada pengembangan proses baru/evaluasi strategi teknologi pengolahan yang ada dalam proses ekstraksi flavonoid (Muir *et al.*, dalam Ozlem, 2011). Pemilihan pelarut merupakan salah satu dasar dalam menghasilkan kadar dan komposisi campuran flavonoid.

Flavonoid merupakan salah satu golongan senyawa metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan. Senyawa-senyawa tersebut terdistribusi secara luas pada bagian-bagian tanaman baik pada akar, batang, daun, buah maupun biji, sehingga senyawa ini secara tidak disadari, juga terdapat dalam menu makanan sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa tersebut tidak membahayakan bagi tubuh dan sebaliknya dapat memberikan manfaat pada kesehatan (Prawiroharsono, 2011).

Penelitian tentang pemanfaatan flavonoid dan turunannya telah banyak dilakukan. Berdasarkan penelitian-penelitian 10 tahun terakhir menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dan turunannya memiliki beberapa kegunaan diantaranya sebagai antioksidan (Zuhra dkk, 2006), dapat menyembuhkan penyakit asma, rhinitis, dan konjungtivitas (Gabor dalam Prawiroharsono, 2011),

menghambat intropi otot jantung sehingga dapat memperlancar sistem sirkulasi darah (Chen dkk dalam Prawiroharsono, 2011), serta antifungi dan antitumor (Prawiroharsono, 2011) dan antibakteri (Sukadana 2012).

Flavonoid bersifat desinfektan yang bekerja dengan cara mendenaturasi protein yang dapat menyebabkan aktifitas metabolisme sel bakteri berhenti karena semua aktifitas metabolisme sel bakteri dikatalisis oleh suatu enzim yang merupakan protein. Berhentinya aktifitas metabolisme ini akan mengakibatkan kematian sel bakteri, selain itu flavonoid juga bersifat bakteriostatik yang bekerja melalui penghambatan sintesis dinding sel bakteri (Achmad, 2006).

Melihat banyaknya penelitian tentang biji mahoni dan manfaatnya, maka perlu dilakukan penelitian tentang isolasi senyawa flavonoid dari biji mahoni (*swietenia macrophylla*, king) dengan metode maserasi dan dipekatkan menggunakan vakum evaporator. Hasil yang didapat akan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer IR dan spektrofotometer UV-Vis, serta di uji aktivitasnya terhadap bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) dan *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) untuk mengetahui konsentrasi daya hambat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakter senyawa flavonoid hasil isolasi dari biji mahoni ?
2. Berapakah konsentrasi hambat minimum yang paling kuat untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakter senyawa flavonoid hasil isolasi dari biji mahoni.
2. Mengetahui konsentrasi hambat minimum yang paling kuat untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan mengenai karakter senyawa flavonoid yang diperoleh dari hasil isolasi biji mahoni.
2. Memberi informasi kepada masyarakat mengenai konsentrasi hambat minimum yang paling kuat untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.



BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanaman mahoni

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan tropis yang sangat luas, merupakan negara terkaya ke dua akan keanekaragaman hayati sesudah Brazil. Hutan tropis merupakan sumber keanekaragaman hayati untuk mengeksplorasi senyawa-senyawa kimia yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai salah satu tiang penyangga pembangunan nasional (Heyne, 2007). Salah satu kelompok tumbuhan hutan tropis yang banyak terdapat di Indonesia adalah *Famili Meliaceae*. Tumbuhan famili ini banyak di temukan dan tersebar di seluruh Indonesia dengan penyebaran terbanyak di pulau Jawa (Purwowidodo, 2005).

Mahoni (*Swietenia*) telah banyak digunakan masyarakat baik bagian kayu maupun bijinya. Pohon mahoni biasa ditanam sebagai tanaman peneduh. Di Indonesia biji mahoni dapat digunakan sebagai bahan tradisional yaitu obat kencing manis (*Diabetes Mellitus*), tekanan darah tinggi, encok, peluruhan lemak, masuk angin, kurang nafsu makan, demam, radang usus, diare, luka, dan bisul (Dalimartha, 2009).

a. Sistematika Tumbuhan Mahoni

Secara taksonomi genus mahoni (*Swietenia*) diklasifikasikan sebagai berikut (Cronquist, 2005) :

Divisio : Spermatophyta

Klas : Angiospermae

Sub Klas : Dicotyledonae

Ordo : Rutales
Family : Meliaceae
Genus : Swietenia
Species : S. mahagoni Jacq

b. Nama lain

Nama Indonesia : Mahoni. Maoni, Moni

Nama Asing : Mahogany

(Dalimartha, 2009)

c. Kandungan Kimia

Mahoni memiliki kandungan kimia, yaitu Alkaloid, Saponin dan Flavonoid (Taufik, 2006 dan Mursiti, 2009).

d. Potensi

Potensi mahoni selama ini dikenal sebagai penyejuk jalanan atau sebagai bahan untuk membuat segala bentuk mebel. Pohon ini selain kayunya bagus untuk segala keperluan bangunan dan perkakas, kulit batang dan bijinya juga dapat digunakan sebagai obat (Dalimartha, 2009)

e. Morfologi

Daun mahoni merupakan daun majemuk, menyirip genap dan bulat telur, ujung dan pangkal daun melengkung dengan tepi rata, panjangnya 3-15 cm dengan pertulangan menyirip, masih muda warnanya merah dan setelah tua menjadi hijau. Bunga mahoni merupakan bunga majemuk tersusun dalam rangkaian dan terletak di ketiak daun berwarna coklat muda. Kelopak bunga lepas satu sama lainnya dan berbentuk sendok mahkotanya silindris

dan berwarna kuning kecoklatan, benang sari melekat pada mahkota, kepala sari berwarna putih atau kekuningan buahnya kotak atau bulat telur, berlekuk lima dan berwarna coklat. Bijinya pipih berwarna hitam atau coklat tua, spesies ini ditemukan di dataran rendah pada ketinggian 400 meter di atas permukaan laut dan hutan campuran berbagai macam spesies dari *Famili melaiceae* (Ashton, 2008).



Gambar 2.1 Pohon mahoni



Gambar 2.2 Buah mahoni

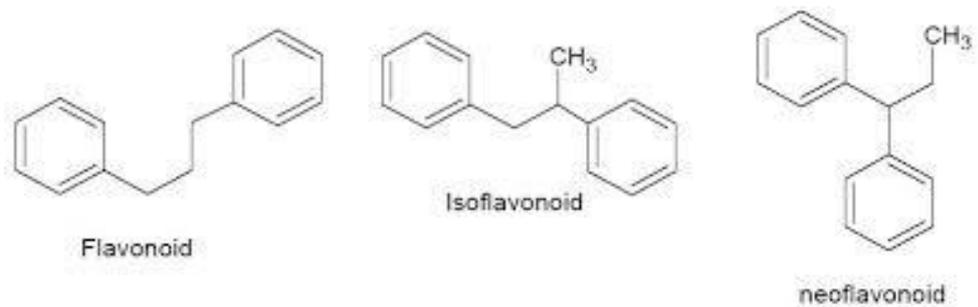


Gambar 2.3 Biji mahoni

2.2 Senyawa flavonoid

Flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar ditemukan di alam. Senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru, dan sebagian zat warna kuning yang di temukan dalam tanaman (Achmad, 2006)

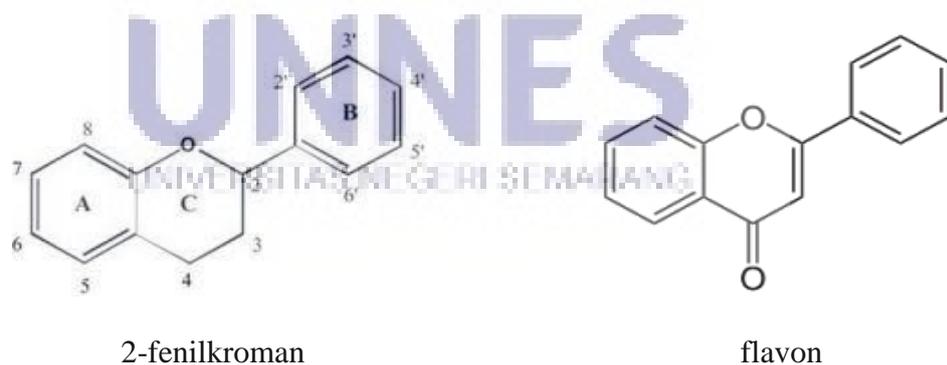
Senyawa flavonoid adalah senyawa yang mengandung 15 atom karbon dalam inti dasarnya, yang tersusun dalam konfigurasi $C_6-C_3-C_6$ yaitu dua cincin benzena yang dihubungkan oleh tiga atom karbon yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin ketiga (Markham, 1988). Susunan rantai ini akan menghasilkan tiga jenis struktur yaitu 1) 1,3-diaril propan atau flavonoid; 2) 1,2-diaril propan atau isoflavonoid; 3) 1,1-diaril propan atau neoflavonoid (Achmad, 2006). Struktur flavonoid, isoflavonoid, dan neoflavonoid dilihat dalam gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Flavonoid, Isoflavonoid, dan Neoflavonoid

(Achmad, 2006)

Istilah “flavonoid” berasal dari kata flavon, yaitu nama dari salah satu jenis flavonoid yang terbesar dan lazim ditemukan. Senyawa flavon ini mempunyai kerangka 2-fenilkroman, dimana posisi orto dari cincin A dan atom karbon yang terikat cincin B dari 1,3-diaril propan dihubungkan dengan jembatan oksigen sehingga membentuk cincin heterosiklik baru yaitu cincin C (Achmad, 2006). Lebih mudahnya, cincin diberi tanda A, B, dan C seperti pada gambar 2.5, atau karbon dinomeri menurut sistem penomoran yang menggunakan angka biasa untuk cincin A dan C, serta angka ‘beraksen’ untuk cincin B (Markham, 1988).



Gambar 2.5 Struktur 2-fenilkroman dan Flavon (Markham, 1988)

Flavonoid mempunyai keragaman struktur, beberapa yang penting terdapat dalam bentuk aglikon flavonoid, flavonoid O-glikosida, flavonoid C-glikosida, flavonoid sulfat dan biflavonoid.

Aglikon flavonoid merupakan salah satu flavonoid berikatan glikosida yang dalam ikatannya, tidak pernah terjadi dua bagian gula terikat pada gugus hidroksi yang berlainan (Trevor Robinson, 2005). Sedangkan yang dimaksud dengan aglikon itu sendiri adalah alkohol yang dihasilkan ketika suatu glikosida terurai kembali pada hidrolisa oleh asam, atas komponen-komponennya menghasilkan gula dan alkohol yang sebanding (Achmad, 2006).

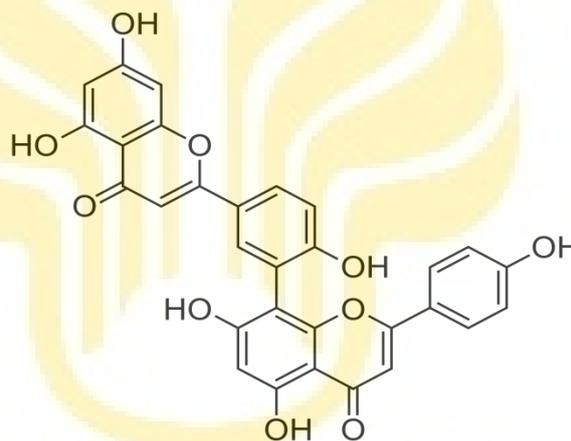
Flavonoid mengandung sistem aromatik yang terkonjugasi sehingga menunjukkan pita serapan kuat pada daerah spektrum sinar ultraviolet dan spektrum sinar tampak, umumnya dalam tumbuhan terikat pada gula yang disebut glikosida (Harborne, 2007).

Flavonoid O-glikosida merupakan flavonoid yang satu atau lebih gugus hidroksilnya terikat pada satu atau lebih gula dengan ikatan hemiasetal yang tidak tahan asam. Pengaruh glikosilasi menyebabkan flavonoid menjadi kurang reaktif dan lebih mudah larut dalam air. Apigenin 7-O- β -D-glukopiranosida termasuk salah satu flavonoid O-glikosida (Achmad, 2006).

Flavonoid C-glikosida merupakan flavonoid yang atom karbonnya langsung mengikat gula dan dalam hal ini gula terikat langsung pada inti benzena dengan suatu ikatan karbon-karbon yang tahan asam. Jenis gula yang terlibat jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jenis gula pada flavonoid O-glikosida (Achmad, 2006). Salah satu contoh flavonoid C-glikosida adalah viteksi.

Flavonoid sulfat adalah flavonoid yang mengandung satu ion pusat atau lebih, yang terikat pada hidroksifenol atau gula. Golongan flavonoid mudah larut dalam air dan terdapat pada angiospermae yang mempunyai hubungan ekologi dalam habitat air.

Biflavonoid adalah flavonoid dimer. Flavonoid yang biasanya terlibat adalah flavon dan flavanon. Monomer flavonoid yang digabungkan dapat berjenis sama atau berbeda. Pada gambar 2.6 merupakan contoh senyawa biflavonoid yaitu amentoflavon.



Gambar 2.6 Struktur Amentoflavon (Achmad, 2006)

Flavonoid merupakan kandungan kas tanaman hijau dengan mengecualikan alga. Flavonoid terdapat pada semua bagian tanaman termasuk akar, daun, kayu, kulit, tepung sari, bunga, biji, dan buah. Penyebaran jenis flavonoid pada golongan tumbuhan yang terbesar yaitu pada klas angiospermae seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis flavonoid golongan tumbuhan pada klas angiospermae

Klas	Nama Umum	Flavonoid yang ditemukan
Angiospermae	Angiospermae (135)	Flavon dan flavonol, C- dan O-glikosida dan bisulfat Isoflavon, C- dan O-glikosida (<i>Leguminosae</i>) Flavanon, C- dan O-glikosida C- dan O-glikosida khalkon dan dihidrokhalkon Proantosianidin dan antosianidin Auron, O-glikosida Biflavon (langka) Dihidroflavonol, O-glikosida

(Markham, 1988)

Flavonoid adalah suatu senyawa fenol, oleh karena itu mempunyai sifat kimia senyawa fenol yang agak asam (pH=5). Flavonoid mempunyai sejumlah gugus hidroksil sehingga flavonoid merupakan senyawa polar. Sesuai hukum *like dissolve likes* maka pada umumnya flavonoid larut oleh pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol, aseton, air, dan lain-lain (Markham, 1988)

2.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Domain : *Bacteria*

Filum : *Proteobacteria*

Kelas : *Gammaproteobacteria*

Ordo : *Enterobacteriales*

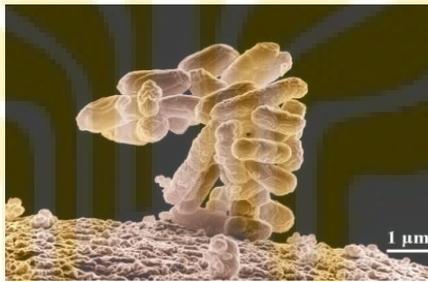
Famili : *Enterobacteriaceae*

Genus : *Escherichia*

Spesies : *E.coli*

Escherichia coli, atau biasa disingkat *E.coli* merupakan salah satu jenis spesies utama bakteri gram negatif. Bakteri *E.coli* termasuk bakteri *bacillus*, berbentuk batang, memiliki ukuran lebar 0,5-1,0 μm dan panjang 1,0-3,0 μm , terdapat dalam keadaan tunggal atau membentuk rantai pendek (Digwijaya, 2005).

Pada keadaan aerob, *E.coli* sebagai sumber energi, sedangkan pada keadaan anaerob energi diperoleh dari fermentasi karbohidrat. *E.coli* termasuk bakteri mesofil yang hidup pada temperatur 25°C-40°C dan secara optimum tumbuh pada temperatur 30°C-37°C. *E.coli* tumbuh pada medium dengan pH 4,3-9,5 dan secara optimum pada pH 6-8.



Gambar 2.7 Bakteri *Escherichia Coli* (Melliawati, 2009)

Bakteri *Escherichia coli* memiliki lapisan dinding sel yang dilapisi oleh peptidoglikan yang tipis, membran luar yang terdapat protein, lipid, dan lipopolisakarida dan ruang periplasmik (Ibrahim, 2007)

Secara normal, *E.coli* ada dalam usus besar manusia dan hewan berdarah panas, tetapi *E.coli* dapat bersifat patogen dengan menimbulkan bermacam-macam penyakit ekstra testimal bila imunitas intestinum dan tubuh secara umum rendah. *E.coli* telah bertahun-tahun diduga sebagai penyebab diare pada manusia dan hewan, karena menghasilkan enterotoksin yang secara tidak langsung

menyebabkan kehilangan cairan atau dengan infeksi lapisan epitelium dinding usus yang menyebabkan peradangan dan kehilangan cairan (Digwijaya, 2005).

Biakan murni *E.coli* dapat diisolasi dari makanan, minuman, dan kotoran (feses). Feses yang setiap hari dihasilkan oleh manusia antara 100-150 gram, ternyata mengandung kurang lebih 300 milyar bakteri *E.coli* sehingga dapat digunakan sebagai indikator suatu perairan telah tercemar.

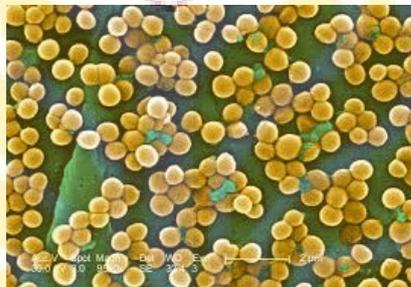
E.coli dapat menyebabkan penyakit pada pedet antara lain *Calf disentri*, *White scours* (mencret putih) atau Colibacillosis. Pada babi, *E.coli* yang tergolong dalam haemolitik strain merupakan penyebab penyakit Oedema yang ditunjukkan dengan adanya penebalan dinding lambung dan saluran pencernaan. Pada sapi menunjukkan *pyelonephritis*, infeksi tali pusat, infeksi persendian, cervicitis, mastitis dan metritis sedangkan pada ayam dapat menimbulkan penyakit seperti *Hjarre's disease*, Omphalitis, Peritonitis, Salpingitis, dan Colibacillosis (Quinn dalam Hermawan 2007).

E.coli yang tidak berbahaya dapat menguntungkan manusia dengan memproduksi vitamin K₂, atau dengan mencegah bakteri lain di dalam usus. *E.coli* banyak digunakan dalam teknologi rekayasa genetika. Biasa digunakan sebagai vektor untuk menyisipkan gen-gen tertentu yang diinginkan untuk dikembangkan. *E.coli* dipilih karena pertumbuhannya sangat cepat dan mudah dalam penanganannya.

2.4 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri gram positif berbentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 µm tersusun dalam kelompok-kelompok yang tidak teratur

seperti buah anggur, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak. Bakteri ini tumbuh pada temperatur optimum 37°C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada temperatur kamar (20-25°C). Koloni pada perbenihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk pudar, halus, menonjol, dan berkilau. Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *S. Aureus* yang mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri (Novick *et al.*, dalam Kusuma 2009).



Gambar 2.8 Bakteri *Staphylococcus aureus* (Kusuma, 2009)

Bakteri *S. aureus* yang memiliki lapisan dinding sel yang terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tebal, asam teikoat, fosfolipid. *Staphylococcus aureus* yang patogen dan invasif cenderung menghasilkan koagulasi, pigmen kuning, dan bersifat hemolitik (Ibrahim, 2007).

Staphylococcus aureus dapat menyebabkan infeksi supuratif pada hewan maupun manusia dan sering menimbulkan mastitis pada sapi dan kambing, pioderma pada anjing maupun kucing serta menimbulkan abses pada semua spesies hewan termasuk unggas (Quinn dalam Hermawan, 2007).

Infeksi oleh *S. aureus* ditandai dengan kerusakan jaringan yang disertai abses bernanah. Beberapa penyakit infeksi yang disebabkan oleh *S.aureus* adalah bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka. Bisul atau abses setempat, seperti

jerawat dan borok merupakan infeksi kulit di daerah folikel rambut, kelenjar sebacea, atau kelenjar keringat. Mula-mula terjadi nekrosis jaringan setempat, lalu terjadi koagulasi fibrin di sekitar lesi dan pembuluh getah bening, sehingga terbentuk dinding yang membatasi proses nekrosis. Infeksi dapat menyebar ke bagian tubuh lain melalui pembuluh getah bening dan pembuluh darah, sehingga terjadi peradangan pada vena, trombosis, bahkan bakterimia. Bakterimia dapat menyebabkan terjadinya endokarditis, osteomielitis akut hematogen, meningitis atau infeksi paru-paru. Keracunan makanan dapat disebabkan kontaminasi enterotoksin dari *S. aureus*. Waktu dari gejala keracunan biasanya cepat dan akut, tergantung pada daya tahan tubuh dan banyaknya toksin yang termakan. Jumlah toksin yang dapat menyebabkan keracunan adalah 1,0 µg/gr makanan. Gejala keracunan ditandai oleh rasa mual, muntah-muntah, dan diare yang hebat tanpa disertai demam (Jawetz *et al.*, dalam Kusuma, 2009).

Sindroma syok toksik pada infeksi *S.aureus* timbul secara tiba-tiba dengan gejala demam tinggi, muntah, diare, dan hipotensi dengan gagal jantung dan ginjal pada kasus yang berat. Sindroma syok toksik sering terjadi dalam lima hari permulaan haid pada wanita muda yang menggunakan tampon, atau pada anak-anak dan pria dengan luka yang terinfeksi stafilokokus. *S. Aureus* dapat diisolasi dari vagina, tampon, luka, atau infeksi lokal lainnya, tetapi praktis tidak ditemukan dalam aliran darah (Jawetz *et al.*, dalam Kusuma, 2009).

2.5 Mekanisme kerja zat antibakteri

Zat antibakteri adalah suatu zat yang digunakan untuk membunuh kuman atau menghambat pertumbuhan bakteri. Mekanisme penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri oleh senyawa antibakteri dapat berupa :

1. Perusakan dinding sel, susunan dinding sel dapat dirusak dengan jalan merintangi pembentukan atau perubahan sesudah dibentuk. Contoh : antibiotik jenis penisilin dan sefalosporin.
2. Perubahan permeabilitas, membran sitoplasma menahan bahan-bahan tertentu di dalam sel dan mengatur pemasukan dan pengeluaran bahan-bahan lainnya dan memelihara keseluruhan sel sehingga menyebabkan kematian sel. Contoh : antibiotik jenis polimisiklin B dan amfoterisin.
3. Perubahan molekul protein dan asam nukleat, kehidupan sel tergantung pada pemeliharaan molekul protein dan asam nukleat. Antimikroba dapat mengakibatkan koagulasi protein atau denaturasi bahan-bahan sel yang penting. Contoh : antibiotik jenis tetrasiklin dan streptomisin.
4. Penghambatan kerja enzim, enzim merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel. Contoh : antibiotik jenis kloramfenikol dan metafen.
5. Penghambatan jenis DNA, RNA dan protein, ketiganya memegang peranan penting di dalam proses kehidupan normal sel. Hal ini berarti gangguan apapun yang terjadi pada zat-zat tersebut dapat mengalami kerusakan pada

sel. Contoh : antibiotik jenis norfsaksin dan sulfanilamida (Kusmiyati & Wayan, 2007).

Berdasarkan daya kerjanya zat antibakteri dibedakan menjadi bakteriostatik dan bakterisida. Suatu bakteri disebut bakteriostatik bila bersifat menghambat pertumbuhan suatu inokulum bakteri. Contohnya adalah tetrasiklin, trimetropim, linkosamid, makrolid, dan kloramfenikol. Sedangkan yang bersifat bakterisida bila mampu membunuh bakteri tersebut. Contohnya adalah penisilin, rifampisin, kuinolon, dan polimiksin (Hafidha, N.H, 2009). Selain itu, aktivitas senyawa antibakteri juga dipengaruhi oleh pH, suhu stabilitas senyawa, jumlah bakteri yang ada, lamanya inkubasi, dan aktivitas metabolisme bakteri.

2.6 Metode isolasi

Pada dasarnya isolasi senyawa kimia dari bahan alam adalah salah satu cara memisahkan senyawa yang bercampur sehingga kita dapat menghasilkan senyawa tunggal yang murni. Tumbuhan mengandung ribuan senyawa yang dikategorikan sebagai metabolit primer dan metabolit sekunder. Biasanya proses isolasi senyawa dari bahan alami ini menargetkan untuk mengisolasi senyawa metabolit sekunder, karena senyawa metabolit sekunder diyakini dan telah diteliti dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Antara lain manfaatnya dalam bidang pertanian, kesehatan dan pangan (Qurata, 2012).

Isolasi suatu senyawa kimia yang berasal bahan alam yang sangat bervariasi. Metode isolasi yang akan digunakan dalam penelitian adalah maserasi (perendaman). Maserasi digunakan untuk penyarian simplisia yang mengandung zat aktif yang mudah larut dalam cairan penyari, tidak mengandung zat yang

mudah mengembang dalam cairan penyari, tidak mengandung benzoin, stirak, dan lain-lain (Qurata, 2012).

Pemilihan pelarut yang digunakan untuk proses maserasi akan memberikan efektivitas yang tinggi dengan memperhatikan kelarutan senyawa bahan alam dalam pelarut tersebut. Teknik maserasi terutama digunakan apabila senyawa organik yang terdapat pada bahan alam menunjukkan presentasi yang cukup banyak. Serta ditemukan pelarut untuk melarutkan senyawa organik tanpa pemanasan. Biasanya cara ini membutuhkan waktu agak lama dan agak sulit mencari pelarut organik yang baik untuk melarutkan senyawa yang terkandung dalam sampel. Akan tetapi jika struktur senyawa yang akan diisolasi sudah diketahui, maka metode perendaman ini merupakan metode yang paling praktis (Manjang, 2006).

Secara umum pelarut metanol merupakan pelarut yang paling banyak digunakan dalam proses isolasi senyawa organik bahan alam. Hal ini disebabkan metanol dapat melarutkan hampir seluruh golongan metabolit sekunder (Qurata, 2012).

Maserasi merupakan ekstraksi sampel dengan pelarut organik seperti metanol dan pada temperatur kamar pelarut mudah terdistribusi ke dalam sel tumbuhan dan tidak merusak senyawa yang ada didalamnya karena tidak ada pemanasan. Proses ini sangat menguntungkan dalam isolasi senyawa bahan alam karena dengan perendaman, sampel dan pelarut akan terjadi kontak yang cukup lama (Djaswir, 2005).

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

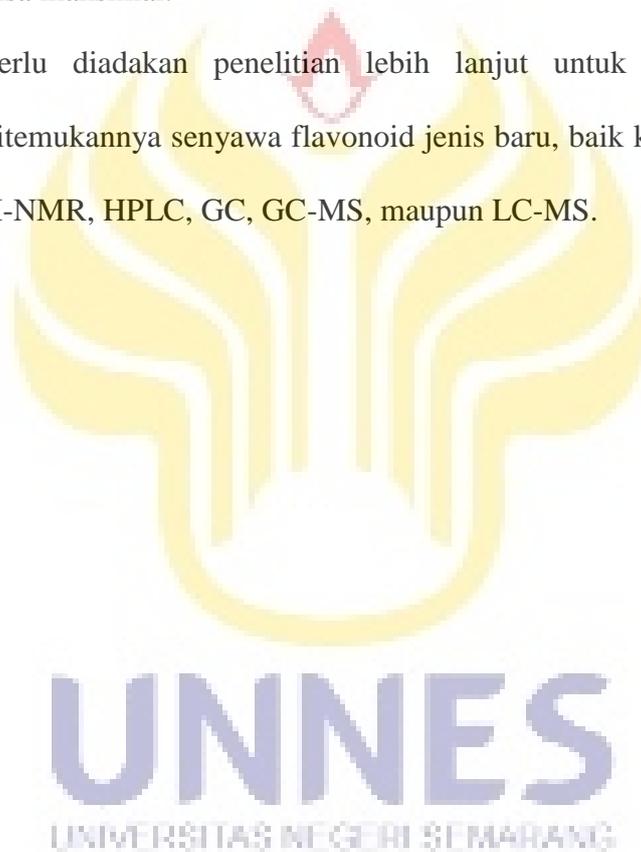
Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Senyawa flavonoid hasil isolasi dari biji mahoni merupakan golongan isoflavon dengan ditunjukkan adanya gugus fungsi C-H alifatik, C=O, C=C aromatik, C-O, C=C, dan C-H aromatik pada spektrofotometer IR serta munculnya puncak spektrum pada panjang gelombang 240 nm dan 236 nm pada spektrofotometer UV-Vis.
- b. Senyawa flavonoid hasil isolasi dari biji mahoni paling kuat sebagai antibakteri pada bakteri *Escherichia coli* dengan konsentrasi hambat minimum 6,5 % sedangkan pada bakteri *Staphylococcus aureu* tidak menunjukkan adanya daya hambat. Ini berarti potensi antibakteri senyawa flavonoid hasil isolasi biji mahoni terhadap bakteri gram negatif.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan percobaan yang telah dilakukan, penulis memberi saran bahwa:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang metode isolasi yang lebih khusus untuk mengisolasi senyawa flavonoid agar kemurniannya bisa maksimal.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk lebih meyakinkan ditemukannya senyawa flavonoid jenis baru, baik karakterisasi dengan H-NMR, HPLC, GC, GC-MS, maupun LC-MS.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Syamsul Arifin. 2006. *Buku Materi Pokok Kimia Organik Bahan Alam*, Jakarta: Karunia Jakarta Universitas Terbuka.
- Aliyan, H. 2012. *Uji penghambatan aktivitas alfa-glukosidase dan identifikasi golongan senyawa kimia dari fraksi aktif ekstrak biji mahoni*. Jakarta: UI
- Anggrahini, D. 2010. *Isolasi dan identifikasi senyawa saponin dari biji mahoni (swietenia macrophylla, king)*. Semarang: FMIPA UNNES
- Arum, YP. 2012. *Isolasi Dan Uji Daya Antimikroba Ekstrak Daun Kersen (Muntingia calabura)*. Semarang: FMIPA UNNES
- Ashton, P, S dan Arnold Arboretum. 2008. *Flora malesiana :Spermatophyta I*, The Hague, 391-436.
- Cronquist, A. 2005. *An integrated system of classification of flowering plants, Columbia*. University Press. New York, 316-318.
- Dalimartha, S, 2009. *Ramuan tradisional untuk pengobatan diabetes mellitus, cetakan 6*, penebar swadaya, Jakarta.
- Dalimartha, S., 2006. *Biji Mahoni (Swietenia mahagoni Jacq) Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Vol 2, 131-134, Trubus Agriwidya, Jakarta.
- Digwijaya, A.A, 2005. *Uji Daya Antimikroba Ekstrak Herba Sambiloto (Andrographis Panniculata, Ness)*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Djaswir Darwis, 2005. *Teknik penelitian Kimia Bahan Alam, workshop peningkatan sumber daya manusia penelitian dan pengelolaan sumber daya hutan yang berkelanjutan*, Padang :FMIPA Universitas Andalas. 13-19 Juni 2005.
- Fauzia, N. 2015. *Uji aktivitas antifeedant dari ekstrak metanol biji mahoni terhadap epilachna varivestis mulsant*. Gorontalo: FMIPA Universitas Negeri Gorontalo
- Fessenden, R.J dan Fessenden, J.S. 1991. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. *Kimia Organik Jilid II, 3rd ed*; Jakarta :Erlangga, 311-316.
- Gritter, R.J. 2006. *Pengantar Kromatografi*. Alih bahasa oleh kosasih padmawinata, Bandung :ITB.

- Hadi Sutarno dan Sumadi Atmowidjojo. 2010. *Potensi dan Cara Pemanfaatan Bahan Tanaman Obat*. Bogor:Prosea Indonesia – Yayasan Prosea.
- Hafidha, N.H, 2009. *Farmakologi Kebidanan Antibiotika*. www.farmako.uns.ac.id. Diakses pada 01 Maret 2014 jam 13.30 WIB.
- Harborne, J.B., 2007. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, Alih Bahasa oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro, Bandung: ITB.
- Hermawan, A. 2007. *Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle L.) Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus Aureus dan Escherichia Coli dengan Metode Difusi Disk*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga.
- Heyne, K. 2007. *Tumbuhan berguna Indonesia, Jilid III*, badan Litbang Kehutanan, Jakarta, 1431-1434.
- Ibrahim M, 2007. *Mikrobiologi: Prinsip dan Aplikasi*. Surabaya: Unesa University Press.
- Kusuma, S.A.F. 2009. *Staphylococcus aureus*. Makalah. Jatinangor: Universitas Padjajaran, Fakultas Farmasi.
- Kusmiyati & Ni Wayan, S.A, 2007. *Uji Aktivitas Antibakteri dari Mikroalga Porphyridum cruentum*. *Biodiversitas*. 8.(1): 48-5
- Manjang, Y., 2006. *Proyek Peningkatan Pengembangan Perguruan Tinggi, Kimia Analisa Organik UNAND*. Padang.
- Markham, K.R., 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*, Bandung:ITB.
- Melliawati, Ruth, 2009. *Escherichia Coli dalam Kehidupan Manusia*. *BioTrends* Vol.4 No.1 Tahun 2009.
- Mursiti, S. 2004. *Identifikasi senyawa alkaloid dalam biji mahoni bebas minyak (swietenia macrophylla, king) dan efek biji mahoni terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus putih (Rattus novergicus)*. Yogyakarta:UGM
- Mursiti, S., 2009. *Isolasi, karakterisasi, dan uji aktivitas hipoglikemik senyawa dalam biji mahoni bebas minyak dan minyak biji mahoni (Swietenia Macrophylla King)*

- Ozlem Guclu Ustundang and Giuseppe Mazza. 2011. *Flavonoid: Properties, Applications and Processing*. Pacific Agri-food Research center, Agriculture and Agri-food Canada, Summerland, British Columbia, Canada VOH IZO
- Prawiroharsono, Suyanto 2011. *Prospek dan Manfaat Isoflavon untuk Kesehatan*. Yogyakarta: FMIPA UGM
- Proestos, C., 2005. *Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity*.
- Purwoko, C. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Edisi I. Jakarta : PT Bumi Akasara.
- Purwowidodo, 2005, *Telaah watak tanah hubungannya dengan pertumbuhan tanaman mahoni (swietenia macrophylla king): studi kasus di KPH balapulang*. UGM, Yogyakarta.
- Qurata, Ayun Alifia. 2012. *Uraian Isolasi*. Bandung: ITB.
- Rahimah. 2013. *Karakterisasi senyawa flavonoid hasil isolat dari fraksi etil asetat daun matoa (Pometia pinnata J.R.Forst & G.Forst)*. Tanjungpura: FMIPA, 84-89.
- Rasyad, A. 2012. *Uji Nefrotoksik dari Ekstrak Etanol Biji Mahoni (swietenia mahagoni, jacq.) Terhadap Tikus Putih Jantan Galur Wistar*. Sumatera Selatan: Universitas Bakti Pertiwi
- Rita, W. S. 2010. *Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Golongan Triterpenoid Pada Rimpang Temu Putih*. Bandung: ITB.
- Sabir, Ardo. 2005. *Aktivitas antibakteri flavonoid propolis Trigona sp terhadap bakteri Streptococcus mutans (in vitro)*. Makasar: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2001. *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: FMIPA UGM, 13-16.
- Soetjipto. 2003. *Aktivitas antibakteri flavonoid biji mahoni (Sweitenia mahagoni Jac.q)*. Fakultas sains dan matematika jurusan kimia: Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga
- Sukadana, I.M. 2012. *Senyawa antibakteri golongan flavonoid dari buah belimbing manis (averrhoa carambola linn.l)*. Bukit Jimbaran: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.

- Sunatmo, T.I. 2009. *Mikrobiologi Esensial*. Mikrobiologi IPB. Bogor.
- Taufik, Ahmad, 2006. *Buah Mahoni, Tingkatkan Vitalitas dan Penyembuhan*.
- Tim dosen kimia analitik, 2010. *Petunjuk praktikum Dasar kimia analitik*. Kimia:FMIPA UNNES.
- Trevor Robinson, 2005, *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*, Alih Bahasa oleh Kosasih padmawinata, Bandung; ITB.
- Tuti Sri Suhesti. 2007. *Penjaringan senyawa anti kanker pada kulit batang kayu mahoni (Swietenia Mahagoni jacg) dan uji aktivitasnya terhadap larva udang (artenia salina leach)*. Volume 3, no 3.
- Underwood, A.L dan Day, R.A.Jr. 2009. *Quantitatif Analysis, 4thed*. Englewood cliffs, New Jersey:Prentice-hall. Inc,243-347.
- Wahyuningsih, M.S.H. 2011. *Deskriptif Penelitian Dasar Herbal Medicine. Bagian Farmasi Kedokteran*, Fakultas Kedokteran- Universitas Gadjah Mada .Yogyakarta.
- Wulandari, Sri. 2006. *Bioaktivitas Ekstrak Jahe (Zingiber Officinale Roxb) Dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri Escherichi coli dan Bacillus subtilis*, Riau: Laboratorium Pendidikan Biologi FMIPA FKIP Universitas Riau.
- Yuniarti, T., 2008. *Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional*. Media Pressindo. Yogyakarta; 65-67
- Zuhra. 2006. *Aktivitas antioksidan senyawa flavonoid dari daun katuk (sauropus androgunus (L) merr.)*. Sumatera. Kimia FMIPA, USU.

