

Isolasi dan Identifikasi Senyawa Alkaloid pada Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq)

Ni Putu Sri Ayuni¹, I Nyoman Sukarta²

Jurusan Analis Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja^{1,2}
email: nps.ayuni@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis senyawa alkaloid yang terkandung pada biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) (2) mengidentifikasi senyawa turunan alkaloid yang terdapat pada biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) dan (3) mengetahui perbandingan kloroform: metanol yang baik untuk eluen kromatografi lapis tipis untuk memisahkan senyawa turunan alkaloid. Subjek dalam penelitian ini adalah biji mahoni dari spesies *Mahonia swietenia* Jacq yang diperoleh dari hutan di daerah sekitar Buleleng, sedangkan yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah senyawa alkaloid yang terdapat pada biji mahoni dan perbandingan kloroform:metanol yang digunakan sebagai eluen pada KLT untuk memisahkan senyawa alkaloid dari campurannya. Data yang diperoleh dalam penelitian ini di elusidasi strukturnya dengan menggunakan FTIR, MS, dan NMR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eluen terbaik dari hasil kromatografi lapis tipis adalah kloroform:metanol dengan perbandingan 90:10 dan 95:5. Eluen kloroform:metanol 90:10 dihasilkan 3 fraksi dan eluen kloroform:metanol 95:5 dihasilkan 5 fraksi. Hasil uji fitokimia dengan pereaksi Dragendorf terhadap ekstrak kasar biji mahoni menunjukkan ekstrak ini positif mengandung alkaloid. Hasil elusidasi struktur dengan FTIR, NMR ¹H, dan ¹³C diduga bahwa senyawanya adalah 3,6,7-trimetoksi-4-metil-1,2,3,4-tetrahidroisokuinolin.

Katakunci: biji mahoni, kromatografi, elusidasi, alkaloid

1. Pendahuluan

Seiring dengan semakin maraknya istilah *back to nature* maka banyak masyarakat yang memanfaatkan tanaman obat tradisional untuk menanggulangi berbagai penyakit yang dideritanya. Selain itu didukung pula potensi tanaman obat yang cukup besar di Indonesia. Oleh karena itu akhir-akhir ini banyak dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi tanaman obat yang dapat digunakan untuk pengobatan suatu penyakit, salah satunya untuk mengobati penyakit kanker.

Tanaman merupakan gudang bahan kimia terkaya (Kardinan & Taryono 2003). Beribu-ribu senyawa kimia terkandung di dalam tanaman namun hingga kini fungsi dan perannya masih belum terungkap seluruhnya. Senyawa-senyawa kimia tersebut memiliki bioaktivitas yang bermacam-macam sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat dalam industri farmasi, pembuatan pestisida alami, dan sebagai hormon pada pertumbuhan tanaman (Sianturi 2001). Salah satu aktivitas dari senyawa kimia tersebut adalah sebagai antikanker yang dapat menghambat pertumbuhan sel kanker atau bahkan dapat membunuh sel kanker. Selama ini pohon mahoni dikenal sebagai tanaman yang menghasilkan kayu sebagai bahan pembuat *furniture* dan perabot rumah tangga serta banyak ditanam di pinggir jalan sebagai pohon pelindung. Biji mahoni

memiliki potensi sebagai bahan obat. Menurut Syamsuhidayat dan Hutapea (1991), biji mahoni (*S. mahagoni* Jacq) ternyata dapat digunakan untuk mengobati berbagai penyakit diantaranya penyakit darah tinggi, kencing manis, rematik, demam, masuk angin, eksim, dan dapat menambah nafsu makan. Biji mahoni juga berpotensi untuk mengobati penyakit kanker (Putri 2004).

Sianturi (2001), melaporkan telah berhasil melakukan isolasi dan fraksinasi senyawa bioaktif dari biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq), dan Haryanti (2002) telah berhasil mengisolasi senyawa antibakteri dari biji mahoni (*S. mahagoni* Jacq). Putri (2004) telah berhasil mengisolasi fraksi aktif dari biji mahoni yang bersifat toksik terhadap larva udang *Artemia salina* Leach dan dapat menghambat pertumbuhan *Sacharomyces cerevisiae* sebagai uji awal terhadap senyawa antikanker.

Untuk mengisolasi suatu senyawa alkaloid pada suatu tumbuhan diperlukan pelarut yang baik untuk mengekstrak senyawa alkaloid tersebut, yaitu pelarut organik seperti eter, alkohol, benzena dan yang lainnya. Fraksinasi merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan suatu komponen dari komponen lain atau dari campuran komponen. Fraksinasi suatu komponen dapat dilakukan dengan menggunakan kromatografi. Untuk mengidentifikasi senyawa alkaloid

digunakan Spektrofotometer UV-VIS, IR, NMR ^1H dan ^{13}C . Berdasarkan latar belakang di atas peneliti mencoba melakukan isolasi dan mengidentifikasi senyawa alkaloid yang terdapat pada biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq).

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah biji *Swietenia mahagoni* Jacq. yang diperoleh dari Hutan di daerah Buleleng. Kloroform, metanol, n-heksana, asam asetat 10%, ammonia 10%, petroleum benzena, lempeng kromatografi lapis tipis (KLT) silika gel G 60 F254 (20x20 cm), dan pereaksi Dragendorf.

Alat-alat yang digunakan adalah soxhlet, refluks, rotarievaporator, spektrofotometer UV-VIS, FTIR Shimadzu, NMR ^1H Delta 2 dengan frekuensi 500 Mhz, dan NMR ^{13}C Delta 2 dengan frekuensi 125,76 MHz.

2.2 Preparasi dan Ekstraksi Sampel

Sebanyak 200 gram biji mahoni dikeringkan dengan cara diangin-udarkan untuk mengurangi kandungan air. Setelah itu, biji mahoni tersebut dihaluskan dengan blender untuk memperbesar luas permukaan. Sebanyak 30 g serbuk biji mahoni kemudian diekstraksi dengan soxhlet menggunakan petroleum benzena 300 ml selama 8 jam. Ekstrak petroleum benzena diuapkan sampai semua pelarut hilang. Ampas hasil ekstraksi dibebaskan dari pelarutnya dengan cara diangin-udarkan. Sebanyak 25 g serbuk biji mahoni bebas lemak diekstraksi dengan metode refluks menggunakan metanol sebanyak 125 ml dan asam asetat 10% sebanyak 25 ml pada suhu 60°C selama 2 jam. Campuran yang terbentuk disaring kemudian ditambahkan larutan ammonia 10% sebanyak 2,5 ml lalu disaring kembali. Filtrat didinginkan lalu dipekatkan dengan rotarievaporator. Uji kualitatif alkaloid dilakukan terhadap ekstrak pekat dengan pereaksi Dragendorf. Uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna jingga.

2.3 Kromatografi Lapis Tipis dan Kolom

Pelat kromatografi lapis tipis yang siap digunakan dipotong dengan ukuran 10×1 cm. Setelah itu, ekstrak hasil rotarievaporator dispotkan pada pelat KLT silika gel G 60 F254 lalu dimasukkan ke dalam bejana yang sebelumnya dijenuhkan dengan beberapa eluen. Jenis eluen yang

digunakan adalah kloroform dan metanol dengan perbandingan 90:10, 95:5, 75:25, 50:50, 35:65, 25:75, 5:95. Komposisi eluen yang terbaik digunakan untuk memisahkan senyawa dalam biji mahoni pada kromatografi kolom.

Ekstrak hasil evaporasi dilarutkan menggunakan pelarut kloroform lalu dimasukkan ke dalam kolom yang berisi fase diam silika gel. Fraksinasi dilakukan dengan teknik gradien elusi menggunakan pereaksi n-heksana (100%), n-heksana: kloroform (50:50); kloroform:metanol (95:5), dan kloroform:metanol (80:20). Fraksi yang dihasilkan ditampung dalam tabung reaksi lalu diuji dengan KLT. Eluen yang memiliki Rf yang sama digabungkan sebagai satu fraksi lalu dipekatkan dengan rotarievaporator untuk keperluan elusidasi.

2.4 Analisis dengan Spektrofotometer UV-VIS, IR, NMR ^1H dan ^{13}C

Fraksi yang terbaik dari hasil kromatografi kolom dipekatkan dengan rotarievaporator. Ekstrak yang dihasilkan kemudian dimurnikan dengan rekristalisasi menggunakan pelarut diklorometana dan heksana dengan perbandingan 2:1 sambil dipanaskan pada penangas air. Kristal yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-VIS, IR, NMR ^1H dan ^{13}C .

3. Hasil

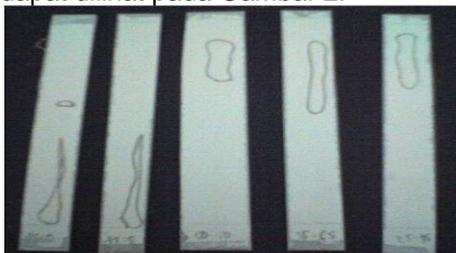
Larutan ekstrak kasar alkaloid yang telah dipekatkan dengan rotarievaporator di uji kualitatif menggunakan pereaksi dragendrof yang mengandung bismutsubnitrat dalam larutan HCL. Hasil uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna jingga pada larutan uji. Seperti terlidat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji ekstrak alkaloid dengan pereaksi dragendrof

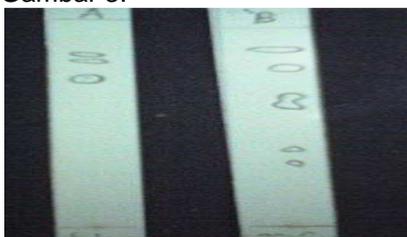
Analisis KLT dilakukan untuk mengetahui jumlah fraksi komponen senyawa kimia yang terdapat dalam ekstrak serta untuk optimasi eluen yang sesuai untuk kromatografi kolom. Tahap awal yang dilakukan dalam analisis KLT adalah optimasi pelarut. Untuk komposisi kloroform : metanol, 75:25, 50:50, 35:65, 25:75, dan

5:95 tidak memberikan spot yang baik, dapat dilihat pada Gambar 2.



- a. Kloroform:Metanol = 90:10
 b. Kloroform:Metanol = 35:65
 c. Kloroform:Metanol = 75:25
 d. Kloroform:Metanol = 25:75
 e. Kloroform:Metanol = 50:50

Hasil pemisahan terbaik ditunjukkan oleh pelarut kloroform:metanol dengan komposisi 95:5 dan 90:10, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji optimasi pelarut pada KLT dengan spot yang baik

- a. Kloroform:Metanol = 90:10
 b. Kloroform:Metanol = 95:5

Nilai Retardation Factor (Rf) dari masing-masing fraksi yang dihasilkan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai Retardation Factor (Rf) Fraksi Hasil KLT

Jenis Pelarut	Komposisi Fraksi	Rf
Kloroform:metanol = 90:10	I	0,82
	II	0,78
	III	0,69
Kloroform:metanol = 95:5	I	0,875
	II	0,775
	III	0,6
	IV	0,36
	V	0,30

Nilai Rf dapat digunakan sebagai acuan identifikasi senyawa dan menunjukkan adanya perbedaan sifat molekul senyawa tersebut. Karena eluen yang digunakan cenderung semipolar, maka dapat disimpulkan bahwa urutan kepolaran senyawa dari yang lebih polar adalah fraksi

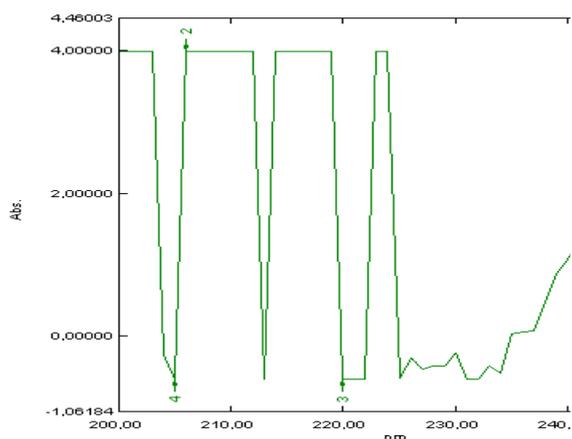
III > II > I pada eluen kloroform:metanol 90:10. Sedangkan untuk eluen kloroform:metanol 95:5 urutan kepolarannya adalah fraksi V > IV > III > II > I.

Fraksinasi secara kromatografi kolom dilakukan terhadap ekstrak untuk mendapatkan fraksi tunggal yang akan digunakan untuk keperluan elusidasi struktur. Fraksinasi dilakukan dengan teknik gradien elusi menggunakan pereaksi n-heksan (100%), n-Heksan:kloroform (50:50), kloroform:metanol (95:5), kloroform:metanol (80:20). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel akan turun ketika elusi dengan menggunakan eluen kloroform:metanol (95:5). Hal ini sesuai dengan perlakuan sebelumnya, yaitu eluen terbaik untuk mengekstrak sampel adalah kloroform:metanol 95:5. Warna yang terbentuk dari hasil elusi menggunakan kloroform:metanol 95:5 ialah kuning dan diduga bahwa fraksi ini merupakan alkaloid. Hasil visualisasi KLT dengan sinar UV pada panjang gelombang 240 nm menunjukkan bahwa fraksi yang dihasilkan dengan eluen kloroform:metanol 95:5 dihasilkan satu spot (Gambar 4). Nilai Rf dari fraksi ini sebesar 0,32. Eluat dari salah satu fraksi ini selanjutnya dipekatkan kembali dengan rotarievaporator untuk keperluan elusidasi struktur molekul menggunakan instrumen UV-Vis, FT-IR, dan NMR.

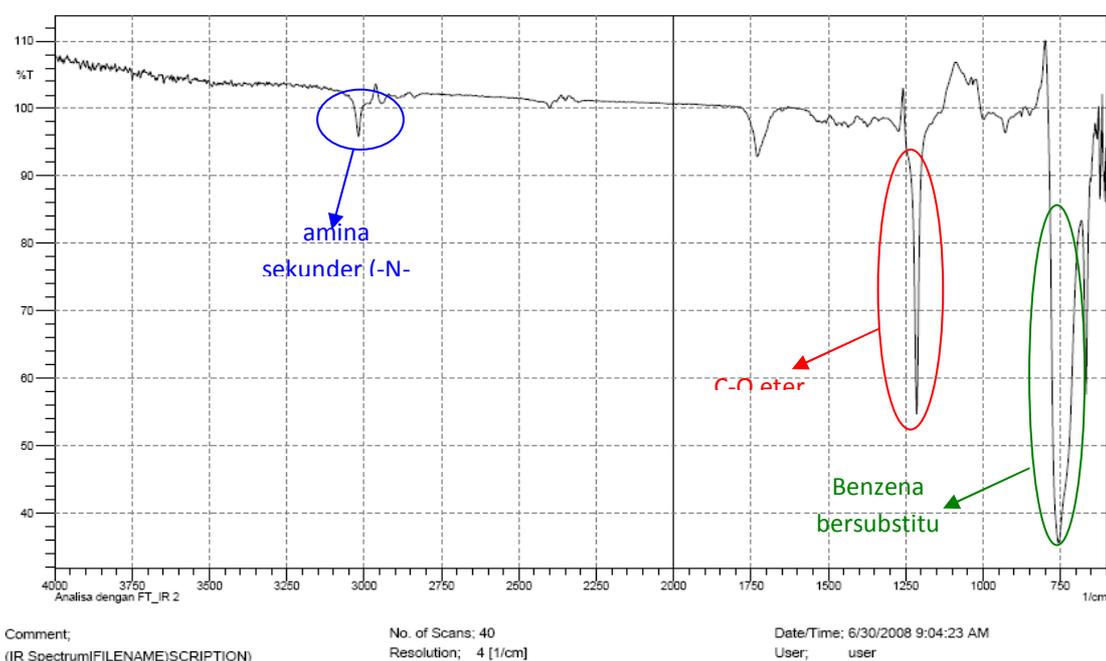


Gambar 4 Hasil uji KLT dari fraksi hasil kromatografi kolom.

Spektrum UV dari ekstrak biji mahoni yang dianalisis memiliki panjang gelombang maksimum sebesar 241 nm dengan nilai serapan dengan nilai serapan maksimum 1,2907. Hal ini disajikan pada Gambar 10. Dari Gambar 5 di bawah ini dapat terlihat bahwa ada peak yang melebihi batas serapan di atas 4, yaitu pada panjang gelombang 200-203, 206-212, dan 214-219. Hal ini menunjukkan sampel yang dianalisis belum murni 100 %.



Gambar 5 Spektrum UV dari ekstrak biji mahoni.

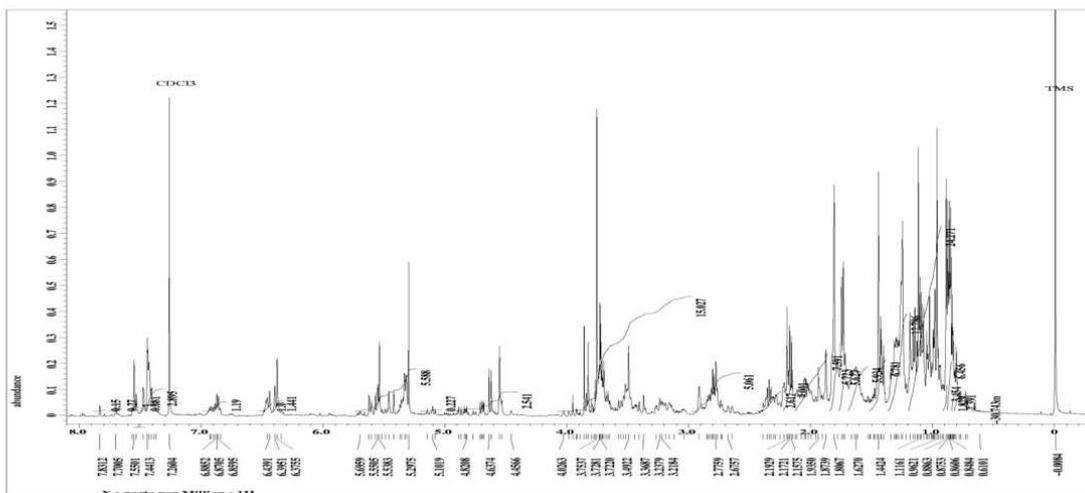


Gambar 6. Spektrum FTIR ekstrak biji

Spektrum FTIR dari ekstrak biji mahoni (Gambar 6) memperlihatkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 3020 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus amina sekunder (-NH). Gugus ini menegaskan bahwa senyawa tersebut merupakan golongan alkaloid. Serapan pada bilangan gelombang 1150 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O eter, dan serapan pada 750 cm^{-1} menunjukkan adanya substituen benzena berposisi orto (Pavia DL *et al.* 2001).

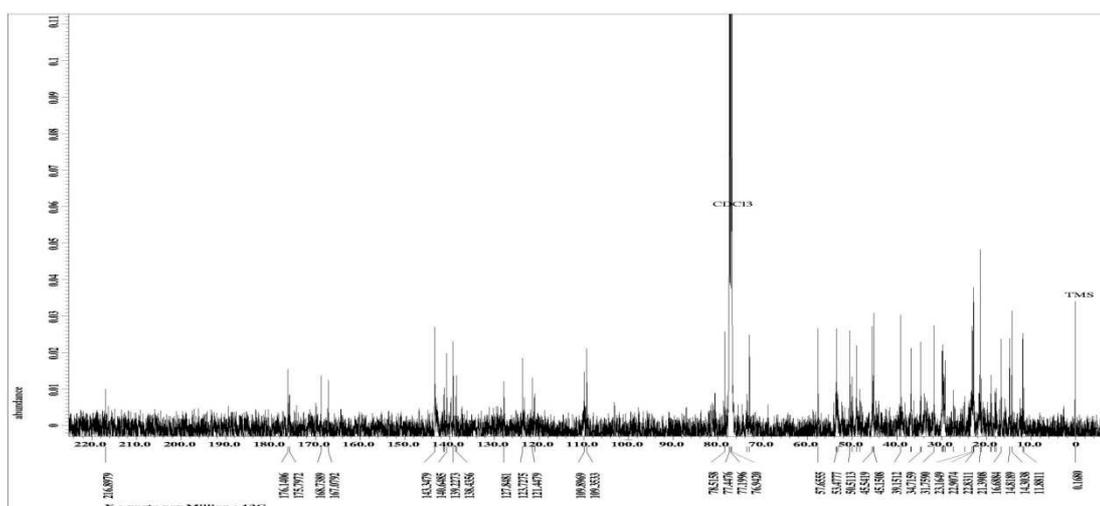
Spektrum NMR ^1H dari ekstrak biji mahoni disajikan pada Gambar 7. Dari Gambar 7 tersebut dapat terlihat bahwasanya senyawa yang diidentifikasi

masih mengandung pengotor. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya peak yang memiliki tinggi kurva integrasi kurang dari 1. Dari Gambar 7 ini juga menunjukkan adanya beberapa gugus yang muncul, yaitu pada pergeseran kimia (δ) sebesar 7,4413 ppm menunjukkan adanya benzena. Pergeseran kimia pada 5,5505 menunjukkan adanya ikatan rangkap (CH=CH), pada 3,7281 ppm menunjukkan adanya gugus metoksi (CH₃O-), pada 2,7759 ppm menunjukkan adanya gugus R-N-H, pada 1,424 ppm menunjukkan adanya R-CH₃, dan pada 0,8753 ppm menunjukkan adanya R-CH₂-R (Pavia DL *et al.* 2001).

Gambar. 7 Spektrum NMR ^1H dari ekstrak biji mahoni.

Spektrum NMR ^{13}C dari ekstrak biji mahoni disajikan pada Gambar 13. Pada pergeseran kimia 11,811 sampai 45,5419 menunjukkan adanya $-\text{CH}_3$ atau $-\text{CH}_2$. Spektrum ini tidak dapat membedakan antara CH_3 dan CH_2 karena bukan

merupakan NMR ^{13}C DEPT. Pergeseran kimia pada 53,4777 dan 57,655 menunjukkan adanya C-O dan pada 139,2273 ppm serta 143,3479 ppm menunjukkan adanya karbon benzena

Gambar 8. Spektrum NMR ^{13}C dari ekstrak biji mahoni

4. Pembahasan

Biji mahoni yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan blender untuk memperbesar luas permukaan sampel sehingga akan dihasilkan ekstrak dalam jumlah yang optimum. Menurut Markham (1975), untuk mengekstraksi komponen aktif dari suatu jaringan tumbuhan, umumnya terlebih dahulu dilakukan penghalusan jaringan tumbuhan tersebut sebelum dilakukan ekstraksi. Hal ini dimaksudkan untuk memperluas permukaan yang akan

diekstraksi. Biji mahoni halus yang diperoleh berbentuk serbuk berwarna putih kecokelatan dan apabila dipegang tangan terasa berlemak dan bila tercicipi terasa pahit. Hal ini mengindikasikan bahwa biji tersebut mengandung senyawa bioaktif alkaloid. Uji sederhana untuk senyawa alkaloid dalam daun atau buah segar adalah rasa pahitnya di lidah (Harborne 1984). Ekstraksi pendahuluan dilakukan untuk menghilangkan lemak yang terdapat pada biji mahoni. Hal ini dikarenakan lemak akan

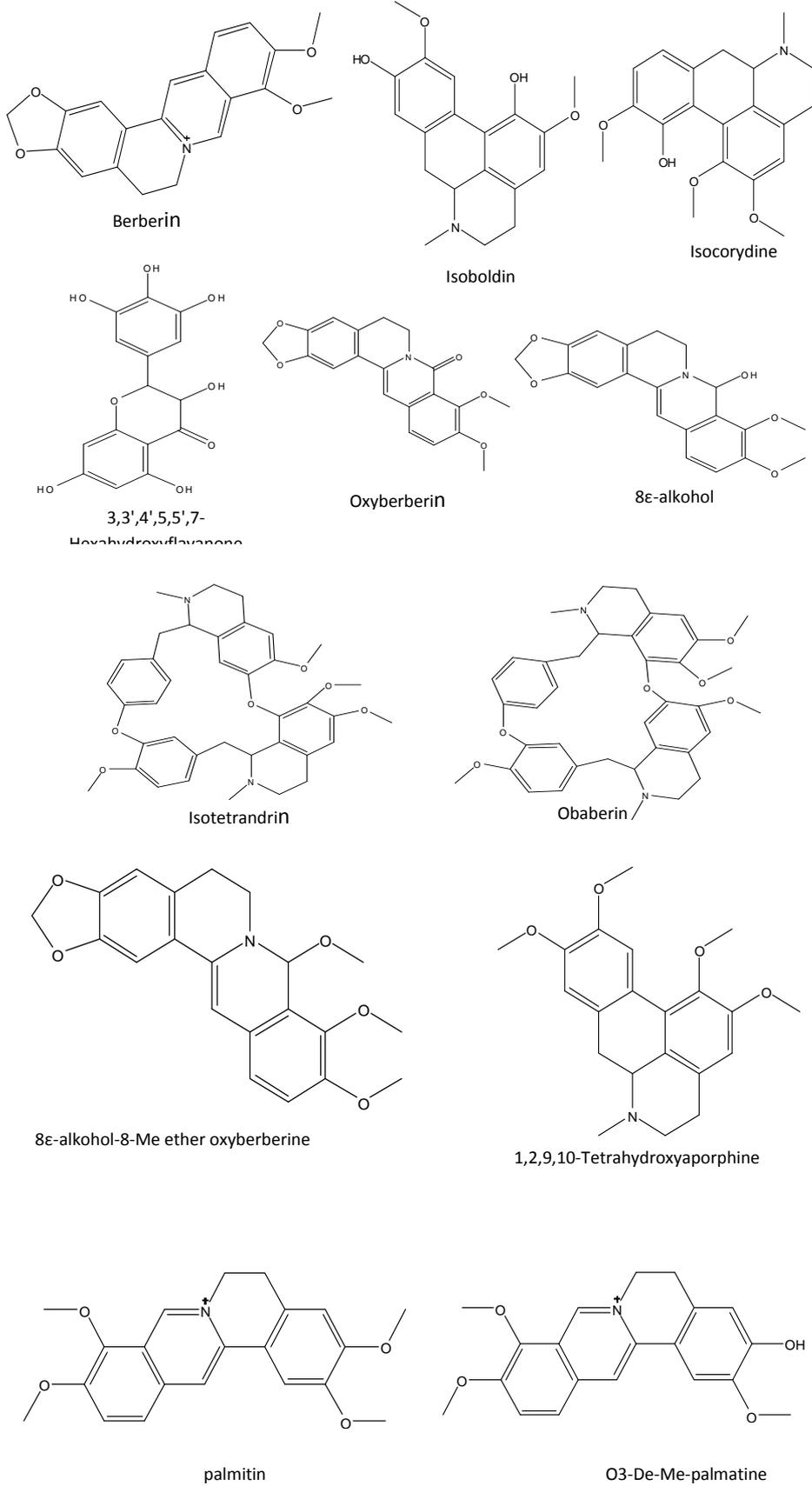
mengganggu proses ekstraksi lanjutan akibat terbentuknya emulsi. Petroleum benzena dipilih sebagai pengeksrak didasarkan pada derajat polaritas, dimana derajat polaritas bergantung pada tetapan dielektrik. Semakin besar tetapan dielektrik suatu pelarut maka kepolaran akan semakin besar. Nilai tetapan dielektrik petroleum benzene cukup rendah, yaitu 2,28 sehingga lemak akan terekstrak pada petroleum benzena. Pemilihan metode refluks didasarkan pada sifat sampel biji mahoni yang mempunyai tekstur keras serta komponen kimia yang akan dipisahkan tahan terhadap pemanasan. Pemilihan pelarut untuk ekstraksi menentukan komponen metabolit ekstraseluler atau endoseluler yang terekstrak. Metanol digunakan sebagai larutan pengeksrak karena metanol merupakan pelarut serbaguna yang baik untuk ekstraksi pendahuluan. Penggunaan metanol sebagai larutan pengeksrak juga dikarenakan metanol memiliki dua gugus yang berbeda kepolarannya, yaitu gugus hidroksil yang bersifat polar dan gugus alkil yang bersifat non polar. Adanya kedua gugus ini diharapkan senyawa-senyawa dengan tingkat kepolaran yang berbeda akan terekstrak ke dalam metanol. Asam asetat yang ditambahkan berfungsi untuk mengeksrak alkaloid karena alkaloid bersifat basa yang disebabkan oleh adanya gugus $-NH$. Penambahan asam ini menyebabkan terbentuknya garam alkaloid. Menurut Harborn (1984), alkaloid bersifat basa lemah sehingga dapat diekstraksi dari tumbuhan dengan pelarut alkohol yang bersifat asam lemah kemudian diendapkan dengan ammonia pekat.

Dari hasil KLT dapat diketahui nilai R_f (Tabel 1) dari masing-masing fraksi berbeda. Fraksi-fraksi tersebut mempunyai nilai R_f yang berbeda-beda. Nilai R_f dapat digunakan sebagai acuan identifikasi

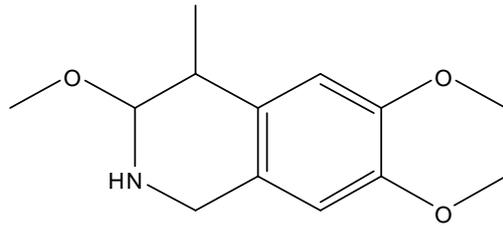
senyawa dan menunjukkan adanya perbedaan sifat molekul senyawa tersebut. Karena eluen yang digunakan cenderung semipolar, maka dapat disimpulkan bahwa urutan kepolaran senyawa dari yang lebih polar adalah fraksi III > II > I pada eluen kloroform:metanol 90:10. Sedangkan untuk eluen kloroform: metanol 95:5 urutan kepolarannya adalah fraksi V>IV > III > II > I. Eluat dari salah satu fraksi ini hasil KLT selanjutnya dipekatkan kembali dengan rotarievaporator untuk keperluan elusidasi struktur molekul menggunakan instrumen UV-Vis, FT-IR, dan NMR. Menentukan struktur dari ekstrak hasil isolasi biji mahoni dari beberapa spektrum di atas tidaklah mudah. Hal ini dikarenakan ada beberapa spektrum yang memiliki pengotor yang banyak. Oleh karena itu, perlu adanya rujukan dari *Dictionary of Natural Product* (DNP) serta penelitian sebelumnya.

Hasil pencarian pada *Dictionary of Natural Product* (2005) ada beberapa senyawa yang telah ditemukan pada tanaman mahoni, yaitu berberin, 3,3',4',5,5',7-hexahidroksiflavanon, isoboldin, isokoridin, isotetrandrin, Obaberine, Oxyberberine, 8 ϵ -alkohol oxyberberine, 8 ϵ -alkohol-8-Me ether oxyberberine, Palmatine, O3-De-Me-palmatine, 1,2,9,10-Tetrahydroxyaporphine. Struktur dari senyawa ini disajikan pada Gambar 9.

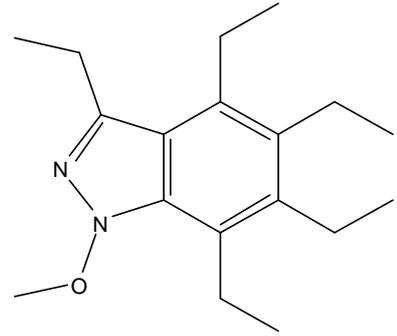
Hasil penelitian Mursiti (2004) menunjukkan bahwa biji mahoni bebas minyak yang diekstraksi dengan asam asetat ditemukan adanya senyawa alkaloid 3,6,7-trimetoksi-4-metil-1,2,3,4-tetrahidro-isoquinolin, dengan asam sitrat ditemukan senyawa 3,4,5,6,7-pentaetil-1-metoksi-1H-indazol, serta dengan asam klorida ditemukan senyawa 5-etil-6-metoksimetil-2-metil-1,2-dihidropiridin (Gambar 10)



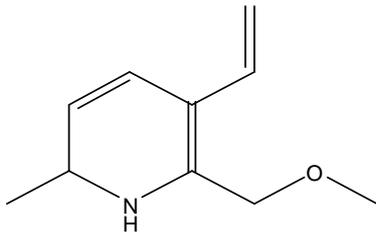
Gambar 9 Struktur senyawa yang telah ditemukan pada mahoni (DNP 2005).



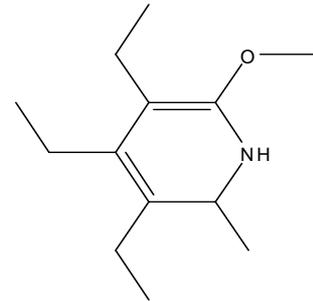
3,6,7-trimethoxy-4-methyl-1,2,3,4-tetrahydro-isoquinoline



3,4,5,6,7-pentaethyl-1-methoxy-1H-indazole



5-ethyl-6-methoxymethyl-2-methyl-1,2-dihydro-pyridin

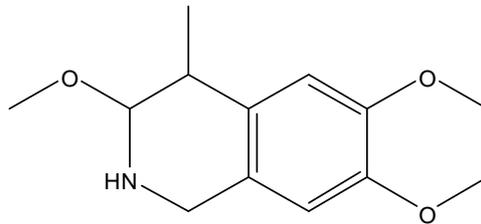


3,4,5,-triethyl-6-methoxy-2-methyl-1,2-dihydropyridine

Gambar 10 Struktur senyawa yang ditemukan pada biji mahoni (Mursiti 2004).

Struktur yang diduga sangat kuat pada ekstrak biji mahoni dengan asam asetat dari hasil praktikum ini adalah 3,6,7-trimetoksi-4-metil-1,2,3,4-tetrahidroisokuinolin (Gambar 11)

Hal ini dikarenakan struktur di atas memiliki benzena, gugus metoksi (-OCH₃), amina sekunder (-N-H), dan rantai CH₃-CH.



3,6,7-trimethoxy-4-methyl-1,2,3,4-tetrahydro-isoquinoline

Gambar 11. Struktur dugaan dari ekstrak biji mahoni dengan asam asetat

6. Pustaka

- Charaborty DP. 1980. *Molecular Taxonomy: A New Approach to Secondary Plant Constituents*. In 4th Asian Symposium on Medical Plants and Species. Bangkok: Departement of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University.
- [DNP] Dictionary of Natural Products. 2005. HDS Software copyright© Hampden Data Service Ltd.
- Govindachari TR, Kumari GNK. 1998. Tetrano-triterpenoid from *Khaya senegalensis* *Phytochemistry* 47: 1423-1425.
- Harbone K. 1984. *Metode Fitokimia: Penentuan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Ed. Ke-2. Padmawinata K dan Soediro F, penerjemah; Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Haryanti F. 2002. Isolasi senyawa antibakteri dari biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq.) [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Heyne K. 1950. *Denuttige Planted van Indonesian*. Ed. Ke-3. Gravenhage: NV Uitgeverij van Noeves.
- Kardinan A, Taryono. 2003. *Tanaman Obat Penggempur Kanker*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- MacKinnon ST, Durst, Arnason JT. 1997. Antimalarial activity of tropical Meliaceae extracts and Guidinin derivatives. *Journal of Natural Product* 60: 336-341.
- Martawijaya et al. 1981. *Atlas Kayu Indonesia* Jilid I. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Markam KR 1975. *Isolation Techniques for Flavanoid*. New York: The Flavanoids Academic Press.
- Mulholland DAS, Lourine, Taylor DAH. 1998. Sesquiterpenoids from *Dysoxylum schiffneri*. *Phytochemistry* 47: 1421-1422.
- Mursiti. S. 2004. Identifikasi Senyawa Alkaloid Dalam Biji Mahoni Bebas Minyak (*Swietenia macrophylla* Kingl) Dan Efek Biji Mahoni Terhadap Penurunan Kadar Glokusa Darah Tikus Putih (*Rattus Novergicus*) [Tesis] Yogyakarta: Universitas Gajahmada.
- Nur MA, Adijuwana H. 1989. *Teknik Spektroskopi dalam Analisis Biologis*. Bogor: Bogor: PAU press.
- Pavia DL, Lampman GM, Kriz GS. 2001. *Introduction to Spectroscopy: A Guide for Students of Organic Chemistry*. USA: Thomson Learning.
- Putri NE. 2004. Inhibisi fraksi aktif biji mahoni pada pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai uji antikanker [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Robinson T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Ed. Ke-6. Padmawinata K, penerjemah; Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rusdi. 1988. *Tetumbuhan sebagai Sumber Tanaman Obat*. Padang: Pusat Penelitian Universitas Andalas.
- Schmidt L, Joker D. 2001. *Swietenia mahagoni Jacq. Seed Leaflet*. Denmark: Danida Forest Sedd Center.
- Sianturi AHM. 2001. Isolasi dan fraksinasi senyawa bioaktif dari biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq.) [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Suheti TSDW, Kurniawan, Nuryanti. 2007. Penjaringan senyawa antikanker pada kulit batang kayu mahoni (*Swietenia mahagoni* jacq.) dan uji aktivitasnya terhadap larva udang *Aryemia salina* leach. *Jurnal Ilmiah kesehatan Keperawatan* Vol.3. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman.
- Syamsuhidayat SS, Hutepea JR. 1991. *Inventaris Tanaman Obat di Indoensia*. Jilid I. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Kesehatan Republik Indonesia