

ISOLASI SENYAWA ALKALOID DARI TUMBUHAN MAHONI (*Switenia mahagoni* Jacq)

ISOLATION OF ALKALOIDS COMPOUNDS FROM *Switenia mahagoni* Jacq.

Muhammad Taupik¹, Endah Nurrohwiata Djuwarno¹, Moh Adam Mustapa¹

¹Jurusan Farmasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo
Jl. Jenderal Sudirman No. 06 Kota Gorontalo 96128, Indonesia

Article Info:

Received: 2021-07-05

Revised: 2021-07-19

Accepted: 2021-09-09

✉ E-mail Author: muhtaupik@ung.ac.id

ABSTRACT

This study aims to isolate and identify the alkaloid compounds contained in the methanol extract of the seeds of Mahogany (Switenia mahagoni Jacq) using the UV-Vis spectrophotometric method. Isolation was carried out using a reflux extraction technique which produced a thick extract of 27 grams and dark green in color. The methanol viscous extract was subsequently subjected to a phytochemical test, which showed positive results containing alkaloids, flavonoids, and saponins. The thick methanol extract was then fractionated using the liquid-liquid partition method with n-hexane and methanol as solvents, where the partitioned methanol extract was concentrated using a rotary evaporator. The partitioned methanol thick extract was continued with TLC test which aims to obtain the best eluent composition, which was n-hexane:methanol (4:1). The separation was carried out by the KCV method using silica gel as the stationary phase and a mixture of n-hexane: methanol as the mobile phase, the elution process was carried out in a gradient manner. The obtained isolates were tested for purity using TLC. The isolates were identified using UV-Vis. The results of the analysis of UV-Vis spectroscopy gave absorption in the maximum wavelength region of 208, 240, and 286 nm with absorbances of 0.318; 0.852; and 0.443. From the results of this analysis, it could be concluded that the alkaloid compounds contained in mahogany seeds have conjugated double bonds as they absorb light in 250-800 nm region. This compound has an n- π^ transition indicating the presence of an N-H group and absorbs in the ultraviolet region of quartz (200-400 nm).*

Keywords: Alkaloids, Spectrophotometry UV-Vis, *Switenia mahagoni* Jacq,

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa Alkaloid yang terkandung didalam biji buah mahoni (*Switenia mahagoni* Jacq). Senyawa target hasil isolasi diidentifikasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Proses pengambilan senyawa menggunakan metode refluks hingga diperoleh ekstrak kental berwarna hijau gelap sebanyak 27 gram. Identifikasi awal dilakukan dengan skrining fitokimia pada ekstrak kental methanol, meliputi skrining senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin. Proses fraksinasi dilakukan dengan sistem partisis cair-cair menggunakan n-heksanaa dan metanol dan selanjutnya hasil partisi dipisahkan dengan *rotary evaporator*. Fraksi metanol dielus pada plat KLT (Kromatografi Lapis Tipis) guna mendapatkan formulasi eluen terbaik untuk dilanjutkan pada Kromatografi Cair Vakum (KCV) dan diperoleh formula eluen terbaik n-heksanaa:metanol (4:1). Proses pemisahan menggunakan KCV dengan *silica gel* 60 PF₂₅₄, dengan system eluen n-heksana:metanol bergradien. Isolat dievaluasi kemurniannya menggunakan KLT. Isolat diidentifikasi menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dan serapan diperoleh pada panjang gelombang gelombang 208, 240, 286 nm. Nilai absorbansi berturut-turut 0,318; 0,852; dan 0,443 A. Hasil interpretasi data mengkonfirmasi bahwa terdapat ikatan rangkap terkonjugasi dikarenakan serapan terbentuk pada panjang gelombang 250-800 nm. Diduga terjadi transisi n \rightarrow π^* yang mengindikasikan gugus N-H dengan abrosbansi pada rentang ultraviolet kuarsa (200-400 nm).

Kata Kunci: Alkaloid, Spektrofotometri UV-Vis, *Switenia mahagoni* Jacq,

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai daerah yang memiliki lahan yang subur dan kekayaan alam berupa keanekaragaman hayati yang sangat melimpah,¹ dari keanekaragaman hayati yang ada di negara ini, ada begitu banyak yang memiliki manfaat sebagai bahan obat.² Masyarakat Indonesia di berbagai daerah sudah sejak lama memanfaatkan tumbuh-tumbuhan sebagai obat yang dapat mengurangi atau mengobati berbagai macam penyakit, pengetahuan masyarakat mengenai tanaman yang berkhasiat sebagai obat ini sebagian besar diperoleh berdasarkan pengalaman dan keterampilan yang terus menerus diwariskan hingga saat ini. Senyawa bahan alam merupakan salah satu sumber penghasil berbagai obat yang dapat dimanfaatkan secara klinis. Dalam menghadapi berbagai tantangan penemuan obat didalam tanaman, isolasi produk alam masih merupakan salah satu komponen esensial dalam pencarian obat baru. Faktor utama untuk mempertahankan komposisi dengan produk obat modern meliputi kemajuan dalam isolasi, elusidasi struktur, serta penyediaan senyawa dan seleksi target dengan bijaksana untuk skrining produk alam.^{3,4}

Salah satu tanaman yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat tradisional adalah biji buah Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq). Tanaman Mahoni dikenal sebagai tanaman yang menghasilkan kayu yang banyak digunakan pada proses pembuatan perabotan rumah tangga, selain itu tanaman ini juga banyak ditanam dipinggiran jalan yang digunakan sebagai pohon pelindung, bagian lain dari tanaman Mahoni yang juga memiliki manfaat yang sangat besar adalah biji buah Mahoni, dimana biji buah Mahoni sering digunakan sebagai bahan obat tradisional.⁵ Tanaman Mahoni dikenal sebagai tanaman yang menghasilkan kayu yang banyak digunakan pada proses pembuatan perabotan rumah tangga. Selain itu tanaman ini juga banyak ditanam dipinggiran jalan yang digunakan sebagai pohon pelindung.^{6,7} Bagian lain dari tanaman Mahoni yang juga memiliki manfaat yang sangat besar adalah biji buah Mahoni, dimana biji buah Mahoni sering digunakan sebagai bahan obat tradisional.^{8,9} Penelusuran literatur melaporkan bahwa biji Mahoni memiliki berbagai macam khasiat, seperti demam, rematik, darah tinggi, masuk angin, kencing manis, eksim, dan menambah nafsu makan. Biji mahoni juga memiliki potensi untuk mengobati penyakit kanker.¹⁰⁻¹³

Alkaloid merupakan satu senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktifitas farmakologi yang sangat baik, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat yang dapat digunakan secara klinis. Alkaloid adalah senyawa yang bersifat basa, mengandung satu atau lebih atom nitrogen, umumnya berbentuk siklik, serta bereaksi dengan pereaksi alkaloid. Umumnya alkaloid berbentuk kristal padat dan sebagian kecil bersifat cair dan berasa pahit.¹⁴

Golongan senyawa metabolit sekunder yang diperoleh dari proses pengujian menggunakan metode skrining fitokimia dapat diidentifikasi menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk identifikasi suatu senyawa memiliki gugus kromofor dan aoksokrom.¹⁵ Berdasarkan latar belakang di atas serta mengingat bagaimana peranan dan manfaat yang bisa kita dapatkan dari biji buah mahoni (*Swietenia Mahagoni* Jacq). Berdasarkan kajian di atas, disini lain mengenai potensi dari biji buah mahoni, hal ini yang melandasi penelitian mengenai identifikasi senyawa alkaloid pada biji buah mahoni, sehingga menghasilkan suatu kajian tentang Isolasi dan identifikasi senyawa alkaloid pada ekstrak biji buah mahoni menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis.

2. METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini gelas kimia, gelas ukur, batang pengaduk, botol vial, corong pisah, kertas saring, soxhlet, *Rotary Evaporator*, sendok tanduk, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV1800), timbangan analitik, dan timbangan digital. Sedangkan bahan yang diperlukan adalah biji buah mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq), alkohol 70%, metanol, kloroform, n-heksana, asam asetat 10%, amonia 10%, lempeng KLT, pereaksi Dragendorff dan silika gel silica gel 60 PF₂₅₄. (Semua bahan kimia yang digunakan kualifikasi P.A Merck kecuali dinyatakan lain).

Pembuatan Ekstrak

Proses penyarian sampel dilakukan dengan metode refluks menggunakan medium panas. Proses pembuatan ekstrak diawali dengan memasang alat refluks yang akan digunakan, kemudian dimasukkan 800 mL pelarut metanol kedalam labu alas bulat, setelah itu dimasukkan batu didih kedalam labu yang telah berisi pelarut. Sebanyak 250 gram serbuk simplisia sampel dimasukkan kedalam labu yang telah berisi pelarut, selanjutnya dilakukan proses ekstraksi dengan menggunakan metode refluks pada suhu 60°C selama 3 jam. Setelah diperoleh ekstrak cair dari proses refluks kemudian dilakukan proses pengentalan ekstrak dengan alat *Rotary Evaporator* dengan suhu 50°C.¹⁶

Skrining Fitokimia

Uji Alkaloid

Uji Alkaloid dilakukan dengan metode Dragendorff. Sampel sebanyak 3 mL diletakkan dalam cawan porselin kemudian ditambahkan 5 mL HCl 2 M, diaduk dan kemudian didinginkan pada temperatur ruangan. Setelah sampel dingin ditambahkan 0,5 g NaCl lalu diaduk dan disaring. Kemudian dilakukan dengan menambahkan amonia 10% pada hingga PH 8-9. Selanjutnya ditambahkan kloroform, dan diuapkan diatas waterbath. Kemudian ditambahkan HCl 2M, diaduk dan disaring. Filtratnya diuji dengan pereaksi Dragendorff. Terbentuknya endapan menunjukkan adanya alkaloid.^{17,18}

Uji Flavonoid

Ekstrak kering biji buah mahoni ditimbang sebanyak 1 g, diukur etanol sebanyak 5 mL, selanjutnya sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi diikuti dengan penambahan etanol, sampel diendapkan dan dipipet filtratnya kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi dua, setelah itu ditambahkan 2 tetes HCl serta sedikit serbuk magnesium kemudian dikocok-kocok. Hasil positif mengandung flavonoid ditandai dengan terbentuknya warna merah, jingga, dan ungu.^{17,18}

Uji Saponin

Ekstrak kering biji buah mahoni ditimbang sebanyak 1 g, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5 mL aquadest, setelah itu dididihkan selama 2 menit pada penangas air dan dikocok dengan cepat. Sampel positif mengandung saponin ditandai dengan terbentuknya busa dengan ketinggian 1-10 cm dan busa tetap konsisten selama 10 menit.^{17,18}

Partisi Cair-Cair

Sebanyak 4 gram ekstrak kental biji buah mahoni (*Switenia mahagoni* Jacq) ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Pada penelitian ini perbandingan pelarut yang digunakan pada proses partisi cair-cair yaitu n-heksana:metanol (4:2) dalam 200 ml.^{17,18}

Kromatografi Lapis Tipis dan KCV

Dibuat perbandingan pelarut n-heksana:metanol (4:1), n-heksana:etil asetat (3:1), n-heksana:metanol (1:4), n-heksana:etil asetat (1:3) dan n-heksana:metanol (3:2). Sistem eluen yang terpilih dalam penelitian ini adalah n-heksana:metanol (4:1). Kombinasi ini dipilih karena menghasilkan proses pemisahan terbaik, dengan titik antar noda yang terpisah cukup jauh.

Proses elusi diawali dari pelarut yang bersifat non polar (n-heksana 100%), n-heksana:metanol (80:20), n-heksana:metanol (60:40), n-heksana:metanol (40:60), n-heksana:metanol (20:80) dan diakhiri oleh pelarut yang bersifat polar (metanol 100%). Setiap fraksi yang diperoleh dari proses ini kemudian dikumpulkan pada vial yang berbeda dan diuapkan pelarutnya dengan menggunakan *rotary evaporator*.

Fraksi-fraksi yang diperoleh dari tahapan kromatografi cair vakum akan dilakukan proses kromatografi lapis tipis kembali dengan tujuan untuk menggabungkan fraksi-fraksi yang memiliki nilai R_f yang sama. Metode yang digunakan untuk perhitungan R_f memakai rumus sebagai berikut:

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh zat terlarut}}{\text{Jarak yang ditempuh fase gerak}}$$

Pada setiap fraksi akan terbentuk pola noda yang dapat diamati pada lampu UV 254 dan 365 nm, apabila isolat menunjukkan pola noda tunggal, hal ini berarti bahwa isolat telah murni.

Analisis dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

1. Pembuatan Larutan Blanko Mengambil 10 ml metanol masukkan dalam tabung reaksi dan memasukkan 3 ml metanol kedalam kuvet kemudian masukkan kuvet kedalam Spektrofotometri UV- Vis. Pembuatan larutan blanko bertujuan untuk kalibrasi pada alat.¹⁹
2. Diambil isolate yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam labu ukuran 50 mL dengan ditambahkan pelarut metanol sampai garis tanda batas. Selanjutnya dipipet larutan sejumlah volume tertentu pada kuvet kemudian periksa absorbansi pada panjang gelombang 200-400.¹⁹

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Skrining Fitokimia

Ekstrak kental biji buah mahoni (*Switenia mahagoni* Jacq) yang dihasilkan dari tahapan ekstraksi selanjutnya dilakukan proses skrining fitokimia. Berikut ditampilkan pada tabel 1 hasil skrining fitokimia biji buah mahoni. Tujuan dilakukannya skrining fitokimia agar memberikan gambaran awal tentang kandungan metabolit sekunder dalam tumbuhan yang akan diteliti.²⁰ Dalam proses penelitian eksplorasi senyawa bioaktif, skrining menjadi salah satu langkah awal, serta penunjuk arah penelusuran senyawa bioaktif.²¹ Penggunaan reagen pendonor warna digunakan sebagai indikator dalam proses identifikasi skrining fitokimia.²²

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia

Senyawa aktif	Pereaksi	Perubahan		Hasil Uji
		Yang diperoleh	Menurut literatur	
Alkaloid	HCl + Asam	Terjadi	Terjadi	Positif (+)
	Oksalat + NaOH	Pengendapan	pengendapan	
Flavonoid	HCl + Bubuk Magnesium	Kuning	Kuning	Positif (+)
Saponin	Air Panas + HCl 2N	Terbentuknya Busa	Terbentuknya Busa	Positif (+)
Terpenoid	Lieberman-Burchard	Kuning	Jingga atau Ungu	Negatif (-)
Steroid	Lieberman-Burchard	Kuning	Biru	Negatif (-)
Tanin	FeCl ₃	Kuning	Hijau kehitaman	Negatif (-)

Pemisahan dan Pemurnian

Setelah dilakukan skrining fitokimia, ekstrak kental yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses derivatisasi menggunakan metode partisi cair-cair dalam corong pisah. Prinsip dari metode ini proses pemisahan senyawa kimia berdasarkan afinitas kepolarnya pada pelarut yang sesuai.²³ Hal ini dilakukan karena pada ekstrak metanol biji buah mahoni yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan menggunakan metode refluks masih terdiri atas keseluruhan senyawa baik polar, semi polar maupun non polar. Prinsip dari partisi cair-cair adalah konsep derivatisasi senyawa kimia dalam medium larutan organik, yang terdispersi ke masing-masing pelarut berdasarkan tingkatan polaritasnya yang tidak saling tercampur.²⁴ Prinsip ini sering kali diperkenalkan dengan *like dissolve like*, yang memiliki makna senyawa akan larut pada pelarut yang memiliki tingkatan polaritas yang sama dengan pelarut yang digunakan.^{25,26}

Pada proses partisi cair-cair ini akan terbentuk pemisahan menjadi dua lapisan yaitu lapisan atas yang merupakan lapisan (n-heksana) dan lapisan bawah yang merupakan lapisan (metanol). Lapisan bawah (metanol) yang diperoleh dari hasil partisi ini selanjutnya dipekatkan dengan rotary evaporator yang menghasilkan ekstrak kental biji buah mahoni (*Switenia mahagoni* Jacq) sebanyak 2 gram. Ekstrak kental metanol biji buah mahoni hasil dari proses partisi cair-cair. Selanjutnya dilakukan evaluasi menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) yang bertujuan untuk memperoleh pola noda terbaik. Selain itu proses KLT juga bertujuan untuk menentukan komposisi eluen terbaik yang akan digunakan pada proses kromatografi Cair Vakum (KCV).

Pada saat proses pengembangan fase gerak menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) digunakan tiga pelarut dengan tingkat kepolaran yang berbeda yaitu metanol, n-heksana dan etil asetat. Fraksi yang diperoleh dari hasil partisi cair-cair ditotolkan pada plat KLT kemudian dikembangkan menggunakan eluen n-heksana:metanol (4:1), n-heksana: etil asetat (3:1), n-heksana:metanol (1:4), n-heksana:metanol (3:2) dan n-heksana:etil asetat (1:3). Setelah dielusi selanjutnya dideteksi bercak noda yang terbentuk pada lempeng KLT dibawah lampu UV 254 nm. Berdasarkan proses pengembangan fase gerak yang dilakukan, diperoleh kombinasi eluen terbaik adalah n-heksana:metanol (4:1). Pada penelitian ini proses elusi diawali dengan menambahkan eluen yang bersifat non polar (n-heksana 100%), n-heksana:metanol (80:20), n-heksana:metanol (60:40), n-heksana:metanol (40:60), n-heksana:metanol (20:80) dan diakhiri dengan pelarut yang bersifat polar (metanol 100%).

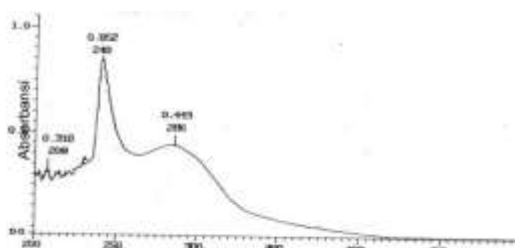
Fraksi-fraksi yang diperoleh dari proses KCV kemudian diuapkan pelarutnya dengan menggunakan *rotary evaporator*. Dari proses ini dihasilkan fraksi 1 (n-heksana 100%) sebanyak 1,05 gram, fraksi 2 n- heksana:metanol (80:20) sebanyak 2,08 gram, fraksi 3 n-heksana:metanol (60:40) sebanyak 2,6 gram, fraksi 4 n- heksana:metanol (40:60) sebanyak 2,8 gram, fraksi 5 n-heksana:metanol (20:80) sebanyak 2,65 gram dan fraksi 6 (metanol 100%) sebanyak 2,70 gram. Selanjutnya ke 6 fraksi yang didapatkan ini, dilakukan uji KLT kembali dengan tujuan untuk mengetahui fraksi yang akan digunakan pada proses selanjutnya yakni identifikasi dengan menggunakan spektrofotometri UV- Vis. Pada penelitian ini fraksi yang dipilih untuk dilanjutkan pada proses identifikasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis adalah fraksi 3 karena memperlihatkan pola pemisahan serta bercak noda terbaik dengan nilai R_f sebesar 0,42. Nilai R_f 0,42 merupakan rentang nilai R_f dari alkaloid. Dimana nilai R_f alkaloid memiliki ciri pada rentang R_f 0,07-0,62.^{27,28} Hasil uji KLT pada fraksi 1-6 ekstrak metanol biji buah mahoni tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Identifikasi KLT fraksi 1-6 ekstrak metanol biji buah mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) 256 nm. Fase Gerak n-heksana:metanol (4:1)

Identifikasi Isolat Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Fraksi 3 yang merupakan fraksi terbaik yang diperoleh dari proses Kromatografi Cair Vakum (KCV) digunakan untuk proses identifikasi selanjutnya dengan menggunakan spektrofotometri UV- Vis. Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode yang umum biasa digunakan untuk mengidentifikasi senyawa organik. Gugus kromofor (Ikatan rangkap terkonjugasi) menjadi syarat senyawa yang dapat diidentifikasi menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.¹⁵ Pada penelitian ini digunakan analisis dengan metode spektrofotometer UV-Vis, karena analisis dengan metode spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk menentukan jenis inti yang terdapat dalam senyawa alkaloid.^{14,29} Selain itu analisis dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis juga dapat digunakan untuk menunjukkan ada atau tidaknya ikatan rangkap terkonjugasi.³⁰ Hasil spektrofotometri UV-Vis dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil spektrofotometri UV-Vis Fraksi 3 biji buah mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq)

Berdasarkan hasil identifikasi spektrofotometri UV-Vis dapat diketahui bahwa fraksi 3 memiliki respon serapan pada panjang gelombang 208, 240, dan 286 nm. Adapun nilai serapan absorbansi diantaranya 0,318; 0,852 dan 0,443 A. Hasil diatas dapat diketahui bahwa pada fraksi tiga memiliki ikatan rangkap terkonjugasi. Senyawa alkaloid yang memiliki ikatan rangkap terkonjugasi akan menyerap sinar didaerah 250- 800 nm.^{14,31} Selain itu hasil identifikasi dengan metode spektrofotometri UV-Vis juga menunjukkan adanya transisi elektron $n \rightarrow \pi^*$ yang mengindikasikan adanya gugus N-H (32). Penyebab terjadinya transisi elektron yaitu adanya gugus kromofor. Gugus kromofor dicirikan sebagai sebuah gugus kovalen tidak jenuh yang dapat menimbulkan serapan radiasi pada rentan panjang gelombang UV-Vis.³³⁻³⁵

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian membuktikan bahwa ekstrak metanol biji buah mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) mengandung senyawa alkaloid. Hal ini dapat diketahui berdasarkan hasil identifikasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis yang menunjukkan serapan pada panjang gelombang 208, 240, dan 286 nm dan absorbansi masing-masing yaitu 0,318; 0,852; dan 0,443 A dengan transisi elektron $n \rightarrow \pi^*$ yang menunjukkan adanya gugus N-H.

DAFTAR PUSTAKA

1. Retnowati A, Rugayah JSR, Arifiani D. Status keanekaragaman hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia. 2019;
2. Abdul G. POTENSI KEKAYAAN HAYATI INDONESIA SEBAGAI ALTERNATIF TERAPI DIABETES MELLITUS DALAM SUDUT PANDANG BIOLOGI REPRODUKSI. POTENSI KEKAYAAN HAYATI Indones SEBAGAI Altern Ter DIABETES Mellit DALAM SUDUT PANDANG Biol REPRODUKSI. 2019;
3. Nugroho AW. Konservasi Keanekaragaman Hayati Melalui Tanaman Obat Dalam Hutan Di Indonesia Dengan Teknologi Farmasi: Potensi Dan Tantangan. J Sains Dan Kesehat. 2017;1(7):377–83.
4. Wijayaputri A, Tjahjadi E. Galeri Obat Tradisional dan SPA. J Sains Teknol Urban Peranc Arsit Stupa. 2019;1(1):48–59.
5. Suardana AK. BUDIDAYA TANAMAN MAHONI (*Swietenia macrophylla*) DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI TANAMAN OBAT. J SEWAKA BHAKTI. 2018;1(1):21–9.
6. Arliyani I. Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Pb (II) dan Aplikasinya pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam [PhD Thesis]. UNIVERSITAS AIRLANGGA; 2019.
7. Hermanta HV, Karomah DR, Suprihatin S, Triana NW. Pemanfaatan Tanin Kulit Kayu Mahoni sebagai Inhibitor Korosi pada Besi dalam Larutan NaCl 3, 5%. ChemPro. 2021;2(02):12–7.
8. FEBRIANSYAH M. Pemanfaatan Biji Mahoni untuk Mengatasi Lalat pada Tubuh Sapi di CV Lembu Mulyo Depok. 2020;
9. Waziroh E, Ardiyanti MR, Monica A. Ekstraksi Saponin Dari Biji Mahoni (*Swietenia mahogani* Jacq) Berbantu Ohmic heating. J Teknol Pangan. 2019;13(1):66–75.
10. AHSANIA F. EFEK EKSTRAK BIJI MAHONI (*Swietenia mahagoni*) TERHADAP JUMLAH SEL MAKROFAG PADA PROSES PENYEMBUHAN LUKA PASCA PENCABUTAN GIGI TIKUS WISTAR (*Rattus norvegicus*) [PhD Thesis]. Universitas Airlangga; 2019.
11. ANTI-INFLAMMATORY A. Kajian Pustaka: Pemanfaatan Biji Kapulaga Jawa (*Amomum compactum*) Sebagai Antiinflamasi dan Antibiotic Growth Promoter Alternatif untuk Ternak.
12. Febriyani DP. Efektifitas infusa dan ekstrak metanol biji mahoni (*Swietenia Macrophylla* King) terhadap sitotoksitas larva udang artemia salina dengan metode bslt (Brine Shrimp Lethality Test) [PhD Thesis]. UIN Sunan Ampel Surabaya; 2020.
13. Tri Cahyanto T. Inventarisasi Tanaman Peneduh di Kawasan Kampus UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Lib Uinsgd Ac Id. 2017;(6):1–43.
14. Dalimunthe A, Hasibuan PAZ, Silalahi J, Sinaga SF, Satria D. Antioxidant activity of alkaloid compounds from *Litsea cubeba* Lour. Orient J Chem. 2018;34(2):1149.

15. Verma G, Mishra M. Development and optimization of UV-Vis spectroscopy-a review. *World J Pharm Res.* 2018;7(11):1170–80.
16. De Silva GO, Aloysius AT, Aponso MMW. Extraction methods, qualitative and quantitative techniques for screening of phytochemicals from plants. *Am J Essent Oils Nat Prod.* 2017;5(2):29–32.
17. Bunawan H, Dusik L, Bunawan SN, Amin NM. Botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Archidendron jiringa*: A review. *Glob J Pharmacol.* 2013;7(4):474–8.
18. Khoo LW, Audrey Kow S, Lee MT, Tan CP, Shaari K, Tham CL, et al. A comprehensive review on Phytochemistry and pharmacological activities of *Clinacanthus nutans* (Burm. F.) Lindau. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2018;2018.
19. Adeyinwo CE, Okorie NN, Idowu GO. Basic calibration of UV/Visible spectrophotometer. *Int J Sci Technol.* 2013;2(3):247–51.
20. Alabri THA, Al Musalami AHS, Hossain MA, Weli AM, Al-Riyami Q. Comparative study of phytochemical screening, antioxidant and antimicrobial capacities of fresh and dry leaves crude plant extracts of *Datura metel* L. *J King Saud Univ - Sci.* 2014 Jul 1;26(3):237–43.
21. Pandey A, Tripathi S. Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug. *J Pharmacogn Phytochem.* 2014;2(5).
22. Yadav R, Khare RK, Singhal A. Qualitative phytochemical screening of some selected medicinal plants of shivpuri district (mp). *Int J Life Sci Sci Res.* 2017;3(1):844–7.
23. Shah VH, Pham V, Larsen P, Biswas S, Frank T. Liquid-liquid extraction for recovering low margin chemicals: thinking beyond the partition ratio. *Ind Eng Chem Res.* 2016;55(6):1731–9.
24. Eguia MO, Etuk EU, Bello SO, Hassan SW. Antidiabetic potential of liquid-liquid partition fractions of ethanolic seed extract of *Corchorus olitorius*. *J Pharmacogn Phytother.* 2014;6(1):4–9.
25. Amalia F, Afnani GN. Extraction and stability test of anthocyanin from buni fruits (*Antidesma Bunius* L) as an alternative natural and safe food colorants. *J Food Pharm Sci.* 2013;1(2).
26. Wu L, Hu M, Li Z, Song Y, Yu C, Zhang H, et al. Dynamic microwave-assisted extraction combined with continuous-flow microextraction for determination of pesticides in vegetables. *Food Chem.* 2016;192:596–602.
27. Gandjar IG, Rohman A. Analisis obat secara spektrofotometri dan kromatografi. Yogyakarta Pustaka Pelajar. 2012;316:368–81.
28. Panwar GS, Guru SK. Alkaloid profiling and estimation of reserpine in *Rauwolfia serpentina* plant by TLC, HP-TLC and HPLC. *Asian J Plant Sci.* 2011;10(8):393–400.
29. Fachriyah E, Ghifari MA, Anam K. Isolation, Identification, and Xanthine oxidase inhibition activity of alkaloid compound from *Peperomia pellucida*. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing; 2018. p. 012017.
30. Perkampus H-H. *UV-VIS Spectroscopy and its Applications.* Springer Science & Business Media; 2013.
31. Serdaroglu G, Uludag N, Sugumar P, Rajkumar P. (-)-Tubifolidine as strychnos indole alkaloid: Spectroscopic characterization (FT-IR, NMR, UV-Vis), antioxidant activity, molecular docking, and DFT studies. *J Mol Struct.* 2021;1244:130978.
32. Gandjar IG, Rohman A. *Spektroskopi molekuler untuk analisis farmasi.* UGM PRESS; 2018.
33. Gandjar IG, Rohman A. Analisis obat secara spektrofotometri dan kromatografi. Yogyakarta Pustaka Pelajar. 2012;316:368–81.
34. Sjamsiah S. *Kimia Instrumen.* 2015;
35. Adeyinwo CE, Okorie NN, Idowu GO. Basic calibration of UV/Visible spectrophotometer. *Int J Sci Technol.* 2013;2(3):247–51.