

Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Functional Group Analysis of Methanol Extract of Bidara Leaves (*Ziziphus mauritiana*)

Analisa Kromatografi Gas Spektrometri Massa dan Gugus Fungsi Ekstrak Metanol Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana*)

Leni Widiarti^{1*)}, Husnarika Febriani¹⁾, Sajaratud Dur¹⁾, Nurlian Augustin Ningrum¹⁾, Nadya Nurcahyani¹⁾, Muhammad Andry²⁾

¹⁾Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia.

²⁾Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Institut Kesehatan Helvetia, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*e-mail author : leniwidiarti@uinsu.ac.id

ABSTRACT

Bidara leaves are a plant that is quite abundant in Medan and has many benefits in the health sector. The aim of this research is to predict the content of secondary metabolite compounds in bidara leaf extract, through qualitative tests by screening using specific reagents, functional group analysis with FT-IR and mass analysis with GC-MS. The screening results showed that the methanol extract of bidara leaves contained alkaloids, flavonoids, tannins, saponins and phenols. Functional group analysis shows that the wavelength area is 3300 cm^{-1} , namely OH absorption, 2700 - 2900 cm^{-1} shows C-H absorption, 1600 - 1700 cm^{-1} shows C=O absorption, 1400 - 1450 cm^{-1} shows C-H absorption, 1365 - 1385 cm^{-1} shows CH_3 bent absorption, and 1000 - 1100 cm^{-1} shows C-O absorption. The results of mass analysis using GC-MS showed four dominant peaks from the compound, namely Z-5-Methyl-6-heneicosen-11-one, 17-Pentatriacontene, Ethyl iso-allocholate and Pentacosane.

Keywords: bidara, alkaloids, flavonoids, tannins, saponins, phenols, FT-IR, GC-MS.

ABSTRAK

Daun bidara adalah tanaman yang cukup melimpah di Medan yang memiliki banyak manfaat di bidang kesehatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi kandungan senyawa metabolit sekunder yang ada pada ekstrak daun bidara, melalui uji kualitatif dengan skrining menggunakan pereaksi spesifik, analisa gugus fungsi dengan FT-IR dan massa dengan GC-MS. Hasil skrining menunjukkan bahwa ekstrak methanol daun bidara mengandung alkaloid, flavonoid, tannin, saponin dan fenol. Analisa gugus fungsi menunjukkan daerah panjang gelombang 3300 cm^{-1} yaitu serapan OH, 2700 - 2900 cm^{-1} menunjukkan serapan C-H, 1600 - 1700 cm^{-1} menunjukkan serapan C=O, 1400 - 1450 cm^{-1} menunjukkan serapan C-H, 1365 - 1385 cm^{-1} menunjukkan serapan bengkok CH_3 , dan 1000 - 1100 cm^{-1} menunjukkan serapan C-O. Hasil analisa massa dengan GC-MS menunjukkan empat peak dominan dari senyawa yaitu Z-5-Methyl-6-heneicosen-11-one, 17-Pentatriacontene, Ethyl iso-allocholate dan Pentacosane.

Kata kunci: bidara, alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, fenol, FT-IR, GC-MS.

PENDAHULUAN

Tanaman bidara mempunyai keunikan yang telah disebutkan di bagian dalam Al-Qur'an bahwatanaman bidara arab menjadikan tanaman surga yang mempunyai banyak nilai bagi kesehatan. Hal termuat disebutkan bagian dalam tiga surat pada Al- Qur'an yaitu Q.S. An-Najm: 14, Q.S. Al-Waqi'ah: 28 dan Q.S. Saba: 16. Kandungan larutan metabolit sekunder pada daun bidara arab yang berperan bagian dalam aktivitas farmakologi bisa ditarik menggunakan pelarut yang sesuai (Mauludiyah et al., 2020). Sebagian besar senyawa antioksidan pada daun bidara mempunyai polaritas yang tinggi (Rialdi et al., 2023).

Ziziphus mauritiana Lam. (Rhamnaceae) merupakan tanaman berduri, tingginya mencapai 1 sampai 2 m, di mana daun bidara digunakan dalam pengobatan tradisional melawan anemia, hipertonia, nefritis, dan penyakit saraf (Lam et al., 2020).

Pada tahun 2021 Maliskah, dkk telah melakukan penelitian tentang aktivitas antikanker dari senyawa fenol pada daun bidara untuk melawan kanker payudara secara *in silico*. Hasil nya diperoleh bahwa senyawa fenolik diprediksi memiliki nilai adsorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi, dan toksisitas yang baik, dan kombinasi dari energi bebas dari senyawa fenolik memproduksi efek yang sinergi (Lestari & Amalia, 2021).

Radikal bebas dapat didefinisikan sebagai molekul atau fragmen molekul yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan dalam orbital atom atau molekul. Elektron tidak berpasangan ini sangat reaktif dengan molekul yang berdekatan seperti lipid, protein dan karbohidrat dan dapat menyebabkan kerusakan sel (Dureja & Dhiman, 2012).

Senyawa alam dari hasil isolasi tumbuhan juga dapat digunakan sebagai bahan awal untuk mensintesis bahan-bahan biologis aktif dan sebagai senyawa contoh untuk membuat senyawa baru yang lebih aktif dengan sifat toksik yang lebih rendah (Safrudin & Nurfitasari, 2018). Senyawa kimia yang terkandung di dalam ekstrak etanol daun bidara menggunakan metode maserasi yaitu : alkaloid, flavonoid, fenol, tanin dan saponin (Rachmawatie et al., 2021). Selain dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh, jenis dan kadar metabolit sekunder yang diekstraksi dari suatu tanaman dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan

(Nairfana et al., 2022). Flavonoid dapat digunakan sebagai imunomodulator dalam sistem imun, nilai tersebut menunjukkan bahwa daun bidara (*Ziziphus mauritiana*) berpotensi sebagai antioksidan kuat (Supratman et al., 2021). Oleh karena itu potensi yang dimiliki oleh daun bidara, melatarbelakangi penelitian untuk mempelajari pemberian ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana*). Skrining fitokimia merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui komposisi metabolit sekunder yang terkandung dalam simplisia, meliputi struktur kimia, biosintesis, distribusi alami, dan fungsi biologisnya, mempelajari, serta membandingkan komposisi kimia tanaman yang berbeda (Mauludiyah et al., 2020).

Flavonoid merupakan senyawa organik alami penting dari metabolit sekunder yang dihasilkan selama proses panjang seleksi alam (Feng et al., 2017). Tumbuhan mensintesis beragam metabolit sekunder yang telah terbukti berperan dalam adaptasi tumbuhan terhadap lingkungannya.(Faizal & Geelen, 2013). Pada penelitian Haifana tahun 2022, seluruh sampel ekstrak daun bidara mengandung alkaloid polar dan flavonoid. Menariknya, fenolik hanya terdeteksi pada ekstrak polar daun bidara di Pulau Sumbawa (Nairfana et al., 2022).

Pada tahun 2021 Mardhiyani, dkk telah melakukan penelitian tentang Uji antibakteri ekstrak etanol daun bidara terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*, diperoleh hasil ekstrak etanol daun bidara memiliki daya hambat kuat terhadap aktifitas bakteri yaitu pada ekstrak methanol konsentrasi 50% dan 70% (Mardhiyani & Afriani, 2021). Nurrahma juga melakukan penelitian tentang aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol daun bidara, hasilnya yaitu menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) mempunyai potensi yang kuat sebagai antibakteri terhadap bakteri uji diameter zona hambat terbesar pada konsentrasi 12,8% sebesar 15,64 mm (Nurrahma, 2022). Identifikasi senyawa aktif menggunakan gas kromatografi-spektrometri massa (GC-MS) dilakukan untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun bidara (Hendrawati et al., 2022).

FT-IR adalah teknik yang digunakan saat ini untuk mengukur dan menghitung intensitas radiasi infra merah sebagai fungsi frekuensi atau panjang gelombang. Istilah "inframerah" biasanya mengacu pada radiasi elektromagnetik yang

terletak pada kisaran 0,7 mm hingga 1000 mm. Namun, wilayah antara 2,5-25 mm (4000 hingga 400 cm) adalah istilah yang paling cocok untuk pemeriksaan biokimia.

METODE PENELITIAN

Preparasi Sampel Daun Bidara

Sampel tanaman yang digunakan berumur 5–6 tahun dari lima lokasi berbeda di Medan, Sumatera Utara, Indonesia. Pengambilan sampel tanaman dilakukan pada pagi hari, pada saat tanaman tersebut aktif tumbuh. Sampel yang diambil adalah pada bagian daun. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah metano (tingkat teknis), n-heksana, kloroform, etil asetat.

Preparasi Ekstrak Daun Bidara

Sampel bubuk ditempatkan ke dalam botol plastik dan diekstraksi dengan metanol 50% (1 : 35, w : v) pada suhu kamar selama 15 jam. Ekstrak disaring melalui kertas saring Whatman No. 1 dan filtratnya dipekatkan di bawah tekanan tereduksi pada 50°C menggunakan *rotary vacuum evaporator*. Ekstrak pekat disimpan dalam wadah kedap udara terlindung dari cahaya sampai digunakan.

Uji Alkaloid, Flavonoid, Tanin, Saponin, Fenol

Dalam pengujian alkaloid, pada tabung reaksi pertama, diberi tambahan 2-3 tetes pereaksi Mayer + HCl. Jika hasilnya positif (+) dan mengandung alkaloid, akan terjadi perubahan warna dari putih menjadi kekuningan. Kemudian, pada tabung reaksi kedua, dilakukan penambahan 2-3 tetes pereaksi Dragendorff + Kloroform. Jika hasilnya positif (+) dan terdapat alkaloid, perubahan warna yang terjadi adalah menjadi coklat oranye, merah, dan oranye. Pada tabung reaksi ketiga, dengan menambahkan 2-3 tetes pereaksi Bocharat, jika terdapat alkaloid dan hasilnya positif (+), akan terjadi perubahan warna menjadi *brown*.

Uji flavonoid dilakukan dengan mengisi tabung reaksi dengan ekstrak metanol daun bidara yang sudah diuapkan sebanyak 5 mL hingga kental dan ditambahkan 0,05 mg serbuk Mg serta 1 mL HCl pekat, kemudian kocok hingga muncul hasil positif dengan memperoleh warna *red*, *yellow* bahkan *orange*.

Pengujian tanin pada tabung reaksi berisi ekstrak metanol daun bidara yang sudah diuapkan sebanyak 5 mL hingga kental dan filtratnya ditambahkan FeCl₃ 1% + NaCl 10% 3-4 tetes,

hingga menghasilkan hasil (+) tanin apabila berwarna hijau biru (hijau-hitam) artinya adanya tanin katekol sedangkan jika berwarna *black blue* berarti (+) adanya tanin pirogalol.

Uji saponin dilakukan tabung reaksi berisi ekstrak metanol dan yang sudah diuapkan sebanyak 5 mL hingga kental dan ditambahkan air panas dan di kocok selama satu menit. Hingga terbentuk buih, dimasukan 4 tetes larutan HCl 1 M. Bila buih tidak ada, maka dilakukan pemanasan ±3 menit, di diamkan sampai dingin kemudian dikocok dengan guncangan yang kuat. Sampai membentuk buih stabil dalam waktu ±10 menit memperoleh adanya hasil (+) saponin pada sampel

Tabung reaksi berisi ekstrak metanol pada uji fenol diuapkan sebanyak 5 ml hingga kental dan ditambahkan larutan FeCl 1% terbentuknya hasil (+) dengan memperoleh adanya senyawa fenol dalam sampel perubahan warna hijau biru kehitaman.

Analisa Gugus Fungsi dengan FT-IR

Analisa gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan dengan sistem *Attenuated Total Reflection – Fourier Transform InfraRed* (ATR-FTIR) merk Bruker dan ditentukan rentang frekuensinya. rekuensi gelombang dari rentang 3800 cm⁻¹ hingga 800 cm⁻¹ (Idris et al., 2021).

Analisa Massa dengan GC-MS

Analisa GC-MS dilakukan dilaboratorium kimia organik UIN Sumatera Utara Medan. Analisa massa dengan instrument GC-MS dilakukan dengan instrument *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) *Thermo Scientific* dengan tipe Trace 1310 untuk *gas chromatography* dan ISQ 7000 untuk *single Quadropole Mass Spectrometer* dengan laju alir 1 ml per menit dan suhu kolom 60°C dan system 60°C ditahan 5 menit lalu dinaikkan 4°C per menit hingga 220°C ditahan 20 menit.

HASIL DAN DISKUSI

Pebuatan Simplisia Daun Bidara

Daun bidara segar yang sudah dipetik kemudian dikeringkan dengan cara di angin-anginkan di dalam ruangan tanpa terkena sinar matahari langsung agar kandungan senyawa metabolit sekunder di dalam daun bidara tidak rusak. Tampilan daun bidara kering dapat dilihat pada gambar 1. Daun bidara kering tersebut kemudian di haluskan, proses penghalusan dapat

menggunakan tangan (manual), blender, atau dihaluskan dengan menggunakan alu dan lumpang. Gambar simplisia kering halus daun bidara dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.

Hasil uji kualitatif daun bidara yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik FST UIN Sumatera Utara dengan menggunakan beberapa pereaksi yang sesuai. Hasil analisa

kualitatif metabolit sekunder dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil skrining senyawa metabolit sekunder daun bidara diperoleh hasil positif pada alkaloid, saponin, flavonoid, tannin dan fenol. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak methanol daun bidara kaya akan senyawa metabolit sekunder yang sangat bermanfaat di bidang obat-obatan herbal dan pengobatan tradisional.



Gambar 1 Sampel Daun Bidara Segar (kiri) dan yang Sudah Dikeringkan (kanan)



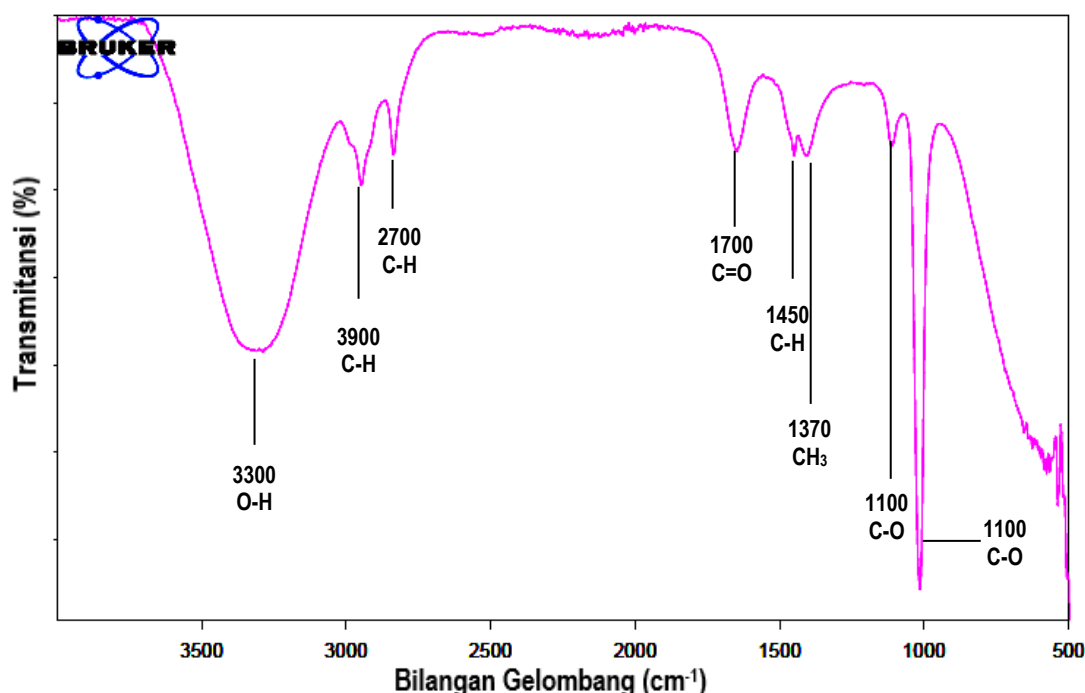
Gambar 2 Simplisia Daun Bidara Kering Halus



Gambar 3 Pembuatan Ekstrak Metanol Daun Bidara

Tabel 1 Hasil Skrining Ekstrak Daun Bidara

No	Uji	Pereaksi	Hasil Ekstrak Methanol Bidara
1	Alkaloid	Bouchardart	+
		Mayer	+
		Dragendorff	+
2	Saponin	Aquadest + alcohol 96%	+
3	Flavonoid	Mg _(s) + HCl	+
4	Tanin	NaCl 10% + FeCl ₃ 1%	+
5	Fenol	FeCl ₃ 1%	+



Gambar 4. Tabel Spektrum FTIR Ekstrak Metanol Daun Bidara

Gambar 4. menunjukkan spektrum dari analisa FT-IR dimana menunjukkan transmittansi (%) vs bilangan gelombang (cm⁻¹) ekstrak metanol daun bidara. Pada bilangan gelombang 4000 cm⁻¹ hingga 1500 cm⁻¹ adalah daerah gugus fungsi, sedangkan bilangan gelombang 1500 cm⁻¹ hingga 500 cm⁻¹ adalah daerah sidik jari. Ada delapan peak yang mewakili masing-masing pita serapan dari beberapa bilangan gelombang. Pita serapan dari masing – masing bilangan gelombang ditunjukkan pada tabel 2.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisa gugus fungsi dengan instrumen FT-IR (Gambar 4 dan Tabel 2) yaitu pada bilangan gelombang 3300 cm⁻¹ menunjukkan serapan regangan O-H yang bentuknya melebar dan tegas

yang berasal dari gugus asam karboksilat -COOH, hal ini didukung oleh bilangan gelombang 1700 cm⁻¹ dan yang berasal dari pita serapan regangan C=O. Pada bilangan gelombang 2900 cm⁻¹ menunjukkan pita serapan dari regangan C-H yang berasal dari gugus aldehyd yang di dukung oleh pita serapan 2700 – 2800 cm⁻¹ yang berasal dari pita serapan dari regangan C-H. Pada bilangan gelombang 1450 cm⁻¹ menunjukkan pita serapan dari bengkok C-H yang berasal dari alkana, hal ini didukung oleh bilangan gelombang 1370 cm⁻¹ yang menunjukkan bengkokan dari CH₃. Ada banyak puncak yang muncul dari hasil analisa GC-MS, namun ada beberapa senyawa yang dominan muncul yang sudah teridentifikasi sebagai

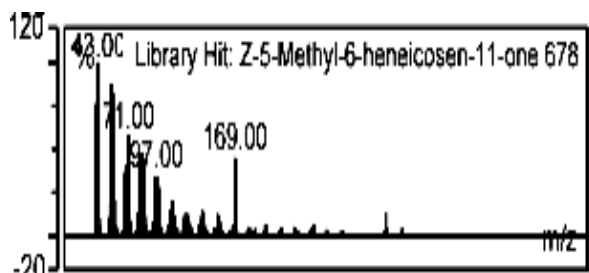
senyawa yang terdapat dalam ekstrak tanaman (Gambar 5-8).

Ada 4 *peak* dominan yang terdapat dalam ekstrak metanol daun bidara. Senyawa tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

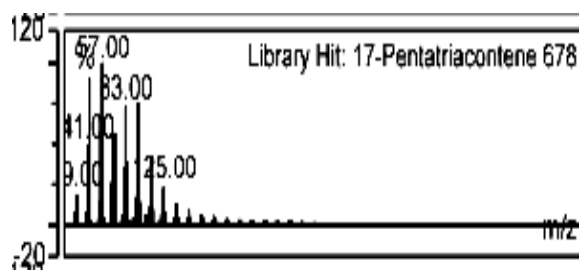
Senyawa *Z-5-Methyl-6-heneicosen-11-one* adalah senyawa yang juga ditemukan di ekstrak buah pare pada penelitian uji aktivitas antidiabetes ekstrak buah pare yang dilakukan oleh Wowor, dkk (Bonita Wowor et al., 2022). Senyawa *17-Pentatriacontene* adalah senyawa yang memiliki sifat antiinflamasi, antikanker, antibakteri, dan antiarthritis. Senyawa ini juga ditemukan pada ekstrak petroleum eter *Sargassum tenerrimum* diidentifikasi melalui analisis GC-MS (Bonita Wowor et al., 2022). Senyawa *Ethyl iso-allocholate* adalah senyawa yang memiliki potensi sebagai antibakteri walaupun kecil, hal ini di buktikan oleh penelitian yang silakukan oleh Arma pada tahun 2021 (Sari, 2021). Senyawa *Pentacosane* adalah senyawa hidrokarbon yang juga terdapat di dalam spesies *Centaurea* pada penelitian yang dilakukan Ayad pada tahun 2019, dimana *pentacosane* ini adalah komponen yang umum ditemukan dalam minyak esensial (Ayad & Akkal, 2019).

Tabel 2. Bilangan Gelombang dan Pita Serapan dari Ekstrak Metanol Daun Bidara.

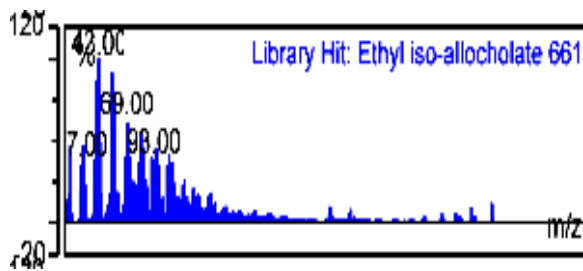
Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Pita Serapan
3300	Regangan O-H
2900	Regangan C-H
2700-2800	Regangan C-H
1600-1700	Regangan C=O
1400-1450	Bengkok C-H
1365-1385	Bengkok CH ₃
1100	Regangan C-O
1000	Regangan C-O



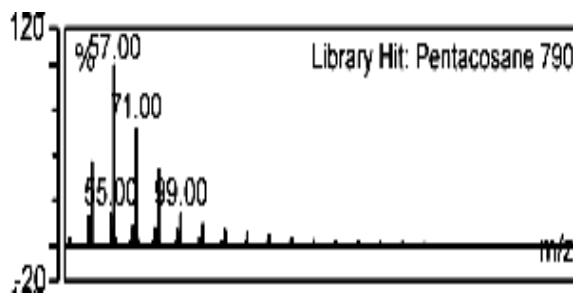
Gambar 5. Peak GC-MS dari senyawa *Z-5-Methyl-6-heneicosen-11-one*



Gambar 6. Peak GC-MS dari senyawa *17-Pentatriacontene*



Gambar 7. Peak GC-MS dari senyawa *Ethyl iso-allocholate*

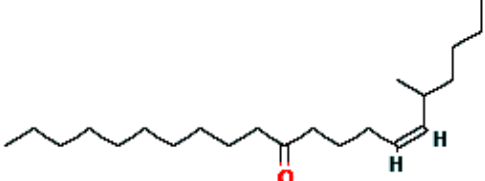
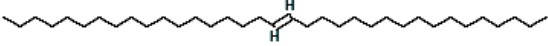
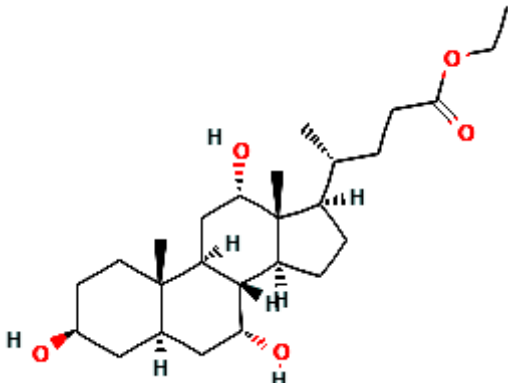



Gambar 8. Peak GC-MS dari senyawa *Pentacosane*

KESIMPULAN

Daun bidara adalah tanaman yang cukup melimpah di Medan yang memiliki banyak manfaat di bidang kesehatan, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang ada pada daun bidara, dimana senyawa metabolit sekunder identik dengan obat-obatan herbal tradisional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak methanol daun bidara melalui skrining mengandung senyawa alkaloid, saponin, tannin, flavonoid, dan fenol. Penelitian ini juga di dukung dengan analisa gugus fungsi dengan FT-IR yang menghasilkan puncak transmitansi yang menunjukan perkiraan gugus fungsi – gugus fungsi dari senyawa yang terkandung ekstrak methanol daun bidara. Analisa GC-MS juga dilakukan untuk memprediksi senyawa kimia yang terkandung dalam ekstrak methanol dun bidara, diperoleh empat senyawa dominan yaitu *Z-5-Methyl-6-heneicosen-11-one*, *17-Pentatriacontene*, *Ethyl iso-allocholate* dan *Pentacosane*.

Tabel 3. GC-MS Komponen Ekstrak Metanol Daun Bidara

Waktu retensi	Komponen Kimia	Struktur Kimia	SI	RSI
18.101	Z-5-Methyl-6-heneicosen-11-one		678	702
18.193	17-Pentatriacontene		678	681
18.101	Ethyl iso-allocholate		661	661
22.393	Pentacosane		790	838

REFERENSI

- Ayad, R., & Akkal, S. (2019). Phytochemistry and biological activities of algerian *Centaurea* and related genera. In *Studies in Natural Products Chemistry* (1st ed., Vol. 63). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817901-7.00012-5>
- Bonita Wowor, K., Bodhi, W., Datu, O. S., & L Windah, A. L. (2022). Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Buah Pare Sebagai Inhibitor Enzim α Glukosidase Secara In Silico. *Jurnal Pharmacon*, 11(4), 1754–1762.
- Dureja, A. G., & Dhiman, K. (2012). Free radical scavenging potential and total phenolic and flavonoid content of *Ziziphus mauritiana* and *Ziziphus nummularia* fruit extracts. *International Journal of Green Pharmacy*, 6(3), 187–192. <https://doi.org/10.4103/0973-8258.104929>
- Faizal, A., & Geelen, D. (2013). Saponins and their role in biological processes in plants. *Phytochemistry Reviews*, 12(4), 877–893. <https://doi.org/10.1007/s11101-013-9322-4>
- Feng, W., Hao, Z., & Li, M. (2017). Isolation and Structure Identification of Flavonoids. *Flavonoids - From Biosynthesis to Human Health, August*. <https://doi.org/10.5772/67810>
- Hendrawati, Aidina, S., Maulidia, Nurhasni, & Azizah, Y. N. (2022). Formulation and Antioxidant Activity of Lip Balm Prepare Enriched by Bidara Leaf Extract (*Ziziphus spina-christi* L.). *EnvironmentAsia*, 15(3), 95–105. <https://doi.org/10.14456/ea.2022.51>
- Idris, K., Yusof, N. N. M., Tg Abdul Rahman, T. A. F., Adnan, L. A., & Aziz, A. A. N. (2021). Analysis of Antimicrobial Compound in *Ziziphus Mauritiana* Extract using Attenuated Total Reflection-Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR). *Malaysian Journal of Science Health & Technology*, 7, 23–28. <https://doi.org/10.33102/mjosht.v7i.104>
- Lam, M., Of, N., Area, A. F., & Ivory, O. F. (2020). *Version of Record*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874390019307943>.
- Lestari, S. R., & Amalia, A. (2021). *Anticancer activity of phenolic leaves of Bidara (. 030042*.
- Mardhiyani, D., & Afriani, M. (2021). Antibacterial Activity Test Of Leaves Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam) Ethanolic Extracts Against

- Staphylococcus aureus. *JPK : Jurnal Proteksi Kesehatan*, 10(1), 44–48. <https://doi.org/10.36929/jpk.v10i1.343>
- Mauludiyah, E. N., Darusman, F., Cahya, G., & Darma, E. (2020). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder dari Simplisia dan Ekstrak Air Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.). *Spesia*.
- Nairfana, I., Nikmatullah, A., Sarjan, M., & Tandean, A. (2022). Variability of secondary metabolites from leaves of *Ziziphus mauritiana* obtained from different locations in Sumbawa, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(9), 4948–4957. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230965>
- Nurrahma, E. A. (2022). Antibacterial activity of bidara leaves (*Ziziphus mauritiana* L.) ethanol extract against some test bacteria. *Journal Microbiology Science*, 2(2), 38–47. <https://doi.org/10.56711/jms.v2i2.867>
- Rachmawatie, S. J., Rahayu, T., Hadi, P., & Irawati, D. (2021). Effectiveness of using chicken manure and organic liquid fertilizer in ciplukan plant cultivation (*Physalis angulata* L.). *Food Science and Technology (United States)*, 9(4), 69–76. <https://doi.org/10.13189/fst.2021.090401>
- Rialdi, A. P., Prangdimurti, E., & Saraswati, S. (2023). Effect of Different Solvent on The Antioxidant Capacity of Bidara Leaves Extract (*Ziziphus Spina-Christi*). *Devotion Journal of Community Service*, 4(6), 1222–1233. <https://doi.org/10.59188/devotion.v4i6.483>
- Safrudin, N., & Nurfitasari, F. (2018). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Dan Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl) Dari Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus spina-christi* L.). (*Analysis of Secondary Metabolite Compounds and Antioxidant Activity Test of Bidara Leaves (Ziziphus Spina-Christi L.) Extract*) Nandang, 4(2), 11–20.
- Sari, A. G. (2021). Studi In Silico Potensi Senyawa Ethyl Iso-Allocholate Dari Ekstrak Kulit Kayu Bakau Hitam (*Rhizophora mucronata*) sebagai antibakteri *Vibrio cholerae* MurB. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Supratman, S., Purwanti, S., & Rahardja, D. P. (2021). Giving bidara leaf extract (*Ziziphus mauritiana*) through drinking water as an alternative antioxidant against quail haematological. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012066>