

KANDUNGAN SENYAWA KIMIA AKTIF EKSTRAK ETANOL DAN ETIL ASETAT DAUN
TEMBELEKAN (*LANTANA CAMARA*) ASAL PULAU TIMOR

Origenes Boy Kapitan^{1*}, Dina Tiara Kusumawardhani¹, Fidelis Nitti²

¹Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes, Lasiana, Kec. Kelapa Lima, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

²Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto, Penfui, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

*e-mail: boy57kapitan@gmail.com

ABSTRAK

Tembelean (Lantana camara) merupakan tanaman semak yang tersebar di wilayah tropis termasuk di pulau Timor. Kondisi pulau Timor yang kering dan beriklim tropis semi arid diduga mengakumulasi senyawa kimia aktif tertentu yang berbeda dari wilayah lain. Daun tembelean dibuat menjadi simplisia dan diekstrak dengan menggunakan pelarut etanol dan pelarut etil asetat. Pembuatan ekstrak etanol dan etil asetat menggunakan metode maserasi. Komponen kimia aktif ekstrak etanol dan etil asetat dikarakterisasi menggunakan GC-MS. Hasil GC-MS memperlihatkan bahwa senyawa kimia aktif yang terkandung pada ekstrak etanol daun tembelean adalah senyawa hexadecanoic acid, phytol, 9,12,15-octadecatrienoic acid, 4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidencyclo[4.1.0]heptane, dan retinol. Senyawa kimia aktif yang terkandung pada ekstrak etil asetat daun tembelean adalah senyawa tetradecanoic acid, 9,12,15-octadecatrienoic acid, squalene, 4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidencyclo[4.1.0]heptane, dan tricyclo[4.3.0.0(7,9)non-3-ene,2,2,5,5,8,8-hexamethyl-(1.alpha.,6.beta.,7.alpha.,9.alpha.). Pengelompokan senyawa kimia aktif dari ekstrak etanol dan etil asetat daun tembelean asal pulau Timor menunjukkan 2 kelompok besar yakni kelompok lipid dan terpenoid. Akumulasi senyawa-senyawa turunan asam lemak (lipid) dan terpenoid diduga sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan tumbuh tanaman yang beriklim tropis semi arid.

Kata kunci : GC-MS, *Lantana camara*, Metabolit sekunder

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara dengan iklim tropis yang hijau dan subur, memiliki beragam tumbuhan yang tumbuh. Keberagaman tumbuhan ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, seperti sebagai tambahan untuk kebutuhan seperti bahan pewarna, pestisida, pewangi, bahan kosmetik, dan bahan aktif dalam obat-obatan. Fungsi tanaman sebagai bahan pewarna, pestisida, pewangi, bahan kosmetik, dan bahan aktif obat-obatan dilakukan oleh metabolit sekunder tanaman. Metabolit sekunder tanaman merupakan senyawa kimia aktif yang dihasilkan oleh tanaman selain metabolit primer yang diperlukan untuk keberlangsungan hidup tanaman. Metabolit sekunder tidak terlibat secara langsung dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, namun berperan penting dalam berbagai fungsi ekologis adaptatif seperti melindungi tanaman dari serangan herbivora, patogen, maupun stres lingkungan. Tumbuhan memiliki kemampuan untuk mensintesis senyawa metabolit sekunder seperti fenol propanoid, terpenoid, dan alkaloid. Tanaman umumnya menghasilkan banyak metabolit sekunder yang secara biosintetis berasal dari metabolit primer dan merupakan sumber bahan kimia penting yang digunakan sebagai obat-obatan, agrokimia, perasa, pewangi, pewarna, biopestisida, dan makanan aditif (Croteau et al., 2000).

Lantana camara L. (Verbanaceae) sering disebut sebagai sage liar atau sage merah, merupakan spesies paling tersebar luas dalam genus ini (Gambar 1 (a)). Di Indonesia, tanaman ini dikenal dengan nama tembelean. Tembelean dianggap sebagai gulma pada lahan pertanian namun juga sangat populer sebagai tanaman hias dalam taman. Tanaman ini memiliki aroma tajam dengan warna bunga yang

menarik. *Tembelean* adalah spesies yang termasuk dalam genus *Lantana*, divisi Magnoliophyta, kelas Magnoliopsida, ordo Lamiales, dan keluarga Verbenaceae. Tanaman tembelean adalah semak atau perdu kecil dengan tinggi 0.5-1.5 m yang memiliki batang berbentuk segitiga. Dimensi maksimum tanaman ini adalah tinggi 1-3 meter dan lebar 2,5 meter. Daun dan batang tanaman ditutupi bulu kasar. Tanaman tembelean memiliki ciri-ciri batang berkayu yang bercabang banyak, dengan ranting berbentuk segi empat, berduri, dan berbulu. Kulit batang berwarna coklat dengan permukaan kasar. Daunnya berwarna hijau, beraroma, berbentuk oval dengan pinggir yang bergerigi. Permukaan daun kasar karena adanya bulu, dan tulang daun menyirip. Bunga tanaman tembelean bersifat majemuk dan dapat berwarna putih, merah muda, ungu, jingga, hingga kuning. Buahnya menyerupai buah buni, awalnya berwarna hijau dan berubah menjadi hitam saat sudah matang (Rahmah et al., 2013)

Tanaman *tembelean* adalah tanaman liar yang mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavon, isoflavon, flavonoid, antosianidin, lignan, katekin, isokatekin, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid. Umumnya metabolit sekunder pada tanaman disintesis dari senyawa intermediet karbon primer melalui jalur fenilpropanoid, shikimat, mevalonat atau metil eritritol fosfat (MEP) (Dewick, 1999; Croteau et al., 2000; Staniek et al., 2013). Cekaman suhu tinggi menginduksi tanaman menghasilkan senyawa fenolik seperti flavanoid dan fenilpropanoid. Fenilalanin amonia-liase (PAL) merupakan enzim utama dalam lintasan fenilpropanoid. Respon aklimatisasi utama pada sel yang mengalami cekaman suhu tinggi yaitu dengan meningkatkan aktivitas PAL. Naiknya aktivitas PAL berpengaruh pada meningkatnya biosintesis senyawa fenolik dan menekan oksidasi fenolik yang diduga memicu kemampuan aklimatisasi terhadap suhu tinggi. Suhu, paparan sinar matahari, ketersediaan air, dan tingkat kesuburan tanah mempengaruhi pembentukan senyawa kimia aktif (metabolit sekunder) tanaman (Sopandie, 2014). Wilayah Timor yang beriklim tropis semiarid, membuat tanaman *tembelean* yang tumbuh di wilayah Timor diduga mengakumulasi senyawa-senyawa metabolit sekunder tertentu yang berbeda dengan wilayah lain.

METODE PENELITIAN

Daun *tembelean* dikumpulkan pada periode bulan Juni 2023. Daun yang tua dari tanaman yang telah dikumpulkan selanjutnya dikering anginkan selama 2 minggu (Tefa et al., 2019). Selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan ayakan berukuran 50 mesh. Sebanyak 50 gram simplisia diekstraksi menggunakan pelarut etil asetat, dan etanol masing-masing sebanyak 150 mL pada wadah maserator. Wadah maserasi ditutup dan disimpan selama 36 jam pada suhu ruang sambil sesekali diaduk. Filtrat hasil maserasi disaring dan dipekatkan dengan rotavapor vakum pada suhu 60 °C. Ekstrak etanol dan etil asetat dianalisis kandungan senyawa kimia aktif menggunakan GC-MS tipe Shimadzu QP2010S. Kolom yang digunakan adalah Agilent DB-5 MS (0.25 mm × 30 m) dengan helium sebagai gas pembawa. Laju alir 35.6 mL menit⁻¹. Pemisahan dilakukan pada temperatur 70 °C selama 5 menit dan dinaikkan temperatur secara perlahan-lahan setiap 5 menit hingga mencapai 300 °C.

Kromatogram hasil GC dianalisis dengan membandingkan kesamaan spektra dengan spektra massa pustaka NIST12, NIST62, dan WILEY229.

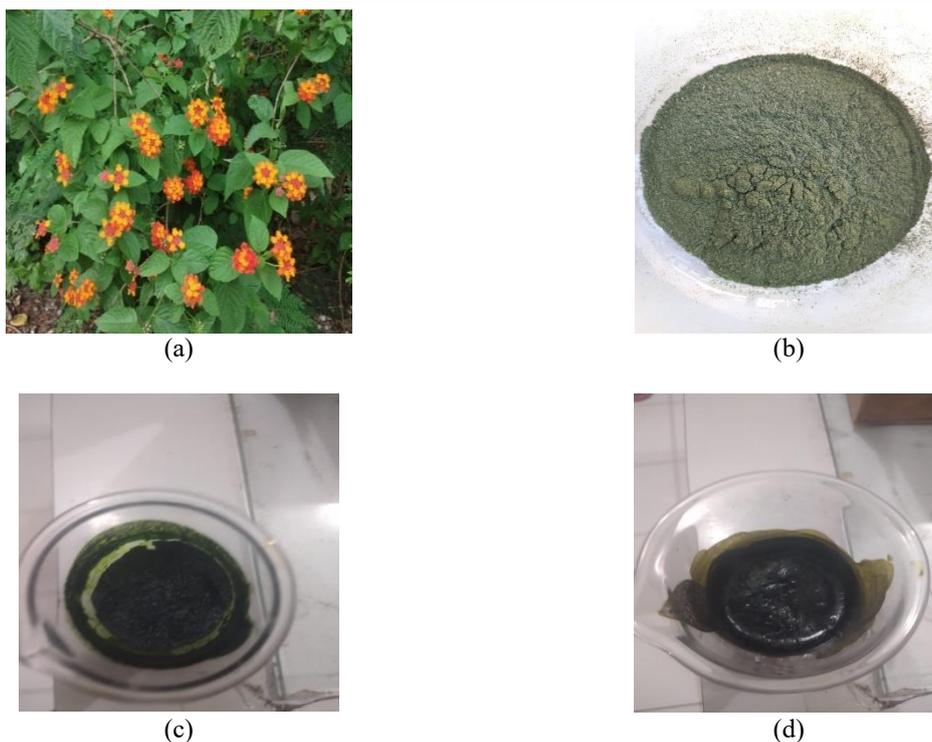
HASIL DAN PEMBAHASAN

Daun *tembelean* dibersihkan dan dikeringkan untuk menghilangkan kandungan air dalam sampel. Proses pengeringan dilakukan dengan cara membiarkan sampel terkena angin pada suhu ruangan tanpa paparan langsung sinar matahari, hal ini bertujuan untuk mencegah kerusakan pada struktur senyawa yang terdapat dalam sampel. Setelah sampel mengering, dilakukan proses penghalusan untuk memperluas bidang permukaan (gambar 1 (b)), sehingga memudahkan dalam melarutkan dan mengekstrak senyawa metabolit selama proses ekstraksi. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol dan etil asetat. Pemilihan dua pelarut ini bertujuan untuk mengekstrak senyawa polar dan senyawa semi polar dari daun tanaman *tembelean* berdasarkan prinsip *like dissolved like* (Harborne, 199). Pelarut etanol akan mengekstrak senyawa yang bersifat polar, dan pelarut etil asetat akan mengekstrak senyawa yang bersifat semi polar.

Ekstrak merupakan sediaan yang dihasilkan dengan mengekstraksi zat aktif dari tepung daun *tembelean* menggunakan pelarut yang sesuai, yang mana kemudian semua pelarut diuapkan hingga hanya tersisa massa zat aktif. Dalam penelitian ini, metode ekstraksi yang diterapkan adalah maserasi, di mana simplisia bahan direndam dalam larutan pengekstrak yang sesuai dengan rasio sampel:pelarut adalah sebesar 1:3 selama 36 jam pada suhu ruang. Pemilihan metode ini dikarenakan kemudahan dalam memperolehnya, biaya yang relatif murah, dan sesuai dengan tekstur daun *tembelean*. Rendemen ekstrak adalah rasio atau perbandingan antara bobot ekstrak yang dihasilkan dengan bobot tepung daun *tembelean* dikalikan 100 %. Persentase rendemen ekstrak pada Tabel 1, memperlihatkan kemampuan pelarut etanol lebih besar dalam mengekstraksi komponen aktif daun *tembelean* dibanding pelarut etil asetat. Ini menunjukkan bahwa daun *tembelean* mengakumulasi lebih banyak senyawa-senyawa kimia yang bersifat polar. Rendemen ekstrak etanol yang lebih besar diduga dipengaruhi oleh polaritasnya, yang mana polaritas etanol adalah sebesar 0.68 dibanding nilai polaritas etil asetat sebesar 0.38 (Yasni, 2013).

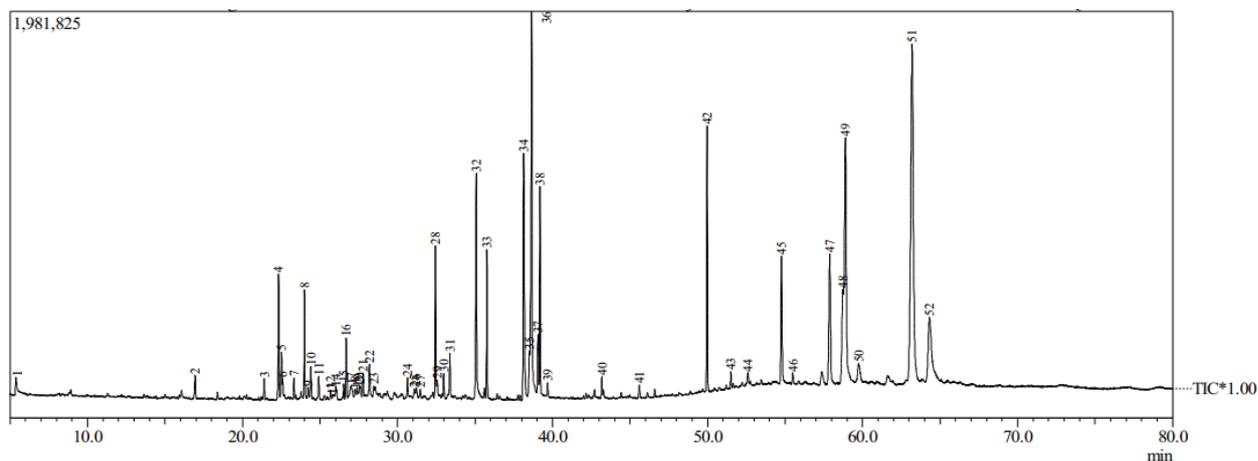
Tabel 1. Deskripsi dan persentase rendemen hasil ekstraksi

Sampel	Warna				Berat (g)		Rendemen (% b/b)	
	Simplisia Kering	Ekstrak Kental		Simplisia Kering	Ekstrak Kental		Ekstrak etanol	Ekstrak etil asetat
		Ekstrak etanol	Ekstrak etil asetat		Ekstrak etanol	Ekstrak etil asetat		
Daun <i>tembelean</i>	Hijau	Hijau kehitaman	Hijau kecoklatan	300	18.62	11.50	6.21	3.83



Gambar 1. (a) tanaman *tembelean*, (b) simplisia daun tanaman *tembelean*, (c) ekstrak etanol daun tanaman *tembelean*, dan (d) ekstrak etil asetat daun tanaman *tembelean*

Dari hasil analisis ekstrak etanol dan ekstrak etil asetat daun tanaman *tembelean* dengan GC-MS diperoleh 52 puncak dan 60 puncak dengan waktu retensi, berat molekul dan rumus kimia yang terlihat pada gambar 2 dan 3. Identifikasi dilakukan terhadap ke 5 puncak utama yang diperoleh dengan membandingkan spectrum massa pada masing masing puncak dengan spectrum massa senyawa-senyawa yang telah diketahui dan terprogram dalam data base GC-MS dengan menggunakan pustaka Nist dan Willey sehingga dapat diduga senyawa-senyawa penyusun yang ada. Kajian akan senyawa aktif dalam ekstrak etanol dan etil asetat daun tembelean dengan analisis GC-MS dengan jelas menunjukkan adanya beragam senyawa. Senyawa aktif kimia dengan Waktu Retensi (RT), Molekul Formula (MF), Berat Molekul (MW), dan nama senyawa disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.



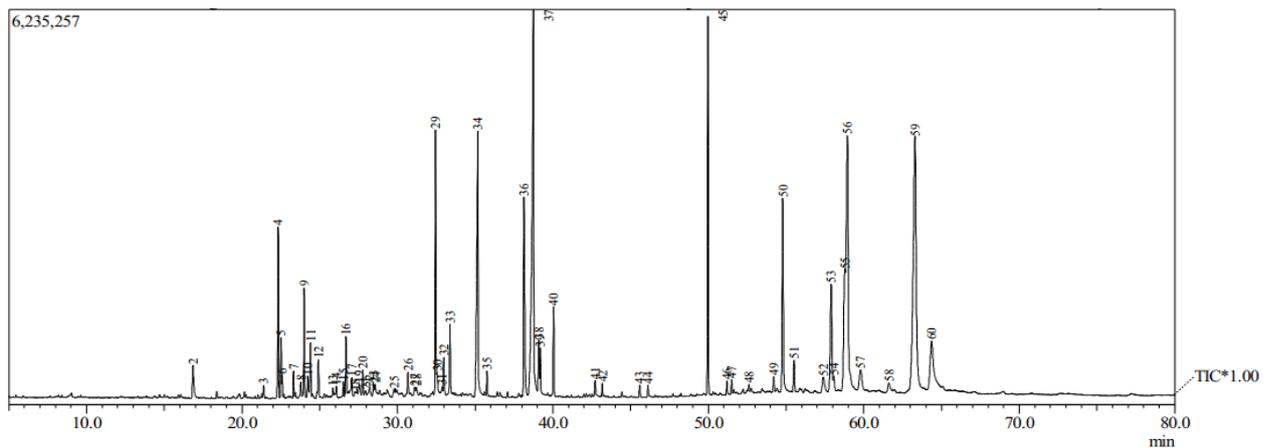
Gambar 2. Spektra kromatogram GCMS ekstrak etanol tanaman *tembelean*

Tabel 2. Komponen utama ekstrak etanol sampel daun *tembelean* hasil analisis GC-MS

No	Puncak	Waktu Retensi (menit)	Berat Molekul	Konsentrasi (%)	Indeks Kemiripan (%)	Rumus Molekul	Nama Senyawa
1	51	63.194	286	19.79	75	C ₂₀ H ₃₀ O	Retinol
2	49	58.902	202	10.77	73	C ₁₅ H ₂₂	4,4-Dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo[4.1.0]heptane
3	36	38.855	292	9.51	89	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	Linolenic acid, methyl ester
4	34	38.139	296	6.77	91	C ₂₀ H ₄₀ O	Phytol
5	32	35.086	256	4.95	95	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Palmitic acid

Retinol adalah bentuk alkohol dari vitamin A, yang memiliki rantai panjang dan sebuah gugus alkohol (-OH). Rantai panjangnya memungkinkan retinol untuk berperan dalam berbagai fungsi biologis. Vitamin A merupakan senyawa larut dalam lipid yang tergolong dalam kelompok retinoid. Vitamin A merupakan produk dari degradasi karotenoid yang dikenal sebagai provitamin A. Senyawa beta-caroten berperan penting dalam biosintesis retinal dan retinol dalam tanaman. Beta-karoten adalah senyawa pigmen yang termasuk dalam kelompok karotenoid. Tanaman menghasilkan beta-karoten sebagai bagian dari mekanisme pertahanan dan proses fotosintesis. Vitamin A merupakan vitamin yang larut dalam lipid yang berfungsi sebagai anti-aging (Kopcke, 2008). Senyawa 4,4-Dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo[4.1.0]heptane yang tersusun dalam ekstrak etanol tanaman daun tembelean juga ditemukan pada fraksi destilat minyak nilam (Widyasanti et al., 2019) dan minyak atsiri minyak nilam (Balelay, 2018). Senyawa ini tergolong dalam kelompok senyawa hidrokarbon. Linolenic acid methyl ester (9,12,15-octadecatrienoic acid, methyl ester, -(Z,Z,Z)) dikenali sebagai asam alfa linolenat. Asam alfa linolenat merupakan senyawa asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid*, PUFA). Keberadaan senyawa ini dalam tanaman dapat bervariasi tergantung pada jenis tanaman, lingkungan tumbuh, dan kondisi pertumbuhan. Senyawa PUFA ini berperan penting bagi metabolisme tanaman karena merupakan bahan dan modulator membran seluler dalam gliserolipid (membran gliserolipid, sebagai cadangan karbon dan energi dalam bentuk triasilgliserol (TAG), senyawa penyusun barrier (penghalang) pada ekstraseluler (kutin dan suberin), precursor berbagai molekul bioaktif seperti jasmonat dan nitroalkena, dan sebagai pengatur sinyal stress pada tanaman (He dan Ding, 2020). Senyawa phytol, juga dikenal sebagai trans-phytol atau (e)-phytol, tergolong dalam kelompok senyawa diterpenoid asiklik. Diterpenoid asiklik adalah senyawa yang terdiri dari empat unit isoprena yang berurutan dan tidak mengandung siklus atau cincin. Oleh karena itu, phytol dianggap sebagai isoprenoid. Phytol adalah senyawa organik yang biasanya ditemukan dalam klorofil, pigmen hijau dalam tumbuhan yang berperan dalam fotosintesis. Strukturnya mirip dengan skualena. Phytol memiliki rantai samping isoprenoid yang panjang. Senyawa ini dapat ditemukan dalam minyak tumbuhan, terutama minyak kelapa dan minyak kacang kedelai. Phytol dihasilkan sebagai hasil degradasi klorofil dalam tumbuhan. Proses ini dapat terjadi selama pematangan buah atau saat tanaman mengalami stres atau kerusakan. Meskipun phytol sendiri tidak memiliki aktivitas biologis yang signifikan, derivatifnya dapat diubah menjadi senyawa lain yang memiliki aktivitas biologis, termasuk senyawa dengan potensi

antioksidan dan antiinflamasi. Asam palmitat (Palmitic acid) dikenal juga sebagai asam heksadekanoat (hexadecanoic acid). Asam palmitat merupakan salah satu dari asam lemak jenuh yang paling umum ditemukan dalam hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Asam palmitat termasuk dalam kelompok senyawa asam lemak rantai panjang (*long-chain fatty acids*). Asam lemak rantai panjang ini merupakan jenis asam lemak yang memiliki ekor alifatik yang mengandung antara 13 dan 21 atom karbon. Asam palmitat berperan sebagai komponen struktural dalam membran sel tanaman. Asam palmitat membentuk fosfolipid, salah satu elemen utama membran sel, yang diperlukan dalam integritas struktural dan fungsional sel, pensinyalan biokimia dalam respon tanaman terhadap stress lingkungan seperti suhu panas.



Gambar 3. Spektra kromatogram GCMS ekstrak etil asetat tanaman tembelekan

Tabel 3. Komponen utama ekstrak etil asetat sampel daun *tembelekan* hasil analisis GC-MS

No	Puncak	Waktu Retensi (menit)	Berat Molekul	Konsentrasi (%)	Indeks Kemiripan (%)	Rumus Molekul	Nama Senyawa
1	59	63.295	204	14.63	73	C ₁₅ H ₂₄	Tricyclo [4.3.0.0(7,9)] non-3-ene, 2,2,5,5,8,8-hexamethyl-, (1.alpha.,6.beta.,7.alpha.,9.alpha.)
2	37	38.747	292	12.94	90	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	Linolenic acid, methyl ester
3	56	58.953	202	11.46	74	C ₁₅ H ₂₂	4,4-Dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidencyclo[4.1.0]heptane
4	34	35.178	228	7.14	94	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	Tetradecanoic acid
5	45	49.979	410	5.67	94	C ₃₀ H ₅₀	Squalene

Senyawa Tricyclo [4.3.0.0(7,9)] non-3-ene, 2,2,5,5,8,8-hexamethyl,(1.alpha.,6.beta.,7.alpha.,9.alpha.) ditemukan dominan pada ekstrak metanol *Fulgensia fulgens* (Valadbeigil dan Rashki, 2015). Senyawa ini tergolong dalam kelompok seskuiterpen. Diketahui bahwa senyawa ini juga merupakan komponen penyusun senyawa volatile ekstrak bangle (*Zingiber cassumunar*) (Sari, 2016) dan minyak atrisi *Olea erupea* (Asfaw et al., 2022). Tetradecanoic acid atau asam tetradekanoat dikenal juga sebagai asam lemak miristik. Senyawa ini dapat ditemukan dalam berbagai tanaman. Senyawa ini tergolong kelompok asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*). Asam tetradecanoat berperan penting dalam metabolisme tanaman dan berperan pada struktur membran sel dan fungsi biologis lainnya. Squalene adalah hidrokarbon alifatik tak jenuh (karotenoid) yang memiliki enam ikatan rangkap tak terkonjugasi

(*unconjugated double bonds*). Squalene merupakan suatu senyawa hidrokarbon dan spesifik diklasifikasikan sebagai suatu triterpene. Triterpen tergolong dalam kelas terpen yang lebih besar, yang mana senyawa ini disintesis dari unit-unit isoprene. Squalene biasanya berperan sebagai prekursor dalam sintesis sterol, termasuk kolesterol.

Beberapa senyawa yang terkandung dalam ekstrak etanol dan etil asetat dan tanaman *tembelekan* asal pulau Timor juga dilaporkan oleh beberapa peneliti lain. Wahyuni *et al.*, (2019), melaporkan bahwa squalene dan asam palmitat juga terkandung pada ekstrak metanol tanaman *tembelekan*. Mansori *et al* (2020), juga melaporkan bahwa asam linolenic dan asam palmitat terdapat pada ekstrak metanol tanaman *tembelekan*. Senyawa phytol dilaporkan terkandung pada ekstrak n-hexana, asam linolenic pada ekstrak n-hexana dan ekstrak etanol, squalene pada ekstrak methanol tanaman *tembelekan* (Al Itabi dan Aknur, 2023). Srivastava dan Singh (2016), mengungkapkan bahwa senyawa squalena dan phytol dan asam palmitat terkandung pada ekstrak etanol.

Senyawa retinol, senyawa 4,4-Dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo [4.1.0] heptane, dan senyawa Tricyclo [4.3.0.0(7,9)] non-3-ene,2,2,5,5,8,8-hexamethyl,(1.alpha.,6.beta.,7.alpha.,9.alpha.) merupakan senyawa-senyawa utama dalam ekstrak etanol dan etil asetat daun tanaman *tembelekan* asal pulau Timor yang baru dilaporkan ada. Adanya senyawa-senyawa ini sebagai komponen utama tanaman *tembelekan* membuktikan bahwa tanaman yang tumbuh di wilayah dengan kondisi abiotik tertentu akan mengakumulasi senyawa-senyawa metabolit sekunder penyusun tanaman yang berbeda dengan tanaman yang sama yang tumbuh di wilayah lain. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung atau diakumulasi dalam tanaman memiliki peranan terhadap fungsi adaptasi ekologis tanaman dan pertahanan diri tanaman (Croteau *et al.*, 2000)

Pengelompokkan senyawa kimia aktif dari ekstrak etanol dan etil asetat daun *tembelekan* asal pulau Timor menunjukkan 2 kelompok besar yakni kelompok lipid dan terpenoid. Adanya senyawa-senyawa lipid dalam daun *tembelekan* sesuai dengan yang dilaporkan oleh Ganjewala *et al* (2009) bahwa daun tanaman lantana merah mengandung fosfolipid dan glicolipid sebesar 3.25 mg/g dan 1 mg/g berat kering bahan. Ganjewala *et al.* (2019), mengungkapkan bahwa kandungan lipid pada daun *tembelekan* lebih besar dibanding kandungan karbohidrat. Senyawa-senyawa lipid yang didominasi senyawa turunan asam lemak digunakan tanaman sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan tumbuh tanaman (adaptasi ekologis). Sebagian besar senyawa terpenoid dimanfaatkan tanaman sebagai agen pelindung terhadap stress oksidatif. Stress oksidatif tanaman di pulau Timor umumnya berasal dari tingginya intensitas paparan sinar matahari.

KESIMPULAN

Metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak etanol daun *tembelekan* adalah senyawa hexadecanoic acid, phytol, 9,12,15-octadecatrienoic acid, 4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo[4.1.0]heptane, dan retinol. Senyawa kimia aktif yang terkandung pada ekstrak etil asetat daun *tembelekan* adalah senyawa tetradecanoic acid, 9,12,15-octadecatrienoic acid, squalene, 4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo[4.1.0]heptane, dan tricyclo [4.3.0.0 (7,9)

non-3-ene,2,2,5,5,8,8-hexamethyl-(1.alpha.,6.beta.,7.alpha.,9.alpha.). Analisis metabolit sekunder tanaman menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa senyawa dalam daun tembelakan didominasi oleh senyawa turunan asam lemak (lipid) dan terpenoid tanaman sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan tumbuh dan sebagai anti oksidan terhadap stress oksidatif tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Itabi, A. O., Aknur, T. 2023. GC-MS analysis and antibacterial activity of *Lantana camara* extracts. *Al-Kufa University journal for biology*. 15 (2): 1-9. DOI:10.36320/ajb/v15.i2.11985
- Asfaw, M.D., Mekonnen, K.N., Asgedom, A.G. 2022. Chemical Composition and Biological Activities of the essential Oil Extracted from the Stem of *Olea europaea* sub spp. *Africana* (Mill). *Natural Products Chemistry & Research*. 10 (1): 1-9.
- Balelay, A.C.N.P. 2018. Uji aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri batang sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) dan daun nilam (*Pogostemon cablin* Benth) terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. [Skripsi]. Program studi ilmu farmasi. Universitas Setia Budi.
- Barre, J.T., Bowden, B. F., Coll, J.C., De Jesus, J., De La Fuente, V.E., Janairo, G.C., Ragasa, C.Y. 1997. A bioactive triterpene from *Lantana camara*. *Phytochemistry*. 45 (2): 321-324
- Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G. 2000. *Natural Products (Secondary Metabolites) dalam Buku: Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. Editor: Bob B Buchanan, Wilhem Gruissem dan Russel L Jones. American Society of Plant Physiologists
- Dewick, P. M. 1999. *Medicinal Natural Products, A Biosynthesis Approach*, 2nd ed. Chichester (GB): Jhon Wiley and Sons Ltd
- Ganjewala, D., Sam, S., Hayat, K. *Biochemical compositions and antibacterial activities of Lantana camara plants with yellow lavender, red and white flowers*. *Eurasia Jour BioSci*. (3): 69-77.
- He, M., Ding, N-Z. 2020. Plant unsaturated fatty acids: Multiple roles in stress response. *Front.Plant.Sci*. 11:562785. doi: 10.3389/fpls.2020.562785
- Kopcke, W., Krutmann, J. 2008. Protection from Sunburn with β -Carotene—A Meta-analysis. *Photochem. Photobiol*. 84: 284–288.
- Mansoori A, Singh N, Dubey S.K, Thakur T.K, Alkan N, Das S.N, Kumar, A. 2020. Phytochemical Characterization and Assessment of Crude Extracts from *Lantana camara* L. for Antioxidant and Antimicrobial Activity. *Front. Agron*. 2:582268. doi: 10.3389/fagro.2020.582268
- Sari, M.A.P. 2016. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol dan heksana daun bangle (*Zingiber cassumunar Roxb.*) terhadap *Eschericia coli* DAN *Staphylococcus aureus*. [Skripsi]. Program studi Biologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sopandie, D. 2014. *Fisiologi Adaptasi Tanaman Terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika*. Bogor (ID): IPB Press
- Srivastava, D., Singh, P. 2016. Screening the biofungicidal property and GCMS analysis of *Lantana camara*. *WJPPS*. 6 (2): 714-722.
- Staniek, A., Bouwmeester, Fraser, P.D., Kayser, O., Martens, S., Tissier, A., Van d er Krol, S., Wessjohann, L., Warzecha, H. 2013. Natural-products-modifying metabolite pathways in plants. *Biotechnol. J*. 8:1159-1171
- Tefa, A., Klau, A.K., Kapitan, O.B. 2019. Viabilitas benih jagung local yang diberi tepung daun Tembelakan (*Lantana camara* Linn) dalam pencegahan serangan *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera:Curculionidae) selama penyimpanan. *Savana Cendana*. 4 (1): 26-27

- Valadbeigil, V., Rashki, S. 2015. GC- MS analysis and anticancer effect against MCF-7 and HT-29 cell lines and antioxidant, antimicrobial and wound healing activities of plant- derived compounds. *J Bas Res Med Sci.* 2(4):1-11
- Wahyuni, N.M.D., Astiti, N.P.A., Proborini, M.W. 2019. Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Daun Tembelekan (*Lantana camara* L.) Yang Berpotensi Sebagai Pengendali Jamur *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Penyebab layu Batang dan Busuk Akar Tanaman Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* forma typica). *Metamorfosa: Journal of Biological Science* 6 (2): 191-197.
- Widyasanti, A., Nurjanah, S., Nurhadi, B., Osman, C.P. 2019. Isolation of guaiene from crude and distillate patchouli oil extracted by molecular distillation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.*924 (2021) 012008. doi:10.1088/1755-1315/924/1/012008
- Yasni S. 2013. *Teknologi Pengolahan dan Pemanfaatan Produk Ekstraktif Rempah*. Bogor: IPB Press.