

PROFIL SENYAWA POLAR DAN SEMI POLAR DAUN TANAMAN TEMBELEKAN (*Lantana camara* L) ASAL PULAU TIMOR

Origenes Boy Kapitan^{1*}, Dina T. Kusumawardhani¹, Fidelis Nitti², Gervasia Y. Kedjo²

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

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

Correspondence E-mail: boy57kapitan@gmail.com

Abstrak

Tumbuhan tembelekan merupakan gulma pada lahan pertanian di daerah tropis dan subtropis. Komponen kimia aktif ekstrak etanol dan etil asetat dikarakterisasi menggunakan FTIR dan GC-MS. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa senyawa golongan steroid terdeteksi pada kedua ekstrak, sedangkan senyawa golongan saponin dan tanin hanya terdeteksi pada ekstrak etanol. Hasil FTIR mengindikasikan adanya senyawa golongan hidroksil, alifatik berantai panjang, dan karbon aromatik dalam kedua ekstrak. Hasil GC-MS memperlihatkan senyawa kimia aktif yang terkandung pada ekstrak etanol daun tembelekan sebanyak 48 senyawa dengan senyawa utama yakni retinol (19.79 %), retinol asetat (10.77 %), asam linolenat (9.51 %), fitol (6.77 %), asam palmitat (4.95 %), squalena (4.37 %), beta-Maaliene (4.29 %), dan retinol (4 %). Terdapat 58 senyawa kimia aktif yang terkandung pada ekstrak etil asetat daun tembelekan dengan senyawa utama yakni retinol (14.63 %), asam linolenat (12.94 %), 4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo [4.1.0] heptane (11.46 %), asam tetradekanoat (7.14 %), squalena (5,67 %), fitol (4.67 %), alfa-tokoferol (4,37 %) dan neofitadiena (4.08 %). Senyawa-senyawa yang larut dalam lipid dan senyawa turunan asam lemak (lipid) merupakan senyawa-senyawa utama pada ekstrak etanol dan etil asetat tanaman di iklim tropis semi arid.

Kata kunci : Etanol, Etil asetat, GC-MS, Gugus Fungsional, Metabolit sekunder

Abstract

The tembelekan plant is a weed commonly found in agricultural areas across from tropical to subtropical. The secondary metabolites in these extracts were analyzed using FTIR and GC-MS. The phytochemical test results revealed the presence of steroid compounds in both extracts, whereas saponin and tannin compounds were only detected in the ethanol extract. The FTIR results indicated the presence of hydroxyl, long-chain aliphatic, and aromatic carbon compounds in both of the extracts. The GC-MS result showed 48 compounds in the ethanol extract of tembelekan leaves, with the main compounds being retinol (19.79 %), retinol acetate (10.77 %), linolenic acid (9.51 %), phytol (6.77 %), palmitic acid (4.95 %), squalene (4.37 %), beta-Maaliene (4.29 %), and retinol (4 %). The GC-MS result identified 58 compounds in the ethyl acetate extract, with the main compounds being retinol (16.63 %), linolenic acid (12.94 %), 4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo[4.1.0]heptane (11.46 %), tetradecanoic acid (7.14 %), squalene (5,67 %), phytol (4.67 %), alpha-tocopherol (4,37 %) and neophytadiene (4.08 %). Lipid-soluble compounds and fatty acid derivatives are the predominant compounds in both plant extracts, in the semiarid tropical climate.

Keywords: Ethanol, Ethyl acetate, Functional group, GC-MS, Secondary metabolite

PENDAHULUAN

Secara umum tumbuhan tembelekan termasuk ke dalam genus *Lantana* dengan jumlah spesies sekitar 150 spesies (Ghisalberti, 2000). Tembelekan memiliki nama spesies *Lantana camara*, genus *Lantana*, kelas *Magnoliopsida*, ordo *Lamiales*, dan keluarga *Verbenaceae*, divisi *Magnoliophyta*. Tembelekan adalah semak atau perdu kecil dengan tinggi 0.5-1.5 m dengan aroma tanaman yang tajam dan khas serta warna bunga yang menarik. Tembelekan merupakan tanaman berkayu dengan warna bunga beragam yakni merah, merah muda, putih, kuning, dan ungu, serta memiliki batang dan cabang yang dilengkapi dengan duri. Spesies ini tersebar di wilayah tropis dan subtropis dan ditemukan tersebar mulai dari dataran rendah ke dataran tinggi sampai ketinggian 2000 mdpl pada tempat-tempat terbuka yang terpapar sinar matahari. Menurut Male & Bani (2023), tumbuhan tembelekan memiliki nilai kerapatan 0,19/0.0004 ha, kerapatan relative sebesar 6,86 %, frekuensi strata semai 0,33 dan frekuensi relatif sebesar 8.11 % pada hutan gewang (*Corypha gebanga*) di wilayah Boking, pulau Timor. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanaman tembelekan

dapat tumbuh pada sela atau bagian kosong di antara tanaman-tanaman gewang. Sutomo dkk (2020), melaporkan bahwa tanaman tembelakan merupakan tanaman invasive pada wilayah savana dataran rendah dan savana dataran menengah di pulau Flores, Nusa Tenggara Timur dengan persentase keberadaan pada savana sebesar 2.77 %, dan kelimpahan rata-rata pada savana dataran rendah sebesar 0.54 dan pada savana dataran menengah sebesar 0.58. Tembelakan merupakan tumbuhan gulma invasif yang merambat ke berbagai arah sehingga mengganggu lahan pertanian.

Ketersediaan tanaman ini dalam jumlah besar menjadi potensi dalam pencarian kandidat senyawa obat, biopestisida, dan bioinsektisida terbaru. Potensi tanaman tembelakan sebagai kandidat senyawa obat, biopestisida, dan bioinsektisida dipengaruhi oleh kandungan senyawa kimia aktif atau metabolit sekunder tanaman. Tefa dkk (2019), melaporkan potensi pemanfaatan tepung daun tembelakan asal wilayah Malaka, pulau Timor mampu mencegah tingkat serangan hama *Sitophilus zeamais* pada jagung selama periode penyimpanan. Kombinasi perlakuan 20 % b/b tepung daun tembelakan mampu mencegah tingkat serangan hama *S. zeamais*, yang terlihat pada tingkat kerusakan biji (0,15 %) dan mortalitas imago *S. zeamais* (1.67 %). Rendahnya nilai kerusakan biji dibanding tanpa pemberian tepung *L. camara* menunjukkan adanya senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam daun *L. camara* yang berperan sebagai senyawa penolak makan (*antifeedant*) dan melumpuhkan gerak hama.

Metabolit sekunder tanaman merupakan hasil biosintesis lanjutan dari metabolit primer tanaman yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Meskipun metabolit sekunder tidak secara langsung terlibat dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mereka memainkan peran kunci dalam berbagai fungsi ekologis adaptatif, seperti melindungi tanaman dari serangan herbivora, patogen, dan stres lingkungan (Croteau dkk., 2015). Senyawa-senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan memiliki fungsi yang berbeda-beda bagi tanaman. Proses biosintesis metabolit sekunder tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor abiotik seperti suhu, paparan sinar matahari, ketersediaan air, dan kesuburan tanah (Sopandie, 2014). Wilayah pulau Timor dengan iklim tropis semiarid mengakibatkan tumbuhan tembelakan berpotensi mengakumulasi senyawa metabolit sekunder yang beragam dan berbeda dengan wilayah lain. Studi kandungan metabolit sekunder tanaman tembelakan di pulau Timor, Nusa Tenggara Timur belum banyak dilaporkan. Penelitian ini untuk bertujuan mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder daun tanaman tembelakan yang diekstraksi dengan pelarut polar dan semi polar dan mempelajari dugaan peranan senyawa-senyawa metabolit sekunder bagi tanaman tembelakan yang tumbuh di iklim tropis semiarid.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Daun tembelakan dikumpulkan dari wilayah Amarasi Barat, Kabupaten Kupang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah blender, ayakan 50 mesh, wadah maserator, pengaduk kaca, neraca analitik, tabung reaksi, gelas kimia, Erlenmeyer, rotary evaporator, Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) Type: IRP restige-21 SHIMADZU, dan GC-MS tipe Shimadzu QP2010S. Bahan yang digunakan adalah daun tembelakan, aquades, pelarut etanol, pelarut etil asetat, serbuk Mg, FeCl₃, HCl, kloroform, H₂SO₄, CH₃COOH, pereaksi Mayer, dan pereaksi Wagner.

Prosedur Kerja

Daun yang tua dari tanaman yang telah dikumpulkan selanjutnya dikering anginkan selama 2 minggu (Tefa dkk., 2019). Selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan ayakan berukuran 50 mesh. Sebanyak 50 g 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 rotary evaporator vakum pada suhu 60°C. Ekstrat etanol dan etil asetat diuji kandungan fitokimia secara kualitatif mengikuti metode yakni melihat perubahan warna ekstrak ketika diuji menggunakan pereaksi spesifik untuk uji flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, dan tanin (Harborne, 1987). Ekstrak etanol dan etil asetat dianalisis gugus fungsional senyawa menggunakan Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) Type: IRP restige-21 SHIMADZU. Kandungan

senyawa kimia aktif ekstrak etanol dan etil asetat dianalisis 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.

Analisis Data

Spektra IR hasil FTIR dianalisis gugus fungsional senyawa berdasarkan nilai puncak bilangan gelombang serapan. Kromatogram hasil GC dianalisis dengan membandingkan kesamaan spektra dengan spektra massa pustaka NIST12, NIST62, dan WILEY229.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol dan etil asetat. Pemilihan kedua pelarut ini bertujuan untuk mengekstrak senyawa polar dan semi polar dari daun tanaman tembelekan, mengikuti prinsip "like dissolved like" (Harborne, 1987). Pelarut etanol akan mengekstrak senyawa yang bersifat polar, sementara pelarut etil asetat akan mengekstrak senyawa yang bersifat semi polar.

Hasil Analisis Fitokimia

Identifikasi senyawa fitokimia dari ekstrak etanol dan etil asetat dilakukan setelah proses ekstraksi untuk mengetahui golongan senyawa yang terdapat dalam ekstrak berdasarkan jenis pelarut pengekstrak. Uji fitokimia dilakukan secara kualitatif yang mana sebagai langkah awal untuk mengetahui golongan senyawa kimia aktif pada daun tembelekan. Uji fitokimia secara kualitatif mencakup uji alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan steroid. Hasil uji fitokimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil identifikasi senyawa fitokimia pada ekstrak etanol dan etil asetat daun tembelekan

Jenis Uji Golongan Senyawa	Ekstrak Etanol	Ekstrak Etil Asetat
Flavanoid	-	-
Alkaloid	-	-
Tanin	++	-
Steroid	++++	++++
Saponin	++	-

Sumber: Hasil penelitian

Keterangan:

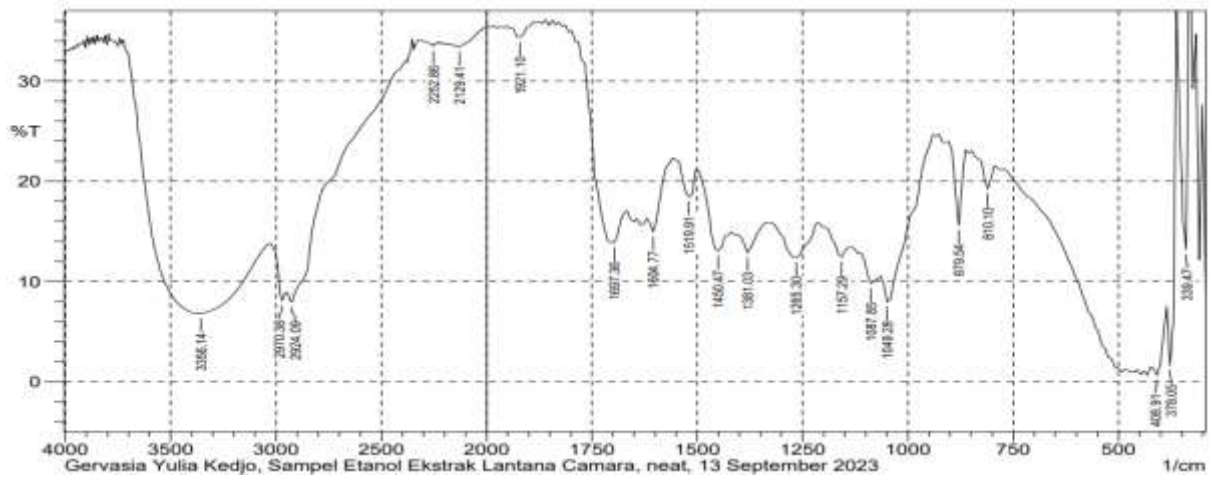
(+): Terdeteksi adanya senyawa; (-): tidak terdeteksi adanya senyawa

Hasil uji menunjukkan bahwa kedua ekstrak terdeteksi positif untuk uji golongan steroid dengan sangat kuat (++++). Pelarut etanol dan etil asetat memiliki kepolaran dan sifat yang sesuai dengan golongan senyawa steroid. Senyawa golongan steroid merupakan senyawa yang memiliki kerangka dasar triterpena siklik (Croteau dkk., 2015). Steroid adalah golongan triterpenoid yang mengandung inti siklopentana perhidrofenantrena yang tersusun dari tiga cincin sikloheksana dan satu cincin siklopentana. Terpenoid merupakan senyawa turunan lipid yang tidak terhidrolisis.

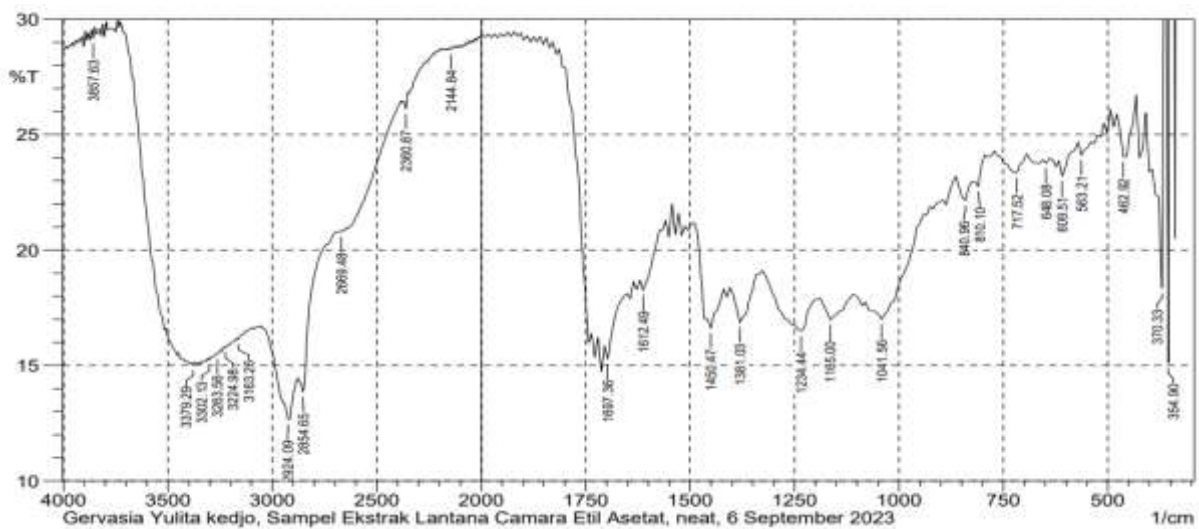
Senyawa golongan tanin dan saponin hanya terdeteksi pada ekstrak etanol. Hal ini karena diduga berkaitan dengan sifat kepolaran senyawa. Golongan senyawa saponin merupakan glikosida triterpenoid yang biasanya berada dalam bentuk glikosida sehingga cenderung bersifat polar (Harborne, 1987). Senyawa tanin adalah senyawa fenolik yang cenderung larut dalam air sehingga memiliki sifat polar (Robinson, 1991). Terdeteksinya golongan senyawa saponin dan tanin pada ekstrak etanol sesuai dengan prinsip "like dissolved like" yang mana senyawa polar akan terekstrak oleh pelarut polar.

Hasil Analisis Gugus Fungsional Senyawa

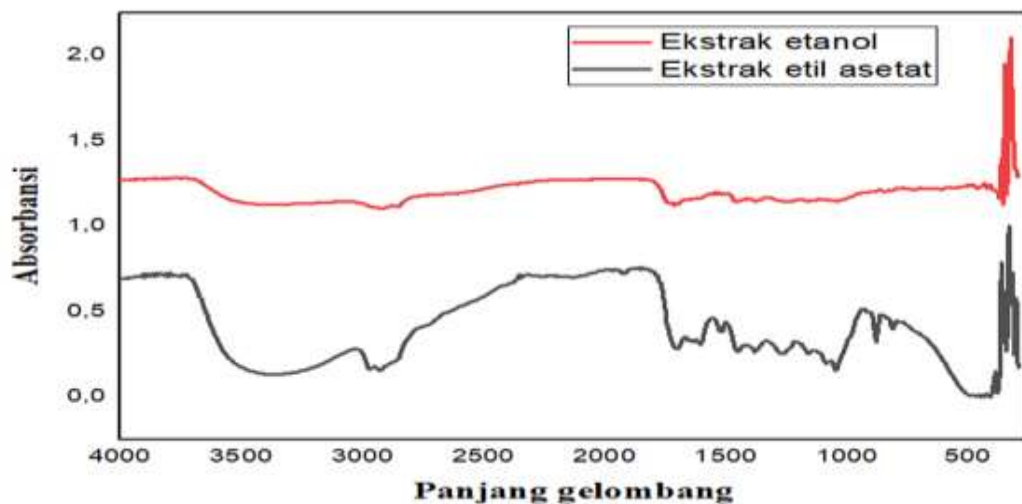
Analisis FTIR pada ekstrak etanol dan etil asetat daun tembelekan dilakukan untuk mengidentifikasi kelompok fungsional dalam ekstrak. Baik ekstrak etanol maupun etil asetat telah menunjukkan keberadaan kelompok fungsional yang berbeda. Beberapa puncak teramati, yang menunjukkan keberadaan kelompok metabolit fungsional yang berbeda dalam kedua ekstrak tersebut (Gambar 1 dan Gambar 2).



Gambar 1. Spektra IR dari ekstrak etanol daun tanaman tembelean (Sumber: Hasil penelitian)



Gambar 2. Spektra IR dari ekstrak etil asetat daun tanaman tembelean (Sumber: Hasil penelitian)



Gambar 3. Perbandingan spektra IR dari ekstrak etanol dan etil asetat sampel (Sumber: Hasil penelitian)

Pita serapan pada bilangan gelombang 3356 cm^{-1} dan 3379 cm^{-1} menunjukkan ikatan H-OH. 1381 cm^{-1} merupakan tekukan OH untuk alkohol tersier, 1049 cm^{-1} merupakan regangan C-O untuk alkohol primer. 1087 cm^{-1} merupakan regangan C-O untuk alkohol sekunder, 1157 cm^{-1} merupakan regangan C-O untuk alkohol tersier. Pita serapan pada bilangan gelombang 1381 cm^{-1} juga

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

No	Puncak	Waktu Retensi (menit)	Berat Molekul	Konsentrasi (%)	Indeks Kemiripan (%)	Rumus Molekul	Nama Senyawa	Kelompok Senyawa
1	51	63.194	286	19.79	75	C ₂₀ H ₃₀ O	Retinol	Retinoid
2	49	58.902	328	10.77	72	C ₂₂ H ₃₂ O ₂	Retinol, acetate	Retinoid
3	36	38.855	292	9.51	89	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	Linolenic acid, methyl ester	Asam lemak tak jenuh ganda
4	34	38.139	296	6.77	91	C ₂₀ H ₄₀ O	Phytol	Diterpenoid
5	32	35.086	256	4.95	95	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Palmitic acid	Asam lemak jenuh
6	42	49.975	410	4.37	93	C ₃₀ H ₅₀	Squalene	Karotenoid
7	47	57.889	204	4.29	75	C ₁₅ H ₂₄	Beta-Maaliene	Sesquiterpena
8	52	64.315	286	4.00	76	C ₂₀ H ₃₀ O	Retinol	Retinoid
9	38	39.192	264	3.35	90	C ₁₈ H ₃₂ O	9,12,15-Octadecatrien-1-ol	Alkohol lemak
10	45	54.776	430	3.15	83	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	Alpha-tocopherol	Tokoferol
11	48	58.733	400	2.96	78	C ₂₈ H ₄₈ O	Ergost-5-en-3-ol, (3.beta)	Steroid
12	28	32.450	240	2.54	90	C ₁₆ H ₃₂ O	Oxirane, tetradecyl	alkana
13	33	35.773	242	2.33	93	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	Ethyl tridecanoate	Ester asam lemak
14	4	22.332	204	2.19	96	C ₁₅ H ₂₄	Beta-Caryophyllene	Sesquiterpena
15	8	24.009	204	1.84	91	C ₁₅ H ₂₄	Germacrene	Sesquiterpena
16	35	38.517	280	1.20	87	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)	Asam lemak tak jenuh ganda
17	37	39.067	280	1.20	90	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)	Asam lemak tak jenuh ganda
18	16	26.700	220	1.17	91	C ₁₅ H ₂₄ O	(-)-Caryophyllene oxide	Sesquiterpena oksida
19	5	22.520	204	0.83	92	C ₁₅ H ₂₄	Gamma-elemene	Sesquiterpena
20	50	59.751	204	0.83	79	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)	Sesquiterpena
21	31	33.385	296	0.80	90	C ₂₀ H ₄₀ O	Phytol	Diterpenoid
22	17	26.992	204	0.71	75	C ₁₅ H ₂₄	Alpha humulene	Sesquiterpena
23	10	24.412	204	0.67	90	C ₁₅ H ₂₄	Alpha guaiene	Sesquiterpena
24	22	28.190	166	0.63	79	C ₁₀ H ₁₄ O ₂	5-Propil-Guaiacol	Metoksifenol
25	20	27.571	222	0.45	82	C ₁₅ H ₂₆ O	Globulol	Sesquiterpena alkohol
26	21	27.692	220	0.45	87	C ₁₅ H ₂₄ O	(+)-Spathulenol	Sesquiterpena alkohol
27	11	24.922	204	0.42	83	C ₁₅ H ₂₄	Viridiflorene	Sesquiterpena
27	14	26.025	222	0.40	79	C ₁₅ H ₂₆ O	Epiglobulol	Sesquiterpena alkohol
28	23	28.481	222	0.40	81	C ₁₅ H ₂₆ O	Widdrol	Sesquiterpena
29	3	21.400	204	0.39	92	C ₁₅ H ₂₄	(-)-beta-Elemene	Sesquiterpena
30	40	43.189	370	0.38	93	C ₂₂ H ₄₂ O ₄	Hexanedioic acid, dioctyl ester	Ester asam lemak
31	24	30.652	228	0.37	94	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	Tetradecanoic acid	Asam lemak berantai
32	30	32.982	250	0.37	89	C ₁₈ H ₃₄	1-Octadecyne	Alkana
33	7	23.326	204	0.35	94	C ₁₅ H ₂₄	Beta-selinene	Sesquiterpena
34	29	32.572	288	0.34	83	C ₁₈ H ₃₇ Cl	Octadecane, 1-chloro-	Alkil klorida
35	25	31.083	196	0.31	83	C ₁₁ H ₁₆ O ₃	(-)-loliolide	Monoterpena
36	26	31.209	220	0.30	79	C ₁₅ H ₂₄ O	(-)-Spathulenol	Sesquiterpena alkohol
37	43	51.512	290	0.29	91	C ₂₀ H ₃₄ O	Geranyl Linalool Isomer B	Diterpena alkohol
38	18	27.250	142	0.28	77	C ₈ H ₁₄ O ₂	2-Hexen-1ol, acetate	Alkena alkohol
39	6	22.592	204	0.27	89	C ₁₅ H ₂₄	Germacrene-D	Sesquiterpena

40	41	45.599	390	0.26	86	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	Di-n-octyl phthalate	Phalat ester
41	46	55.494	310	0.26	90	C ₂₂ H ₄₆	Heneicosane, 3-methyl	Alkana
42	13	25.800	200	0.24	84	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Dodecanoic acid	Asam lemak berantai sedang
43	27	31.474	284	0.24	77	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Hexadecanoic acid, ethyl ester	Ester asam lemak
44	15	26.532	220	0.23	93	C ₁₅ H ₂₄ O	(+)-spathulenol	Sesquiterpena alkohol
45	19	27.407	222	0.23	81	C ₁₆ H ₃₀	3-Hexadecyne	Alkana
46	9	24.233	204	0.22	90	C ₁₅ H ₂₄	Beta-Selinene	Sesquiterpena
47	12	25.685	220	0.22	75	C ₁₅ H ₂₄ O	Cedrenol	Sesquiterpena
48	39	39.687	284	0.22	93	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Hexadecanoic acid, ethyl ester	Ester asam lemak

(Sumber: Hasil penelitian)

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	Kelompok senyawa
1	59	63.295	286	14.63	72	C ₂₀ H ₃₀ O	Retinol	Retinoid
2	37	38.747	292	12.94	90	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	Linolenic acid, methyl ester	Asam lemak tak jenuh ganda
3	56	58.953	202	11.46	74	C ₁₅ H ₂₂	4,4-Dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-ylidene methylidenbicyclo[4.1.0]heptane	Bisiklik
4	34	35.178	228	7.14	94	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	Tetradecanoic acid	Asam lemak berantai panjang
5	45	49.979	410	5.67	94	C ₃₀ H ₅₀	Squalene	Karotenoid
6	36	38.142	296	4.67	92	C ₂₀ H ₄₀ O	Phytol	Diterpenoid
7	50	54.792	430	4.37	88	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	Alpha-tocopherol	Tokoferol
8	29	32.458	278	4.08	91	C ₂₀ H ₃₈	Neophytadiene	Sesquiterpenoid
9	53	57.908	328	3.38	73	C ₂₂ H ₃₂ O ₂	Retinol acetate	Retinoid
10	60	64.358	286	3.37	76	C ₂₀ H ₃₀ O	Retinol	Retinoid
11	55	58.775	414	2.72	75	C ₂₉ H ₅₀ O	Stigmast-5-en-3-ol, (3.beta.)-	Steroid
12	4	22.333	204	2.60	96	C ₁₅ H ₂₄	Beta-Caryophyllene	Sesquiterpena
13	9	24.008	204	1.57	91	C ₁₅ H ₂₄	Germacrene-D	Sesquiterpena
14	40	40.050	296	1.30	87	C ₂₀ H ₄₀ O	Phytol	Diterpenoid
15	33	33.383	278	1.28	90	C ₂₀ H ₃₈	9-eicosyne	Hidrokarbon tak jenuh
16	16	26.700	220	1.03	90	C ₁₅ H ₂₄ O	(-)-Caryophyllene oxide	Sesquiterpena oksida
17	57	27.067	122	1.01	70	C ₈ H ₁₀ O	3-Methylene-2-norbornanone	
18	11	24.407	204	0.97	90	C ₁₅ H ₂₄	Alpha-Guaiene	Sesquiterpena
19	2	16.849	134	0.89	96	C ₅ H ₁₀ O ₄	Acetin, mono-	Gliserol ester
20	38	39.094	284	0.89	93	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Octadecanoic acid	Asam lemak jenuh
21	5	22.516	204	0.84	93	C ₁₅ H ₂₄	Gamma-Elementene	Sesquiterpena
22	39	28.217	292	0.72	89	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	Linolenic acid, methyl ester	Asam lemak tak jenuh ganda
23	52	57.407	412	0.67	85	C ₂₉ H ₄₈ O	Stigmasterol	Steroid

24	51	55.517	618	0.66	94	C ₄₄ H ₉₀	Tetratetracontane	Alkana
25	32	32.983	278	0.65	90	C ₂₀ H ₃₈	9-Eicosyne	Alkana
26	12	24.919	204	0.60	86	C ₁₅ H ₂₄	Aromadendrene VI	Sesquiterpena
27	30	32.558	232	0.53	74	C ₁₄ H ₂₉ Cl	Myristyl chloride	Alkil klorida
28	3	21.396	204	0.21	91	C ₁₅ H ₂₄	Beta-Elementene	Sesquiterpena
29	6	22.592	204	0.32	92	C ₁₅ H ₂₄	Germacrene-D	Sesquiterpena
30	7	23.321	204	0.41	95	C ₁₅ H ₂₄	Beta-Selinene	Sesquiterpena
31	8	23.795	204	0.25	90	C ₁₅ H ₂₄	Gamma-Murolene	Sesquiterpena
32	10	24.237	204	0.37	91	C ₁₅ H ₂₄	Germacrene-A	Sesquiterpena
33	13	25.849	200	0.18	92	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Lauric acid	Asam lemak berantai sedang
34	14	26.074	204	0.20	89	C ₁₅ H ₂₄	Germacrene B	Sesquiterpena
35	15	26.533	220	0.24	92	C ₁₅ H ₂₄ O	(+)-Spathulenol	Sesquiterpena alkohol
36	18	27.275	154	0.14	77	C ₁₀ H ₁₈ O	Thujyl alcohol	Bisiklik monoterpenoid
37	19	27.550	222	0.37	84	C ₁₅ H ₂₆ O	Globulol	Sesquiterpena alkohol
38	20	27.775	220	0.46	87	C ₁₅ H ₂₄ O	(+)-Spathulenol	Sesquiterpena alkohol
39	21	27.958	204	0.32	92	C ₁₅ H ₂₄	Germacrene-D	Sesquiterpena
40	22	28.217	222	0.30	85	C ₁₅ H ₂₆ O	Torreyol	Sesquiterpenoid alkohol
41	23	28.475	222	0.27	83	C ₁₅ H ₂₆ O	Epiglobulol	Sesquiterpenoid alkohol
42	24	28.576	222	0.18	84	C ₁₅ H ₂₆ O	Juniper camphor	Sesquiterpenoid
43	25	29.791	220	0.20	81	C ₁₅ H ₂₄ O	(-)-spathulenol	Sesquiterpenoid alkohol
44	26	30.683	228	0.46	95	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	Tetradecanoic acid	Asam lemak berantai panjang
45	27	31.111	196	0.22	86	C ₁₁ H ₁₆ O ₃	(-)-Loliolide	Monoterpena
46	28	31.224	220	0.23	87	C ₁₅ H ₂₄ O	(-)-spathulenol	Sesquiterpenoid alkohol
47	31	32.884	200	0.30	75	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Docanoic acid	Asam lemak berantai sedang
48	35	35.758	284	0.38	93	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Hexadecanoic acid, methyl ester	Metil ester asam lemak
49	41	42.722	284	0.35	90	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Octadecanoic acid	Asam lemak berantai panjang
50	42	43.182	370	0.18	95	C ₂₂ H ₄₂ O ₄	Hexanedioic acid, dioctyl ester	Ester asam lemak
51	43	45.592	390	0.23	90	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	Di-n-octyl phthalate	Phalat ester
52	44	46.125	340	0.20	94	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	Docosanoic acid	Asam lemak jenuh
53	46	51.200	380	0.21	96	C ₂₇ H ₅₆	Heptacosane	Alkana
54	47	51.503	290	0.22	91	C ₂₀ H ₃₄ O	Geranyl linalool isomer B	Diterpena alkohol
55	48	52.618	182	0.20	76	C ₁₃ H ₂₆	2-Undecene, 4,5-dimethyl-, [R*,R*-(E)]	Alkena
56	49	54.211	394	0.30	96	C ₂₈ H ₅₈	Octacosane	Alkana
57	54	58.073	394	0.39	96	C ₂₈ H ₅₈	Octacosane	Alkana
58	58	61.617	854	0.35	77	C ₅₈ H ₉₄ O ₄	Dicholesteryl succinate	Ester kolesterol

(Sumber: Hasil penelitian)

Senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak etanol dan etil asetat didominasi oleh senyawa-senyawa larut lipid dan senyawa turunan asam lemak. Adanya kandungan senyawa turunan asam lemak pada tanaman tembelekan juga dilaporkan oleh El-Banna dkk (2022), yang mengungkapkan bahwa ekstrak etanol *L. camara* asal Mesir mengandung asam lemak tak jenuh seperti myristoleic acid, linolenic acid, dan linoleic acid methyl ester; dan asam lemak jenuh seperti arachidic acid dan behenic acid (docosanoic acid). Ramirez dkk (2025), melaporkan bahwa ekstrak methanol (polar) tanaman *L. camara* mengandung *docosanoic acid* (behenic acid), octadecanoic acid (stearic acid), sedangkan ekstrak petroleum ether (nonpolar) tanaman *L. camara* mengandung linoleic acid, hexadecanoic acid (palmitic acid), dan tetradecanoic acid (myristic acid). Perbedaan jenis senyawa dan komposisi diakibatkan oleh kondisi geografis, iklim, dan masa panen daun tanaman.

Senyawa retinol (vitamin A alcohol) adalah senyawa turunan dari beta-caroten yang mana beta-caroten adalah senyawa pigmen turunan senyawa karotenoid. Karotenoid merupakan suatu senyawa C_{40} terpenoid (Nisar dkk., 2015). Senyawa karotenoid dan klorofil adalah senyawa pigmen pada tanaman. Warna karotenoid pada daun tidak begitu terlihat karena tertutupi oleh klorofil yang jumlahnya lebih banyak. Pigmen karotenoid akan mulai nampak ketika kandungan klorofil dalam daun berkurang yang mana menghasilkan warna kuning dan merah pada daun-daunnya (Ashenafi dkk., 2023). Senyawa karotenoid berperan penting bagi tanaman dalam proses penangkapan cahaya dan fotoproteksi.

Dominannya kandungan senyawa turunan lipid pada ekstrak sesuai dengan hasil uji fitokimia yang mana senyawa golongan steroid kuat terdeteksi pada kedua ekstrak. Munculnya serapan pada bilangan gelombang 2924 cm^{-1} dan 2854 cm^{-1} diikuti dengan serapan pada 1450 cm^{-1} dan 717 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa rantai panjang linear alifatik (Nandiyanto dkk., 2019) yang merupakan ciri rantai alkil senyawa lipid. Pita serapan di sekitar 1600 cm^{-1} , 1500 cm^{-1} , 1612 cm^{-1} , 1604 cm^{-1} , 1519 cm^{-1} , 3163 cm^{-1} (untuk regangan C-H); diikuti serapan pada 840 cm^{-1} dan 648 cm^{-1} merupakan indikasi serapan senyawa aromatic.

Lipid merupakan metabolit primer tanaman yang berperan dalam fungsi adaptasi terhadap kondisi cekaman lingkungan seperti suhu tinggi. Cekaman suhu tinggi akan mengakibatkan pembentukan radikal bebas pada daun tanaman yang dapat menurunkan kemampuan kerja organel sel tanaman. Untuk itu tanaman membentuk senyawa-senyawa tertentu sebagai antioksidan untuk meredam radikal bebas tersebut. Senyawa alfa tokoferol diketahui membantu menahan stres tanaman terhadap suhu tinggi dengan mempertahankan fungsi organel/peralatan fotosintesis tetap normal (Spicher dkk., 2016). Menurut Higashi & Saito (2019), peningkatan senyawa galactolipid (linoleate), fosfolipid (palmitat, stearate, dan oleat), dan triasilgliserol (alfa-linolenat dan asam heksadekatrienoat) dalam kloroplas, retikulum endoplasma, dan membrane plasma tanaman akibat stres panas (suhu tinggi). Peningkatan asam lemak jenuh dan tak jenuh tunggal (16:0, 18:0, dan 18:1) menghasilkan kekakuan membran yang lebih tinggi guna menangkal efek stres panas (Bian dkk., 2023). Asam palmitat (palmitic acid) dan asam linolenat (linolenic acid) merupakan asam lemak yang sering ditemukan pada lipid tanaman selain asam stearate, asam oleat, dan asam linoleat (Lim dkk., 2017). Menurut He & Ding (2020) asam lemak tak jenuh seperti asam oleat (18:1), linoleat (18:2), dan asam linolenat (18:3) berperan sebagai prekursor pembentuk senyawa bioaktif seperti hormon, dan juga secara tidak langsung berperan sebagai pemberi sinyal terhadap kondisi stres tanaman. Asam linolenat berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman (Walley dkk., 2013). Adanya senyawa-senyawa asam lemak dan turunan asam lemak pada daun tanaman tembelekan diduga berkaitan dengan bentuk adaptasi dan pertahanan diri terhadap stress lingkungan tumbuh yang beriklim tropis semiarid dengan musim kemarau yang panjang (7-8 bulan) dan musim penghujan yang pendek (4-5 bulan).

KESIMPULAN

Uji fitokimia pada ekstrak etanol dan etil asetat daun tanaman menunjukkan golongan senyawa steroid terdeteksi untuk kedua ekstrak, sedangkan golongan senyawa saponin dan tanin hanya terdeteksi pada ekstrak etanol. Hasil analisis FTIR mengindikasikan adanya senyawa golongan hidroksil, senyawa alifatik berantai panjang, dan senyawa karbon aromatik dalam kedua ekstrak. Hasil GC-MS memperlihatkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak etanol daun tembelekan sebanyak 48 senyawa dengan senyawa utama yakni retinol (19.79 %), retinol asetat (10.77 %), asam linolenat (9.51 %), fitol (6.77 %), asam palmitat (4.95 %),

squalena (4.37 %), beta-Maaliene (4.29 %), dan retinol (4 %). Hasil GC-MS menunjukkan adanya 58 senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak etil asetat daun tembelakan dengan senyawa utama yakni retinol (14.63 %), asam linolenat (12.94 %), 4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)-2-methylidenbicyclo [4.1.0] heptane (11.46 %), asam tetradekanoat (7.14 %), squalena (5.67 %), fitol (4.67 %), alfa-tokoferol (4.37 %) dan neofitadiena (4.08 %). Analisis metabolit sekunder tanaman menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa senyawa dalam daun tembelakan didominasi oleh senyawa larut lipid dan turunan asam lemak (lipid) sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan tumbuh dan sebagai anti oksidan terhadap stress oksidatif tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashenafi, E. L., Nyman, M. C., Shelley, J. T., & Mattson, N. S. (2023). Spectral properties and stability of selected carotenoid and chlorophyll compounds in different solvent systems. *Food Chemistry Advances*, 2, 100178.
- Bian, Y., Li, Q., Zhang, X., Hao, T., Liu, N., Yang, Z., & Yu, J. (2023). Lipid composition remodeling plays a critical role during the differential responses of leaves and roots to heat stress in bermudagrass. *Environmental and Experimental Botany*, 213, 105423.
- Croteau R, Kutchan TM, Lewis NG. (2015). *Natural Products (Secondary Metabolites) dalam Buku: Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (2nd ed.). Editor: Bob B Buchanan, Wilhem Gruissem dan Russel L Jones. John Willey and Sons, West Sussex UK.
- El-Banna, A. A., Darwish, R. S., Ghareeb, D. A., Yassin, A. M., Abdulmalek, S. A., & Dawood, H. M. (2022). Metabolic profiling of *Lantana camara* L. using UPLC-MS/MS and revealing its inflammation-related targets using network pharmacology-based and molecular docking analyses. *Scientific Reports*, 12(1), 14828.
- Ghisalberti, E. L. (2000). *Lantana camara* L. (Verbenaceae). *Fitoterapia* 71: 467-486
- Harborne J. B. (1987). *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan, Terbitan Kedua*. Penerbit ITB, Bandung ID
- He, M., & Ding, N. Z. (2020). Plant unsaturated fatty acids: multiple roles in stress response. *Frontiers in plant science*, 11, 562785.
- Higashi, Y., & Saito, K. (2019). Lipidomic studies of membrane glycerolipids in plant leaves under heat stress. *Progress in lipid research*, 75, 100990.
- Lim, G. H., Singhal, R., Kachroo, A., & Kachroo, P. (2017). Fatty acid–and lipid-mediated signaling in plant defense. *Annual review of Phytopathology*, 55(1), 505-536.
- Male, I., & Bani, A. (2023). Analisis Vegetasi Gwang (Corypha gebanga) di Kecamatan Boking Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur. *Journal of Tropical Silviculture*, 14(03), 223-228.
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret FTIR spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97-118.
- Nisar, N., Li, L., Lu, S., Khin, N. C., & Pogson, B. J. (2015). Carotenoid metabolism in plants. *Molecular plant*, 8(1), 68-82.
- Ramírez, J., Armijos, C., Espinosa-Ortega, N., Castillo, L. N., & Vidari, G. (2025). Ethnobotany, Phytochemistry, and Biological Activity of Extracts and Non-Volatile Compounds from *Lantana camara* L. and Semisynthetic Derivatives An Updated Review. *Molecules*, 30(4), 851.
- Robinson, T. (1991). *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*, diterjemahkan oleh Prof. Dr. Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB: Bandung.
- Sopandie D. (2014). *Fisiologi Adaptasi Tanaman Terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika*. IPB Press, Bogor ID
- Spicher, L., Glauser, G., & Kessler, F. (2016). Lipid antioxidant and galactolipid remodeling under temperature stress in tomato plants. *Frontiers in plant science*, 7, 167.

- Sutomo, S., Darma, I. D. P., & Iryadi, R. (2020). The dissimilarity in plant species composition of savanna ecosystem along the elevation gradient on Flores Island, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(2).
- Tefa, A., Klau, A. K., & Kapitan, O. B. (2019). Viabilitas Benih Jagung Lokal yang diberi Tepung Daun Tembelekan (*Lantana camara* Linn) dalam Pencegahan Serangan *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) Selama Penyimpanan. *Savana Cendana*, 4(01), 26-27.
- Walley, J. W., Kliebenstein, D. J., Bostock, R. M., & Dehesh, K. (2013). Fatty acids and early detection of pathogens. *Current opinion in plant biology*, 16(4), 520-526.