OPEN ACCESS
Research Article

Arwana
Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan
doi: 10.51179/jipsbp.v8i1.3818

Toksisitas ekstrak daun daun bakau api (*Avicennia officinalis*) dengan pelarut berbeda [Toxicity of *Avicennia officinalis* leaf extracts using different solvents]

Irwan Irwan[1], Iis Safitri Sari[2], Ilham Zulfahmi[3*]

[1] *Program Studi Teknologi Industri Hasil Perikanan , Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia*
[2] *Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Jl. Kota Pelajar dan Mahasiswa, Darussalam, Banda Aceh 23111, Aceh, Indonesia*
[3] *Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia*

ABSTRACT | Mangrove apple (*Avicennia officinalis*) is a coastal mangrove species known to contain natural compounds with potential biological activities. This study aimed to evaluate the toxicity of *A. officinalis* leaf extracts obtained using different solvents (ethanol, ethyl acetate, and n-hexane) through the Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). The extracts were tested at concentrations ranging from 100 to 1000 ppm against *Artemia salina* larvae, with five replicates per treatment and 20 larvae per replicate. The results showed that all extracts exhibited toxic activity, with LC_{50} values of 431.73 ppm for ethanol, 305.65 ppm for ethyl acetate, and 371.56 ppm for n-hexane extracts. The ethyl acetate extract exhibited the highest toxicity, as indicated by its lowest LC_{50} value. GC-MS analysis revealed several classes of chemical compounds, including alcohols, esters, aldehydes, hydrocarbons, organic acids, and terpenoids. Among these, terpenoids may contribute to the observed toxicity against *A. salina* larvae, although their specific roles require further investigation. These findings indicate that solvent selection influences the toxicity and chemical profiles of *A. officinalis* leaf extracts, with ethyl acetate showing the greatest potential for further bioactivity-guided investigations.

Key words | *Avicennia officinalis*; mangrove; bioactive compounds; toxicity; Artemia salina; GC-MS

ABSTRAK | Bakau api-api (*Avicennia officinalis*) merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove yang hidup di wilayah pesisir dan diketahui mengandung senyawa alami dengan berbagai potensi aktivitas biologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi toksisitas ekstrak daun *A. officinalis* yang diperoleh menggunakan pelarut berbeda, yaitu etanol, etil asetat, dan n-heksana, melalui metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Ekstrak daun diuji pada konsentrasi 100–1000 ppm terhadap larva *Artemia salina*, dengan lima kali ulangan pada setiap perlakuan dan 20 larva pada setiap ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh ekstrak memiliki aktivitas toksik, dengan nilai LC_{50} sebesar 431,73 ppm pada ekstrak etanol, 305,65 ppm pada ekstrak etil asetat, dan 371,56 ppm pada ekstrak n-heksana. Ekstrak etil asetat menunjukkan aktivitas toksik tertinggi berdasarkan nilai LC_{50} terendah. Analisis GC-MS mengidentifikasi berbagai golongan senyawa kimia, meliputi alkohol, ester, aldehida, hidrokarbon, asam organik, dan terpenoid. Di antara golongan tersebut, senyawa terpenoid diduga berkontribusi terhadap aktivitas toksik pada larva *A. salina*, meskipun peran spesifiknya masih memerlukan pengujian lebih lanjut. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis pelarut memengaruhi aktivitas toksik dan profil senyawa kimia ekstrak daun *A. officinalis*, dengan etil asetat menghasilkan ekstrak yang paling potensial untuk eksplorasi bioaktivitas lebih lanjut.

Kata kunci | *Avicennia officinalis*; mangrove; senyawa bioaktif; toksisitas; Artemia salina; GC-MS

Received | 3 April 2026, **Accepted |** 19 Mei 2026, **Published |** 30 Mei 2026

***Corresponding author** Ilham Zulfahmi, Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia, **Alamat Email:** ilham.zulfahmi@usk.ac.id

Citation Irwan, I., Sari I.S., ZulfahmiI. (2026). Toksisitas ekstrak daun daun bakau api (*Avicennia officinalis*) dengan pelarut berbeda. *Arwana*: *Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 8(1), 66-72.

p-ISSN (Media Cetak): 2657-0254
e-ISSN (Media Online): 2797-3530

© 2026 Oleh authors. Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Mangrove api-api (*Avicennia officinalis*) merupakan salah satu spesies mangrove yang banyak ditemukan di wilayah pesisir Indonesia. Spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan pasang surut dan diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder yang berpotensi memberikan aktivitas biologis. Beberapa penelitian melaporkan bahwa *A. officinalis* memiliki potensi sebagai sumber bahan alami dengan aktivitas antidiabetes, antiinflamasi, antikanker, antioksidan, dan antimikroba. Secara tradisional, tumbuhan ini juga telah dimanfaatkan dalam pengobatan berbagai penyakit, seperti asma, dispepsia, rematik, kelumpuhan, dan tumor (Hasibuan & Sumartini, 2020).

Kandungan metabolit sekunder pada tumbuhan dapat memberikan aktivitas biologis yang menguntungkan, tetapi pada konsentrasi tertentu juga berpotensi menimbulkan efek toksik terhadap organisme. Senyawa fenolik, misalnya, dilaporkan dapat memberikan efek toksik terhadap organisme akuatik apabila berada pada konsentrasi tinggi (Duan *et al*., 2018). Selain itu, beberapa golongan senyawa bioaktif, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid, diketahui dapat memengaruhi aktivitas biologis organisme

uji (Asikin & Melhanah, 2020; Junaidi *et al*., 2020). Oleh karena itu, evaluasi toksisitas menjadi tahap penting dalam mengidentifikasi potensi biologis ekstrak bahan alam.

Jenis pelarut merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi proses ekstraksi dan aktivitas biologis ekstrak tumbuhan. Perbedaan polaritas pelarut dapat menyebabkan variasi jenis dan jumlah senyawa bioaktif yang berhasil diekstraksi (Yuliani & Rasyid, 2019). Etanol merupakan pelarut polar yang mampu mengekstraksi berbagai senyawa polar, sedangkan n-heksana lebih efektif untuk senyawa nonpolar. Sementara itu, etil asetat memiliki polaritas menengah sehingga mampu mengekstraksi senyawa dengan karakteristik kepolaran sedang. Penelitian Ningdyah *et al*. (2015) menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah tampoi (*Baccaurea macrocarpa*) menggunakan pelarut etil asetat memiliki aktivitas toksik lebih tinggi dibandingkan ekstrak metanol dan n-heksana. Temuan tersebut menunjukkan pentingnya pemilihan pelarut dalam menentukan aktivitas toksik ekstrak tumbuhan.

Penelitian mengenai aktivitas biologis tumbuhan mangrove telah dilakukan pada beberapa spesies, seperti *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, dan *Avicennia marina*, menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) (Puspitasari *et al*., 2018; Zulfahmi *et al*., 2024). Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan potensi ekstrak mangrove sebagai sumber senyawa bioaktif dengan tingkat toksisitas yang bervariasi. Namun, kajian mengenai perbandingan aktivitas toksik ekstrak daun *A. officinalis* berdasarkan perbedaan polaritas pelarut masih perlu dikembangkan, khususnya untuk memahami hubungan antara jenis pelarut, aktivitas toksik, dan profil senyawa kimia yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji ekstrak daun *A. officinalis* menggunakan tiga pelarut dengan tingkat polaritas berbeda, yaitu etanol, etil asetat, dan n-heksana, serta menganalisis profil senyawanya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Pendekatan tersebut memungkinkan perbandingan aktivitas toksik dan karakteristik kimia ekstrak yang dihasilkan dari masing-masing pelarut.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi toksisitas awal ekstrak bahan alam adalah *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Metode ini menggunakan larva *Artemia salina* sebagai organisme uji karena sensitif terhadap berbagai senyawa bioaktif dan dapat memberikan gambaran awal mengenai aktivitas toksik ekstrak (Syahdana *et al*., 2019). Selain itu, metode BSLT relatif sederhana, cepat, ekonomis, dan tidak memerlukan peralatan yang kompleks. Penggunaan *A. salina* memungkinkan evaluasi respons mortalitas terhadap peningkatan konsentrasi ekstrak yang dinyatakan melalui nilai *Lethal Concentration 50* (LC_{50}). Nilai LC_{50} yang lebih rendah menunjukkan aktivitas toksik yang lebih tinggi. Metode ini juga banyak digunakan sebagai pendekatan awal dalam penapisan senyawa bioaktif sebelum dilakukan pengujian biologis lebih lanjut (Baud *et al*., 2014). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengevaluasi dan membandingkan tingkat toksisitas ekstrak daun *Avicennia officinalis* yang diperoleh menggunakan tiga jenis pelarut dengan polaritas berbeda, yaitu etanol, etil asetat, dan n-heksana, terhadap larva *Artemia salina* menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) berdasarkan nilai LC_{50}; serta (2) mengidentifikasi dan membandingkan profil senyawa kimia pada masing-masing ekstrak menggunakan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS).

BAHAN DAN METODE

Koleksi dan Preparasi Sampel

Sampel daun api-api (*Avicennia officinalis*) dikoleksi dari kawasan pesisir Alue Naga, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Sebanyak 2 kg daun segar digunakan sebagai bahan penelitian. Sampel daun dibersihkan menggunakan air bersih, kemudian dipotong menjadi bagian kecil dan dikeringkan dengan metode pengeringan udara pada suhu ruang selama tujuh hari. Daun yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diayak hingga diperoleh serbuk simplisia kering. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Ekologi, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh. Proses ekstraksi dilakukan di Laboratorium Kimia, Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh. Analisis GC-MS dilakukan di Laboratorium Instrumen, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

Daun segar dikoleksi sebanyak 2 kg. Sampel daun dibersihkan menggunakan air bersih, kemudian dipotong menjadi bagian kecil dan dikeringkan dengan metode pengeringan udara pada suhu ruang selama 7 hari. Daun yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diayak hingga diperoleh serbuk simplisia kering.

Ekstraksi Sampel

Serbuk simplisia daun sebanyak 100 g diekstraksi secara terpisah menggunakan tiga jenis pelarut dengan tingkat polaritas berbeda, yaitu etanol 98%, etil asetat, dan n-heksana. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan perbandingan bahan dan pelarut 1:10 (b/v) selama 48 jam. Hasil maserasi kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dan residu.

Hasil ekstraksi berupa filtrat kemudian dikonsentrasikan menggunakan rotary evaporator pada kondisi suhu yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing pelarut hingga diperoleh ekstrak pekat. Selanjutnya, ekstrak dikeringkan menggunakan water bath pada suhu 45°C hingga diperoleh ekstrak kering (Kurniawan *et al*., 2021).

Penetasan Larva *Artemia salina* Leach dan Pembuatan Larutan Uji

Larva *Artemia salina* dipilih sebagai organisme uji karena memiliki sensitivitas terhadap berbagai senyawa bioaktif sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi potensi toksisitas ekstrak bahan alam. Selain itu, *A. salina* relatif mudah ditetaskan, memiliki siklus hidup yang singkat, dan memungkinkan pengujian dengan biaya rendah serta prosedur yang sederhana. Kista *Artemia salina* diperoleh dari pedagang ikan hias lokal di daerah Setui, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh. Proses penetasan kista *Artemia salina* dilakukan berdasarkan metode Nofita *et al*. (2020) dengan beberapa modifikasi. Kista *A. salina* sebanyak 50–150 mg direndam dalam akuades selama ±1 jam sebelum penetasan (Lestari *et al*., 2019). Selanjutnya, kista ditetaskan dalam wadah plastik berkapasitas 1 L yang berisi 500 mL air laut steril dengan salinitas 30 ppt, pH 7–8, dan suhu 28–29°C, serta diberikan aerasi dan pencahayaan menggunakan lampu 40–60-watt selama 36–48 jam. Kondisi tersebut digunakan untuk mendukung proses penetasan dan kelangsungan hidup larva. Larva *A.*

salina berumur 48 jam dengan pergerakan aktif dipilih sebagai organisme uji.

Ekstrak kering hasil ekstraksi ditimbang sebanyak 2 g dan dilarutkan menggunakan DMSO kemudian diencerkan menggunakan air laut steril dengan salinitas 30 ppt hingga mencapai volume 1000 mL sehingga diperoleh larutan stok dengan konsentrasi 2000 ppm (Tarukbua *et al.*, 2018). Larutan stok kemudian diencerkan untuk memperoleh konsentrasi uji sebesar 100, 250, 500, dan 1000 ppm (Putri *et al.*, 2022).

Uji Toksisitas dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)

Sebanyak 20 individu nauplii *Artemia salina* berumur 48 jam dipilih secara acak dan digunakan untuk setiap unit perlakuan toksisitas. Larva kemudian diberikan larutan uji dengan konsentrasi 100, 250, 500, dan 1000 ppm hingga mencapai volume akhir 10 ml menggunakan air laut steril bersalinitas 30 ppt. Kontrol negatif dibuat menggunakan air laut steril tanpa penambahan ekstrak. Air laut steril dengan salinitas 30 ppt digunakan sebagai media penetasan dan pengujian toksisitas larva Artemia salina. Salinitas tersebut dipilih untuk menyediakan kondisi lingkungan yang sesuai bagi kelangsungan hidup larva dan meminimalkan kemungkinan mortalitas akibat stres salinitas. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak lima kali ulangan. Vial uji kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 28–29°C dengan pencahayaan menggunakan lampu. Pengamatan mortalitas larva dilakukan setiap 6 jam selama 24 jam. Larva dinyatakan mati apabila tidak menunjukkan pergerakan dan berada di dasar wadah. Persentase mortalitas dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Mortalitas Larva (\%)} = (LM/LT) \times 100$$

Keterangan:

LM = jumlah larva yang mati pada akhir pengamatan (individu)

LT = jumlah larva pada awal pengamatan (individu).

Identifikasi Senyawa dengan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

Profil metabolit dalam ekstrak daun *A. officinalis* dianalisis menggunakan GC-MS untuk memperoleh informasi mengenai komponen kimia berdasarkan karakteristik waktu retensi dan pola fragmentasi massa. Analisis dilakukan pada ekstrak yang menunjukkan aktivitas toksisitas tertinggi berdasarkan nilai LC_{50}. Pemisahan komponen senyawa dilakukan menggunakan kromatografi gas berdasarkan perbedaan waktu retensi (*retention time*), sedangkan identifikasi senyawa dilakukan menggunakan spektrometri massa berdasarkan pola fragmentasi dan massa molekul relatif dari masing-masing komponen. Data hasil analisis GC-MS berupa kromatogram dan spektrum massa dianalisis berdasarkan waktu retensi, pola fragmentasi, dan persentase luas area (*peak area*) masing-masing senyawa. Identifikasi senyawa dilakukan dengan membandingkan spektrum massa yang diperoleh dengan database/ library standar serta mengacu pada informasi literatur terkait. Senyawa yang teridentifikasi dilaporkan sebagai senyawa terduga (*putatively identified compounds*) berdasarkan hasil pencocokan spektrum massa.

Analisis data

Data mortalitas *Artemia salina* setelah 24 jam perlakuan dianalisis menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai *Lethal Concentration 50* (LC_{50}) masing-masing ekstrak. Analisis probit dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25. Nilai LC_{50} diperoleh berdasarkan hubungan antara log konsentrasi ekstrak dan persentase mortalitas larva. Perbedaan tingkat mortalitas *A. salina* antar perlakuan dianalisis menggunakan analisis ragam satu arah (*one-way analysis of variance*, ANOVA) pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$).

HASIL

Rendemen Ekstrak Daun *Avicennia officinalis*

Proses ekstraksi daun *Avicennia officinalis* menggunakan tiga jenis pelarut menghasilkan karakteristik ekstrak yang berbeda. Ekstrak etanol berbentuk cairan berwarna hijau pekat, ekstrak etil asetat berbentuk cairan kental berwarna hijau kecokelatan, sedangkan ekstrak n-heksana berbentuk pasta pekat dengan sebagian fraksi minyak berwarna kuning. Berdasarkan hasil ekstraksi (Tabel 1), rendemen tertinggi diperoleh pada ekstrak etanol sebesar 22,08%, kemudian diikuti oleh ekstrak etil asetat sebesar 11,53% dan ekstrak n-heksana sebesar 9,52%. Perbedaan nilai rendemen menunjukkan bahwa jenis pelarut memengaruhi kemampuan ekstraksi terhadap komponen kimia yang terdapat dalam daun *A. officinalis*.

Tabel 1. Rendemen ekstrak daun *Avicennia officinalis* menggunakan pelarut berbeda

No.	Jumlah Simplisia (g)	Pelarut	Hasil Ekstrak (g)	Rendemen (%)
1	100	etanol	22,08	22,08
2	100	etil asetat	11,53	11,53
3	100	n heksan	9,52	9,52

Tabel 2. Mortalitas larva *Artemia salina* dan nilai LC_{50} ekstrak daun *Avicennia officinalis* pada berbagai pelarut

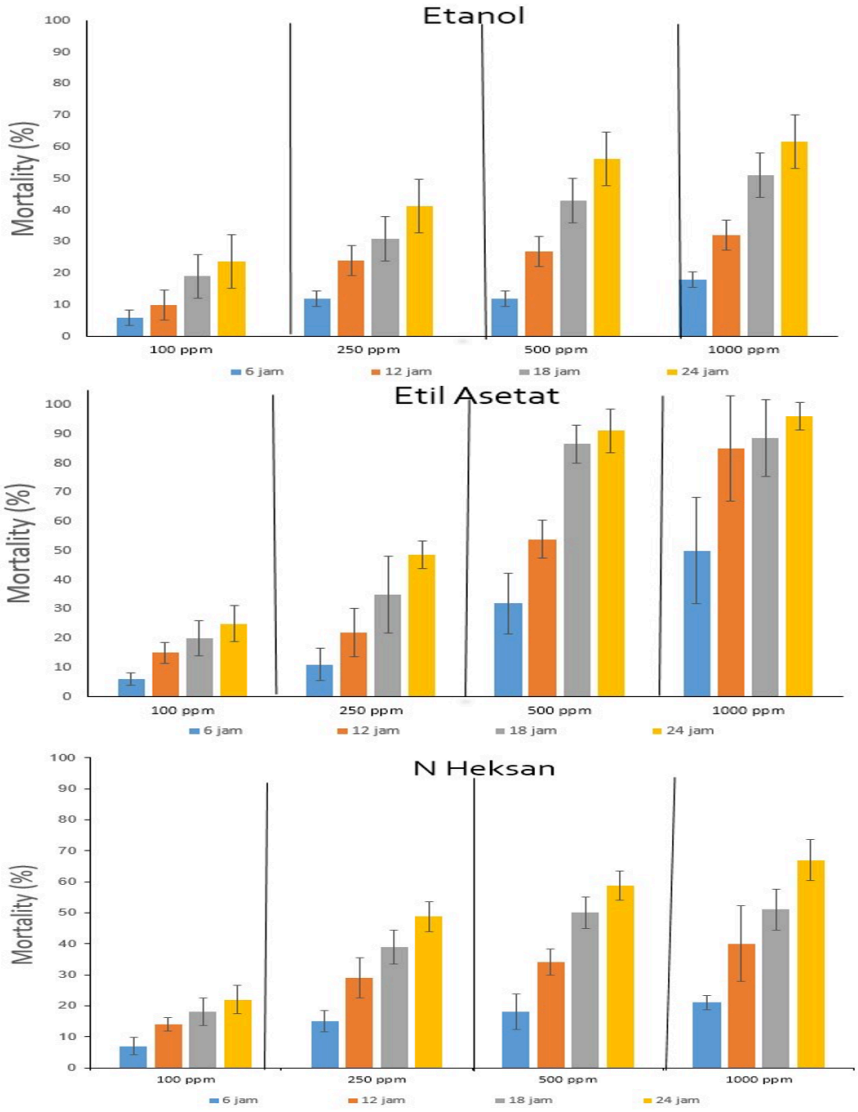
Ekstrak	% Larva mati (24 jam)				LC_{50} (ppm)
	100 ppm	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	
Etanol	21,66 ± 2,88[a]	41,25 ± 2,50[a]	56,25 ± 4,78[a]	61,66± 2,88[a]	**431,73**
Etil Asetat	26,00 ± 4,18[a]	48,75 ± 4,78[a]	91,25 ± 7,50[b]	96,25 ± 4,78[b]	**305,65**
N Heksan	22,00 ± 4,47[a]	46,25 ± 2,50[a]	58,75 ± 4,78[a]	67,00 ± 6,70[a]	**371,56**

Keterangan: Nilai dengan superskrip huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji ANOVA ($p < 0,05$).

Mortalitas Larva *Artemia salina* dan Nilai LC_{50}

Pengujian toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak menyebabkan peningkatan mortalitas larva *Artemia salina* pada seluruh perlakuan (Gambar 1). Ekstrak etil asetat menunjukkan aktivitas toksik tertinggi dibandingkan ekstrak etanol dan n-heksana. Pada konsentrasi 1000 ppm, ekstrak etil asetat menyebabkan mortalitas larva sebesar 96,25%, sedangkan ekstrak n-heksana dan etanol masing-masing menyebabkan mortalitas sebesar 67,00% dan 61,66%. Pola peningkatan mortalitas juga terlihat pada konsentrasi 500 ppm, dengan mortalitas ekstrak etil asetat mencapai 91,25%, lebih tinggi dibandingkan ekstrak etanol (56,25%) dan n-heksana (58,75%).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan jenis pelarut tidak memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas *A. salina* pada konsentrasi 100 ppm dan 250 ppm ($p > 0,05$). Namun, pada konsentrasi 500 ppm dan 1000 ppm terdapat perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$). Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan hasil uji ANOVA. Nilai LC_{50} hasil analisis probit menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat memiliki nilai LC_{50} terendah yaitu 305,65 ppm, diikuti oleh ekstrak n-heksana sebesar 371,56 ppm dan ekstrak etanol sebesar 431,73 ppm (Tabel 2). Nilai LC_{50} yang lebih rendah menunjukkan aktivitas toksik yang lebih tinggi karena diperlukan konsentrasi ekstrak yang lebih kecil untuk menyebabkan kematian 50% organisme uji. Berdasarkan kriteria toksisitas BSLT, seluruh ekstrak daun *A. officinalis* dikategorikan bersifat toksik karena memiliki nilai LC_{50} <1000 ppm.



Gambar 1. Grafik pengaruh konsentrasi pada *Artemia salina* selama 24 jam.

Identifikasi Senyawa Berdasarkan Analisis GC-MS

Analisis GC-MS dilakukan untuk mengetahui profil senyawa kimia yang terdapat pada ekstrak daun *Avicennia officinalis*menggunakan tiga jenis pelarut, yaitu etanol, etil asetat, dan n-heksana. Identifikasi senyawa dilakukan berdasarkan waktu retensi (*retention time*), pola fragmentasi spektrum massa, dan kesesuaian dengan database spektrum massa. Hasil analisis menunjukkan adanya variasi jumlah dan komposisi senyawa pada masing-masing ekstrak. Pada ekstrak etanol teridentifikasi sebanyak 10 senyawa berdasarkan hasil pencocokan spektrum massa GC-MS (Tabel 3). Senyawa dengan persentase area relatif tertinggi adalah *Azulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)* sebesar 37,90%, diikuti oleh *3-Pentenoic acid, 4-methyl-* (Pyroterebic acid) sebesar 27,69% dan *L-Lactic acid* sebesar 11,57%.

Pada ekstrak etil asetat teridentifikasi sebanyak 13 senyawa (Tabel 4), dengan persentase area relatif tertinggi yaitu *Acetic Acid, Butyl Ester* sebesar 25,54%, diikuti oleh *2-Methylenecyclohexanol* sebesar 13,28% dan *Cyclopentanol, 1-Methyl*-sebesar 11,70%. Selain itu, beberapa senyawa lain seperti *Benzenemethanamine, N,N,α-trimethyl-* (11,31%), *6-Octadecenal* (8,79%), dan *1-Heptadecene* (6,23%) juga terdeteksi pada ekstrak ini. Pada ekstrak n-heksana teridentifikasi sebanyak 11 senyawa (Tabel 5). Senyawa dengan area relatif tertinggi adalah *cis,cis-7,10-Hexadecadienal* sebesar 31,31%, diikuti oleh *Dimethyl Sulfoxide* sebesar 28,25% dan *cis-Verbenol* sebesar 9,58%. Beberapa senyawa lain yang terdeteksi antara lain *(-)-Caryophyllene oxide*, *Seychellene*, dan senyawa hidrokarbon rantai panjang. Berdasarkan hasil analisis GC-MS, jumlah dan komposisi senyawa berbeda antar ekstrak. Ekstrak etil asetat menunjukkan jumlah senyawa terdeteksi paling banyak dibandingkan ekstrak etanol dan n-heksana. Perbedaan profil senyawa tersebut menunjukkan bahwa jenis pelarut memengaruhi komponen kimia yang berhasil diekstraksi dari daun *A. officinalis*.

Tabel 3. Senyawa Hasil GC-MS dari Ekstrak Etanol Daun *Avicennia officinalis*

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	1.295	272023	7.84	107995	7.98	2.52	Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) Ammonium carbamate Carbamic acid
2	1.463	401510	11.57	212686	15.71	1.89	L-Lactic acid
3	1.527	960572	27.69	621551	45.90	1.55	3-Pentenoic acid, 4-methyl- (CAS) Pyroterebic acid
4	2.005	58697	1.69	29534	2.18	1.99	Ethyl Acetate
5	12.749	19869	0.57	11379	0.84	1.75	4,7-Methanoazulene,1,2,3,4,5,6,7,8 octahydro-1,4,9,9-tetramethyl
6	13.426	27965	0.81	14178	1.05	1.97	.alpha.-Guaiene
7	13.727	189563	5.46	25377	1.87	7.47	cis-sesquisabinene hydrate
8	14.128	1314943	37.90	237795	17.56	5.53	Azulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)
9	14.466	131578	3.79	42126	3.11	3.12	Benzene, 1,2,3-trimethoxy-5-(2-propenyl)-
10	16.003	92840	2.68	51384	3.79	1.81	1(2H)-Naphthalenone, octahydro-4a,8a-dimethyl-7-(1-methylethyl)

Table 4. Senyawa Hasil GC-MS dari Ekstrak Etil Asetat Daun *Avicennia officinalis*

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	3.518	103527	3.63	15554	3.00	6.66	Pentanoic Acid, 4-Oxo-
2	3.701	333207	11.70	36774	7.10	9.06	Cyclopentanol, 1-Methyl-
3	4.045	727534	25.54	106552	20.58	6.83	Acetic Acid, Butyl Ester
4	4.286	135284	4.75	33030	6.38	4.10	2-Pentanone, 4-Hydroxy-4-Methyl- (Cas) Diacetone Alcohol
5	12.428	250387	8.79	19924	3.85	12.57	6-Octadecenal (Spectrum Disagrees) (Cas) 6-Octadecenal
6	12.849	63890	2.24	12676	2.45	5.04	N-Tridecan-1-Ol
7	13.427	33878	1.19	20275	3.92	1.67	.Alpha.-Guaiene
8	13.703	322060	11.31	60996	11.78	5.28	Benzenemethanamine, N,N,.Alpha.-Trimethyl- (Cas) 9-Oxa-Bicyclo[3.3.1]Nonane-2,7-Dio
9	13.873	378247	13.28	43912	8.48	8.61	2-Methylenecyclohexanol
10	14.247	43374	1.52	20700	4.00	2.10	Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-Octahydro-1,4-Dimethyl-7-(1-Methylethenyl)-
11	15.180	146010	5.13	25866	5.00	5.64	Palmitaldehyde, Diallyl Acetal (Cas) 1,1-Diprop-2-Enoxy Hexadecane
12	15.314	177377	6.23	71767	13.86	2.47	1-Heptadecene
13	17.552	133307	4.68	49603	9.58	2.69	1-Nonadecene

Table 5. Senyawa Hasil GC-MS dari Ekstrak N- Heksan Daun *Avicennia officinalis*

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	4.564	164454	28.25	16618	8.86	9.90	Dimethyl Sulfoxide
2	13.204	24784	4.26	10106	5.39	2.45	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene
3	13.504	18193	3.12	12006	6.40	1.52	Seychellene (CAS) 1,6-Methanonaphthalene, decahydro-1,4,8a-trimethyl-9-methylene
4	13.702	19432	3.34	6893	3.67	2.82	Tricyclo[3.1.0.0(2,4)]hexane, 3,6-diethyl-3,6-dimethyl-, trans
5	14.243	23896	4.10	9791	5.22	2.44	1,4-Methanocycloocta[d]pyridazine, 1,4,4a,5,6,9,10,10a-octahydro-11,11-dimethyl
6	14.470	15374	2.64	9086	4.84	1.69	:3-Ethoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane
7	15.239	29126	5.00	12529	6.68	2.32	(-)-Caryophyllene oxide
8	15.661	55781	9.58	7573	4.04	7.37	cis-Verbenol
9	15.999	182303	31.31	92487	49.30	1.97	cis,cis-7,10,-Hexadecadienal
10	16.301	11236	1.93	3557	1.90	3.16	Hexadecyl-phenol isomer
11	16.704	37604	6.46	6954	3.71	5.41	Sulfurous acid, cyclohexylmethyl hexyl ester

PEMBAHASAN

Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) digunakan sebagai pendekatan awal dalam evaluasi aktivitas toksik ekstrak bahan alam karena prosedurnya relatif sederhana, cepat, dan ekonomis. Larva *Artemia salina* digunakan sebagai organisme uji karena sensitif terhadap berbagai senyawa bioaktif sehingga memungkinkan evaluasi potensi toksisitas ekstrak berdasarkan respons mortalitas (Syahdana *et al*., 2019). Tingkat toksisitas dinyatakan melalui nilai *Lethal Concentration 50* (LC_{50}), yaitu konsentrasi ekstrak yang menyebabkan kematian 50% organisme uji. Semakin rendah nilai LC_{50}, semakin tinggi aktivitas toksik ekstrak. Ekstrak dengan nilai LC_{50} di bawah 1000 ppm umumnya dikategorikan memiliki aktivitas toksik berdasarkan metode BSLT (Walean *et al*., 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun *Avicennia officinalis* yang diperoleh menggunakan pelarut etanol, etil asetat, dan n-heksana memiliki aktivitas toksik terhadap larva *A. salina* dengan nilai LC_{50} masing-masing sebesar 431,73 ppm, 305,65 ppm, dan 371,56 ppm. Nilai LC_{50} terendah diperoleh pada ekstrak etil asetat, menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki aktivitas toksik paling tinggi dibandingkan ekstrak etanol dan n-heksana. Perbedaan aktivitas toksik antar ekstrak menunjukkan bahwa jenis pelarut berperan dalam menentukan komponen kimia yang berhasil diekstraksi dari daun *A. officinalis*.

Perbedaan polaritas pelarut dapat menyebabkan variasi komposisi senyawa dalam ekstrak yang dihasilkan (Yuliani & Rasyid, 2019). Etanol merupakan pelarut polar yang mampu mengekstraksi berbagai senyawa polar, sedangkan n-heksana lebih efektif mengekstraksi senyawa nonpolar. Etil asetat memiliki polaritas menengah sehingga dapat mengekstraksi senyawa dengan karakteristik polaritas sedang yang mungkin tidak optimal diperoleh menggunakan pelarut sangat polar maupun nonpolar. Kondisi tersebut diduga menyebabkan ekstrak etil asetat memiliki aktivitas toksik yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak lainnya. Hasil analisis GC-MS menunjukkan adanya perbedaan profil senyawa kimia antar ekstrak daun *A. officinalis*. Ekstrak etil asetat memiliki jumlah senyawa teridentifikasi lebih banyak dibandingkan ekstrak etanol dan n-heksana. Beberapa senyawa yang terdeteksi pada ekstrak etil asetat antara lain *Acetic Acid, Butyl Ester*, *2-Methylenecyclohexanol*, *Cyclopentanol, 1-Methyl-*, dan beberapa senyawa aromatik serta hidrokarbon. Keberadaan berbagai senyawa tersebut menunjukkan bahwa etil asetat mampu mengekstraksi komponen kimia yang berbeda dibandingkan pelarut lainnya.

Namun, hasil GC-MS dalam penelitian ini hanya menunjukkan keberadaan senyawa berdasarkan kesesuaian spektrum massa dengan database, sehingga belum dapat memastikan senyawa tertentu sebagai penyebab langsung aktivitas toksik. Aktivitas toksik ekstrak kemungkinan merupakan hasil interaksi beberapa komponen kimia yang terdapat dalam ekstrak. Beberapa senyawa yang terdeteksi, seperti kelompok terpenoid yang ditemukan pada beberapa ekstrak, telah dilaporkan memiliki aktivitas biologis dan berpotensi memberikan efek toksik terhadap organisme uji. Oleh karena itu, keberadaan senyawa-senyawa tersebut diduga berkontribusi terhadap aktivitas toksik ekstrak daun *A. officinalis*.

Aktivitas toksik ekstrak tumbuhan terhadap *A. salina* diduga berkaitan dengan kemampuan senyawa bioaktif dalam mengganggu proses fisiologis larva. Beberapa senyawa alami dilaporkan dapat menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan, metabolisme, dan kemampuan memperoleh makanan pada organisme uji. Gangguan tersebut dapat menyebabkan penurunan aktivitas larva hingga akhirnya menyebabkan kematian. Namun, mekanisme spesifik masing-masing senyawa terhadap *A. salina* masih memerlukan penelitian lebih lanjut melalui pengujian senyawa murni.

Aktivitas toksik ekstrak mangrove juga telah dilaporkan pada beberapa spesies lain. Erwin *et al*. (2020) melaporkan bahwa ekstrak *Avicennia alba* menggunakan pelarut metanol memiliki nilai LC_{50} sebesar 118,67 ppm pada kulit, 223,12 ppm pada batang, dan 143,36 ppm pada daun. Selain itu, ekstrak daun *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* juga menunjukkan aktivitas toksik dengan nilai LC_{50} yang berbeda berdasarkan jenis pelarut yang digunakan (Lesdiana *et al*., 2021; Maulana *et al*., 2021). Perbedaan nilai LC_{50} antar spesies mangrove dapat dipengaruhi oleh faktor jenis tanaman, bagian tanaman, kondisi lingkungan, metode ekstraksi, serta komposisi senyawa bioaktif yang berhasil diekstraksi.

KESIMPULAN

Jenis pelarut memengaruhi tingkat toksisitas dan profil senyawa kimia ekstrak daun *A. officinalis*. Berdasarkan nilai LC_{50}, ekstrak etil asetat menunjukkan aktivitas toksik tertinggi terhadap larva *Artemia salina*, diikuti oleh ekstrak n-heksana dan etanol. Analisis GC-MS menunjukkan adanya perbedaan jumlah dan komposisi senyawa kimia pada masing-masing ekstrak, dengan jumlah senyawa terdeteksi terbanyak pada ekstrak etil asetat, diikuti n-heksana dan etanol. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan pelarut berperan penting dalam menentukan karakteristik kimia dan aktivitas toksik ekstrak daun *A. officinalis*.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, D., Puspa, M., & Susilowati, R. P. (2022). Perubahan histopatologis sel epitel midgut larva nyamuk *Aedes aegypti* akibat paparan insektisida nabati. *Jurnal MedScientiae*, 1(1), 20–27. doi: 10.36452/jmedscie.v1i1.2440

Asikin, S., & Melhanah, M. (2020). Tumbuhan liar rawa mangrove sebagai insektisida nabati terhadap hama krop kubis di lahan rawa pasang surut. *Agripeat*, 21(1), 40–47.

Baud, S. G., Sangi, S. M., & Koleangan, J. S. H. (2014). Analisis senyawa metabolit sekunder dan uji toksisitas ekstrak etanol batang tanaman patah tulang (*Euphorbia tirucalli* L.) dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), 106–112. doi: 10.35799/jis.14.2.2014.6065

Chusniasih, D., & Tutik, T. (2020). Uji toksisitas dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dan identifikasi komponen fitokimia ekstrak aseton kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.). *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 5(2), 192–201.

Duan, W., Meng, M., Cui, H., Wang, G., & Wu, J. (2018). Ecotoxicity of phenol and cresols to aquatic organisms: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 157, 441–456. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.03.089

Erwin, E., Nuryadi, D., & Usman, U. (2020). Skrining fitokimia dan bioaktivitas tumbuhan bakau api-api putih (*Avicennia alba* Blume). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(4), 311–315. doi: 10.25026/jsk.v2i4.152

Hasibuan, E. N., & Sumartini. (2020). Potensi ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia officinalis*sebagai bahan pembuatan serbuk effervescent. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, 4(2), 74–82. doi: 10.33772/jsipi.v4i2.12667

Indrayani, L., Soetjipto, H., & Sihasale, L. (2006). Skrining fitokimia dan uji toksisitas ekstrak daun pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* L. Vahl) terhadap larva udang *Artemia salina* Leach. *Berkala Penelitian Hayati*, 12(1), 57–61.

Junaidi, M., Azhar, F., Setyono, H. D. B., & Waspodo, S. (2020). Pengaruh pemberian ekstrak daun mangrove *Rhizophora apiculata* terhadap performa pertumbuhan udang vaname. *Buletin Veteriner Udayana*, 12(2), 198–204. doi: 10.24843/bulvet.2020.v12.i02.p15

Kurniawan, H., & Ropiqa, M. (2021). Uji toksisitas ekstrak etanol daun ekor kucing (*Acalypha hispida* Burm. f.) dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 3(2), 52–62. doi: 10.37311/jsscr.v3i2.11398

Lestari, D., Kartika, R., & Marliana, E. (2019). Uji *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) umbi bawang tiwai (*Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb.) dan uji toksisitas akut fraksi aktif. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 1(1), 1–10. doi: 10.33759/jrki.v1i1.43

Maulana, D. M. (2021). The dose effect of mangrove leaf extract (*Rhizophora apiculata*) on anticancer activity in HeLa cells. *Journal of Stem Cell Research and Tissue Engineering*, 5(1), 1–15. doi: 10.20473/jscrte.v5i1.29380

Ningdyah, W. A., Alimuddin, A. H., & Jayuska, A. (2015). Uji toksisitas dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) terhadap hasil fraksinasi ekstrak kulit buah tampoi (*Baccaurea macrocarpa*). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(1), 75–83.

Nofita, Ulfa, M. A., & Delima, M. (2020). Uji toksisitas ekstrak etanol daun jambu biji Australia (*Psidium guajava* L.) dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Jurnal Farmasi Lampung*, 9(1), 10–17. doi: 10.37090/jfl.v9i1.326

Putri, I., Dwi, C., Zielda, S., (2022). Uji aktivitas antioksidan dan toksisitas pada ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) di Bangkalan. *Indonesian Journal Pharmaceutical and Herbal Medicine*, 1(2), 66–71.

Puspitasari, E., Rozirwan, & Hendri, M. (2018). Uji toksisitas dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) pada ekstrak mangrove (*Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba* dan *Xylocarpus granatum*) yang berasal dari Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1), 91–103. doi: 10.29303/jbt.v18i1.733

Syahdana, N. L., Taufiqurrahman, I., & Wydiamala, E. (2017). Uji efektivitas ekstrak etanol daun binjai (*Mangifera caesia*) terhadap mortalitas larva *Artemia salina* Leach. *Dentin*, 1(1).

Tarukbua, Y. S. F. (2018). Skrining fitokimia dan uji toksisitas ekstrak etanol daun brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Hook. f. & Thomson) dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Pharmacon*, 7(3). doi: 10.35799/pha.7.2018.20600

Walean, M., Melpin, R., Rondonuwu, M., & Pinontoan, K. F. (2021). Uji toksisitas in vitro metode BSLT dan toksisitas akut oral ekstrak etanol kulit batang pakoba (*Syzygium luzonense* (Merr.)). *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), 244–250. doi: 10.32938/jbe.v6i3.1249

Yuliani, H., & Rasyid, M. I. (2019). Efek perbedaan pelarut terhadap uji toksisitas ekstrak pineung nyen teusalee. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(2), 347–352. doi: 10.33096/jffi.v6i2.453

Zulfahmi, I., Paujiah, E., Roza, Z. H., Helmi, K., Nafis, B., Nur, F. M., & Fazila, P. N. (2024). Brine shrimp cytotoxicity bioassay of red mangrove (*Rhizophora mucronata*) leaves using different solvents and its potency as antibacterial. *Biodiversitas*, 25, 3227–3236. doi: 10.13057/biodiv/d250945