

Penentuan Nilai LC₅₀ dan Kategori Toksisitas Ekstrak Etanol Akar Trembesi (*Albizia saman*) Melalui Analisis Probit

Haryanto¹, Hastata², Rahma Atikah Ashara³, Nurul Fazilawati Ode⁴, Alya Syahrani⁵, Nurul Ayuni Abni⁶, Najwa Nur Sandrina⁷, Efra Tri Elya⁸, Andi Ulfah Magfirah Rasyid⁹

¹⁻⁹Program Studi SI Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

Corresponding Author: haryanto@unismuh.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat toksisitas akut dan nilai LC₅₀ dari ekstrak etanol 96% akar trembesi (*Albizia saman*) menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) sebagai dasar penapisan awal potensi sitotoksik bahan alam. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan rancangan *post-test only control group design*. Organisme uji yang digunakan adalah larva udang (*Artemia salina*) yang dibagi ke dalam kelompok kontrol (0 ppm) dan kelompok perlakuan dengan variasi konsentrasi uji sebesar 10, 100, 500, 1.000, dan 5.000 ppm. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan dosis-respons yang linear, di mana peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan persentase mortalitas larva. Kematian larva berkisar antara 14,07% pada konsentrasi terendah (10 ppm) hingga mencapai 87,50% pada konsentrasi tertinggi (5.000 ppm). Berdasarkan analisis statistik menggunakan metode probit, diperoleh nilai LC₅₀ ekstrak etanol 96% akar trembesi sebesar 236,55 ppm. Merujuk pada parameter klasifikasi toksisitas, nilai tersebut menempatkan ekstrak akar trembesi ke dalam kategori moderat atau toksik sedang (*moderately toxic*). Efek mematikan ini diduga dipicu oleh kandungan senyawa metabolit sekunder aktif di dalam akar yang mampu mengganggu sistem fisiologis larva. Kesimpulannya, ekstrak akar trembesi memiliki potensi sitotoksik yang kuat dan menjanjikan untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat agen terapeutik baru.

Kata Kunci: *Albizia saman*, *Artemia salina*, BSLT, LC₅₀, Probit, Akar Trembesi

PENDAHULUAN

Pemanfaatan tanaman obat terus mengalami perkembangan pesat seiring meningkatnya minat terhadap sumber senyawa bioaktif alami yang berpotensi memberikan efek farmakologis. Di sisi lain, meningkatnya penggunaan bahan alam juga menuntut adanya kajian keamanan yang lebih sistematis agar pemanfaatannya tidak hanya berorientasi pada khasiat, tetapi juga mempertimbangkan aspek toksisitasnya. Salah satu parameter awal yang sering digunakan untuk menilai potensi toksik suatu ekstrak adalah nilai LC₅₀, yaitu konsentrasi yang mampu menyebabkan kematian 50% organisme uji. Penentuan nilai LC₅₀ menjadi penting karena dapat memberikan gambaran awal mengenai tingkat bahaya suatu ekstrak dan membantu klasifikasi toksisitas secara kuantitatif sebelum dilakukan pengujian yang lebih lanjut pada sistem biologis yang lebih kompleks [1]

Tanaman obat telah lama menjadi sumber utama penemuan senyawa bioaktif yang digunakan dalam pengembangan obat tradisional maupun modern. Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap bahan alam semakin meningkat karena masyarakat cenderung memilih terapi yang dianggap lebih alami, relatif terjangkau, dan memiliki efek samping yang lebih kecil dibandingkan obat sintetis. Namun, peningkatan pemanfaatan tanaman obat tidak boleh hanya bertumpu pada klaim khasiat, sebab setiap bahan alam tetap memiliki potensi toksik tergantung pada dosis, cara pemakaian, bagian tanaman yang digunakan, serta jenis pelarut ekstraksi. Oleh karena itu, penelitian awal mengenai toksisitas menjadi sangat penting untuk memberikan dasar ilmiah mengenai keamanan suatu ekstrak sebelum dilakukan pengembangan lebih lanjut. Penentuan nilai LC₅₀ merupakan salah satu pendekatan paling umum dalam kajian toksikologi awal karena dapat menggambarkan tingkat bahaya suatu ekstrak secara kuantitatif melalui hubungan dosis dan respons biologis [2]

Uji toksisitas dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) banyak digunakan dalam penelitian fitokimia dan farmakologi karena prosedurnya sederhana, murah, cepat, serta cukup sensitif dalam mendeteksi aktivitas biologis senyawa alami. Metode ini umumnya memanfaatkan larva *Artemia salina* sebagai organisme uji, dan hasilnya sering dianalisis menggunakan regresi probit untuk memperoleh nilai LC₅₀ secara lebih akurat. Analisis probit memiliki kelebihan karena mampu menggambarkan hubungan dosis-respons dengan baik pada data mortalitas, sehingga sering dipakai untuk mengestimasi konsentrasi toksik secara statistik. Dalam penelitian-penelitian terbaru, metode ini tetap menjadi pendekatan yang relevan untuk

menilai toksisitas ekstrak tumbuhan dan menentukan apakah suatu ekstrak tergolong tidak toksik, toksik ringan, sedang, atau kuat [3]

Uji toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) masih banyak digunakan dalam penelitian farmasi dan fitokimia karena memiliki banyak keunggulan metodologis. Metode ini bersifat sederhana, cepat, ekonomis, dan cukup sensitif untuk skrining awal senyawa sitotoksik dari ekstrak tumbuhan. Larva *Artemia salina* dipilih sebagai organisme uji karena respons kematiannya cukup stabil terhadap perubahan konsentrasi senyawa toksik, sehingga cocok digunakan dalam pengamatan dosis-respons. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak akan diikuti oleh meningkatnya mortalitas larva, dan data tersebut kemudian dianalisis menggunakan probit untuk memperoleh LC50. Analisis probit memiliki peran penting karena mampu mengubah data persentase kematian menjadi bentuk statistik yang lebih sesuai untuk perhitungan hubungan antara log konsentrasi dan efek biologis. Dengan demikian, metode ini bukan hanya berguna untuk mengetahui apakah suatu ekstrak bersifat toksik, tetapi juga membantu menentukan kategori toksisitasnya secara lebih objektif

Trembesi (*Albizia saman*) merupakan salah satu tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia dan dikenal luas sebagai pohon peneduh serta tanaman penghijauan. Walaupun secara ekologis trembesi memiliki manfaat besar, bagian-bagian tumbuhan ini juga berpotensi mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, tanin, dan senyawa fenolik yang dapat memberikan aktivitas biologis tertentu. Berbagai penelitian pada genus *Albizia* menunjukkan bahwa spesies-spesies di kelompok ini memiliki kandungan senyawa aktif yang berhubungan dengan aktivitas farmakologis, tetapi pada saat yang sama juga dapat menunjukkan efek toksik pada model uji tertentu. Tinjauan ilmiah mengenai genus *Albizia* menegaskan bahwa tumbuhan dari genus ini telah digunakan secara tradisional dan juga dilaporkan memiliki komponen fitokimia yang kompleks, sehingga evaluasi toksisitas tetap diperlukan sebelum dikembangkan lebih lanjut [4]

Perhatian ilmiah selama ini lebih banyak tertuju pada daun, biji, atau bagian batangnya, sedangkan akar masih relatif jarang diteliti. Padahal, secara fisiologis akar merupakan organ penting yang berfungsi sebagai tempat absorpsi, penyimpanan, dan distribusi berbagai metabolit sekunder. Kandungan senyawa aktif pada akar dapat berbeda dengan bagian tanaman lain karena dipengaruhi oleh metabolisme spesifik jaringan serta faktor lingkungan. Hal ini menjadi alasan mengapa akar trembesi layak dikaji secara khusus, terutama untuk mengetahui apakah ekstraknya menunjukkan aktivitas toksik yang sebanding, lebih rendah, atau bahkan lebih tinggi daripada bagian tanaman lainnya. Pada genus *Albizia*, sejumlah laporan menunjukkan adanya senyawa metabolit sekunder yang berperan dalam aktivitas biologis, termasuk saponin, flavonoid, alkaloid, fenolik, dan turunan triterpenoid. Senyawa-senyawa tersebut dapat memberikan efek farmakologis yang menguntungkan, tetapi dalam kadar tertentu juga dapat berkontribusi terhadap efek toksik pada organisme uji.

Genus *Albizia* juga menunjukkan bahwa beberapa spesiesnya memiliki aktivitas biologis yang cukup kuat sehingga menarik untuk diteliti lebih jauh. Kajian ilmiah terhadap genus ini menegaskan bahwa berbagai spesies *Albizia* telah digunakan dalam pengobatan tradisional, tetapi masih diperlukan validasi ilmiah yang lebih lengkap terutama terkait keamanan, profil fitokimia, dan potensi toksisitasnya. Hal ini penting karena aktivitas biologis yang tinggi sering kali berkaitan dengan keberadaan senyawa aktif yang juga dapat bersifat sitotoksik atau toksik terhadap organisme tertentu. Dengan kata lain, semakin besar aktivitas suatu ekstrak, semakin penting pula evaluasi toksisitasnya agar pemanfaatan sebagai bahan obat tradisional tidak menimbulkan risiko yang tidak diinginkan. Dalam hal ini, akar trembesi menjadi objek penelitian yang relevan karena kemungkinan menyimpan komponen metabolit sekunder yang berbeda dari daun dan biji, sehingga hasil LC50 yang diperoleh dapat menjadi informasi baru yang signifikan [5]

Akar trembesi menjadi bagian tanaman yang menarik untuk dikaji karena jaringan akar sering menjadi tempat akumulasi metabolit sekunder yang berbeda dibandingkan daun atau batang. Perbedaan organ tanaman dapat memengaruhi profil fitokimia, sehingga potensi toksisitasnya pun tidak selalu sama. Namun, dibandingkan bagian daun, penelitian toksisitas pada akar trembesi masih relatif terbatas. Keterbatasan data ini menunjukkan adanya celah penelitian yang penting, terutama bila akar trembesi akan dimanfaatkan sebagai bahan ekstrak dalam kajian farmakologi atau pengembangan produk berbasis bahan alam. Oleh karena itu, penentuan nilai LC50 ekstrak etanol akar trembesi menjadi langkah penting untuk mengetahui sejauh mana ekstrak tersebut aman atau justru berpotensi menimbulkan efek toksik [6] Sehingga semipolar secara cukup luas, sehingga cocok untuk penapisan awal kandungan metabolit sekunder dari bahan alam. Ekstrak etanol pada banyak tanaman diketahui dapat menghasilkan aktivitas biologis yang nyata, baik sebagai antibakteri, antioksidan, maupun sitotoksik. Dalam konteks uji toksisitas, sifat ekstrak etanol perlu dinilai secara hati-hati karena keberadaan senyawa aktif yang tinggi dapat memberikan manfaat farmakologis, tetapi juga dapat memunculkan risiko toksik pada konsentrasi tertentu. Dengan demikian, pengujian LC50 bukan hanya bertujuan menilai bahaya, tetapi juga menjadi dasar untuk memilah ekstrak yang memiliki potensi bioaktivitas tinggi namun masih memerlukan batas keamanan yang jelas [7]

Penggunaan etanol sebagai pelarut ekstraksi pada penelitian bahan alam juga memiliki dasar ilmiah yang kuat. Etanol mampu melarutkan berbagai senyawa polar hingga semipolar, sehingga cocok digunakan untuk menarik senyawa metabolit sekunder dari jaringan tumbuhan. Selain itu, etanol relatif aman, mudah diperoleh, dan sering digunakan dalam penelitian fitokimia awal karena menghasilkan ekstrak dengan profil senyawa yang luas. Pada penelitian toksisitas, pemilihan pelarut

ekstraksi berpengaruh besar terhadap hasil akhir, sebab jenis senyawa yang terambil akan menentukan tingkat bioaktivitas dan efek toksik ekstrak. Ekstrak etanol dari berbagai bagian tanaman sering menunjukkan respons biologis yang nyata pada uji BSLT, termasuk pada tanaman-tanaman yang memiliki kandungan flavonoid, saponin, maupun tanin. Karena itu, ekstrak etanol akar trembesi patut diteliti untuk mengetahui apakah kandungannya menghasilkan LC₅₀ yang masuk kategori toksik ringan, sedang, atau kuat [8]

Penelitian-penelitian terbaru pada ekstrak tumbuhan lain menunjukkan bahwa analisis toksisitas dengan probit tetap menjadi metode yang relevan dalam penetapan LC₅₀. Misalnya, studi pada ekstrak batang tanaman tertentu melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan kematian larva *Artemia salina*, lalu hasilnya dianalisis secara probit untuk mendapatkan nilai LC₅₀ sebagai indikator toksisitas awal. Temuan seperti ini menunjukkan bahwa metode probit tidak hanya diterapkan pada satu jenis tanaman, melainkan menjadi standar umum dalam skrining bioaktivitas bahan alam. Di bidang farmasi, hasil LC₅₀ sering digunakan sebagai dasar untuk menyaring ekstrak yang berpotensi dikembangkan lebih lanjut ke tahap uji aktivitas farmakologi spesifik, seperti antikanker, antibakteri, atau antiinflamasi. Dengan demikian, pengujian terhadap akar trembesi akan memberikan kontribusi ilmiah yang penting karena menambah data toksikologi terhadap salah satu tanaman yang cukup dikenal di Indonesia tetapi masih minim kajian pada organ akarnya [9]

Secara keseluruhan, kajian pustaka menunjukkan bahwa penelitian tentang penentuan nilai LC₅₀ ekstrak etanol akar trembesi melalui analisis probit memiliki landasan ilmiah yang kuat dan relevan. Trembesi merupakan tanaman yang memiliki potensi fitokimia, sementara akar sebagai bagian tanaman masih jarang dievaluasi dari sisi toksisitasnya. Metode BSLT dan analisis probit telah terbukti luas digunakan dalam skrining toksisitas awal karena praktis dan informatif. Oleh sebab itu, penelitian ini tidak hanya penting untuk mengetahui kategori toksisitas ekstrak akar trembesi, tetapi juga dapat menjadi dasar ilmiah untuk pengembangan bahan alam yang aman dan berpotensi farmakologis. Dengan adanya data LC₅₀, peneliti dapat memberikan kontribusi yang lebih spesifik terhadap literatur toksikologi tumbuhan tropis, khususnya pada spesies *Albizia saman* yang masih relatif kurang diteliti pada bagian akarnya.

METODE

Pengerjaan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *post-test only control group design*, yang bertujuan untuk menentukan tingkat toksisitas ekstrak etanol 96% akar trembesi (*Samanea saman*) terhadap larva udang (*Artemia salina*) melalui penentuan nilai LC₅₀ menggunakan metode Reed-Muench dan analisis probit sebagai dasar klasifikasi toksisitas. Larva udang digunakan sebagai organisme uji karena memiliki sensitivitas tinggi terhadap senyawa toksik, mudah diperoleh, serta umum digunakan dalam uji toksisitas awal bahan alam.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah akar trembesi yang diperoleh dari lingkungan alami. Akar dibersihkan dari kotoran dengan air mengalir, kemudian dikeringkan pada suhu ruang atau di dalam oven suhu rendah hingga kadar air berkurang, dan selanjutnya dihaluskan menjadi serbuk simplisia. Sebanyak 500 gram simplisia dimaserasi menggunakan 5 liter etanol 96% selama 3 hari dengan pengadukan sesekali. Filtrat hasil maserasi kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental tersebut ditimbang sebanyak 1 gram dan dilarutkan dalam 10 mL air laut untuk memperoleh larutan stok dengan konsentrasi 100.000 ppm. Larutan stok kemudian diencerkan menjadi 50.000 ppm dan selanjutnya dibuat variasi konsentrasi uji yaitu 10, 100, 500, 1.000, 5.000, 10.000, dan 50.000 ppm.

Pembuatan larutan ragi sebagai sumber nutrisi dilakukan dengan menimbang ragi sebanyak 0,025 g, kemudian dilarutkan dalam air laut yang telah disaring menggunakan saringan di dalam labu Erlenmeyer, dan dihomogenkan hingga merata. Larutan ragi ini kemudian diberikan sebanyak satu tetes pada setiap vial selama pengujian berlangsung.

Kalibrasi vial dilakukan dengan memasukkan akuades sebanyak 10 mL ke dalam botol vial, kemudian ditandai sebagai batas volume, setelah itu akuades dibuang. Penyiapan hewan uji dilakukan dengan memasukkan 3 mL air laut ke dalam masing-masing vial, kemudian ditambahkan 10 ekor larva udang (*Artemia salina*) yang sehat dan aktif menggunakan pipet tetes. Larva dipilih secara acak untuk meminimalkan bias penelitian.

Pengujian toksisitas dilakukan dengan menambahkan larutan ekstrak sesuai variasi konsentrasi ke dalam masing-masing vial. Pada kelompok kontrol (0 ppm), hanya digunakan air laut tanpa ekstrak. Pada konsentrasi 10 ppm ditambahkan 2 μ L ekstrak, 100 ppm sebanyak 20 μ L, 500 ppm sebanyak 100 μ L, 1.000 ppm sebanyak 200 μ L, 5.000 ppm sebanyak 1.000 μ L, 10.000 ppm sebanyak 2.000 μ L, dan 50.000 ppm sebanyak 5.000 μ L. Volume masing-masing vial kemudian dicukupkan dengan air laut hingga mencapai batas kalibrasi (10 mL). Setiap vial selanjutnya ditambahkan satu tetes larutan ragi sebagai sumber nutrisi.

Pengamatan dilakukan setelah 24 jam dengan menghitung jumlah larva yang mati dan yang hidup pada setiap konsentrasi. Data kematian larva kemudian dihitung dalam bentuk persentase mortalitas. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan metode Reed-Muench untuk menentukan nilai LC₅₀ secara manual, serta analisis probit untuk memperoleh estimasi LC₅₀ yang lebih akurat serta hubungan antara dosis dan respons. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menginterpretasikan tingkat toksisitas ekstrak etanol 96% akar trembesi terhadap larva udang sebagai dasar klasifikasi toksisitas.

Klasifikasi Toksisitas

Tabel 1. kategori toksisitas

Kategori Toksisitas	Nilai LC50 (mg/L)
Sangat Beracun (Very Toxic)	<1
Beracun (Toxic)	1-100
Moderat (Moderately Toxic)	100-1000
Sedikit Beracun (Slightly Toxic)	1000-10.000
Hampir Tak Beracun (Almost Non-Toxic)	10.000-100.000
Tak Beracun (Non Toxic)	>100.000

[10]

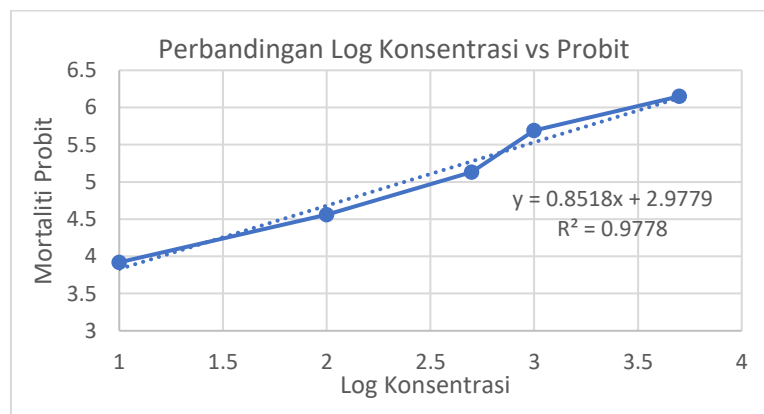
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perhitungan kematian Larva Udang (*Artemia Salina L.*) setelah diinkubasi dengan menggunakan ekstrak etanol 96% akar trembesi (*Samanea saman*) berdasarkan

Metode probit

Konsentrasi (ppm)	% Kematian	Log Konsentrasi (X)	Probit (Y)	X	Y	X ²	Y ²	XY
10	14,07	1,0000	3,92	1,0000	3,92	1,0000	15,3664	3,9200
100	33,43	2,0000	4,56	2,0000	4,56	4,0000	20,7936	9,1200
500	55,15	2,6990	5,13	2,6990	5,13	7,2846	26,3169	13,8459
1000	75,43	3,0000	5,69	3,0000	5,69	9,0000	32,3761	17,0700
5000	87,50	3,6990	6,15	3,6990	6,15	13,6826	37,8225	22,7489
Σ	-	12,3980	25,45	12,3980	25,45	34,9672	132,6755	66,7048



Pembahasan

Berdasarkan tabel kategori toksisitas oleh Haryanto et al. (2023), klasifikasi tingkat toksisitas suatu senyawa atau bahan alam dapat ditentukan dari nilai LD₅₀ dan LC₅₀ (lihat Tab.1). Nilai tersebut menunjukkan besarnya dosis atau konsentrasi zat uji yang mampu menyebabkan kematian sebesar 50% pada populasi organisme uji setelah durasi paparan tertentu. Hubungan antara nilai LC₅₀ dan tingkat toksisitas bersifat berbanding terbalik; artinya, semakin kecil konsentrasi LC₅₀ yang dibutuhkan untuk membunuh setengah populasi larva, maka semakin tinggi atau kuat tingkat daya racun (toksisitas) zat tersebut. Sebaliknya, semakin besar nilai LC₅₀, maka semakin rendah efek toksik yang ditimbulkan karena diperlukan jumlah zat yang jauh lebih banyak untuk memicu mortalitas. Kriteria ini menjadi acuan penting dalam mengevaluasi batas keamanan serta potensi bioaktivitas dari ekstrak bahan alam.

Berdasarkan hasil pengujian, ekstrak etanol 96% akar trembesi (*Samanea saman*) menunjukkan aktivitas toksisitas yang nyata terhadap larva udang (*Artemia salina*). Aktivitas ini ditandai dengan peningkatan persentase mortalitas larva yang berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi ekstrak yang dipaparkan. Pada konsentrasi paling rendah (10 ppm), persentase kematian larva tercatat sebesar 14,07%. Angka mortalitas mengalami kenaikan yang konsisten seiring peningkatan konsentrasi,

di mana pada kadar 100 ppm mencapai 33,43%, dan mulai melewati batas pertengahan populasi pada konsentrasi 500 ppm dengan mortalitas sebesar 55,15%. Pada konsentrasi tinggi hingga sangat tinggi (1.000 ppm dan 5.000 ppm), tingkat kematian melonjak signifikan masing-masing sebesar 75,43% dan 87,50%. Pola linear ini mencerminkan adanya hubungan dosis-respons (*dose-response relationship*) yang jelas. Fenomena tersebut merupakan karakteristik universal dalam uji berperilaku toksikologi senyawa eksogen, di mana penambahan konsentrasi zat bioaktif akan memperbesar intensitas paparan senyawa kimia berbahaya yang memicu gangguan sistem fisiologis organisme target secara progresif.

Untuk mendapatkan estimasi konsentrasi yang lebih akurat dan presisi, data persentase kematian larva ditransformasikan ke dalam nilai probit dan dianalisis secara statistik. Melalui metode analisis probit terhadap hubungan antara log konsentrasi x dan nilai probit y diperoleh persamaan garis regresi linear yang digunakan untuk memprediksi titik mortalitas 50% populasi (nilai probit = 5,00). Berdasarkan perhitungan tersebut, nilai LC_{50} dari ekstrak etanol 96% akar trembesi ditentukan sebesar 236,55 ppm (dengan nilai LOG LC_{50} = 2,374). Pendekatan analisis probit ini memberikan keuntungan mekanistik karena mampu mengubah kurva sigmoid respons biologis menjadi hubungan linear, sehingga meminimalkan bias estimasi jika dibandingkan dengan metode interpolasi sederhana secara manual.

Apabila nilai LC_{50} sebesar 236,55 ppm ini dikonversikan ke dalam parameter klasifikasi menurut Haryanto et al. (2023) yang tertera pada Tabel 1, maka ekstrak etanol 96% akar trembesi masuk ke dalam Kategori Moderat atau Toksik Sedang (*Moderately Toxic*), karena berada tepat di dalam rentang konsentrasi 100–1.000 mg/L (ppm). Selain itu, jika ditinjau dari sudut pandang metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) standar untuk penapisan awal bahan alam suatu ekstrak mentah dinyatakan memiliki aktivitas toksik apabila mampu menghasilkan nilai $LC^{50} < 1.000$ ppm. Dengan demikian, hasil sebesar 236,55 ppm mengonfirmasi bahwa akar trembesi tidak hanya bersifat toksik sedang, melainkan juga menyimpan potensi sitotoksik yang cukup kuat dan menjanjikan untuk dieksplorasi lebih lanjut.

Efek toksisitas atau mematikan yang ditimbulkan oleh ekstrak akar trembesi diduga kuat dimediasi oleh keberadaan berbagai senyawa metabolit sekunder yang terlarut optimal di dalam pelarut etanol 96%. Penggunaan etanol dengan kadar tinggi (96%) sangat efektif dalam menarik senyawa-senyawa fitokimia bersifat polar hingga semipolar yang berada di jaringan akar. Beberapa senyawa dominan pada genus *Samanea* seperti flavonoid, tanin, saponin, serta alkaloid makrosiklik (contohnya pithecolobine) diketahui memiliki mekanisme merusak jaringan biologis. Senyawa saponin, misalnya, dapat bertindak sebagai surfaktan alami yang mengikat sterol pada membran sel larva, mengakibatkan kerusakan struktur membran dan peningkatan permeabilitas sel secara abnormal. Di sisi lain, flavonoid dan tanin mampu mengkoagulasi protein seluler serta menghambat enzim-enzim esensial untuk metabolisme dan produksi energi larva. Akibat akumulasi gangguan fisiologis, kerusakan membran, serta stres oksidatif sistemik ini, larva *Artemia salina* mengalami kegagalan homeostatis tubuh yang pada akhirnya berujung pada kematian.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak etanol 96% akar trembesi (*Samanea saman*) memiliki tingkat toksisitas yang signifikan dengan nilai LC_{50} sebesar 236,55 ppm, yang menempatkannya pada klasifikasi toksik sedang (moderat). Penemuan potensi sitotoksik yang kuat pada bagian akar ini membuka peluang besar bagi pemanfaatan bahan alam tersebut sebagai agen terapeutik baru, seperti kandidat antimikroba, antiparasit, ataupun agen kemopreventif (antikanker). Kendati demikian, guna memastikan aplikasi klinis yang aman di masa depan, diperlukan pengujian lanjutan yang lebih spesifik, termasuk uji sitotoksik terhadap sel kanker manusia (*in vitro*) serta uji toksisitas subkronis pada hewan mamalia [11].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol 96% akar trembesi (*Samanea saman*) memiliki aktivitas toksisitas yang nyata terhadap larva *Artemia salina* dengan hubungan dosis-respons yang linear, di mana peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan persentase mortalitas larva. Analisis probit menunjukkan nilai LC^{50} yang diperoleh adalah sebesar 236,55 ppm, yang berdasarkan klasifikasi toksisitas menurut Haryanto et al. (2023) masuk dalam rentang 100–1.000 mg/L dengan kategori moderat atau toksik sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. R. Bombing, N. R. P. Syahyuti, A. N. Aliyah, F. A. Baharuddin, and N. Amalia, "Penentuan Nilai LC_{50} Ekstrak Etanol Daun Trembesi (*Samanea saman*) Menggunakan Metode BSLT sebagai Dasar Klasifikasi Toksisitas terhadap Larva Udang Renik Air Asin (*Artemia salina*)," *J. Mhs. Ilmu Kesehatan*, vol. 4, no. 2, pp. 21–33, 2026.
- [2] T. N. Punjungsari, "Median lethal concentration ekstrak daun mimba *Azadirachta indica* pada ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) sebagai indikator bioinsektisida," *J. Ilm. Hijau Cendekia*, vol. 7, no. 2, pp. 60–64, 2022.
- [3] F. Amalia et al., "Penentuan Nilai LC_{50} dan Kategori Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Trembesi (*Samanea saman*) terhadap Larva Udang (*Artemia salina* Leach) Menggunakan Metode Analisis Probit," *J. Mhs. Ilmu Kesehatan*, vol. 4, no. 2, pp. 113–126, 2026.
- [4] D. A. A. Alja, S. A. Zalza, A. Munsir, M. Selviana, A. I. Tahir, and S. N. Hadra, "Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Trembesi (*Samanea saman*) terhadap Larva Udang Renik Air Asin (*Artemia salina*)," *J. Mhs. Ilmu Kesehatan*, vol. 4, no. 2, pp. 9–20, 2026.
- [5] Y. He, Q. Wang, Y. Ye, Z. Liu, and H. Sun, "The ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacology and toxicology of genus *Albizia*: A review," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 257, p. 112677, 2020.
- [6] A. Daphedar and T. C. Taranath, "Biosynthesis of silver nanoparticles by leaf extract of *Albizia saman* (Jacq.) Merr. and

- their cytotoxic effect on mitotic chromosomes of *Drimia indica* (Roxb.) Jessop,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 24, no. 33, pp. 25861–25869, 2017.
- [7] R. A. Ramadhani and U. Usman, “Uji Fitokimia Dan Toksisitas Ekstrak Metanol Akar Mangrove *Rhizophora Mucronata* Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT),” in *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 2021, pp. 137–141.
- [8] N. A. Irmawal, “UJI TOKSISITAS EKSTRAK DAUN TALAS (*Colocasia esculenta* L.) TERHADAP LARVA UDANG (*Artemia salina* Leach) DENGAN METODE BRINE SHRIMP LETHALITY TEST (BSLT),” *Makassar Nat. Prod. J.*, pp. 129–141, 2024.
- [9] A. Siregar, R. Ridwanto, A. S. Daulay, and H. M. Nasution, “Uji toksisitas menggunakan metode BSLT dan uji antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ekstrak dan fraksi batang karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.),” *J. Pharm. Sci.*, pp. 581–602, 2025.
- [10] Haryanto, et al. *Toksikologi Dasar*. Edited by Jafriati, Jafriati, and Parawansah Parawansah, Eureka Media Aksara, 2023
- [11] N. Roy, R. Sarkar, M. Arfin Naher Eva, S. S. Ahmmed, U. Adhikary, and A. K. Ghosh, “Evaluation of solvent-dependent yield and toxicity of selected spices using brine shrimp and zebrafish bioassays: Implications for aquaculture applications,” *Adv. Biomark. Sci. Technol.*, vol. 8, pp. 292–304, 2026, doi: <https://doi.org/10.1016/j.abst.2026.01.009>.