

Kajian Profil Senyawa Fitokimia, Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Akut Ekstrak Etanol 80% Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Rita Yuniar¹, Carla Wulandari Sabandar^{*2}, Eva Feriadi³, Harni Sartika Kamaruddin⁴, Alfiranty Yunita⁵, Retno Wahyuningrum⁶, Agusriyadin⁷, Muhammad Israwan Azis⁸, Ari Dwidayati⁹
^{1,2,3,4,5,6,8,9}Program Studi Farmasi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

⁷Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka
e-mail: carla@usn.ac.id

Abstrak

Salah satu tanaman yang sering digunakan oleh masyarakat Bombana sebagai obat tradisional adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), terutama untuk mengobati penyakit-penyakit yang berkaitan dengan stress oksidatif. Namun, sejauh ini kajian saintifik terhadap tanaman ini masih belum banyak di. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil senyawa fitokimia, aktivitas antioksidan, dan efek toksisitas dari daun *A. bilimbi*. Pengujian profil fitokimia menggunakan uji pereaksi warna, uji aktivitas antioksidan secara kualitatif menggunakan metode DPPH (dot blot staining) dan secara kuantitatif menggunakan spektrofotometri UV-Vis, serta pengujian efek toksisitas akut menggunakan metode brine shrimp lethality test (BSLT). Hasil kajian menunjukkan bahwa ekstrak etanol 80% daun *A. bilimbi* positif mengandung senyawa fitokimia golongan terpenoid, saponin, dan steroid. Ekstrak ini juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai SC_{50} sebesar 15,26 $\mu\text{g/mL}$. Asam askorbat sebagai kontrol positif memiliki nilai SC_{50} sebesar 3,9 $\mu\text{g/mL}$. Ekstrak etanol *A. bilimbi* tidak beracun (toksik) dengan nilai LC_{50} sebesar 1144,47 $\mu\text{g/mL}$, sedangkan kalium dikromat sebagai kontrol positif didapati beracun dengan nilai LC_{50} sebesar 2,54 $\mu\text{g/mL}$. Penelitian ini menyimpulkan bahwa ekstrak etanol 80% *A. bilimbi* dapat dikembangkan sebagai sumber antioksidan alami dan juga aman digunakan untuk jangka waktu yang panjang.

Kata kunci—*Averrhoa Bilimbi*, Belimbing Wuluh, Senyawa Fitokimia, Antioksidan, Toksisitas Akut.

1. PENDAHULUAN

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) merupakan spesies pepohonan dari keluarga Oxalidaceae yang hidup dalam lingkungan tropis yang lembab. Spesies ini menghasilkan buah yang rasanya masam sehingga banyak ditanam oleh masyarakat untuk memenuhi keperluan makanan dan sebagai obat-obatan (Plant of the World Online, 2025). Secara tradisional, masyarakat Poleang Barat, Kabupaten Bombana memanfaatkan daun belimbing untuk mengatasi sakit kepala dan hipertensi. Kajian terdahulu mengungkapkan kandungan kimiawi aktif dari daun belimbing wuluh yang mencakup golongan fenolik (flavonoid, kumarin, dan tanin) dan golongan alkaloid (Valsan dan Raphael, 2016). Kandungan kimiawi ini dapat berperan sebagai antioksidan bagi tubuh untuk menyeimbangkan reaksi oksidatif berlebihan yang mengakibatkan stress pada tingkat sel dan jaringan. Stress oksidatif telah banyak dikaitkan dengan perkembangan penyakit-penyakit tidak menular (*non-communicable diseases*) yang bersifat degeneratif seperti hipertensi, penyakit kardiovaskular, hiperlipidemia, aterosklerosis, penuaan, dan kanker (Ibroham *et al.*, 2022; Sinaga, 2016). Oleh karena itu, diet antioksidan yang seimbang diperlukan oleh tubuh. Namun demikian, konsumsi antioksidan pada dosis tinggi dapat memicu kembali stress oksidatif dalam tubuh sehingga penggunaan antioksidan tidak boleh berlebihan. Oleh karena itu, kajian terhadap potensi antioksidan daun belimbing wuluh dan evaluasi terhadap tingkat keamanannya masih perlu dilakukan. Pada penelitian ini dilaporkan profil fitokimia, aktivitas antioksidan, dan toksisitas akut ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh yang hidup tumbuh di kabupaten Bombana dengan tujuan menambah data saintifik untuk pengembangannya sebagai sumber bahan baku farmasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Instrumentasi Penelitian

2.1.1 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan pada pengujian skrining fitokimia meliputi akuades (H_2O), asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), besi(III) klorida ($FeCl_3$; SAP *Chemicals*), kloroform ($CHCl_3$; Merck), metanol (CH_3OH), pereaksi Dragendorff, dan pita Magnesium (Mg). Bahan dalam pengujian aktivitas antioksidan meliputi asam askorbat (Merck), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH; Himedia), dan plat KLT (gel silika 60 F₂₅₄; Merck). Bahan yang digunakan dalam pengujian toksisitas akut meliputi air laut, telur udang *A. salina* Leach, bibit ragi (Fermipan), metanol (CH_3OH ; Merck), dan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$; Merck).

2.1.2 Instrumentasi penelitian

Alat dan instrumen yang digunakan untuk pembuatan ekstrak kental meliputi oven (Drawell® 9030A), *recirculating chiller* (Biobase® CCA-420), *rotary evaporator* (Biobase® RE-2000A), dan *water circulating vacuum pump* (Biobase® SHZ-D (III)). Alat dan instrumen yang digunakan untuk pengujian skrining fitokimia meliputi timbangan analitik (Biobase RE-2000A), batang pengaduk, pipet tetes (Pyrex), sendok tanduk, tabung reaksi, rak tabung, dan spatula besi. Alat dan instrumen yang digunakan pada pengujian antioksidan meliputi tip biru (GP®), botol semprot, Erlenmeyer (Pyrex®), gelas kimia (Pyrex®), gelas ukur (Pyrex®), *microtube* 1 mL (GP®), pipet mikro 10-100 μL (Dragon Lab®), micropipet 100-1000 μL (Dragon Lab®), spektrofotometer UV-Vis (Genesys-20), dan lampu UV. Alat dan instrumen yang digunakan pada pengujian toksisitas akut meliputi mikroplat 96 sumur (Biologix®), mistar, akuarium mini, pinset, vial, tabung reaksi (Pyrex®), tip kuning (Neco Lab®) dan aerator.

2.2 Pengambilan Sampel dan Preparasi Simplisia

Daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) diambil dari desa Rakadua, Kecamatan Poleang Barat, Kabupaten Bombana. Pengambilan sampel segar diambil pada waktu pagi hari. Daunnya dicuci bersih dengan air yang mengalir dan ditiriskan. Sampel daun dalam wadah tertutup kain hitam dikeringkan menggunakan sinar matahari. Daun yang telah kering kemudian diblender hingga halus. Serbuk simplisia yang dihasilkan lalu disimpan dalam wadah kedap udara.

2.3 Ekstraksi

Serbuk simplisia daun belimbing wuluh (200 g) dimaserasi menggunakan pelarut etanol 80% selama 24 jam. Filtrat kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk separasi ekstrak cair dan residu. Residu diekstraksi kembali dengan pelarut etanol 80%. Proses ekstraksi dan filtrasi dilakukan sebanyak tiga kali siklus untuk memaksimalkan hasil rendemen ekstrak. Filtrat dari ketiga siklus selanjutnya dipekatkan menggunakan *vacuum rotary evaporator* untuk mendapatkan ekstrak kental etanol 80% daun belimbing wuluh.

2.4 Skrining Profil Senyawa Fitokimia

Profil senyawa fitokimia dalam ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh diuji menggunakan metode yang sebelumnya telah dilaporkan oleh Sabandar *et al.* (2020). Golongan senyawa fitokimia yang diuji meliputi alkaloid, tanin, flavonoid, terpenoid, steroid, dan saponin.

2.5 Uji Aktivitas Antioksidan

2.5.1 Uji aktivitas antioksidan secara kualitatif

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol 80% belimbing wuluh secara kualitatif diuji dengan metode pengujian *dot blot staining* pada plat KLT (Kamaruddin *et al.*, 2021). Ekstrak dan kontrol positif (asam askorbat) ditimbang sebanyak 10 mg dan dilarutkan masing-masing menggunakan pelarut etanol sebanyak 1 mL sehingga diperoleh konsentrasi 10000 $\mu g/mL$, 5000 $\mu g/mL$, 2500 $\mu g/mL$, 1250 $\mu g/mL$, dan 625 $\mu g/mL$. Larutan seri konsentrasi ini laluditotolkan pada masing-masing plat KLT sebanyak 20 μL dan dicelupkan ke dalam larutan DPPH 0,4 mM selama 10 detik. Plat segera dikeringkan menggunakan pengering udara, kemudian diamati pada cahaya tampak dan sinar UV dengan panjang gelombang 366 nm.

2.5.2 Uji aktivitas antioksidan secara kuantitatif

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol 80% belimbing wuluh secara kuantitatif diuji terhadap penangkapan radikal DPPH (Kamaruddin *et al.*, 2021). Larutan ekstrak dan asam askorbat (kontrol positif) dibuat dalam beberapa seri konsentrasi menggunakan pelarut metanol. Setiap larutan dipipet sebanyak 750

μL dan ditambahkan larutan DPPH (0,25 mM) sebanyak 750 μL dalam *microtube*. Campuran reaksi lalu diinkubasi selama 15 menit pada kondisi gelap dan suhu ruang. Absorbansi campuran dibaca menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm terhadap blangko sampel dan pelarut metanol. Konsentrasi akhir semua sampel dalam campuran reaksi adalah 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ hingga 0,8 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Kemampuan sampel untuk menangkap radikal bebas DPPH (%RSA; *radical scavenging activity*) dihitung menggunakan Persamaan 1. Nilai SC_{50} (*half-maximal scavenging concentration*) dihitung menggunakan perangkat lunak *GraphPad Prism 5*.

$$\% \text{RSA} = \frac{(\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel terkoreksi})}{\text{Absorbansi kontrol}} \times 100 \quad (1)$$

Absorbansi kontrol merupakan bacaan absorbansi larutan DPPH (0,25 mM), sedangkan absorbansi sampel terkoreksi merupakan bacaan absorbansi larutan sampel dan DPPH dikurangi bacaan absorbansi sampel tanpa DPPH. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan bacaan absorbansi oleh senyawa-senyawa dalam ekstrak yang juga mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang DPPH. Dengan demikian, absorbansi yang terukur adalah absorbansi radikal DPPH yang berhasil ditangkap oleh senyawa-senyawa fitokimia aktif dalam ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh.

2.6 Uji Toksisitas Akut

2.6.1 Penetasan kista udang *A. salina* Leach

Sebanyak 50 mg kista udang *A. salina* Leach ditetaskan dalam akuarium mini yang dibagi menjadi dua kompartemen, yaitu sisi besar yang gelap dan sisi kecil yang terang. Pada sekat pemisah antar kedua sisi tersebut dibuat beberapa lubang berdiameter 2 mm. Bagian yang besar ditutup dengan aluminium foil agar gelap, sementara sisi kecil diberi pencahayaan menggunakan lampu. Air laut segar diisi ke dalam akuarium dan dialiri udara menggunakan aerator. Kista *A. salina* sebanyak 50 mg kemudian ditebar ke sisi gelap dan diinkubasi selama 48 jam dalam suhu ruangan hangat berkisar antara 22–29°C. Selama proses inkubasi, aerasi dan lampu pada sisi terang tetap dinyalakan. Setelah menetas, larva *A. salina* bergerak ke arah cahaya (fototropisme) melalui lubang-lubang kecil yang menghubungkan kedua sisi, sementara cangkang telur tertinggal di bagian gelap. Larva yang telah bermigrasi ke sisi terang kemudian diambil menggunakan pipet dan dipindahkan ke wadah berisi air laut (Solis et al., 1993).

2.6.2 Perlakuan ekstrak terhadap larva udang *A. salina* Leach

Uji toksisitas akut dilakukan menggunakan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) (Solis et al., 1993). Variasi konsentrasi yang digunakan pada rentang 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ dan 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ untuk sampel dan kalium dikromat sebagai kontrol positif (senyawa toksik), serta air laut untuk kontrol pelarut. Sebanyak 100 μL larutan sampel dalam sumur mikroplat ditambahkan dengan 100 μL air laut yang berisi 10–12 larva udang *A. salina*, lalu diinkubasi selama 24 jam dalam ruangan bercahaya lampu kuning. Setelah inkubasi, jumlah larva yang mati dicatat, kemudian sebanyak 100 μL metanol ditambahkan dalam sumuran. Jumlah larva yang mati setelah penambahan metanol dicatat dan dihitung persentase kematian larva menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Persentase kematian (\%)} = \frac{(\text{Total larva} - \text{Jumlah larva hidup})}{\text{Total larva}} \times 100 \quad (2)$$

Total larva merupakan jumlah larva mati yang dicatat setelah penambahan metanol, sedangkan jumlah larva hidup merupakan jumlah larva mati setelah penambahan metanol dikurangi jumlah larva mati sebelum penambahan metanol. Nilai LC_{50} diperoleh dari analisis Probit antara variasi konsentrasi ekstrak dan jumlah larva mati menggunakan perangkat lunak Minitab (versi 17.1.2).

2.7 Analisis Statistika

Data hasil pengujian antioksidan dan toksisitas akut diperoleh melalui tiga kali pengulangan dan disajikan sebagai nilai *mean* ± *standard deviation* (SD). Analisis statistika terhadap data tersebut dilakukan menggunakan *GraphPad Prism 5 Software*. Perbedaan diantara grup dibandingkan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) diikuti dengan uji Tukey ($p < 0.05$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perolehan Ekstrak Etanol 80% Daun Belimbing Wuluh

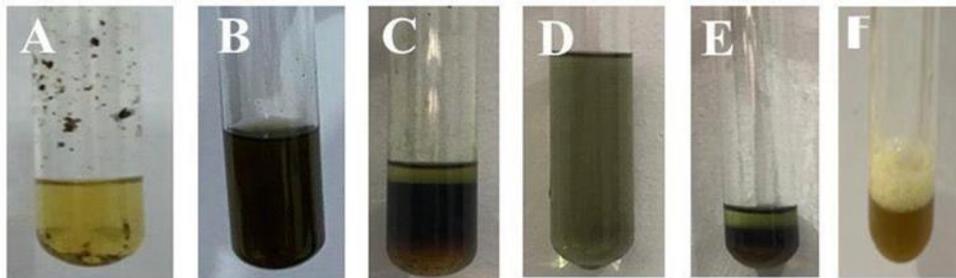
Ekstrak daun belimbing wuluh yang diperoleh menggunakan etanol 80% memiliki bentuk seperti gum, berwarna hijau tua, serta memiliki aroma harum yang tidak menyengat. Data hasil ekstraksi ditampilkan dalam Tabel 1. Persentase rendemen yang diperoleh sebesar 25,18%, yang mengindikasikan kandungan senyawa bioaktif cukup tinggi dalam ekstrak tersebut. Umumnya, semakin besar nilai rendemen, maka semakin banyak zat aktif yang berhasil ditarik dari tanaman. Tingginya rendemen dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti jenis dan konsentrasi pelarut yang digunakan, ukuran partikel dari simplisia, serta durasi proses ekstraksi. Keberhasilan proses ini juga sangat dipengaruhi oleh perbedaan sifat kimia senyawa dalam tanaman dan pelarut, mengikuti prinsip "*like dissolves like*", di mana senyawa polar lebih mudah larut dalam pelarut polar, dan demikian pula senyawa nonpolar. Selain itu, ukuran partikel sampel juga berperan penting dalam menentukan besarnya rendemen; semakin kecil ukuran partikel, maka permukaan kontak dengan pelarut semakin luas, sehingga interaksi dan pelarutan senyawa menjadi lebih maksimal (Sineke et al., 2016).

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Simplisia Daun Belimbing Wuluh Menggunakan Pelarut Etanol 80%

Berat simplisia	Berat ekstrak	Perolehan ekstrak
200 g	50,37 g	25,18 g/100 g simplisia

3.2 Profil Senyawa Fitokimia

Hasil skrining senyawa fitokimia secara visual disajikan pada Gambar 1. Pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh mengandung senyawa fitokimia golongan steroid, terpenoid, dan saponin (Tabel 2). Sementara itu, ekstrak didapati tidak mengandung alkaloid, tanin, dan flavonoid. Beberapa kajian telah melaporkan kandungan ketiga golongan senyawa tersebut dalam daun belimbing wuluh dari daerah lain dengan kondisi geografis yang sangat berbeda dengan daerah tumbuh sampel yang digunakan (Yanti dan Vera, 2019). Oleh karena itu, ada pengaruh faktor geografis seperti jenis tanah dan iklim terhadap produksi senyawa fitokimia oleh spesies tumbuhan.



Gambar 1. Visualisasi skrining fitokimia ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh; uji alkaloid (A), uji tanin (B), uji terpenoid (C), uji flavonoid (D), uji steroid (E), uji saponin (F)

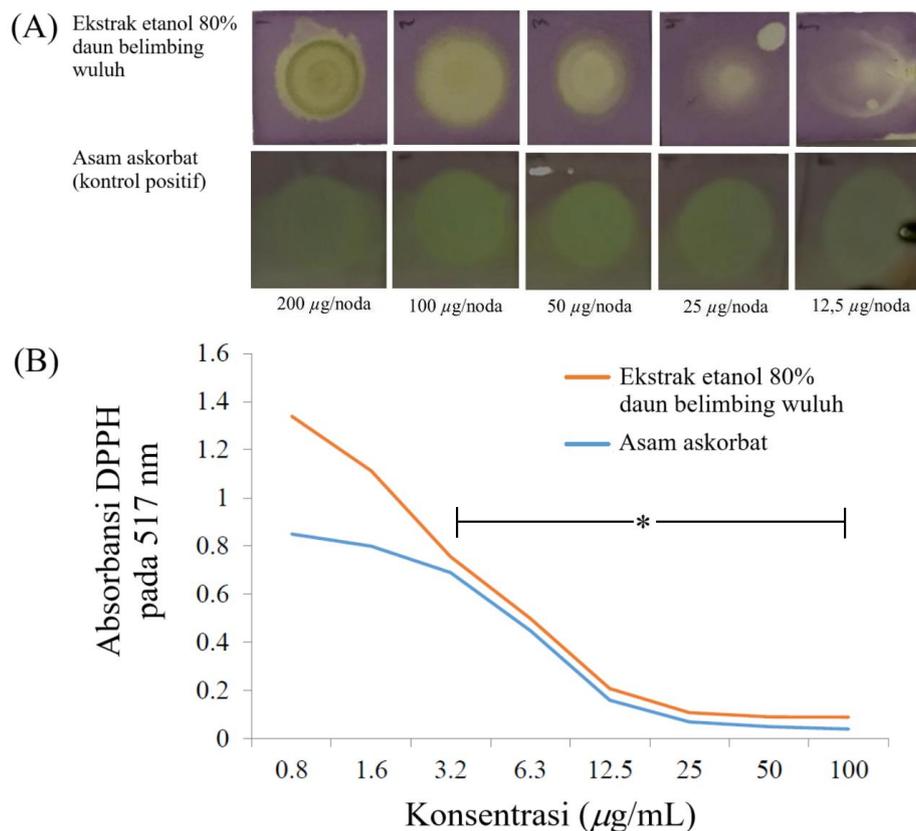
Tabel 2. Profil Senyawa Fitokimia Ekstrak Etanol 80% Daun Belimbing Wuluh

Sampel	Alkaloid	Tanin	Flavonoid	Terpenoid	Steroid	Saponin
Ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh	Negatif	Negatif	Negatif	Positif	Positif	Positif

Baik terpenoid, steroid maupun saponin merupakan golongan metabolit sekunder dengan aktivitas biologis yang beragam. Senyawa-senyawa ini berkhasiat sebagai antimikroba, antikanker, anti-inflamasi, dan antihiperlipidemia (Mierza et al., 2023; Nasrudin et al., 2017). Dengan demikian, senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak etanol 80% belimbing wuluh dapat bertindak sebagai senyawa aktif dengan berbagai jalur aktivitas biologis.

3.3 Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan secara kualitatif dilakukan sebagai uji pendahuluan yang digunakan untuk tujuan mengetahui keberadaan kandungan senyawa aktif dalam ekstrak yang dapat memberikan aktivitas sebagai antioksidan. Gambar 2A menunjukkan adanya aktivitas antioksidan oleh ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh yang diamati dengan perubahan warna ungu menjadi zona putih pada plat KLT yang ditotolkan dengan ekstrak. Aktivitas ini dibandingkan dengan asam askorbat sebagai senyawa antioksidan kuat yang bertindak dengan cara transfer elektron kepada radikal bebas sehingga menetralkannya dan menghentikan reaksi oksidasi yang berantai (Afriani *et al.*, 2014). Aktivitas antioksidan yang terdapat dalam ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh mampu bereaksi dengan radikal bebas dan menetralkannya sehingga menghasilkan zona putih tersebut atau pemudaran warna ungu larutan DPPH. Hal ini karena semakin kuat aktivitas antioksidan suatu senyawa, semakin pudar warna ungu DPPH yang diberikan (Fadlilaturrahman *et al.*, 2021).



Gambar 2. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh secara kualitatif (A) dan secara kuantitatif (B) terhadap radikal DPPH. Asam askorbat sebagai senyawa antioksidan pembanding. Tanda (*) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yang sebanding antara ekstrak dan asam askorbat ($p > 0.05$).

Selaras pengujian antioksidan secara kualitatif, ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh juga menunjukkan aktivitas antioksidan secara kuantitatif. Aktivitas ini dihitung pada rentang konsentrasi 100 µg/mL hingga 0,8 µg/mL (Gambar 2B). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin rendah absorbansi DPPH yang diberikan. Hal ini menunjukkan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH oleh senyawa-senyawa fitokimia aktif yang terkandung dalam ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh. Perhitungan nilai SC_{50} diperoleh sebesar 15,26 µg/mL yang mengindikasikan potensi antioksidan ekstrak pada konsentrasi yang rendah (Tabel 3). Kandungan senyawa terpenoid dalam ekstrak diduga berperan dalam aktivitas antioksidan ini. Golongan terpenoid seperti karotenoid memiliki banyak ikatan rangkap dua terkonjugasi yang dapat disumbangkan kepada radikal DPPH. Kajian terdahulu juga telah melaporkan aktivitas antioksidan daun belimbing wuluh dari daerah lain seperti kota Bau-bau dengan nilai SC_{50} sebesar 34,86

$\mu\text{g/mL}$ (Mustiqawati *et al.*, 2022). Selaras dengan kajian kandungan fitokimia, habitat tumbuh belimbing wuluh mempengaruhi aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

Tabel 3. Persen Penangkapan Radikal DPPH (%RSA) dan Nilai SC_{50} Ekstrak Etanol 80% Daun Belimbing Wuluh

Sampel	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	%RSA	SC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
Ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh	100	90,30	15,26
	50	86,24	
	25	63,75	
	12,5	37,53	
	6,5	25,96	
	3,2	21,49	
	1,6	13,59	
	0,8	10,24	
Asam askorbat (kontrol positif)	100	97,11	3,90
	50	96,57	
	25	96,03	
	12,5	95,66	
	6,5	91,71	
	3,2	22,35	
	1,6	9,60	
	0,8	5,96	

3.4 Toksisitas Akut

Tingkat mortalitas pada ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh dan kontrol positif kalium dikromat sangat dipengaruhi oleh konsentrasi (Tabel 4). Semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula tingkat mortalitasnya. Nilai LC_{50} menunjukkan konsentrasi yang dibutuhkan oleh suatu zat untuk mematikan 50% populasi larva udang yang diberikan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh tidak toksik secara akut. Kajian sebelumnya juga melaporkan toksisitas akut daun belimbing wuluh dari habitat Kalimantan Selatan dengan kategori tidak toksik (LC_{50} 9.170 $\mu\text{g/mL}$) (Mariani *et al.*, 2021). Ketidaktoksikan daun belimbing wuluh mengindikasikan tingkat keamanan yang baik apabila dikembangkan sebagai bahan baku farmasi baik dalam pengembangan herbal maupun fitofarmaka dengan aktivitas antioksidan yang kuat.

Tabel 4. Hasil Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol 80% Daun Belimbing Wuluh terhadap Larva Udang *A. salina*

Sampel	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Persentase kematian larva (%)	LC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	Kategori
Ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh	1000	43,2	1.144,47	Tidak toksik
	100	11,0		
	10	10,4		
Kalium dikromat (kontrol positif)	1000	100,0	2,54	Toksik
	100	100,0		
	10	63,16		

4. KESIMPULAN

Kajian menyimpulkan bahwa ekstrak etanol 80% daun belimbing wuluh dari Kabupaten Bombana mengandung golongan senyawa terpenoid, steroid, dan saponin yang aktif sebagai antioksidan dan tidak toksik terhadap larva *A. salina* sehingga dapat dikembangkan sebagai sumber antioksidan alami yang efektif dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, S., Idiawati, N., Destiarti, L., Arianie, L. 2014. Uji aktivitas antioksidan daging buah asam paya (*Eleiodoxa conferta burret*) dengan metode DPPH dan tiosianat. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan* 3(1): 49-56.
- Fadlilaturrahman, Putra, A.M.P., Nor, T. 2021. Uji aktivitas antioksidan dan antitirozinase fraksi n-butanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack.) secara kuantitatif menggunakan kromatografi lapis tipis. *Jurnal Pharmascience* 8(2): 90-101.
- Ibroham, M. H., Jamilatun, S., Kumalasari, I. D. 2022. Potensi Tumbuhan-tumbuhan di Indonesia sebagai Antioksidan Alami. *In Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ* 1(1): 1-11.
- Kamaruddin, H.S., Megawati., Nurliana., Sabandar, W.S. 2021. Chemical constituents and antioksidan of *Melothria scabra* Naudin fruits. *BorneoJournal of Pharmacy* 4(4): 283-292.
- Mariani., Rosyidah, K., Mustikasari, K. 2021. Uji sitotoksik ekstrak alkaloid daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap larva udang (*Artemia salina*). *Jurnal Natural Scientiae* 1(1): 7-13.
- Mierza, V., Antolin, S., Ichسانی, A., Dwi, N., Sridevi, A. Dwi, S. 2023. Isolasi dan identifikasi senyawa terpenoid. *Jurnal Surya Medika* 9 (2): 134-141.
- Mustiqawati, E., Supardi, S., Juniadin. 2022. Uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Jurnal Sains dan Kesehatan* 1(1): 11-15.
- Nasrudin., Wahyono., Mustofa., Susidarti, A.R. 2017. Isolasi senyawa steroid dari kulit akar senggugu (*Clerodendram tomentosa*). *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 2(3): 231-236.
- Plants of the World Online. 2025. *Averrhoa bilimbi* L. URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:371869-1> (diakses tanggal 12 Januari 2025).
- Sabandar, C.W., Jalil, J., Ahmat, N.A., Aladdin, N., Kamaruddin, H.S., Wahyunigrum, R. 2020. Aktivitas antioksidan dan penghambatan xantin oksidase kulit batang songi (*Dillenia serrata* Thunb.). *Jurnal Farmasi Galenika* 6(1): 151-159.
- Sinaga, F. A. 2016. *Stress oksidatif dan status antioksidan pada aktivitas fisik maksimal*. Generasi Kampus, 9(2).
- Sineke, F.U., Suryanto, E., Sudewi, S. 2016. Penentuan kandungan fenolik dan *sun protection factor* (SPF) dari ekstrak etanol dari beberapa tongkol jagung (*Zea mays*). *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi* 5(1): 275-283.
- Solis, P.N., Wright, C.W., Anderson, M.M., Gupta, M.P., Philipson, J.D. 1993. *A microwell cytotoxicity assay using Artemia salina* (Brine shrimp). *Planta Medica* 5(9): 250-252.
- Valsan, A., Raphael, R, K. 2016. Pharmacognostic profile of *Averrhoa bilimbi* Linn. *Leaves*. South Indian. *Journal of Biologi Science* 2(1): 75-80.
- Yanti, S., Vera, Y. 2019. Skrining fitokimia ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia* 4(2): 41-46.