

Korelasi Kadar Fenol dan Flavonoid terhadap Indeks Aktivitas Antioksidan Ekstrak Batang *Vernonia amygdalina*

Correlation of Phenol and Flavonoid Content with Antioxidant Activity Index of *Vernonia amygdalina* Stem Extracts

Mardhatillah Awwaliah, Mukhriani, Nur Asma, Muhammad Ikhlas Arsul*

Program Studi Farmasi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, Indonesia

*Email Korespondensi: ikkal87@yahoo.co.id

Abstrak

Daun afrika merupakan spesies yang paling banyak dibudidayakan dari genus *Vernonia* yang paling menonjol dalam famili Asteraceae yang telah dipelajari di Afrika. Daun afrika telah banyak digunakan untuk pengobatan tradisional dan/atau mengobati berbagai penyakit pada manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa bioaktif yang berkorelasi terhadap aktivitas antioksidan dari batang *V. amygdalina*. Ekstraksi batang *V. amygdalina* dilakukan dengan metode refluks. Penentuan kadar fenol dan flavonoid total dilakukan secara spektroskopi. Aktivitas antioksidan diukur berdasarkan indeks aktivitas antioksidan (AAI) dengan metode DPPH dan CUPRAC. Koefisien korelasi antara senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan menggunakan metode korelasi pearson's. Hasil penelitian menunjukkan indeks aktivitas antioksidan batang *V. amygdalina* menunjukkan aktivitas yang kuat hingga sangat kuat. Kadar fenol dan flavonoid total tertinggi ditunjukkan pada ekstrak etil asetat. Kadar fenol dan flavonoid ekstrak batang *V. amygdalina* menunjukkan korelasi kuat dan signifikan terhadap indeks aktivitas antioksidan dengan nilai r positif.

Kata Kunci: AAI, DPPH, CUPRAC, korelasi pearson's

Abstract

Bitter leaf (in Africa) is the most widely cultivated species of the genus *Vernonia* which is the most prominent in the family Asteraceae that has been studied in Africa. African leaves have been widely used for traditional medicine and/or treating various human diseases. This study aimed to determine the bioactive compounds that correlate to the antioxidant activity of *V. amygdalina* stem. Extraction of *V. amygdalina* stem was carried out by reflux method. Determination of total phenol and flavonoid content was done spectroscopically. Antioxidant activity was measured based on antioxidant activity index (AAI) using DPPH and CUPRAC methods. Correlation coefficient between bioactive compounds

and antioxidant activity using Pearson's correlation method. The results showed the antioxidant activity index of *V. amygdalina* stem showed strong to very strong activity. The ethyl acetate extract showed the highest total phenol and flavonoid levels. The phenol and flavonoid content of *V. amygdalina* stem extract showed a strong and significant correlation to the antioxidant activity index with a positive r value

Kata Kunci: AAI, DPPH, CUPRAC, pearson's correlation

Received: 08 August 2023

Accepted: 28 October 2023

DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i5.xxx>



Copyright (c) 2023, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.).
Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia.
This is an Open Access article under the CC-BY-NC License.

How to Cite:

Awwaliah, M., Mukhriani, M., Asma, N., Arsul, M. I., 2023. Korelasi Kadar Fenol dan Flavonoid terhadap Indeks Aktivitas Antioksidan Ekstrak Batang *Vernonia amygdalina*. *J. Sains Kes.*, 5(5). 652-658.
DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i5.xxx>

1 Pendahuluan

Saat ini, orang lebih rentan terhadap penyakit yang disebabkan oleh gaya hidup yang terlalu aktif, ambisi profesional, dan tingkat stres yang meningkat, dan, pada saat yang sama, menurunkan aktivitas fisik dan kemungkinan regenerasi (tidur yang cukup). Untuk alasan ini, pentingnya pencegahan penyakit dan makanan super semakin meningkat [1]. Produk yang mengandung bahan-bahan alami dengan khasiat meningkatkan kesehatan yang mendukung tubuh dari "dalam" menjadi semakin populer.

Daun afrika yang secara ilmiah dikenal sebagai *Vernonia amygdalina* adalah salah satu tanaman paling terkenal yang ditemukan di Afrika dan Asia. Ini adalah spesies yang paling banyak dibudidayakan dari genus *Vernonia* yang memiliki sekitar 1.000 spesies. *V. amygdalina* merupakan spesies yang paling menonjol dalam famili Asteraceae yang telah dipelajari di Afrika. Biasanya, daun afrika tidak menghasilkan biji, namun budidaya tanaman ini biasanya dilakukan dengan cara penanaman

batang dan sebagian besar tumbuh di daerah tropis. Tanaman ini banyak ditemukan di sepanjang drainase, perkebunan komersial atau hutan [2].

Daun afrika telah banyak digunakan untuk pengobatan tradisional dan/atau mengobati berbagai penyakit pada manusia. Tumbuhan ini populer digunakan untuk makanan dan obat tradisional, bau khas dan rasanya yang pahit dapat dikurangi dengan mencuci dengan air atau dengan merebusnya sebelum dikonsumsi. The Medical Traditional Healer Association di Rukararwe, Uganda merekomendasikan daun afrika untuk mengobati malaria. Rebusan daun dan akarnya telah digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengobati cegukan, demam, masalah ginjal dan gangguan perut [2],[3],[4].

Beberapa penelitian telah melaporkan kandungan senyawa bioaktif daun afrika seperti, flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, fenolat, terpen, glikosida steroid, triterpenoid, dan seskuiterpen [2],[4],[5],[6],[7]. Senyawa bioaktif ini membuatnya memiliki sifat farmakologis yang berbeda seperti antimikroba,

antimalaria, antitrombotik, antioksidan, antidiabetes, pencahar, hipoglikemik, antihelmintik, antiinflamasi, katarsis, antikanker, antifertilitas, antijamur, antibakteri, dan lain-lain [2],[4],[5],[6],[8],[9]. Sifat-sifat ini membuat daun afrika menjadi bahan baku yang berharga untuk produksi produk yang meningkatkan kesehatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa bioaktif yang berkorelasi terhadap aktivitas antioksidan dari batang daun afrika.

2 Metode Penelitian

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah batang *V. amygdalina*, asam galat (Zigma-Aldrich), DPPH (Zigma-Aldrich), aluminium (III) klorida (Merk), natrium asetat (Merk), tembaga (II) klorida (Merk), natrium karbonat (Merk), neucoproine (Zigma-Aldrich), Follin-Ciocalteu (merck), quersetin (Zigma-Aldrich), asam askobat (Merk).

2.2 Ekstraksi

Batang *V. amygdalina* telah melalui proses sortasi, pengeringan, dan perajangan dipotong kecil-kecil lalu dihaluskan dengan menggunakan grinder hingga menjadi serbuk simplisia. Simplisia lalu diekstraksi dengan metode refluks menggunakan gradien pelarut n-Heksana, etil asetat, dan etanol 96%. Proses refluks dimulai dengan pelarut n-Heksana selama 3×3 jam dimana tiap 3 jam dilakukan penyaringan dan pergantian pelarut. Proses yang sama dilakukan menggunakan etil asetat dan etanol secara sinambung dengan simplisia yang sama. Pelarut hasil ekstraksi diuapkan menggunakan rotary evaporator (Heidolph) pada suhu 40°C pada kecepatan 60-90 rpm hingga diperoleh ekstrak n-Heksan (NHLE), etil asetat (EALE), dan etanol (ETLE).

2.3 Penapisan Fitokimia

Penapisan fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa bioaktif terhadap ekstrak batang *V. amygdalina* meliputi alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan steroid/triterpenoid yang mengacu pada prosedur Farnsworth [10].

2.4 Penetapan Kadar Fenol Total

Penetapan kadar fenol total (TPC) dilakukan dengan menggunakan asam galat sebagai pembanding. Asam galat disiapkan dalam larutan stock 1000 µg/mL lalu diencerkan untuk memperoleh konsentrasi 40-130 µg/mL. Masing-masing larutan asam galat dengan konsentrasi yang berbeda-beda tersebut diambil sebanyak 0,5 mL lalu ditambahkan dengan 5 mL pereaksi Folin-Ciocalteu 10% dan 4 mL natrium karbonat 1 M. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 15 menit dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-sinar tampak (Genesys 10S UV-Vis) pada panjang gelombang 765 nm. Blanko yang digunakan adalah metanol dengan penambahan pereaksi Folin-Ciocalteu dan natrium karbonat. Absorbansi dari setiap larutan pembanding selanjutnya digunakan untuk membuat kurva kalibrasi asam galat [11].

Fenol total dari ekstrak/sampel ditentukan dengan melarutkan masing-masing ekstrak dalam metanol pro analysis untuk memperoleh larutan stok dengan konsentrasi 1000 dan atau 500 µg/mL. Prosedur penentuan fenol total dilakukan sama seperti pembanding asam galat. Proses penentuan fenol total pada masing-masing ekstrak dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (triplo). Fenol total dari ekstrak yang diuji dihitung dengan menggunakan persamaan regresi liner kurva kalibrasi asam galat dan dihitung sebagai mg asam galat ekuivalen per g ekstrak (mg GAE/g).

2.5 Penetapan Kadar Flavonoid Total

Penetapan kadar flavonoid total (TFC) dilakukan dengan menggunakan metode Chang [12]. Kuersetin yang digunakan sebagai pembanding disiapkan dalam larutan stock 500 µg/mL lalu diencerkan untuk memperoleh konsentrasi 60-130 µg/mL. Masing-masing kuersetin dengan konsentrasi yang berbeda tersebut diambil sebanyak 0,5 mL lalu ditambahkan dengan 1,5 mL metanol; akuades sebanyak 2,8 mL; AlCl₃ 10% sebanyak 0,1 mL; dan natrium asetat 1 M sebanyak 0,1 mL. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 30 menit dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-sinar tampak pada panjang gelombang 415 nm.

Flavonoid total dari ekstrak/sampel ditentukan dengan melarutkan masing-masing ekstrak dalam metanol pro analysis untuk memperoleh larutan stok dengan konsentrasi 1000 dan atau 500 µg/mL. Prosedur penentuan flavonoid total dilakukan sama seperti pembandingan kuersetin. Proses penentuan flavonoid total pada masing-masing ekstrak dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (triplo). Flavonoid total dari ekstrak uji dihitung dengan menggunakan persamaan regresi liner kurva kalibrasi kuersetin dan dihitung sebagai mg kuersetin ekivalen per g ekstrak (mg QE/g).

2.6 Uji Aktivitas Antioksidan

2.6.1 Metode DPPH

Aktivitas antioksidan metode DPPH dilakukan berdasarkan prosedur Blois [13] dengan beberapa modifikasi diterapkan. Masing-masing ekstrak dibuat dalam berbagai konsentrasi dalam metanol dan larutan DPPH dibuat dengan konsentrasi 50 µg/mL dalam metanol. Larutan ekstrak dan DPPH dicampur dengan perbandingan 1:1. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer sinar tampak pada λ 517 nm setelah 30 menit inkubasi. Standar yang digunakan adalah asam askorbat. Kemampuan sampel dalam menangkal radikal DPPH dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\%I = \left(\frac{A_k - A_s}{A_k} \right) \times 100$$

(persamaan 1)

Dimana A_k adalah absorbansi DPPH dan A_s adalah absorbansi sampel setelah ditambah DPPH. Kurva kalibrasi diplot antara %I versus konsentrasi ekstrak untuk menentukan nilai IC_{50} .

2.6.2 Metode CUPRAC

Uji aktivitas antioksidan metode CUPRAC dilakukan sesuai prosedur Apak dkk. [14]. Larutan CUPRAC dibuat dengan mencampurkan 2,5 ml tembaga (II) klorida (8,5 mg dalam 5 ml air suling) dan 2,5 ml neocuproine (7,8 mg dalam 5 ml etanol) lalu ditambahkan dengan buffer ammonium asetat (pH 7,0) hingga volume 100 ml. Masing-masing ekstrak dibuat dengan beberapa konsentrasi dalam etanol p.a.

sebanyak 2 ml larutan ekstrak dicampur dengan 2 ml larutan CUPRAC. Campuran kemudian diinkubasi selama 30 menit lalu diukur absorbansinya pada λ 450 nm menggunakan spektrofotometer sinar tampak. Asam askorbat digunakan sebagai standar. Konsentrasi eksperimental 50 (EC_{50}) diperoleh dari kurva kalibrasi antara kapasitas CUPRAC (%CC) versus konsentrasi ekstrak. %CC diperoleh dengan persamaan 2, 3, dan 4.

$$A = A_1 - A_0$$

(Persamaan 2)

$$A = -\log T$$

(Persamaan 3)

$$\%CC = (1-T) \times 100$$

(Persamaan 4)

Dimana A_1 adalah absorbansi sampel setelah dicampurkan larutan CUPRAC dan A_0 adalah absorbansi CUPRAC.

2.6.3 Indeks Aktivitas Antioksidan

Penghambatan DPPH dan kapasitas CUPRAC dari ekstrak *V. amygdalina* dilaporkan sebagai AAI. Estimasi AAI dilakukan dengan menggunakan persamaan 5 [15].

$$AAI = \frac{\text{Konsentrasi final radikal} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{ml}} \right)}{IC_{50} \text{ atau } EC_{50}}$$

(Persamaan 5)

2.7 Analisis Statistik

Semua pengujian dilakukan dalam tiga kali pengulangan dan disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (SD). Perbedaan yang signifikan dihitung dengan menggunakan uji ANOVA satu arah (uji Tukey; $P < 0.05$). Korelasi dibuat dengan menggunakan koefisien korelasi pearson (r). Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan SPSS 22.

3 Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kadar fenol total, kadar flavonoid total, dan aktivitas antioksidan dari batang *V. amygdalina*.

Ekstraksi dilakukan dengan tehnik reflus menggunakan pelarut dengan kepolaran yang berbeda, yaitu n-heksana, etil asetat, dan etanol. Tiga pelarut dengan kepolaran yang berbeda tersebut digunakan untuk memisahkan berdasarkan kepolaran senyawa pada ekstrak *V. amygdalina*. Oleh karena itu, senyawa nonpolar akan terekstrak sebagian besar dalam n-heksana dan senyawa semipolar dalam etil asetat. Sementara etanol akan menarik sebagian besar senyawa polar. Hasil pemeriksaan kualitatif awal ekstrak menunjukkan adanya senyawa fitokimia seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan steroid/triterpenoid. Hasil skrining fitokimia yang dilakukan pada masing-masing ekstrak dengan metode reflus menggunakan pelarut dengan kepolaran yang semakin meningkat dari amigdalina ditampilkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penapisan fitokimia, alkaloid, flavonoid, fenol, tanin, dan steroid/triterpenoid terdeteksi pada NHLE, EALE, dan ETLE. Sementara itu, saponin hanya terdeteksi pada ETLE. Senyawa metabolit sekunder dari tanaman yang mengandung senyawa flavonoid dan fenolik berpotensi sebagai agen antioksidan alami [16].

Tabel 1. Penapisan fitokimia ekstrak batang *V. amygdalina*.

Identifikasi	NHLE	EALE	ETLE
Alkaloid	+	+	+
Flavonoid	+	+	+
Saponin	-	-	+
Tanin	+	+	+
Steroid/ triterpenoid	+	+	+

Kadar fenol total dari ekstrak dihitung sebagai asam galat setara dengan asam galat menggunakan persamaan kurva kalibrasi $y = 0,0041x + 0,0547$; $R^2 = 0,9965$. Kadar total fenol untuk masing-masing ekstrak berbeda dalam kisaran 128,47 - 235,63 mg GAE/g ekstrak (Tabel 2). EALE memiliki konsentrasi tertinggi dibandingkan ekstrak lainnya dengan kisaran $235,63 \pm 10,80$ mg GAE/g ekstrak. Kadar flavonoid total ekstrak dihitung sebagai kuersetin menggunakan persamaan kurva

kalibrasi $y = 0,0068x + 0,1563$, $R^2 = 0,9996$. Kadar flavonoid total untuk setiap ekstrak bervariasi dari 29,32 - 95,30 mg QE/g ekstrak. EALE memiliki konsentrasi tertinggi dibanding ekstrak lainnya dengan kisaran $95,30 \pm 18,40$ mg QE/g ekstrak. Hasil kadar flavonoid total flavonoid ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar fenol dan flavonoid total ekstrak batang *V. amygdalina*.

Sampel	TPC (mg GAE/g ekstrak)	TFC (mg QE/g ekstrak)
NHLE	$128,47 \pm 13,71^*$	$77,17 \pm 14,01^{ns}$
EALE	$235,63 \pm 10,80^{ns}$	$95,30 \pm 18,40^{ns}$
ETLE	$229,61 \pm 8,29^{ns}$	$29,32 \pm 1,56^*$

*: berbeda signifikan ($p < 0,05$; $n = 3$); ns: tidak berbeda signifikan.

Tabel 3. Aktivitas antioksidan ekstrak batang *V. amygdalina*.

Sampel	IC ₅₀ (µg/ml)	EC ₅₀ (µg/ml)
NHLE	$289,75 \pm 63,09^*$	$37,28 \pm 0,23^*$
EALE	$8,59 \pm 1,46^*$	$86,97 \pm 4,77^*$
ETLE	$10,72 \pm 3,15^*$	$85,74 \pm 25,95^*$
Vit. C	$5,36 \pm 0,03^*$	$6,33 \pm 0,91^*$

*: berbeda signifikan ($p < 0,05$; $n = 3$)

Tabel 4. AAI ekstrak batang *V. amygdalina*.

Sampel	AAI DPPH	AAI CUPRAC
NHLE	$0,18 \pm 0,03$	$2,68 \pm 0,01$
EALE	$5,97 \pm 1,05$	$1,16 \pm 0,08$
ETLE	$5,04 \pm 1,47$	$1,17 \pm 0,03$
Vit. C	$9,33 \pm 0,04$	$14,56 \pm 0,81$

Aktivitas antioksidan yang kuat ditunjukkan oleh nilai IC₅₀ DPPH dan EC₅₀ CUPRAC yang lebih rendah atau AAI yang lebih tinggi. Aktivitas antioksidan tiap-tiap ekstrak dapat dilihat pada tabel 3. Nilai IC₅₀ dan EC₅₀ tiap-tiap ekstrak bervariasi antara 8,95 - 289,75 µg/ml dan 37,28 - 86,97 µg/ml berturut-turut. Nilai AAI tiap ekstrak berbeda tiap metode, AAI tertinggi ditunjukkan oleh EALE untuk metode DPPH sedangkan AAI tertinggi ditunjukkan oleh NHLE untuk metode CUPRAC. Namun, tiap-tiap ekstrak menunjukkan nilai AAI lebih rendah dibanding vitamin C sebagai pembanding (tabel 4). Sifat antioksidan adalah kategori antioksidan yang dinyatakan lemah, sedang, kuat, dan sangat kuat. AAI diinterpretasikan sebagai sifat antioksidan. Selaian itu, AAI juga digunakan untuk memudahkan komparasi antara inhibisi (IC₅₀/EC₅₀) dengan kapasitas antioksidan (equivalent antioksidan) dimana keduanya

berbanding terbalik, IC_{50}/EC_{50} semakin rendah semakin kuat sedangkan kapasitas antioksidan semakin tinggi semakin kuat. Untuk itu AAI digunakan agar inhibisi dan kapasitas antioksidan berbanding lurus. Sifat antioksidan dari ekstrak *V. amygdalina* dinyatakan sebagai nilai AAI, yang merupakan indikator universal untuk membandingkan aktivitas antioksidan senyawa murni dan ekstrak. Ketika sampel diuji dengan konsentrasi yang berbeda dari larutan radikal, IC_{50}/EC_{50} bisa beragam, tetapi AAI akan tetap sama [15]. AAI tiap-tiap ekstrak termasuk kategori kuat hingga sangat kuat.

Tabel 5. Koefisien korelasi pearson's antara TPC, TFC, dengan IC_{50} ekstrak batang *V. amygdalina*.

Parameter antioksidan (IC_{50})		TPC (r)	TFC (r)
NHLE	DPPH	-0,750	-0,995
	CUPRAC	-0,594	-0,953
EALE	DPPH	-0,996	-0,852
	CUPRAC	-0,824	-0,999
ETLE	DPPH	-0,940*	-0,999*
	CUPRAC	-0,926*	-0,991*

*: signifikan ($p < 0,05$; $n = 3$).

Tabel 6. Koefisien korelasi pearson's antara TPC, TFC, dengan AAI ekstrak batang *V. amygdalina*.

Parameter antioksidan (AAI)		TPC (r)	TFC (r)
NHLE	DPPH	0,771	0,994
	CUPRAC	0,771	0,993
EALE	DPPH	0,995	0,855
	CUPRAC	0,785	0,999*
ETLE	DPPH	0,613	1,000**
	CUPRAC	0,555	0,725

*: signifikan ($p < 0,05$; $n = 3$); **: signifikan ($p < 0,01$; $n = 3$).

Korelasi yang sangat tinggi dan negatif antara IC_{50} dan kadar total flavonoid ditunjukkan oleh tiap-tiap sampel ($r = -0,852$ hingga $-0,999$, $p < 0,05$), serta IC_{50} dan kadar total fenol untuk EALE dan ETLA ($r = -0,824$ hingga $-0,996$, $p < 0,05$) pada masing-masing metode (tabel 5). Korelasi yang lemah - kuat dan positif antara AAI dan kadar total fenol dan flavonoid ditunjukkan oleh tiap-tiap sampel (tabel 6). Korelasi sangat kuat dan signifikan antara IC_{50} dengan kadar total fenol dan flavonoid ditunjukkan pada ETLE.

Korelasi negatif (signifikan maupun tidak) antara kadar fenol dan flavonoid total dari ekstrak mengungkapkan bahwa kandungan fenolik dan flavonoid yang tinggi akan meningkatkan aktivitas antioksidan (nilai

IC_{50}/EC_{50} semakin kecil), sedangkan korelasi positif antara AAI dan kadar fenol dan flavonoid total menunjukkan semakin tinggi kandungan fenolik dan flavonoid maka semakin meningkat pula nilai AAI sedangkan nilai r menunjukkan kekuatan korelasi antara sampel [17,18].

Pada senyawa, jumlah dan posisi gugus hidroksil fenolat secara langsung berkaitan dengan kemampuan menangkal radikal bebas. Gugus hidroksil fenolik merupakan gugus pendonor elektron, sehingga gugus tersebut dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari hidroksil fenolik lainnya [19]. Hal ini menyebabkan aktivitas antioksidan EALE lebih kuat dibanding yang lain dikarenakan kadar fenol yang lebih tinggi.

Aktivitas antioksidan flavonoid terutama dikaitkan pada struktur 3', 4'-dihidroksi (gugus katekol) pada cincin B sebagai gugus yang paling aktif pada senyawa flavonoid. Ikatan rangkap posisi 2,3 terkonjugasi dengan gugus 4-okso memungkinkan delokalisasi elektron yang tidak berpasangan saat melintasi Cincin A, B, dan C, yang mengarah pada pembentukan radikal fenoksil yang lebih stabil [20]. Aktivitas antioksidan dari EALE menunjukkan aktivitas lebih kuat dengan kadar flavonoid lebih tinggi dibanding ekstrak lain.

4 Kesimpulan

Ekstrak batang *V. amygdalina* memiliki aktivitas antioksidan indek pada rentan kuat hingga sangat kuat. Hasil uji korelasi pearson's menunjukkan kadar fenol dan flavonoid tiap-tiap ekstrak batang *V. amygdalina* memiliki korelasi kuat terhadap aktivitas antioksidan.

5 Pernyataan

5.1 Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

5.2 Penyandang Dana

Penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan dari sumber manapun.

5.3 Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan.

6 Daftar Pustaka

- [1] Kumari T. 2019. A study on knowledge and attitude towards digital health of rural population of india- innovations in practice to improve healthcare in the rural population. *International Journal of Emerging Multidisciplinary Research*. 3(3):13–21.
- [2] Alara OR, Abdurahman NH, Mudalip SKA, dkk. 2017. Phytochemical and pharmacological properties of *vernonia amygdalina*: a review. 2(1):80–96.
- [3] Koubé J, Dongmo SS, Guiama VD, dkk. 2016. Ethnomedicinal survey of Gavadé (*Acacia nilotica*): a medicinal plant used in sahelian zone of Cameroon, Central Africa. *International Journal of Innovation and Applied Studies*.16(4):820–827.
- [4] Oyeyemi IT, Akinlabi AA, Adewumi A, dkk. 2018. *Vernonia amygdalina*: A folkloric herb with anthelmintic properties. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 7(1):43–49.
- [5] Luo X, Jiang Y, Fronczek FR, dkk, 2011. Isolation and structure determination of a sesquiterpene lactone (vernodalinol) from *Vernonia amygdalina* extracts. *Pharm Biol*. 49(5):464–470.
- [6] Quasie O, Zhang Y-M, Zhang H-J, dkk. 2016. Four new steroid saponins with highly oxidized side chains from the leaves of *Vernonia amygdalina*. *Phytochemistry Letters*. 15:16–20.
- [7] Owoeye O, Yousuf S, Akhtar M, dkk. 2010. Another anticancer elemanolide from *Vernonia amygdalina* Del. *International Journal of Biological and Chemical Sciences n.d*. 4(1):226–234.
- [8] Abay SM, Lucantoni L, Dahiya N, et al. 2015. Plasmodium transmission blocking activities of *Vernonia amygdalina* extracts and isolated compounds. *Malaria Journal*. 14(1): 288.
- [9] Sinisi A, Millán E, Abay SM, dkk. 2015. Poly-Electrophilic Sesquiterpene Lactones from *Vernonia amygdalina*: New Members and Differences in Their Mechanism of Thiol Trapping and in Bioactivity. *J Nat Prod*. 78(7):1618–1623.
- [10] Farnsworth NR. 1966. Biological and phytochemical screening of plants. *J Pharm Sci*. 55(3):225–276.
- [11] Pourmorad F, Hosseinimehr SJ, Hosseinimehr N. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology*. 5(11):142–1145.
- [12] Chang C, Yang M-H, Wen H-M, dkk. 2020. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*. 10:178–182.
- [13] Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181(4617):1199–1200.
- [14] Apak R, Gorinstein S, Böhm V, dkk. 2013. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*. 85(5):957–998.
- [15] Scherer R, Godoy HT. 2009. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chemistry*. 112(3):654–658.
- [16] Petkova N, Ivanova L, Filova G, dkk. 2017. Antioxidants and carbohydrate content in infusions and microwave extracts from eight medicinal plants. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 7(10):55–61.
- [17] Dadang J, Irda F, Komar RW, dkk. 2021. Evaluation of xanthine oxidase inhibitory and antioxidant activities of three organs of idat (*Cratogeomys glaucum* Korth.) and correlation with phytochemical cont. *Pharmacognosy Journal*. 13(4): 971-976.
- [18] Akoglu H. 2018. User's guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med*. 18(3):91–93.
- [19] Chen J, Yang J, Ma L, dkk. 2020. Structure-antioxidant activity relationship of methoxy, phenolic hydroxyl, and carboxylic acid groups of phenolic acids. *Scientific Reports*. 10(1):2611.
- [20] Ahmadi SM, Farhoosh R, Sharif A, dkk. 2020. Structure-Antioxidant Activity Relationships of Luteolin and Catechin. *J Food Sci*. 85(2):298–305.