



## AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, KANDUNGAN FENOLIK DAN FLAVONOID TOTAL DARI EKSTRAK ETANOL DAUN *Sauropus androgynus* DARI BERBAGAI WILAYAH PROVINSI RIAU, INDONESIA

Rahayu Utami<sup>1\*</sup>, Rifka Zahira<sup>1</sup>, Syilfia Hasti<sup>1</sup>, Mustika Furi<sup>1</sup>, Roscha Ulfa Farsesa<sup>1</sup>, Putri Lestari<sup>1</sup>, Haiyul Fadhli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Pekanbaru, Indonesia

\*Email Korespondensi : [rahayuutami@stifar-riau.ac.id](mailto:rahayuutami@stifar-riau.ac.id)

### ABSTRAK

*Sauropus androgynus* (katuk) merupakan tumbuhan obat dari famili Euphorbiaceae yang kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid dengan potensi aktivitas antioksidan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan, kandungan fenolik dan flavonoid total dari ekstrak daun *Sauropus androgynus* dari beberapa wilayah di Provinsi Riau, Indonesia. Daun tumbuhan tersebut dikumpulkan dari lima lokasi berbeda, yaitu Kabupaten Pelalawan (PLN), Kampar (KMP), Rokan Hulu (RHU), Kepulauan Meranti (KMI), dan Kota Pekanbaru (PKU). Simplisia daun katuk diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol . Penentuan kandungan fenolik dan flavonoid total dilakukan dengan metode kolorimetri dengan menggunakan pereaksi *Folin Ciocalteu* dan  $\text{AlCl}_3$ , sedangkan aktivitas antioksidan ekstrak dievaluasi menggunakan metode DPPH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun katuk KMI memberikan total kandungan fenolik dan flavonoid tertinggi, dengan nilai masing-masing  $79,536 \pm 0,349$  mgGAE (*Gallic Acid Equivalent*)/g dan  $67,780 \pm 2,295$  mgQE (*Quercetin Equivalent*)/g ekstrak. Ekstrak ini juga memberikan aktivitas antioksidan yang paling potensial, tidak berbeda signifikan dengan RHU ( $p > 0,05$ ), namun berbeda secara signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan ketiga ekstrak lainnya (PKU, PLN, dan KMP) dengan nilai  $\text{IC}_{50}$   $32,7 \pm 3,43$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ . Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa faktor geografis berpengaruh terhadap kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan daun katuk.

**Kata kunci:** Antioksidan, katuk, kolorimetri, TFC, TPC.

## **ANTIOXIDANT ACTIVITY, TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENT OF ETHANOLIC EXTRACTS OF *Sauropus androgynus* COLLECTED FROM DIFFERENT REGIONS OF RIAU PROVINCE, INDONESIA**

### **ABSTRACT**

*Sauropus androgynus*, a medicinal plant belonging to the Euphorbiaceae family, is recognized for its high content of phenolic and flavonoid compounds with notable antioxidant properties. This study aims to determine the antioxidant activity, the phenolic content (TPC), and total flavonoid content (TFC) of the ethanolic extracts of *Sauropus androgynus* leaves collected from various regions in Riau Province, Indonesia. The leaf samples were obtained from five different locations, namely Pekanbaru (PKU), Pelalawan (PLN), Kampar (KMP), Rokan Hulu (RHU), and Kepulauan Meranti (KMI) regencies. The dried bulk of leaves was extracted using the maceration method with ethanol as the solvent. The determination of TPC and TFC was conducted using the colorimetric method, with Folin-Ciocalteu and aluminum chloride reagents, respectively. Antioxidant activity was assessed using the DPPH free radical scavenging method. The results demonstrated that the ethanol extract of KMI afforded the highest total phenolic and flavonoid content, with values of  $79.536 \pm 0.349$  mg GAE/g extract and  $67.780 \pm 2.295$  mg QE/g extract, respectively. The ethanol extract KMI also showed the most potential antioxidant activity, indistinguishable from RHU ( $p>0.05$ ), but significantly different ( $p<0.05$ ) from the three other extracts (PKU, PLN, and KMP) with an  $IC_{50}$  value of  $32.7 \pm 3.43$   $\mu$ g/mL. These findings suggest that geographical origin plays a significant role in influencing the bioactive compound content and antioxidant potential of katuk leaves.

**Keywords:** Antioxidant, colorimetry, Katuk, TFC, TPC.

### **PENDAHULUAN**

*Sauropus androgynus* (L.) Merr yang dikenal juga dengan katuk merupakan tumbuhan perdu yang termasuk ke dalam famili Euphorbiaceae. Katuk tumbuh di daerah tropis yang lembab dan hangat, yang tersebar di Cina, Indonesia, India, Sri Langka, Vietnam, Malaysia, Papua Nugini dan Filipina. Daun dari tumbuhan ini secara umum banyak digunakan sebagai sayuran di masyarakat. Di sisi lain, daunnya digunakan secara tradisional oleh masyarakat di Indonesia, termasuk di Provinsi Riau untuk mengobati luka, melancarkan produksi air susu ibu, meredakan gangguan saluran kencing, diabetes dan demam. Daun katuk juga memiliki aktivitas farmakologis yang poten sebagai antioksidan, antibakteri, antiinflamasi dan antianemia (Bunawan et al., 2015; Hayati et al., 2016; Zhang et al., 2020).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa daun katuk mengandung senyawa flavonoid yang berkorelasi dengan aktivitas antioksidan. Selain flavonoid, daun katuk juga mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik, tanin, antosianin dan fitosterol (Arif & Shetty, 2020). Penelitian terkait aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari Thanjavur, India diketahui memiliki aktivitas antioksidan kategori sangat kuat dengan nilai  $IC_{50}$  yaitu  $49,62 \pm 2,52 \mu\text{g/mL}$  (Bose et al., 2018). Pada penelitian lain melaporkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari Malaysia berkategori kuat dengan nilai  $IC_{50} 86,74 \pm 2,92 \mu\text{g/mL}$  (Lee et al., 2011).

Beberapa penelitian tentang kandungan fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan telah dilaporkan. Ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari Bandung memiliki antioksidan yang sangat kuat karena mempunyai nilai  $IC_{50}$  sebesar  $39,04 \pm 0,51 \mu\text{g/mL}$  menggunakan metode DPPH. Hal ini didukung dengan kadar fenolik total sebesar  $15,99 \pm 0,21 \text{ mg GAE/g}$ , dan kadar flavonoid total sebesar  $10,73 \pm 0,03 \text{ mg QE/g}$ . Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari daerah Sukabumi juga diketahui memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar  $27,07 \pm 0,23 \mu\text{g/mL}$ , kadar fenolik total sebesar  $16,06 \pm 0,04 \text{ mg GAE/g}$ , dan kadar flavonoid total sebesar  $10,81 \pm 0,05 \text{ mg QE/g}$  (Budiana et al., 2022). Selain itu, hasil penelitian dari ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari Bogor, Jawa Barat, Indonesia diperoleh kadar senyawa fenolik total yaitu  $16,71 \text{ mgGAE/g}$ , sedangkan untuk kadar senyawa flavonoid total daun katuk didapatkan sebanyak  $6,23 \text{ mgQE/g}$ , dan aktivitas antioksidan daun katuk yang diperoleh berkategori kuat yaitu dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar  $70,33 \pm 1,64 \mu\text{g/mL}$  (Fatmawati et al., 2022).

Dari beberapa penelitian di atas terdapat perbedaan kadar fenolik dan flavonoid total serta aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk. Komposisi kimia tumbuhan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lokasi tumbuh, faktor-faktor lingkungan meliputi nutrisi tanah, atmosfer, cuaca, suhu, kelembapan, cahaya matahari, ketersediaan air, senyawa organik dan senyawa anorganik berpengaruh terhadap beragamnya produksi kandungan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh suatu tumbuhan (Hikmawanti et al., 2021; Li et al., 2020; Singh et al., 2025).

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk melihat profil metabolit, kandungan fenolik dan flavonoid total, serta aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari beberapa lokasi tumbuh di Provinsi Riau. Penelitian ini bertujuan

untuk mengetahui kadar fenolik dan flavonoid total serta aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari Provinsi Riau, serta diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat dan informasi tentang kegunaan tumbuhan daun katuk yang banyak digunakan sebagai obat tradisional dan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu terutama di bidang farmasi sebagai bahan aktif obat herbal.

## METODE PENELITIAN

### Material

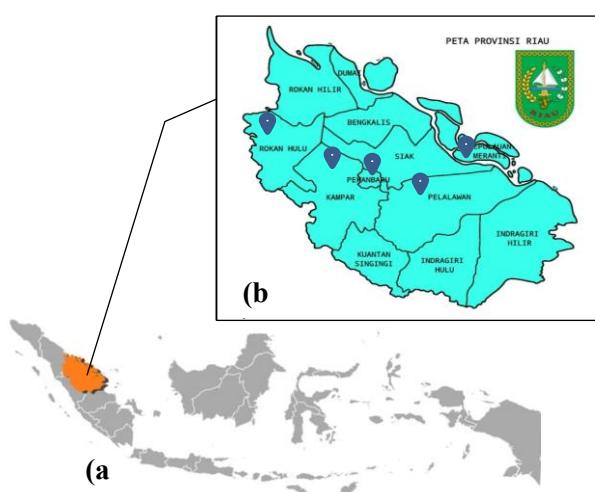
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *microplate reader* 96 (Epoch BioTek®), timbangan analitik, *rotary evaporator* (Buchi®), 96 well *microplate* (Costar 3596®), pipet mikro (Nexxy®), dan alat-alat gelas. Bahan-bahan yang digunakan meliputi daun katuk yang berasal dari 5 (lima) lokasi tumbuh yang berbeda, asam galat, *Folin-ciocalteu* 0,2 N, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5% (*Merck*®), kuersetin, etanol, AlCl<sub>3</sub> 10%, NaNO<sub>2</sub> 5%, NaOH 1M (*Merck*®), vitamin C, etanol p.a, dan DPPH (*Merck*®).

### Metode Penelitian

#### Pengambilan dan identifikasi sampel tumbuhan

Pengambilan sampel dilakukan secara *non random* dengan metode *purposive sampling* di 5 (lima) Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Riau yaitu, Kota Pekanbaru, Kabupaten Kepulauan Meranti, Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Kampar dan Kabupaten Rokan Hulu (Gambar 1). Bagian yang digunakan adalah daun katuk dan spesimen herbariumnya diidentifikasi di Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Riau.

Gambar 1. (a) Peta Indonesia (sumber: <https://www.shutterstock.com/>), (b) Lokasi tumbuh sampel daun katuk dari lima kota/kabupaten di Provinsi Riau



### **Penyiapan simplisia dan ekstrak**

Sampel daun katuk yang telah dikumpulkan, selanjutnya disortasi basah lalu dicuci dengan air mengalir. Daun kemudian dikeringanginkan beberapa hari pada udara terbuka dengan tidak terkena sinar matahari langsung. Setelah kering, daun disortasi kering dan dihaluskan menjadi serbuk simplisia. Sebanyak 100 g serbuk simplisia dimaserasi dengan etanol (1: 10) selama tiga hari kemudian disaring. Maserat yang diperoleh dipekatkan dengan *rotary evaporator* untuk mendapatkan ekstrak kental. Langkah kerja ini dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Ekstrak yang diperoleh kemudian ditimbang dan ditentukan persen rendemennya (% b/v).

### **Pengujian kandungan fenolik total**

Untuk penentuan TPC masing-masing ekstrak/standar, dilakukan menggunakan metode kolorimetri dengan *Folin Ciocalteu* sebagai pereaksi. Dalam pengujian ini, asam galat digunakan sebagai standar dan nilai TPC dinyatakan dalam mg *Gallic Acid Equivalent* (GAE) per gram ekstrak. Absorbansi yang dihasilkan dari reaksi antara ekstrak/standar dengan pereaksi diukur pada panjang gelombang 765 nm (Utami et al., 2021). Prosedur ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

### **Pengujian kandungan flavonoid total**

Untuk penentuan TFC masing-masing ekstrak, dilakukan menggunakan metode kolorimetri dengan  $\text{AlCl}_3$  sebagai pereaksi. Dalam pengujian ini, quercetin berfungsi sebagai standar dan nilai TFC dinyatakan dalam mg *Quercetin Equivalent* (QE) per gram ekstrak. Absorbansi yang dihasilkan dari reaksi antara ekstrak/standar dengan pereaksi diukur pada panjang gelombang 430 nm (Utami et al., 2023). Prosedur ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

### **Pengujian aktivitas antioksidan**

Aktivitas antioksidan masing-masing ekstrak diukur dengan metode DPPH menggunakan *microplate reader* 96 sumuran. Sebanyak 100  $\mu\text{L}$  ekstrak dengan seri konsentrasi dari 15,6 – 500  $\mu\text{g/mL}$  (sumuran A-F) dan blangko (sumuran G). Larutan kontrol DPPH ditempatkan pada sumuran H. Kemudian, sebanyak 100  $\mu\text{L}$  pereaksi DPPH 0,25 mM ditambahkan ke sumuran. *Microplate* diinkubasi selama 30 menit dalam gelap dan ditutup. Setelah itu, reaksi reduksi DPPH diukur pada absorbansi 517 nm. Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif dan pengujian dilakukan tiga kali pengulangan. Nilai

aktivitas antioksidan ditentukan dalam IC<sub>50</sub> (*inhibition concentration 50%*) (Utami, 2021).

### **Analisis data**

Nilai TPC, TFC dan IC<sub>50</sub> masing-masing ekstrak etanol daun katuk dari lima kota/kabupaten di Provinsi Riau dianalisis menggunakan *one way analysis of variance* (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% (p=0,05). Analisis *one way* ANOVA dilakukan jika asumsi normalitas dan homogenitas data terpenuhi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakterisasi Lokasi Tumbuh dan Rendemen Ekstrak**

Sampel daun katuk dikoleksi dari lima lokasi berbeda di Provinsi Riau, Kabupaten Pelalawan (PLN), Kampar (KMP), Rokan Hulu (RHU), Kepulauan Meranti (KMI), dan Kota Pekanbaru (PKU), dengan variasi ketinggian tempat antara 10,88-70,81 mdpl (meter di atas permukaan laut) (Tabel 1). Variasi kondisi geografis ini berpotensi mempengaruhi komposisi metabolit sekunder tumbuhan. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan seperti ketinggian, kelembapan, dan karakteristik tanah diketahui berperan penting dalam biosintesis senyawa fenolik dan flavonoid (Ashraf et al., 2018; Li et al., 2020).

Tabel 1. Data Lokasi Tumbuh Sampel Tumbuhan Daun Katuk

No	Lokasi	Koordinat	Ketinggian Tanah (mdpl)
1	Pekanbaru (PKU)	0°27'13"N 101°27'00"E	39,68
2	Kepulauan Meranti (KMI)	0°59'00"N 102°41'28"E	10,98
3	Pelalawan (PLN)	0°26'16"N 102°03'35"E	10,88
4	Kampar (KMP)	0°19'21"N 101°04'35"E	65,93
5	Rokan Hulu (RHU)	0°36'50"N 100°41'08"E	70,81

Hasil ekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol menunjukkan bahwa rendemen ekstrak berada pada rentang 8,68-9,52% (b/v) (Tabel 2). Rendemen tertinggi diperoleh dari ekstrak daun katuk asal Kepulauan Meranti (KMI), sedangkan rendemen terendah berasal dari Rokan Hulu (RHU). Perbedaan rendemen ini mengindikasikan adanya variasi kandungan senyawa terlarut antar lokasi tumbuh. Etanol sebagai pelarut bersifat universal yang mampu mengekstraksi berbagai golongan metabolit sekunder, termasuk fenolik, flavonoid, tanin, dan senyawa lainnya. Jumlah metabolit yang terekstraksi sangat dipengaruhi oleh kondisi ekologi tumbuhan (Li et al., 2020; Seidel, 2008).

### Kandungan Fenolik Total (TPC) Ekstrak Daun Katuk

Hasil penetapan kandungan fenolik total menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ( $p<0,05$ ) antar ekstrak dari lima lokasi tumbuh (Gambar 2). . Ekstrak etanol daun katuk asal Kepulauan Meranti (KMI) memiliki kandungan fenolik total tertinggi yaitu  $79,536\pm0,349$  mgGAE/g ekstrak. Nilai ini secara signifikan lebih tinggi dibandingkan ekstrak dari PKU, PLN, KMP, dan RHU. Tingginya kandungan fenolik pada ekstrak KMI diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan pesisir Kepulauan Meranti yang memiliki kelembapan tinggi dan paparan cahaya matahari yang relatif intens. Stres lingkungan, termasuk fluktuasi salinitas dan intensitas cahaya, diketahui dapat menginduksi akumulasi senyawa fenolik sebagai mekanisme pertahanan tanaman terhadap stres oksidatif (Singh et al., 2025). Fenolik berperan sebagai donor hidrogen dan agen pereduksi yang efektif, sehingga berkontribusi langsung terhadap kapasitas antioksidan tumbuhan.

Tabel 2. Data Persen Rendemen Ekstrak Daun Katuk

No	Lokasi	Berat Ekstrak (g)	Rendemen (% b/v)
1	Pekanbaru (PKU)	9,429	9,43
2	Kepulauan Meranti (KMI)	9,522	9,52
3	Pelalawan (PLN)	8,820	8,82
4	Kampar (KMP)	9,474	9,47
5	Rokan Hulu (RHU)	8,675	8,68

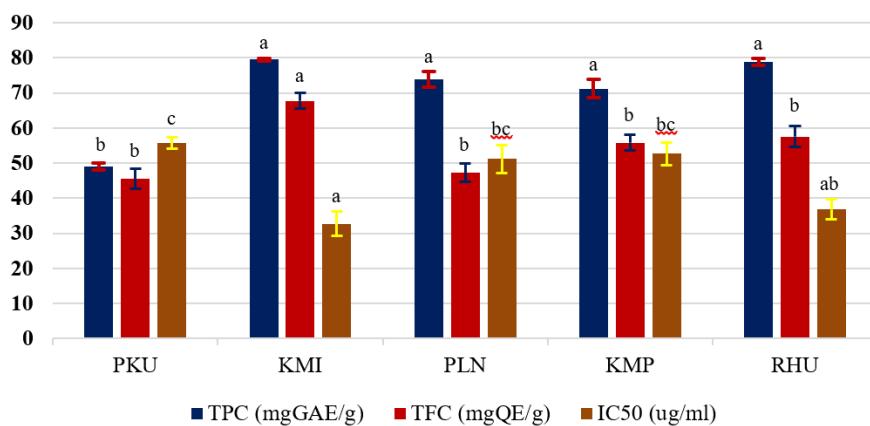
Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, nilai TPC yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong lebih tinggi. Kadar fenolik total daun katuk dari Sukabumi sebesar 16,06 mg GAE/g ekstrak, sedangkan kadar fenolik total dari daerah Bogor sebesar 16,71 mg GAE/g (Budiana et al., 2022; Fatmawati et al., 2022). Perbedaan yang cukup mencolok ini menegaskan bahwa faktor geografis dan lingkungan lokal memiliki pengaruh yang signifikan terhadap akumulasi senyawa fenolik pada katuk.

### Kandungan Flavonoid Total (TFC) Ekstrak Etanol Daun Katuk

Sejalan dengan hasil TPC, kandungan flavonoid total juga menunjukkan perbedaan signifikan antar lokasi tumbuh (Gambar 2). Ekstrak daun katuk dari Kepulauan Meranti menunjukkan nilai tertinggi, yaitu  $67,780\pm2,295$  mgQE/g ekstrak. Flavonoid merupakan salah satu subkelompok utama senyawa fenolik yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan melalui mekanisme penangkapan radikal bebas dan khelasi ion logam pro-

oksidan. Tingginya kadar flavonoid pada ekstrak KMI mengindikasikan bahwa lingkungan tumbuh di wilayah ini mendukung biosintesis senyawa flavonoid secara optimal. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa faktor seperti intensitas cahaya, suhu, dan ketersediaan air dapat memengaruhi jalur biosintesis flavonoid pada tanaman obat (Hikmawanti et al., 2021)

Data TPC, TFC dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol  
Daun Katuk



Gambar 2. Data TPC, TFC, dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk dari lima kota/kabupaten di Provinsi Riau, Kabupaten Pelalawan (PLN), Kampar (KMP), Rokan Hulu (RHU), Kepulauan Meranti (KMI), dan Kota Pekanbaru (PKU). Data TPC, TFC, dan IC<sub>50</sub> masing-masingnya dianalisis dengan *one way* ANOVA. Nilai rata-rata dengan huruf kecil yang berbeda dalam diagram di setiap lokasi tumbuh, berbeda secara signifikan ( $p < 0,05$ ). Nilai adalah rata-rata  $\pm$  SD dari tiga kali pengulangan.

Dibandingkan dengan laporan terdahulu (Budiana et al., 2022; Fatmawati et al., 2022), nilai TFC dalam penelitian ini jauh lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa daun katuk asal Provinsi Riau, khususnya Kepulauan Meranti, berpotensi menjadi sumber flavonoid alami dengan kualitas yang lebih unggul.

#### Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Katuk

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan bahwa seluruh ekstrak memiliki kemampuan menangkap radikal bebas dengan kategori kuat hingga sangat kuat (Gambar 2). Ekstrak etanol daun katuk asal Kepulauan Meranti menunjukkan aktivitas antioksidan paling potensial dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar  $32,7 \pm 3,43$   $\mu\text{g/mL}$ , yang secara statistik berbeda signifikan dibandingkan ekstrak dari PKU, PLN, dan KMP. Nilai IC<sub>50</sub> yang rendah menunjukkan efisiensi ekstrak dalam mereduksi radikal DPPH. Hasil ini sejalan dengan tingginya kandungan fenolik dan flavonoid pada ekstrak

KMI, yang menegaskan adanya korelasi positif antara kadar senyawa fenolik dan flavonoid dengan aktivitas antioksidan. Fenomena ini telah banyak dilaporkan dalam berbagai studi fitokimia, di mana senyawa fenolik berperan sebagai antioksidan primer melalui mekanisme donasi atom hidrogen atau transfer elektron (Zhang et al., 2020). Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, aktivitas antioksidan ekstrak KMI dalam penelitian ini lebih tinggi atau sebanding. Bose et al. (2018) melaporkan nilai IC<sub>50</sub> ekstrak etanol daun katuk dari India sebesar 49,62 µg/mL, sedangkan Lee et al. (2011) melaporkan IC<sub>50</sub> sebesar 86,74 µg/mL dari Malaysia. Nilai IC<sub>50</sub> yang lebih rendah pada penelitian ini menegaskan potensi unggul daun katuk asal Riau sebagai sumber antioksidan alami.

## **SIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Lokasi tumbuh berpengaruh signifikan terhadap profil fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun katuk yang berasal dari Provinsi Riau. Di antara lima lokasi yang diteliti, ekstrak daun katuk asal Kepulauan Meranti menunjukkan kandungan fenolik dan flavonoid total tertinggi serta aktivitas antioksidan paling kuat, yang tercermin dari nilai IC<sub>50</sub> terendah pada uji DPPH
2. Adanya hubungan yang erat antara kandungan metabolit sekunder dan kapasitas antioksidan, serta menegaskan peran faktor geografis dan lingkungan dalam menentukan kualitas bioaktif tumbuhan obat.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini, peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terwujudnya penelitian ini :

1. Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau atas fasilitas yang disediakan
2. Prof. Dr. Fitmawati, M.Si dalam identifikasi sampel tumbuhan

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arif, T., & Shetty, R. G. (2020). Therapeutic potential and traditional uses of *Sauvagesia androgynous*: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3), 2131–2137. [www.phytojournal.com](http://www.phytojournal.com)
- Ashraf, M. A., Iqbal, M., Rasheed, R., Hussain, I., Riaz, M., & Arif, M. S. (2018). Environmental Stress and Secondary Metabolites in Plants. In *Plant Metabolites and*

- Regulation under Environmental Stress (pp. 153–167). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812689-9.00008-X>
- Bose, R., Kumar, M. S., Manivel, A., & Mohan, S. C. (2018). Chemical Constituents of *Sauvopus androgynus* and Evaluation of its Antioxidant Activity. *Research Journal of Phytochemistry*, 12(1), 7–13. <https://doi.org/10.3923/rjphyto.2018.7.13>
- Budiana, W., Nuryana, E. F., Suhardiman, A., & Kusriani, H. (2022). Aktivitas antioksidan ekstrak daun katuk (*Breynia androgyna* L.) dengan metode DPPH serta penetapan kadar fenolat dan flavonoid. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 9(4), 276–286.
- Bunawan, H., Bunawan, S. N., Baharum, S. N., & Noor, N. M. (2015). *Sauvopus androgynus* (L.) Merr. Induced Bronchiolitis Obliterans: From Botanical Studies to Toxicology. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/714158>
- Fatmawati, S., Ermi Hikmawanti, N. P., Fadillah, A., & Putri, A. M. (2022). Antioxidant Activity and Sun Protection Factor (SPF) Graded Extract of Katuk Leaves (*Sauvopus androgynus* (L.) Merr.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012072>
- Hayati, A., Arumingtyas, E. L., Indriyani, S., & Hakim, L. (2016). Local knowledge of Katuk (*Sauvopus androgynus* (L.) Merr) in East Java, Indonesia. *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research*, 7(4), 210–215.
- Hikmawanti, N. P. E., Hayati, & Andriyani, Y. (2021). Total Flavonoid Content in Hydroethanolic Extract of *Sauvopus androgynus* (L.) Merr Leaves from Three Regions with Different Altitude. *Jurnal Jamu Indonesia*, 6. <https://doi.org/DOI:10.29244/jji.v6i2.195>
- Lee, K. H., Padzil, A. M., Syahida, A., Abdullah, N., Zuhainis, S. W., Maziah, M., Sulaiman, M. R., Israf, D. A., Shaari, K., & Lajis, N. H. (2011). Evaluation of anti-inflammatory, antioxidant and antinociceptive activities of six Malaysian medicinal plants. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5(23), 5555–5563.
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>
- Seidel, V. (2008). Natural product isolation. In *Natural Product Reports* (Vol. 25, Issue 3, pp. 517–554). <https://doi.org/10.1039/b700306b>
- Singh, S., Ikram, M., & Sharma, P. C. (2025). Influence of climatic conditions on metabolite production in some Himalayan plants: a literature review. *Metabolomics*, 21(6). <https://doi.org/10.1007/s11306-025-02375-4>
- Utami, R., Rio Maranti, G., Furi, M., Octaviani, M., Muharni, S., Aryani, F., Noviana Suhery, W., Rahmah Nst, M., Fadhli, H., & Susanti, E. (2021). Kadar Fenolik Dan Flavonoid Total Serta Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Metanol Akar, Daun Dan Bunga Simpur Air (*Dillenia suffroticosa* Griff. Ex Hook). *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 10(2), 2021.

- Utami, R., Syahputra, R., Dona, R., Fadhli, H., Furi, M., & Ikhtiarudin, I. (2023). Total flavonoid content and in vitro study on the sunscreen activity of extracts of leaves of *Elaeocarpus floribundus* Blume. *Pharmacy Education*, 23(2), 118–121. <https://doi.org/10.46542/pe.2023.232.118121>
- Zhang, B. dou, Cheng, J. xin, Zhang, C. feng, Bai, Y. dan, Liu, W. yuan, Li, W., Koike, K., Akihisa, T., Feng, F., & Zhang, J. (2020). *Sauvagea androgynus* L. Merr.-A phytochemical, pharmacological and toxicological review. *Journal of Ethnopharmacology*, 257(June 2019), 112778. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112778>