

## **ANALISIS PROFIL FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BATANG KAYU SMIDRA (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq)**

Nurul Fajeriyati<sup>1</sup>, Farid Perdana<sup>2</sup>, Iqbal Musthapa<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Banjarmasin, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas MIPA, Universitas Garut, Indonesia

<sup>3</sup>Prodi Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Email\*: [iqbalm@upi.edu](mailto:iqbalm@upi.edu)

### **ABSTRAK**

Keluarga Rutaceae merupakan keluarga yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan, salah satu spesies yang termasuk kedalam keluarga Rutaceae adalah *Acronychia pedunculata* (L.) Miq yang biasa dikenal sebagai smidra. Bagian tanaman *Acronychia pedunculata* (L.) Miq seperti akar, batang, daun serta buah digunakan untuk pengobatan tradisional untuk diare, batuk, asma, luka, bisul, kulit gatal, sisik, nyeri dan rematik serta bisa digunakan sebagai penurun demam dan dapat digunakan untuk pengobatan gangguan saluran pencernaan seperti ulcer dan infeksi usus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil fitokimia dan aktivitas antioksidan batang kayu smidra *Acronychia pedunculata* (L.) Miq. Pada penelitian ini dilakukan uji analisis profil fitokimia, meliputi uji karakteristik simplisia, pemantauan pola spektrum menggunakan FTIR dan pola kromatogram menggunakan KLT serta uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batang kayu smidra *Acronychia pedunculata* (L.) Miq mengandung senyawa turunan acetophenone dengan memiliki sekurang-kurangnya 5 komponen senyawa. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menghasilkan IC<sub>50</sub> sebesar 9,68 ppm yang termasuk kedalam kategori antioksidan yang sangat kuat.

**Kata Kunci:** *Acronychia pedunculata* (L.) Miq, Profil Fitokimia, Acetophenone, Antioksidan

### **ABSTRACT**

The Rutaceae family is a family known to have antioxidant activity, one of the species included in the Rutaceae family is *Acronychia pedunculata* (L.) Miq commonly known as smidra. Plant parts of *Acronychia pedunculata* (L.) Miq such as roots, stems, leaves and fruit are used for traditional medicine for diarrhea, cough, asthma, wounds, boils, itchy skin, scales, pain and rheumatism and can be used as a fever reducer and can be used for the treatment of digestive tract disorders such as ulcers and intestinal infections. This study aims to determine the phytochemical profile and antioxidant activity of *Acronychia pedunculata* (L.) Miq smidra wood. In this study, the phytochemical profile analysis test was carried out, including the test of simplisia characteristics, monitoring the spectrum pattern using FTIR and chromatogram pattern using KLT and antioxidant activity test using DPPH method. The results showed that *Acronychia pedunculata* (L.) Miq smidra wood contains acetophenone derivative compounds with at least 5 compound components. Antioxidant activity test with DPPH method produces IC<sub>50</sub> of 9.68 ppm which is included in the category of very strong antioxidants.

**Keywords:** *Acronychia pedunculata* (L.) Miq, Phytochemical Profile, Acetophenone, Antioxidant

## PENDAHULUAN

Salah satu genus yang termasuk ke dalam *family* rutaceae adalah genus *Acronychia* yang memiliki sekitar 49 spesies pohon serta semak banyak ditemukan di hutan hujan. Genus *Acronychia* tersebar luas, mulai dari Asia Tenggara, Australia serta Kaledonia Baru tetapi sebagian besar spesies endemik baik di daerah Papua atau Australia.(1)(1) Salah satu spesies dari genus *Acronychia* adalah tanaman *Acronychia pedunculata* (L.) Miq biasanya di Indonesia dikenal dengan sebutan kayu smidra yang tersebar di daerah Jawa Barat serta Jawa tengah.(2)

Pengobatan tradisional di Sri Lanka, penggunaan kulit kayu *Acronychia pedunculata* (L.) Miq secara luar dapat mengobati pembengkakan, fraktur, luka serta dapat digunakan sebagai penyembuh untuk kudis dan bisul. Kulit kayu dari *Acronychia pedunculata* (L.) Miq juga digunakan secara dalam sebagai pencahar.(3) Bagian tanaman lain seperti akar, batang, daun dan buah digunakan sebagai pengobatan tradisional untuk diare, batuk, asma, luka, bisul, kulit gatal, sisik,

nyeri dan rematik serta bisa digunakan sebagai penurun demam(4) dan dapat digunakan untuk pengobatan gangguan saluran pencernaan seperti ulcer dan infeksi usus.(5)

Berdasarkan hasil penelitian tanaman *Acronychia pedunculata* (L.) Miq memiliki kandungan fitokimia secara garis besar seperti alkaloida, terpenoida(4), flavonoid, saponin, dan tanin(6). Hasil metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman *Acronychia pedunculata* (L.) Miq juga dapat diisolasi yang dapat menghasilkan isolat khas seperti acrofolione A dan B yang memiliki potensi sebagai antikanker (leukimia)(7), aryl keton yang dapat memiliki aktivitas sebagai penghambatan terhadap cyclooxygenase yang berperan dalam penyebab inflamasi(8), serta acroveston yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan(4).

Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan oleh makhluk hidup yang berfungsi untuk membantu proses pertahanan diri terhadap kondisi lingkungan sekitar serta organisme lain baik tanaman ataupun hewan pengganggu. Sehingga kandungan

metabolit sekunder yang dihasilkan suatu tumbuhan spesifik pada tanaman atau suku tertentu. Berdasarkan sifat spesifik ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi tumbuhan. Kandungan metabolit sekunder tergantung dari berbagai faktor biotik maupun nonbiotik antara lain suhu, kondisi tanah, iklim, serta sinar matahari. Dari berbagai penelitian dibuktikan bahwa metabolit sekunder memiliki aktivitas farmakologis(9), dengan demikian kandungan metabolit sekunder yang dimiliki oleh tanaman *Acronychia pedunculata* (L.) Miq di setiap daerah bisa berbeda beda tergantung dengan daerah tanaman tersebut tumbuh sehingga memungkinkan didapat metabolit sekunder yang berbeda-beda serta memiliki ciri khas masing-masing.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan analisis profile fitokimia serta mengetahui aktivitas antioksidan dari batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq).

## **METODE PENELITIAN**

### **Teknik Penelitian**

Teknik penelitian yang digunakan adalah teknik penelitian eksperimental laboratorium menggunakan sampel batang kayu smidra yang diekstraksi kemudian diuji aktivitas antioksidannya

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan krus, tang krus, mortir stamper, oven, desikator, set alat destilasi azeotrop, corong pisah, klem dan statif, gelas kimia (ukuran 100 mL, 250 mL), gelas ukur (10 mL, 100 mL), erlenmayer (250 mL), tanur, corong kaca, labu ukur, labu alas bulat, batang pengaduk, *rotary evaporator*, timbangan analitik, kompor listrik, kertas saring, kertas saring bebas abu, aluminium foil, tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan penguap, penjepit cawan penguap, mikropipet, pipet tetes, spatel, penangas air, vial kaca, pipa kapiler, penampak bercak, bejana kromatografi, pelat silika gel GF<sub>254</sub>, lampu UV 254 nm dan 365 nm, chamber, kuvet, Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan Spektrofotometer *UV-VIS*.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk simplisia batang kayu smidra (*Acronychia*

*pedunculata* (L.) Miq) , etanol 96%, aquadest, kloroform, toluena, N-hexan, etil asetat, metanol, vitamin C, DPPH, HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## **Metode**

### **Pembuatan dan Karakterisasi Simplisia**

Batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq) yang masih segar dikumpulkan, kemudian dibersihkan atau dilakukan sortasi basah. Kemudian dilakukan perajangan dan proses pengeringan. Setelah kering dilakukan sortasi kering dan simplisia yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan alat penggiling. Serbuk simplisia yang telah didapat disimpan di dalam wadah tertutup pada suhu kamar(10).

Serbuk simplisia yang didapat dikarakterisasi meliputi, pemeriksaan organoleptis, penetapan kadar air, penetapan kadar abu total, penetapan kadar abu tidak larut asam, penetapan kadar abu tidak larut air, susut pengeringan, penetapan kadar sari larut air, penetapan kadar sari larut etanol

### **Ekstraksi Simplisia Batang Kayu Simidra**

Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode ekstraksi maserasi dengan menggunakan etanol sebagai pelarut selama 3x24 jam dengan pergantian pelarut setiap 24 jam sambil sesekali dilakukan pengadukan. Serbuk simplisia batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq) ditimbang sebanyak 500 gram dan dilarutkan ke dalam pelarut etanol. Setiap 24 jam disaring dan diganti dengan pelarut baru, dilakukan selama 3x24 jam. Hasil maserat yang terkumpul disaring dan dipisahkan dari ampasnya lalu maserat yang dikumpulkan kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental dan dikeringkan dengan metode *freeze-dry*.

### **Pemantauan pola spektrum dengan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)**

Pemantauan spektrum IR dilakukan terhadap ekstrak etanol kering batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq) menggunakan instrumen Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

## Pemantauan pola kromatogram dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Pemeriksaan pola kromatogram dilakukan dengan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dilakukan terhadap ekstrak etanol kering batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq) dengan menggunakan fase diam silika gel GF<sub>254</sub> dan fase gerak n-heksan : etil asetat (1:1) yang diamati di bawah sinar UV dengan panjang gelombang 254 nm dan 365 nm dengan penambahan penampak bercak universal H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%.

## Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH

Rangkaian pengujian aktivitas antioksidan dilakukan terlebih dahulu dengan menggunakan vitamin C sebagai pembanding untuk memverifikasi metode yang akan dilakukan. Pengujian aktivitas antioksidan melalui beberapa tahapan, dimulai dari pembuatan larutan DPPH 25 ppm, penentuan panjang gelombang maksimal DPPH, pembuatan larutan induk dan larutan seri konsentrasi vitamin C, pembuatan larutan induk dan larutan seri konsentrasi ekstrak etanol batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata*

(L.) Miq), dan pengujian aktivitas antioksidan vitamin C dan ekstrak etanol kering batang kayu smida.(11)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Batang kayu smidra yang telah dijadikan serbuk simplisia dikarakterisasi meliputi , pemeriksaan organoleptis, penetapan kadar air, penetapan kadar abu total, penetapan kadar abu tidak larut asam, penetapan kadar abu tidak larut air, susut pengeringan, penetapan kadar sari larut air, penetapan kadar sari larut etanol. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2

**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan Organoleptik Simplisia Batang Kayu Smidra

Parameter	Simplisia
Bentuk	Serbuk kasar batang kayu kering
Warna	Krem
Bau	Agak harum

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan Karakteristik Simplisia Batang Kayu Smidra

Parameter	Hasil ± SD
Kadar air	4,00% ± 0,000
Susut pengeringan	6,04% ± 0,004
Kadar abu total	1,82% ± 0,100
Kadar abu larut air	0,87% ± 0,120
Kadar abu tidak larut asam	0,08% ± 0,010

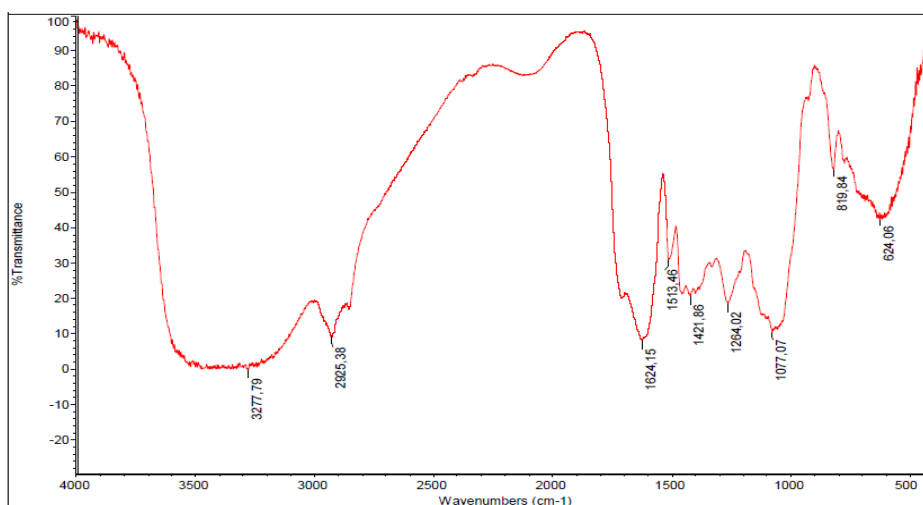
Kadar sari larut etanol	2,30% ± 0,008
-------------------------	---------------

Kadar sari larut air	3,30% ± 0,003
----------------------	---------------

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan serbuk simplisia batang kayu smidra sebanyak 500 gram dengan menggunakan pelarut etanol direndam pada suhu kamar selama 3x24 jam dengan pergantian pelarut setiap 24 jam dengan beberapa kali dilakukan proses pengadukan. Hasil maserat yang terkumpul dipisahkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental dan kemudian ekstrak kental batang kayu smidra melalui tahapan pengeringan beku (*freeze dryer*) hingga diperoleh ekstrak yang kering.(12) Proses pemekatan dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan

pelarut sehingga diperoleh ekstrak kental sedangkan proses *freeze dryer* dilakukan agar kandungan air yang terkandung di dalam ekstrak bisa hilang sehingga dapat diperoleh ekstrak kering yang lebih tahan lama dalam proses penyimpanan.(10) Ekstraksi yang dilakukan menghasilkan ekstrak kering sebesar 2,28 gram.

Pemeriksaan pola spektrum inframerah (IR) ekstrak etanol batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq) menggunakan alat spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dari komponen senyawa yang terkandung di dalam ekstrak batang kayu smidra.(7) Hasil pemeriksaan spektrum inframerah (IR) dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Spektrum *Infrared* Batang Kayu Smidra

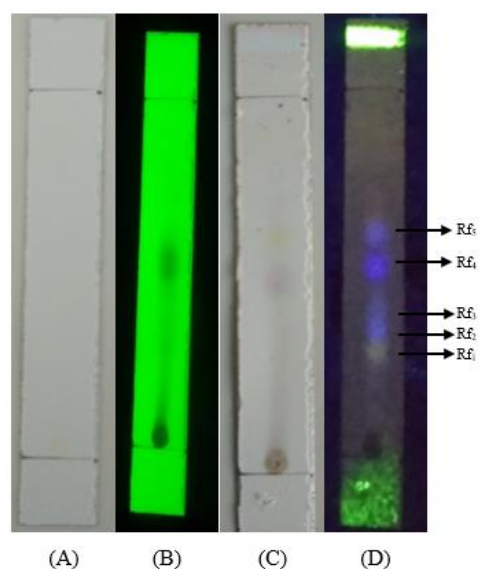
Berdasarkan hasil pemeriksaan spektrum inframerah (IR) sehingga dapat diprediksi gugus fungsi komponen senyawa yang terkandung dalam ekstrak batang kayu smidra. Hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pemeriksaan Spektrum Inframerah (IR) Ekstrak Etanol Batang Kayu Smidra

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Prediksi Gugus Fungsi
3277,79	O-H
2925,38	C-H (alkana)
1624,15	C=C (alkena)
1421,86	C=C (aromatis)
819,84	=C-H (aromatis)

Pemantauan pola kromatografi lapis tipis (KLT) dilakukan dengan tujuan untuk melihat jenis senyawa yang terkandung di dalam ekstrak etanol batang kayu smidra (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq) dengan cara pemisahan berdasarkan tingkat kepolaran.(13) Pemantauan pola dilakukan dengan menggunakan fase diam berupa silika gel GF<sub>254</sub> dan dengan fase gerak berupa campuran eluen n-heksan:etil asetat (1:1) yang kemudian

diamati di bawah sinar UV pada panjang gelombang 254 nm dan panjang gelombang 365 nm kemudian disemprot dengan menggunakan penampak bercak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%. Penggunaan penampak bercak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% dilakukan karena penampak bercak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% merupakan penampak bercak yang universal sehingga dapat mendeteksi komponen-komponen senyawa yang terkandung di dalam ekstrak etanol batang kayu smidra. Hasil pemantauan pola kromatografi lapis tipis (KLT) ekstrak batang kayu Smidra dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Hasil KLT Ekstrak Batang Kayu Smidra

Dari hasil pemantauan pola kromatografi lapis tipis (KLT) pada ekstrak batang kayu smidra menunjukkan adanya setidaknya 5 komponen senyawa yang dapat dilihat dari nilai Rf yang didapatkan. Hasil nilai Rf dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Nilai Rf dan Warna Ekstrak Batang Kayu Simidra

No	Nilai Rf (cm)	Warna flourosensi
Rf 1	0,28	Kuning
Rf 2	0,34	Biru
Rf 3	0,38	Biru muda
Rf 4	0,52	Biru
Rf 5	0,60	Ungu

Sebagai pengujian awal (*prescanning*) dilakukan pengujian aktivitas antioksidan yang dilakukan terhadap ekstrak batang kayu smidra dengan menggunakan metode pengujian DPPH (*2,2-Difenyl-1-pykrylhydrazyl*) dengan pembanding vitamin C sebagai verifikasi metode yang akan digunakan.(14) Prinsip dari pengujian

aktivitas antioksidan dengan metode DPPH adalah ketika terjadi reaksi antara senyawa antioksidan dengan DPPH

Keterangan :

- (A) = Hasil KLT sebelum disemprot pada sinar tampak
- (B) = Hasil KLT sebelum disemprot pada UV 254 nm
- (C) = Hasil KLT setelah disemprot pada pada sinar tampak
- (D) = Hasil KLT setelah disemprot pada pada UV 365 nm

maka, DPPH akan tereduksi dan terjadi penurunan intensitas warna ungu hingga kuning sampai bening yang nantinya penurunan intensitas warna tersebut akan diukur menggunakan spektrofotometer *UV-VIS*.(15) Pengukuran serapan dilakukan pada panjang gelombang 516,4 nm yang merupakan panjang gelombang maksimum dari hasil pengukuran (*scanning*) yang dilakukan pada larutan kontrol DPPH.

Hasil pengukuran persentase (%) inhibisi radikal bebas DPPH oleh vitamin C dan ekstrak etanol batang kayu smidra dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 dengan kurva hubungan konsentrasi vitamin C dan ekstrak etanol batang kayu

smidra terhadap persentase (%) inhibisi

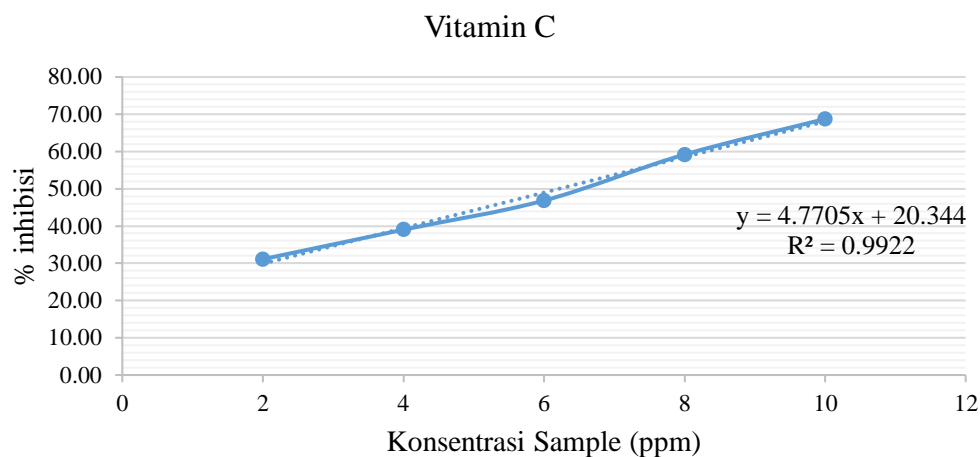
pada Gambar 3 dan 4.

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Persentase (%) Inhibisi Radikal Bebas DPPH oleh Vitamin C

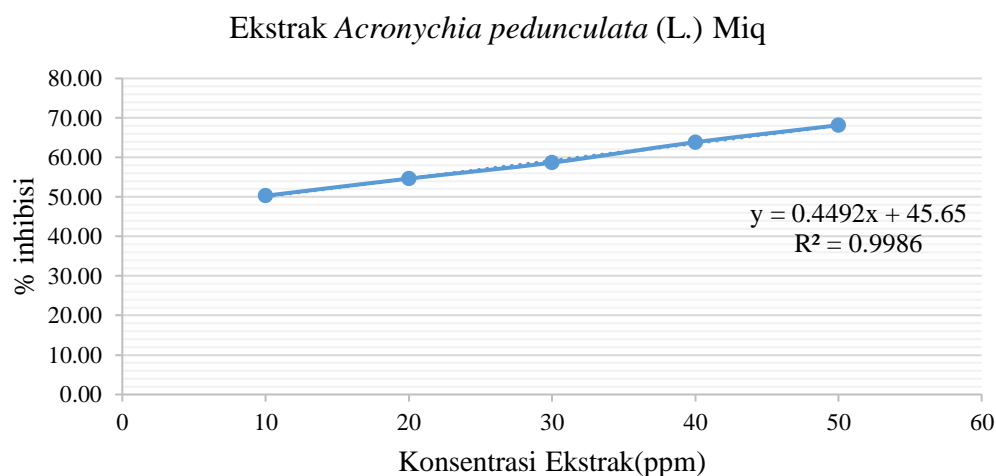
C (ppm)	Abs	Rata-Rata ± SD	% inhibisi	IC <sub>50</sub> (ppm)
2	0,767	0,761 ± 0,0093	31,10%	6,22
	0,750			
	0,765			
4	0,679	0,673 ± 0,0107	39,01%	
	0,661			
	0,680			
6	0,592	0,587 ± 0,0078	46,83%	
	0,578			
	0,591			
8	0,452	0,451 ± 0,0032	59,18%	
	0,447			
	0,453			
10	0,343	0,345 ± 0,0025	68,72%	
	0,348			
	0,345			

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran Persentase (%) Inhibisi Radikal Bebas DPPH oleh Ekstrak Batang Kayu smidra

C (ppm)	Abs	Rata-Rata ± SD	% inhibisi	IC <sub>50</sub> (ppm)
10	0,490	0,489 ± 0,0010	50,30%	9,68
	0,489			
	0,488			
20	0,448	0,446 ± 0,0021	54,64%	
	0,447			
	0,444			
30	0,408	0,407 ± 0,0023	58,67%	
	0,408			
	0,404			
40	0,357	0,356 ± 0,0015	63,86%	
	0,356			
	0,354			
50	0,313	0,313 ± 0,0006	68,16%	
	0,313			
	0,314			



**Gambar 3.** Kurva hubungan konsentrasi vitamin C dengan persentase (%) inhibisi



**Gambar 4.** Kurva hubungan konsentrasi Ekstrak Batang Kayu Smidra dengan persentase (%) inhibisi

Besarnya aktivitas antioksidan dapat dilihat pada nilai  $IC_{50}$ . Nilai  $IC_{50}$  (*inhibition concentration* 50) merupakan konsentrasi antioksidan yang mampu menghambat 50% radikal bebas(15). Nilai  $IC_{50}$  vitamin C sebesar 6,22 ppm yang dapat dikategorikan sebagai antioksidan yang memiliki daya

hambat yang sangat kuat sedangkan nilai  $IC_{50}$  ekstrak etanol batang kayu smidra sebesar 9,68 ppm yang dapat dikategorikan sebagai antioksidan yang memiliki daya hambat yang sangat kuat.(16)

## KESIMPULAN

Ekstrak kering batang kayu Smidra *Acronychia pedunculata* (L.) Miq diduga mengandung senyawa turunan acetophenone dengan memiliki sekurang-kurangnya 5 komponen senyawa. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menghasilkan  $IC_{50}$  sebesar 9,68 ppm yang termasuk kedalam kategori antioksidan yang sangat kuat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Holzmeyer L, Duretto M, Crayn D, Hörandl E, Heslewood M, Jayanthan J, et al. Phylogeny of *Acronychia* ( Rutaceae ) and First Insights into Its Historical Biogeography and the Evolution of Fruit Characters. 2015;1–22.
2. Heyne K. Tumbuhan Berguna Indonesia. In: Jilid II. Jakarta Pusat: Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan; 1987.
3. Ranaweera CB, Karunathilaka N, Niloshan AR, Karunarathna S, Pathirana R, Ratnasooriya WD. Antibacterial Activity of Aqueous Root , Seed , Flower and Stem Bark Extracts of *Acronychia pedunculata* Grown in Sri Lanka. 2016;5(2):21–5.
4. Su C, Kuo P, Wang M, Liou M, Damu AG, Wu T. Acetophenone Derivatives from *Acronychia pedunculata*. 2003;990–3.
5. Bagyawantha, N.M.Y Panagoda, G.J Bandara BM. Anticandidal activity of *Acronychia pedunculata*. 2014;18:324.
6. Gire J, Raju NS. Phytochemical analysis , antibacterial and antioxidant potential of *Acronychia pedunculata* ( L .) Miq . 2016;5(1):147–51.
7. Matsui T. Acrofolione A and B , acetophenone dimers from *Acronychia pendunculata* , induce an apoptotic effect on human NALM-6 pre-B cell leukaemia cells. 2018;
8. El-seedi HR, Han X, Janson J, Huss U, Bohlin L, Centre B, et al. Aryl Ketones from *Acronychia pedunculata* with Cyclooxygenase-2 Inhibitory Effects. 2005;2:463–9.
9. Harmita. Analisis Fisikokimia Kromatogram. In: Manutung J, editor. Volume 2. Jakarta: EGC; 2014.
10. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Cara Pembuatan Simplisia. Direktorat Jenderal POM, editor. Jakarta; 1985. 141 p.
11. Marxen K, Vanselow KH, Lippemeier S, Hintze R, Ruser A, Hansen U. Determination of DPPH Radical Oxidation Caused by Methanolic Extracts of Some Microalgal Species by Linear

- Regression Analysis of Spectrophotometric Measurements. 2007;2080–95.
12. Gaidhani, K. A., Harwalkar, M., Bhambere, D., & Nirgude PS. Lyophilization Freeze Drying A Review. SJIF J [Internet]. 2021;2(5):1685–703. Available from: <https://hdl.handle.net/10669/87006>
  13. Hapuarachchi SD, Ukwattage MI, Kodithuwakku ND, Silva PDSA, Perera PK. Standardization parameters of leaf and stem bark extracts of *Acronychia pedunculata* ( L .) grown in Sri Lanka. 2020;05(02):394–401.
  14. Molyneux P. The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. Songklanakarin J Sci Technol. 2004;26(December 2003):211–9.
  15. Sayuti K, Yenrina R. Antioksidan Alami dan Sintetik. Padang; 2015. 76–8 p.
  16. Yuslianti ER. Prinsip Dasar Pemeriksaan Radikal Bebas & Antioksidan. Yogyakarta: Deepublish; 2018. 25 p.