

Kadar Flavonoid Total dan Uji In Vitro Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Kulit Batang Tuntun Angin (*Elaeocarpus floribundus* Blume)

Rahayu Utami^{1*}, Ikhsan Mauludi Alpasiri¹, Haiyul Fadhli¹, Ihsan Ikhtiarudin¹,
Enda Mora¹ dan Mustika Furi¹

Artikel Penelitian

Abstract: The stem bark of tuntun angin (*Elaeocarpus floribundus* Blume) has been traditionally using to treat various diseases, including fever, gingivitis and rheumatism. Our previous study has shown that stem bark extract of this plant contains significant levels of total phenolics. The aim of this recent study was to determine total flavonoid content and providing an initial determination of sunscreen activity of *n*-hexane, ethyl acetate and methanol extracts of its stem bark. Extraction was carried out by maceration method using three different solvents successively. The quantitative evaluation of total flavonoid content was expressed as mg Quercetin Equivalent (QE)/gram extract at a wavelength of 430 nm using a microplate reader. Evaluation of sunscreen activity was performed by determining value of Sun Protection Factor (SPF) using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the *n*-hexane, ethyl acetate and methanol extracts contained total flavonoid levels of 9; 15.81 and 15.56 mgQE/g extract, respectively. Ethyl acetate extract showed the most potential sunscreen activity (ultraprotection category) among other extracts with SPF values of 44.626; 40,687; 33.710 and 23.607 for the tested concentrations of 1000; 800; 600 and 400 µg/mL, respectively. However, this activity is not as good as benzophenone-3 as positive control at a concentration of 50 µg/mL with an SPF value of 22.646 demonstrated an ultraprotection category of sunscreen activity.

Keywords: benzophenone-3, *Elaeocarpus floribundus*, quercetin, sunscreen activity, total flavonoid content

¹ Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi
Riau, Pekanbaru 28289,
Riau, Indonesia

Abstrak: Kulit batang tuntun angin (*Elaeocarpus floribundus* Blume) secara tradisional digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, diantaranya demam, radang gusi dan rematik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak kulit batang tumbuhan ini mengandung kadar fenolik total yang signifikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar flavonoid total dan memberikan gambaran awal potensi aktivitas tabir surya ekstrak *n*-heksana, etil asetat dan metanol kulit batang tuntun angin. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi bertingkat. Penentuan kuantitatif kadar flavonoid total dinyatakan sebagai mg Quercetin Equivalent (QE)/gram ekstrak pada panjang gelombang 430 nm menggunakan alat *microplate reader*. Pengujian aktivitas tabir surya secara *in vitro* dilakukan melalui penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *n*-heksana, etil asetat dan metanol mengandung kadar flavonoid total berturut-turut sebesar 9; 15,81 dan 15,56 mgQE/g ekstrak. Ekstrak etilasetat menunjukkan aktivitas tabir surya yang paling baik (proteksi ultra) dibandingkan ekstrak lainnya dengan nilai SPF 44,626; 40,687; 33,710 dan 23,607 untuk masing-masing konsentrasi uji 1000; 800; 600 dan 400 µg/mL. Namun aktivitas ini belum sebaik aktivitas senyawa pembanding benzophenone-3 pada konsentrasi 50 µg/mL dengan nilai SPF 22,646 dengan kategori proteksi ultra.

Korespondensi:

Rahayu Utami
rahayuutami@stifar-riau.ac.id

Kata kunci: benzophenone-3, *Elaeocarpus floribundus*, kadar flavonoid total, quercetin, tabir surya

Pendahuluan

Elaeocarpus floribundus Blume adalah spesies tumbuhan yang termasuk dalam famili Elaeocarpaceae yang biasa tumbuh di bukit dataran rendah dan pegunungan di India, Burma, Thailand, Vietnam, Malaysia dan Indonesia. Secara tradisional, tumbuhan ini telah banyak digunakan sebagai pengobatan (1). Di Sumatera, air rebusan kulit batangnya digunakan sebagai obat kumur untuk mengobati gusi yang meradang, daunnya digunakan untuk pengobatan rematik dan buahnya digunakan untuk pengobatan diare serta disentri (2). Ekstrak buahnya baik untuk kulit dan digunakan sebagai *antiaging* (3).

Penelitian terdahulu yang telah dilaporkan diketahui bahwa daun dan kulit batang *Elaeocarpus floribundus* Blume, menunjukkan adanya potensi sebagai antioksidan. Pada ekstrak metanol kulit batangnya memiliki nilai IC_{50} sebesar $7,36 \pm 0,01 \mu\text{g/mL}$ sedangkan ekstrak metanol dari daun memiliki nilai IC_{50} sebesar $58,23 \pm 0,04 \mu\text{g/mL}$. Pemeriksaan kadar total fenolik pada ekstrak metanol daunnya menunjukkan nilai sebesar $503,08 \pm 16,71 \text{ mg GAE/g DW}$ sedangkan kulit batang sebesar $161,5 \pm 24,81 \text{ mg GAE/g DW}$ (4).

Fenolik dan flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang diketahui aktif sebagai antioksidan. Flavonoid merupakan polifenol alami yang banyak ditemukan dalam daun, batang dan bunga. Antioksidan khususnya flavonoid memiliki molekul yang dapat dengan mudah memberikan elektronnya ke molekul radikal bebas sehingga dapat menstabilkan molekul radikal bebas dan mencegah proses oksidasi yang tidak diinginkan dalam sel sehingga dapat mencegah berbagai penyakit yang ditimbulkan oleh radiasi sinar UV (5). Senyawa flavonoid memiliki gugus benzena aromatis terkonjugasi yang mampu menyerap sinar UV A atau UV B yang dapat menyebabkan efek buruk terhadap kulit (6).

Berdasarkan data tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang kadar flavonoid total dan aktivitas tabir surya dari ekstrak kulit batang *Elaeocarpus floribundus* Blume. Kadar flavonoid total dianalisa menggunakan reagen AlCl_3 dan kemudian diukur

menggunakan *microplate reader*. Aktivitas tabir surya secara *in vitro* dievaluasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Bahan dan Metode

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, blender, botol gelap, cawan porselen, kertas saring, aluminium foil, plastik wrap, timbangan analitik (KERN®), ultrasonikasi (KUDOS®), seperangkat alat destilasi (DURAN®), mikropipet (CAPP®), *rotary evaporator* (Buchi®), desikator (NORMAX®), waterbath (Buchi®), pipet mikro multichanel (WATSON®), *96 wells microplate* (IWAKI®), *96 wells microplate reader* (Epoch BioTek®), Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu®).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang tuntun angin, pelarut n-heksana, etil asetat, metanol, etanol absolut, natrium asetat 1M, AlCl_3 10% dan benzophenone-3 (Sigma Aldrich®).

Metode

Pengambilan dan identifikasi sampel

Sampel diambil dari Desa Kotaringin, Kecamatan Mempura, Kabupaten Siak Sri Indrapura, Provinsi Riau, Indonesia. Bagian yang digunakan adalah kulit batang tumbuhannya. Identifikasi tumbuhan dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Jurusan Biologi Universitas Riau, Pekanbaru.

Persiapan Simplisia

Kulit batang tuntun angin yang masih segar sebanyak 5 kg dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel (sortasi basah), kemudian kulit dikeringkan dengan cara dikeringanginkan, lalu dilakukan sortasi kering. Simplisia kering selanjutnya diserbukkan lalu ditimbang dan didapatkan bobot akhir simplisia seberat 3 kg, kemudian disimpan dalam wadah yang kering dan bersih.

Ekstraksi Simplisia

Ekstrak kulit batang tuntun angin dibuat dengan menggunakan metode maserasi bertingkat. Sebanyak 3 kg kulit batang tuntun

angin dimaserasi menggunakan pelarut n-heksana selama 3 hari dengan 3 kali pengulangan dalam wadah yang tertutup baik dan terlindung dari cahaya sambil diaduk satu kali sehari. Pada hari ke 3 dilakukan penyaringan, untuk memisahkan maserat dengan ampas sampel. Ampas direndam kembali dengan etil asetat dan dibiarkan selama 3 hari dengan 3 kali pengulangan. Kemudian maserasi terakhir dengan menggunakan metanol dan dilakukan perlakuan yang sama pada sebelumnya. Masing-masing maserat dikumpulkan dan dipekatkan dengan *rotary evaporator* sehingga didapatkan masing-masing ekstrak kental n-heksana, etil asetat dan metanol.

Penentuan Kadar Flavonoid Total

Penentuan Kurva Kalibrasi

Kuersetin dengan konsentrasi 100 µg/mL dipipet sebanyak 50 µL, 40 µL, 30 µL, 20 µL, dan 10 µL masing-masing ke dalam sumur A, B, C, D dan E. Sumur B sampai E, masing-masing ditambahkan etanol sebanyak 10, 20, 30, dan 40 µL sehingga diperoleh larutan uji dengan konsentrasi 100 µg/mL (baris A), 80 µg/mL (baris B), 60 µg/mL (baris C), 40 µg/mL (baris D), 20 µg/mL (baris E). Kemudian pada masing-masing konsentrasi ditambahkan 10 µL AlCl₃ 10%, 135 µL etanol dan 10 µL natrium asetat 1 M. Kemudian didiamkan campuran tersebut selama 40 menit pada suhu ruang dan terhindar dari cahaya matahari. Selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 430 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (7).

Pengujian Sampel Uji

Masing-masing ekstrak kental n-heksana, etil asetat dan metanol konsentrasi 1000 µg/mL dipipet 100 µL ke dalam well pada baris A. Kemudian sebanyak 50 µL etanol ditambahkan ke baris B dan C, lalu dipipet sebanyak 50 µL dari baris A ke baris B, baris B dipipet 50 µL ditambahkan ke baris C, baris C dipipet sebanyak 50 µL dan dibuang. Sehingga diperoleh konsentrasi uji pada baris A (1000 µg/mL), B (500 µg/mL) dan C (250 µg/mL). Kemudian pada masing-masing konsentrasi ditambahkan 10 µL AlCl₃ 10%, 135 µL etanol dan 10 µL natrium asetat

1 M. Kemudian didiamkan campuran tersebut selama 40 menit pada suhu ruang dan terhindar dari cahaya matahari. Selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 430 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Lakukan pengukuran blanko dengan cara yang sama, tanpa penambahan larutan uji. Buat kurva kalibrasi dan hitung kadar masing-masing sampel (7). Absorbansi sampel yang masuk ke dalam *range* absorbansi pada kurva kalibrasi kemudian dipilih untuk analisis data.

Uji Aktivitas Tabir Surya

Pembuatan Larutan Uji Aktivitas Tabir Surya

Ekstrak n-heksana, etil asetat dan metanol kulit batang tuntun angin masing-masing ditimbang sebanyak 100 mg dilarutkan dengan etanol sampai tanda batas dalam labu ukur 100 mL sehingga didapatkan larutan ekstrak n-heksana, etil asetat dan metanol dengan konsentrasi 1000 ppm. Larutan ekstrak n-heksana, etil asetat dan metanol dengan konsentrasi 1000 ppm dipipet 0,5; 1; 2; 4; 6; 8 dan 10 mL ditambahkan etanol sampai tanda batas dalam labu ukur 10 mL untuk mendapatkan konsentrasi larutan 50; 100; 200; 400; 600; 800 dan 1000 ppm.

Benzophenone-3 ditimbang sebanyak 10 mg dilarutkan dengan etanol sampai tanda batas dalam labu ukur 10 mL sehingga didapatkan larutan dengan konsentrasi 1000 ppm. Larutan dengan konsentrasi 1000 ppm dipipet 0,5 mL ditambahkan etanol sampai tanda batas dalam labu ukur 10 mL untuk mendapatkan konsentrasi larutan 50 ppm. Kemudian dilakukan penentuan nilai SPFnya.

Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF)

Nilai SPF ditentukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan mengukur absorbansi dari variasi konsentrasi ekstrak yang diperoleh pada panjang gelombang 290-320 nm setiap interval 5 nm dengan etanol sebagai blanko. Nilai absorbansi (A) yang diperoleh dikalikan dengan EE x 1, jumlah perkalian absorbansi dengan EE x 1 dikalikan dengan faktor koreksi yang nilainya 10. Sehingga diperoleh nilai SPF dari sampel uji.

Tabel 1. Nilai EE x I untuk perhitungan nilai SPF

Panjang gelombang (λ nm)	EE x I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1

Analisis Data

Analisis Kandungan Kadar Flavonoid Total

Kandungan total flavonoid dihitung berdasarkan persamaan garis yang diperoleh dari kurva standar. Sehingga diperoleh persamaan regresi linier, yaitu:

$$y = ax + b$$

Keterangan :

- y = Absorbansi
- a = Slope
- x = Konsentrasi
- b = Intersep

Absorban sampel dimasukkan ke dalam persamaan kurva standar sebagai nilai y, dimana nilai x yang diperoleh merupakan konsentrasi dalam $\mu\text{g/mL}$. Lalu dihitung kandungan flavonoid total dengan menggunakan rumus:

$$\text{KTF} = \frac{V(\text{mL}) \times X(\text{mg/mL}) \times \text{FP}(\text{mg/mL})}{\text{Bobot sampel (g)}}$$

Keterangan:

- KTF = Kadar flavonoid total (mg QE/g ekstrak)
- X = konsentrasi flavonoid pada sampel (mg/mL)
- FP = Faktor Pengenceran (mL)
- V = Volume (mL)

Perhitungan Nilai Sun Protection Factor (SPF)

Nilai SPF ekstrak n-heksana, etil asetat dan metanol daun tuntun angin pada masing-masing konsentrasi uji dihitung menggunakan persamaan berikut (8).

$$\text{SPF} = \text{CF} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times I(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

Keterangan :

- CF : *Correction Factor* (Faktor Koreksi)
- EE : *Erythremal Effect* (Spektrum efek eritema)
- I : *Intensity* (Spektrum intensitas matahari)
- Abs : Absorbansi Ekstrak

Hasil pengukuran nilai absorbansi ekstrak pada masing-masing panjang gelombang dikalikan dengan nilai konstanta EE x I (**Tabel 1**). Setelah itu, hasil perkalian absorbansi ekstrak dengan nilai EE x I dijumlahkan. Hasil penjumlahan kemudian dikalikan dengan faktor koreksi yang nilainya 10 untuk mendapatkan nilai SPF ekstrak pada masing-masing konsentrasi uji. Data yang telah diolah disajikan secara deskriptif berdasarkan klasifikasi aktivitas tabir surya dari referensi untuk mengetahui perbedaan nilai SPF yang didapat masing masing konsentrasi uji.

Hasil dan Diskusi

Ekstraksi 3 kg simplisia yang dilakukan menggunakan metoda maserasi bertingkat menghasilkan ekstrak kental n-heksana sebanyak 3,432 g (0,114 %), ekstrak etil asetat 18,615 g (0,620 %) dan ekstrak metanol sebanyak 218,255 g (7,275 %). Hal ini menunjukkan bahwa kulit batang tuntun angin mengandung komponen senyawa polar yang lebih dominan (9).

Penentuan kadar flavonoid total melalui metoda kolorimetri menggunakan AlCl_3 sebagai reagen. Pengukuran kadar flavonoid total didasarkan pada pembentukan kompleks antara

$AlCl_3$ dengan senyawa flavonoid pada gugus orto hidroksi keton. Penggunaan natrium asetat pada pengujian ini yaitu untuk menciptakan suasana basa, karena reaksi pembentukan kompleks terjadi pada suasana basa. Baku pembanding yang digunakan untuk pengujian flavonoid ini adalah kuersetin. Kuersetin digunakan sebagai pembanding karena kuersetin merupakan kelompok senyawa flavonol terbesar (10).

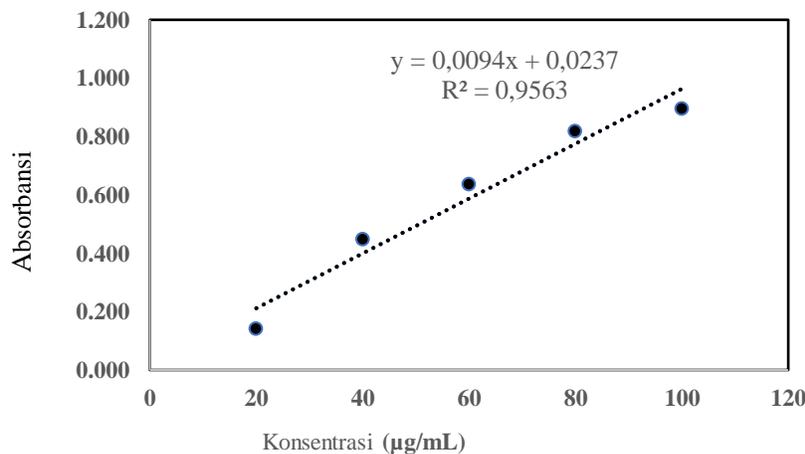
Larutan standar kuersetin pada konsentrasi 100; 80; 60; 40 dan 20 $\mu\text{g/mL}$ diukur serapannya dengan *microplate reader* pada panjang gelombang 415 nm. Persamaan regresi $y = 0,0094x + 0,0237$ dengan nilai r^2 yaitu 0,9563 diperoleh dengan memplotkan konsentrasi kuersetin (sumbu x) terhadap absorbansinya (sumbu y) seperti yang terlihat pada **Gambar 1**.

Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh kadar flavonoid total dari ekstrak n-heksana, etil asetat dan metanol sebesar 9; 15,81 dan 15,56 mgQE/g ekstrak. Kandungan flavonoid total dalam ekstrak dinyatakan dalam QE (Quercetin Equivalent) yaitu jumlah kesetaraan mg kuersetin dalam 1 g sampel. Semakin banyak kadar total flavonoid yang terkandung dalam suatu ekstrak maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. Penelitian telah membuktikan adanya korelasi antara antioksidan dengan aktivitas tabir surya, semakin tinggi aktivitas antioksidan maka semakin tinggi aktivitas tabir surya (11).

Penentuan nilai SPF ekstrak kulit batang tuntun angin dilakukan secara *in vitro* menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 290-320 nm. Berdasarkan perhitungan nilai SPF diketahui bahwa ekstrak etilasetat etil asetat kulit batang tuntun angin dengan konsentrasi 1000; 800; 600; 400; 200; 100; 50 $\mu\text{g/mL}$ dengan sebelumnya didapatkan hasil berturut-turut sebesar 44,626; 40,687; 33,710; 23,607; 11; 933; 4,838; 3,208 (**Tabel 2**). Dari data tersebut dapat kita ketahui bahwa pada konsentrasi 1000; 800; 600; 400 $\mu\text{g/mL}$ dikategorikan sebagai proteksi ultra, pada konsentrasi 200 $\mu\text{g/mL}$ dengan kategori proteksi maksimum, pada konsentrasi 100 $\mu\text{g/mL}$ dengan kategori proteksi sedang, sedangkan pada konsentrasi 50 $\mu\text{g/mL}$ dapat dikategorikan sebagai proteksi minimal (12).

Ekstrak kulit batang tuntun angin pada konsentrasi uji yang sama diperoleh nilai SPF secara berturut-turut sebesar 42,292; 41,20; 33,709; 22,174; 10,981; 5,399; 3,208 (**Tabel 2**). Dari data tersebut dapat diketahui bahwa pada konsentrasi 1000; 800; 600 dan 400 $\mu\text{g/mL}$ termasuk kategori proteksi ultra, pada konsentrasi 200 $\mu\text{g/mL}$ termasuk kategori proteksi maksimum, pada konsentrasi 100 $\mu\text{g/mL}$ termasuk kategori proteksi sedang, sedangkan pada konsentrasi 50 $\mu\text{g/mL}$ dengan kategori proteksi minimal (12).

Gambar 1. Kurva Kalibrasi Kuersetin



Tabel 2. Nilai SPF dari ekstrak n-heksana, etilasetat dan metanol kulit batang tuntun angin (*Elaeocarpus floribundus*)

Konsentrasi (µg/mL)	Ekstrak n-heksana		Ekstrak etilasetat		Ekstrak metanol	
	Nilai SPF	Keterangan	Nilai SPF	Keterangan	Nilai SPF	Keterangan
1000	9,716	Proteksi Maksimum	44,626	Proteksi Ultra	42,292	Proteksi Ultra
800	7,987	Proteksi Ekstra	40,687	Proteksi Ultra	41,200	Proteksi Ultra
600	5,874	Proteksi Sedang	33,710	Proteksi Ultra	33,709	Proteksi Ultra
400	4,174	Proteksi Sedang	23,607	Proteksi Ultra	22,174	Proteksi Ultra
200	2,697	Proteksi Minimal	11,933	Proteksi Maksimum	10,981	Proteksi Maksimum
100	1,107	(-)	4,838	Proteksi Sedang	5,399	Proteksi Sedang
50	0,569	(-)	3,208	Proteksi Minimal	3,208	Proteksi Minimal

Kemudian pada ekstrak n-heksana kulit batang tuntun angin dengan konsentrasi yang sama didapatkan hasil berturut-turut sebesar 9,716; 7,987; 5,874; 4,147; 2,697; 1,107; 0,569 (**Tabel 2**). Dari data ini dapat diketahui pada konsentrasi 1000 dapat dikategorikan sebagai proteksi maksimum, konsentrasi 800 dengan kategori proteksi ekstra, konsentrasi 600 dan 400 dengan kategori proteksi sedang, konsentrasi 200 dengan kategori proteksi minimal, sedangkan pada konsentrasi 100 dan 50 tidak termasuk dalam kategori rentang nilai SPF yang ada pada literatur (12).

Nilai SPF yang diperoleh pada konsentrasi 1000 µg/mL menggambarkan, jika seseorang menggunakan sediaan tabir surya dengan nilai SPF 9,71 berarti daya tahan alami kulit seseorang dilipatgandakan sebanyak 9,71 kali dari daya tahan awalnya, sehingga aman dibawah sinar matahari tanpa mengalami kemerahan (eritema) dan penggelapan kulit (pigmentasi). Semakin tinggi nilai SPF yang diinginkan, dibutuhkan jumlah zat aktif tabir surya yang semakin tinggi juga (12).

Hasil penentuan nilai SPF senyawa *benzophenone-3* sebagai tabir surya pembanding pada konsentrasi 50 µg/mL dan diperoleh nilai sebesar 22,646 dan memiliki kategori sebagai proteksi ultra. *Benzophenone-3* digunakan sebagai pembanding karena merupakan salah

satu tabir surya organik yang banyak digunakan dalam produk kosmetik (13).

Kesimpulan

Kadar flavonoid total ekstrak n-heksana, etilasetat dan metanol kulit batang tuntun angin diketahui sebesar 9; 15,81 dan 15,56 mgQE/g ekstrak. Ekstrak etilasetat dengan kadar flavonoid total tertinggi menunjukkan aktivitas tabir surya paling baik dibandingkan ekstrak lainnya dengan nilai SPF 44,626 (proteksi ultra) pada konsentrasi uji tertinggi 1000 µg/mL.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau untuk dana Hibah Penelitian Terapan tahun 2021 yang telah membiayai penelitian ini. Terima kasih kepada Prof. Dr. Fitmawati, M.Si untuk identifikasi sampel tumbuhan.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak adanya konflik kepentingan dalam penelitian ini.

Referensi

1. Wiart C. Medicinal Plants of Asia and the Pacific. 1st edition. CRC Press; 2006.
2. Zaman S. Exploring the Antibacterial and Antioxidant Activities of *Elaeocarpus floribundus* Leaves. Indo American Journal

- Pharmaceutical Sciences. 2016;3(2):92-7.
3. Roslim DI, Khumairoh S, Herman H. Confirmation of Tuntun Angin (*Elaeocarpus floribundus*) Taxonomic Status Using matK and ITS Sequences. Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education. 2016;8(3):392-9.
 4. Utami R, Khalid N, Sukari MA, Rahmani M, Abdul AB, Dachriyanus. Phenolic contents, antioxidant and cytotoxic activities of *Elaeocarpus floribundus* Blume. Pak J Pharm Sci. 2013;26(2):245-50
 5. Ebrahimzadeh MA, Enayatifard R, Khalili M, Ghaffarloo M, Saeedi M, Charati JY. Correlation between sun protection factor and antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some medicinal plants. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2014;13(3).
 6. Bonina F, Lanza M, Montenegro L, Puglis C, Tomaino A, Trombetta D, Castelli F, Saija A. Flavonoids as potential protective agents against photo-oxidative skin damage. International Journal of Pharmaceutics. 1996;145(1-2):87-94.
 7. Anonymous. Farmakope Herbal Indonesia. II. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2017.
 8. Dutra EA, Oliveira DA, Kedor-Hackmann ER, Santoro MI. Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. 2004;40(3):381-5.
 9. Sarker SD, Latif Z, Gray AI. Natural Product Isolation. Totowa, New Jersey : Humana Press. 2006.
 10. Liu H, Song Y, Zhang X. Determination of total flavonoids in leek by AlCl₃ colorimetric assay. Chemical Engineering Transactions. 2017;59:775-80.
 11. Pontoan J. Uji Aktivitas Antioksidan Dan Tabir Surya dari Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana* M.). Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal. 2016;1(1).
 12. Sami FJ, Nur S, Martani MM. Uji Aktivitas Tabir Surya pada Beberapa Spesies dari Family Zingiberaceae dengan Metode Spektrofotometri. Jurnal Ilmiah As-Syifaa. 2015;7(2):164-73.
 13. Draelos ZD, Thaman LA. Cosmetic Formulation of Skin Care Products. Vol. 30. CRC Press. 2013.