

PROFIL METABOLIT DAN PENENTUAN NILAI *SUN PROTECTION FACTOR* IN VITRO EKSTRAK ETANOL DAUN MURBEI (*Morus alba* L.) SEBAGAI TABIR SURYA

METABOLITE PROFILING AND DETERMINATION OF *SUN PROTECTION FACTOR* VALUE IN MULBERRY (*Morus alba* L.) LEAVES ETHANOL EXTRACT AS SUNSCREEN

Alinda Tania¹, Yeni Agustin², Berliana Permata Sari²

¹Jurusan Farmasi, Universitas Sriwijaya

²Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Siti Khadijah

(email penulis korespondensi: tania@mipa.unsri.ac.id)

(Mobile number penulis pertama/ korespondensi: 08980893637)

ABSTRAK

Latar Belakang: Besarnya kemampuan tabir surya untuk melindungi kulit ditentukan melalui nilai SPF yang menyatakan lamanya kulit seseorang berada dibawah sinar matahari tanpa mengalami sengatan surya. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan nilai SPF dari ekstrak etanol daun murbei (*Morus alba* L.). Daun murbei memiliki kandungan alkaloid, flavonoid, polifenol dan terpenoid yang mempunyai peranan sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi penggunaan ekstrak etanol daun murbei sebagai tabir surya..

Metode: Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi dan penentuan nilai SPF dilakukan secara in vitro menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis. Absorbansi ekstrak daun murbei diukur pada panjang gelombang sinar UV-B yaitu 290-320 nm. Penentuan nilai SPF didasarkan pada persamaan Mansur.

Hasil: Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa daun murbei terbukti memiliki potensi sebagai tabir surya dengan nilai SPF rata-rata 3,19 yang terkategori minimal pada konsentrasi 300 ppm dan sebesar 6,27 yang terkategori ekstra pada konsentrasi 600 ppm.

Kesimpulan: Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dikembangkannya produk tabir surya berbahan dasar ekstrak etanol daun murbei.

Kata kunci : Daun murbei, tabir surya, antioksidan, SPF, metabolit sekunder

ABSTRACT

Background: The ability of sunscreen to protect the skin is determined by the SPF value, which states how long a person's skin can be exposed to sunlight without experiencing sunburn. This study aims to estimate the SPF value of ethanol extract of mulberry leaves (*Morus alba* L.). Mulberry leaves contain alkaloids, flavonoids, polyphenols and terpenoids which have a role as antioxidants. This research aims to determine the potential for using mulberry leaf ethanol extract as a sunscreen.

Methods: Extraction was carried out using the maceration method and determination of the SPF value was carried out in vitro using the UV-Vis Spectrophotometry method. The absorbance of mulberry leaf extract was measured at a UV-B wavelength of 290-320 nm. Determination of the SPF value is based on the Mansur equation.,

Results: Based on the research results, it is known that mulberry leaves are proven to have potential as a sunscreen with an average SPF value of 3.19 which is categorized as minimum at a concentration of 300 ppm and 6.27 which is categorized as extra at a concentration of 600 ppm.

Conclusion: The results of this research can be the basis for developing sunscreen products made from mulberry leaf ethanol extract.

Keywords : mulberry leaves, sunscreen, antioxidant, SPF, secondary metabolites

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara dengan paparan sinar matahari yang tinggi dan sebagian besar penduduknya bekerja di luar ruangan sehingga memerlukan perlindungan kulit (Yulianti, 2015). Paparan sinar ultraviolet (UV) pada dasarnya memiliki manfaat dalam pembentukan vitamin D yang digunakan untuk pembentukan tulang dan sistem imun. Radiasi sinar UV juga dapat digunakan untuk terapi psoriasis dan vitiligo. Meski demikian, paparan sinar matahari secara berlebihan merupakan mediator eksogen utama terjadinya kerusakan pada kulit yang dapat mempercepat terjadinya penuaan dan risiko terjadinya kanker pada kulit (Isriany, 2014). Jika penyinaran matahari terjadi secara berlebihan, jaringan epidermis kulit tidak cukup mampu melawan efek negatif tersebut sehingga diperlukan perlindungan baik secara fisik dengan menutupi tubuh dan secara kimia dengan menggunakan tabir surya (Karina, 2015).

Penggunaan tabir surya merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk melindungi kulit dari efek merugikan yang disebabkan oleh radiasi UV. Kemampuan suatu tabir surya untuk melindungi kulit dengan menunda eritema dinyatakan dengan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) (Hassan dkk., 2013). Tabir surya dari bahan kimia sintetis umumnya bersifat alergen (Cefali dkk., 2016), yang dapat menyebabkan foto iritasi, fotosensitasi dan dermatitis kontak (Saewan & Jimtaisong, 2013).

Beberapa tumbuhan diketahui memiliki manfaat yang dapat digunakan sebagai bahan alam untuk melindungi kulit dari dampak buruk sinar matahari. Di dalam tumbuhan terdapat zat alami yang dapat diekstrak dan dapat bertindak sebagai sumber potensial tabir surya karena bersifat foto protektif. Hal ini dikaitkan dengan kenyataan bahwa tanaman tidak bisa terhindar dari paparan sinar matahari karena tanaman memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis. Meskipun begitu, tanaman memiliki mekanisme perlindungan diri sehingga tanaman tidak mengalami kerusakan. Hal tersebut memberikan sedikit gambaran mengenai kemampuan tanaman untuk melindungi kulit melalui senyawa yang terkandung di dalam tanaman yang berupa senyawa bioaktif seperti senyawa fenolik dan didukung oleh adanya senyawa yang bersifat antioksidan (Prasiddha, 2016).

Salah satu tanaman yang memiliki aktivitas antioksidan ialah tanaman murbei (*Morus alba* L.). Kandungan senyawa aktif yang terdapat pada daun murbei yaitu alkaloid, flavonoid, polifenol dan terpenoid yang mempunyai peranan sebagai antioksidan (Jurian, 2016). Daun murbei juga memiliki kandungan kimia yang tinggi akan antosianin, kuersetin, fenolik dan komponen asam lemak. Pada penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa daun murbei memiliki efek sebagai antioksidan (Salem, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Syahrudin, dkk., (2019) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun murbei yang diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC₅₀ 8,35 ppm. Berdasarkan uraian tersebut daun murbei (*Morus alba* L.) memiliki potensi sebagai tabir surya. Namun belum ada penelitian lebih lanjut yang menguji potensi tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi murbei (*Morus alba* L.) sebagai tabir surya dengan menentukan nilai SPF (*Sun Protecting Factor*).

METODE

Desain penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan daun murbei (*Morus alba* L.) yang akan diekstraksi, ditentukan profil metabolitnya kemudian ditentukan nilai SPF-nya dengan spektrofotometer UV-VIS. Variabel dalam penelitian ini adalah variabel bebas berupa ekstrak etanol daun murbei (*Morus alba* L.) dan variabel terikat berupa profil metabolit dan nilai SPF ekstrak etanol daun murbei (*Morus alba* L.). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Siti Khadijah Palembang yaitu Laboratorium Farmakologi, Laboratorium Kimia dan Industrial Innovation Center Farmasi Politeknik META Industri Cikarang.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah bejana maserasi, rotary evaporator (RE-2000B), waterbath (Memmert), batang pengaduk (Herma), blender (Miyako), ayakan, neraca analitik (AnD Company), beaker glass (Pyrex), erlenmayer (Pyrex), kertas saring (Whatman), rak tabung, tabung reaksi (Iwaki), pipet tetes, plat tetes, kulkas (Polytron), kuvet, Spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV mini-1240). Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun murbei (*Morus alba*

L.), etanol 96%, etanol p.a, aquadest, kloroform, amoniak, asam klorida, reagen Mayer, reagen Dragendroff, serbuk Mg, HCl pekat, FeCl₃ 1%, asam asetat anhidrat, dan asam sulfat pekat.

Pengambilan Sampel

Sampel daun murbei (*Morus alba* L.) diperoleh dari Manoko Lembang, Jawa Barat.

Determinasi

Daun murbei (*Morus alba* L.) dideterminasi di Herbarium Universitas Andalas (ANDA), Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.

Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel dilakukan dengan metode maserasi selama 3x24 jam. Serbuk daun murbei yang telah diblender ditimbang sebanyak 1 kg dan dimasukkan ke dalam bejana maserasi, kemudian ditambahkan 10 L etanol 96%. Selama proses maserasi dilakukan pengadukan setiap 1 kali sehari. Proses ekstraksi dilakukan dalam kondisi wadah tertutup rapat pada suhu ruang dan terhindar dari sinar matahari langsung, selanjutnya dilakukan filtrasi dengan menggunakan kertas saring, ekstrak etanol daun murbei yang diperoleh kemudian dipekatkan dengan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C dengan kecepatan 60rpm. Ekstrak kental yang diperoleh ditimbang untuk dihitung rendemen ekstrak. Rumus penentuan kadar rendemen (Heri, dkk., 2018).

$$\text{Persen rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak}}{\text{berat simplisia}} \times 100$$

Skrining Fitokimia

Uji Alkaloid

Sebanyak 3 tetes ekstrak dipartisi dengan 10 tetes kloroform, setelah itu sampel ditambahkan 10 tetes amoniak, dikocok dan disaring, lalu filtrat ditambah 5 tetes asam klorida, dikocok selama 3 menit dan dibiarkan campuran terjadi hingga terbentuk dua lapisan yaitu fraksi asam (lapisan atas) dan fraksi kloroform (lapisan bawah). Lapisan asam dimasukkan ke dalam 2 tabung reaksi, masing-masing tabung ditambah dengan pereaksi Mayer dan pereaksi Dragendorff sebanyak 3 tetes. Terjadinya endapan menunjukkan bahwa daun murbei mengandung alkaloid, pereaksi Mayer memberikan endapan berwarna putih dan pereaksi Dragendorff memberikan endapan merah jingga (Rahayu, dkk., 2015).

Uji Flavonoid

Sebanyak 3 tetes ekstrak dimasukkan ke dalam plat tetes, ditambahkan sedikit serbuk Mg dan diaduk sampai tercampur, dan ditambahkan 3 tetes HCl pekat dan campuran diaduk. Perubahan warna pada larutan ekstrak diamati apabila timbul warna merah, kuning atau jingga, maka ekstrak positif flavonoid golongan flavonol dan flavanon (Rahayu, dkk., 2015).

Tanin

Sebanyak 3 tetes ekstrak dimasukkan ke dalam plat tetes dan ditambahkan 3 tetes FeCl₃ 1%. Uji positif ditunjukkan terbentuknya warna hijau, ungu, biru atau hitam pekat (Rahayu, dkk., 2015).

Saponin

Sebanyak 3 tetes ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 mL aquadest hangat, dan dikocok hingga muncul buih. Larutan didiamkan selama 2 menit, kemudian ditambahkan 1 tetes HCl pekat. Pembentukan busa setinggi 1-10 cm yang stabil selama tidak kurang dari 10 menit menunjukkan adanya saponin (Rahayu, dkk., 2015).

Terpenoid

Sebanyak 3 tetes ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 3 tetes asam asetat anhidrat. Campuran selanjutnya ditambah dengan 5 tetes H₂SO₄ pekat melalui dinding tabung. Bila terjadi perubahan warna larutan merah atau ungu menunjukkan adanya terpenoid dan larutan berwarna biru atau hijau menunjukkan adanya steroid (Rahayu, dkk., 2015).

Penentuan Nilai SPF

Larutan sampel ekstrak dibuat dalam beberapa konsentrasi yaitu 200; 300; 400; 500; 600 ppm. Masing-masing sampel dimasukkan dalam kuvet dan dibaca absorbansinya setiap interval 5 nm dari rentang panjang gelombang 290-320 nm dan percobaan diulangi sebanyak 3 kali. Etanol p.a digunakan sebagai blanko. Penentuan nilai SPF dilakukan berdasarkan persamaan Mansur dkk. (1986):

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

Keterangan:

CF = faktor koreksi (10)

Abs = absorbansi sampel

EE = spektrum efek eritema

I = spektrum intensitas cahaya

Nilai (EE x I) adalah suatu konstanta yang ditetapkan oleh Sayre dkk. (1979) seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Nilai EE x I

Panjang gelombang (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

Nilai SPF ini kemudian diinterpretasikan sesuai kategori daya perlindungan tabir surya sebagai berikut.

Tabel 2. Kategori Nilai SPF

Kategori	Nilai SPF
Minimal	2 – 4
Sedang	4 – 6
Ekstra	6 – 8
Maksimal	8 – 15
Ultra	< 15

HASIL

Dari hasil ekstraksi, didapatkan ekstrak kental daun murbei dengan persen rendemen 14.2%. Ekstrak etanol terbukti mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin dan terpenoid dalam pengamatan profil metabolit. Dari hasil perhitungan nilai SPF sesuai persamaan Mansur, didapatkan hasil seperti tercantum pada tabel berikut.

Tabel 6.1 Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Murbei

Pengulangan ke-	Konsentrasi (PPM)	Nilai SPF	Tingkat Kemampuan Tabir Surya
1	200ppm	1.81	-
2		1.81	-
3		1.82	-
Rata-rata		1,81	-
1	300ppm	3.18	Minimal
2		3.19	Minimal
3		3.20	Minimal
Rata-rata		3,19	Minimal
1	400ppm	4.14	Sedang
2		4.14	Sedang

Pengulangan ke-	Konsentrasi (PPM)	Nilai SPF	Tingkat Kemampuan Tabir Surya
3	500ppm	4.14	Sedang
Rata-rata		4,14	Sedang
1		6.24	Ekstra
2		6.24	Ekstra
3		6.23	Ekstra
Rata-rata		6,24	Ekstra
1	600ppm	6.27	Ekstra
2		6.28	Ekstra
3		6.27	Ekstra
Rata-rata		6,27	Ekstra

PEMBAHASAN

Ekstraksi daun murbei dilakukan dengan metode maserasi, karena maserasi tanpa melalui proses pemanasan sehingga untuk simplisia yang tidak tahan panas atau yang belum diketahui tahan panas atau tidaknya tetap aman dan dapat mengurangi terjadinya kerusakan senyawa kimia yang dikandung oleh sampel. Pelarut yang digunakan adalah etanol 96%. Pelarut etanol 96% digunakan karena sifatnya yang mampu melarutkan hampir semua zat-zat baik yang bersifat polar, non polar, semipolar, serta kemampuannya untuk mengendapkan protein dan menghambat kerja enzim sehingga dapat terhindar dari proses hidrolisis dan oksidasi. Etanol memiliki sifat dapat bercampur dengan air pada segala perbandingan dan panas yang dibutuhkan untuk pemekatan juga lebih rendah. Selain itu juga, etanol 96% lebih efisien dalam mendegradasi dinding sel, sehingga metabolit sekunder dapat tersari lebih banyak. Etanol 96% juga meminimalisir kontaminasi dan pertumbuhan mikroorganisme lain pada ekstrak karena hanya mengandung 4% air.

Penetapan rendemen bertujuan untuk mengetahui kemaksimalan dari pelarut untuk menyari senyawa di dalam simplisia yang dibutuhkan dan untuk pembuatan sejumlah tertentu ekstrak. Hasil yang didapatkan lebih besar dari penelitian yang telah dilakukan oleh Reinard dkk., (2022) dengan hasil rendemen sebesar 11,8% dan penelitian yang dilakukan oleh Pogaga dkk., (2020) dengan hasil rendemen sebesar 6,35%. Perbedaan hasil rendemen kemungkinan disebabkan oleh perbedaan lingkungan tempat tumbuh dimana sampel yang digunakan diperoleh dari daerah yang berbeda. Nilai rendemen digunakan untuk mengetahui banyaknya ekstrak yang diperoleh selama proses ekstraksi. Rendemen suatu ekstrak dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, waktu ekstraksi, ukuran partikel simplisia, dan jenis pelarut yang digunakan (Wijaya dkk., 2022).

Pada pengujian flavonoid, dihasilkan warna kuning yang menunjukkan hasil positif. Penambahan Mg dan HCl pekat berfungsi untuk mereduksi inti benzopiron yang terdapat dalam struktur flavonoid sehingga terbentuk perubahan warna menjadi kuning (Manoko dkk., 2020). Flavonoid adalah senyawa polar yang memiliki manfaat sebagai antioksidan (Hanani, 2015). Pada pengujian alkaloid, dihasilkan endapan merah pada penambahan reagen Dragendorff. Pengendapan pada uji alkaloid disebabkan oleh adanya pergantian ligan. Atom nitrogen yang mempunyai pasangan elektron bebas pada alkaloid dapat mengganti ion iod dengan pereaksi Dragendorff. Hasil positif juga ditunjukkan pada pengujian tanin, yang menghasilkan endapan berwarna hitam pekat. Perubahan warna disebabkan reaksi penambahan FeCl_3 dengan salah satu gugus hidroksil yang ada pada senyawa tanin. Penambahan FeCl_3 yang menyebabkan perubahan warna menunjukkan adanya tanin terkondensasi atau membentuk senyawa kompleks (Manoko dkk., 2020).

Selain flavonoid, alkaloid dan tanin, ekstrak etanol daun murbei juga terbukti mengandung senyawa terpenoid, yang ditandai dengan terbentuknya warna biru hijau. Penambahan asam asetat anhidrat bertujuan untuk membentuk turunan asetil, sedangkan penambahan H_2SO_4 bertujuan untuk menghidrolisis air yang bereaksi dengan turunan asetil membentuk larutan warna. Perubahan warna yang terbentuk karena terjadinya oksidasi pada senyawa triterpenoid/steroid melalui pembentukan

ikatan rangkap terkonjugasi. Terpenoid merupakan senyawa aktif yang termasuk dalam jenis antioksidan lipofilik (Manoko, dkk., 2020).

Dari hasil yang didapat, diketahui bahwa ekstrak etanol daun murbei memiliki potensi sebagai tabir surya pada konsentrasi > 300 ppm dengan nilai SPF 3,19 dan potensi ekstra pada konsentrasi 600 ppm dengan nilai SPF 6,27. Hal ini didukung dengan aktivitas ekstrak etanol daun murbei sebagai antioksidan. Berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan seperti senyawa fenolik yang mengandung gugus fungsi -OH mampu mengubah radikal bebas menjadi senyawa stabil dengan mendonasikan atom hidrogen (Jesus dkk., 2023).

Senyawa metabolit sekunder yang memiliki fungsi sebagai penyerap sinar ultraviolet yaitu senyawa flavonoid yang termasuk golongan senyawa fenolik. Senyawa fenolik memiliki ikatan rangkap yang saling berkonjugasi dalam inti benzena dimana pada saat terkena radiasi ultraviolet akan terjadi resonansi yang mengakibatkan senyawa tetap stabil (Prasiddha dkk., 2016). Molekul pada senyawa fenolik saat terpapar radiasi ultraviolet akan menyerap energi dari radiasi ultraviolet tersebut sehingga mengalami eksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi dan akan kembali ke kedudukan semula dengan melepas energi yang lebih rendah dari energi semula yang diserap (Pratama & Zulkarnain, 2015).

Selain dapat menyerap radiasi ultraviolet, senyawa fenolik berupa flavonoid juga memiliki aktivitas sebagai antioksidan, begitu pula senyawa lainnya yaitu alkaloid juga memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Flavonoid memiliki aktivitas sebagai antioksidan karena memiliki gugus hidroksil yang terikat pada karbon cincin aromatik yang dapat menangkap radikal bebas (Jayanto, 2024). Alkaloid merupakan senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan dikarenakan alkaloid mencakup senyawa basa yang memiliki satu atau lebih atom nitrogen sebagai bagian dari sistem siklik (Maisarah dkk., 2023). Adanya gugus kromofor pada senyawa tanin mampu menyerap sinar UV, baik UVA dan UVB sehingga mengurangi intensitasnya pada kulit (Rahmawati dkk., 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan kesimpulan bahwa ekstrak etanol daun murbei mengandung alkaloid, flavonoid, tanin dan terpenoid. Nilai SPF terendah yaitu 3,18 (minimal) didapatkan pada ekstrak etanol daun murbei dengan konsentrasi 300 ppm. Nilai SPF tertinggi yaitu 6,27 (ekstra) didapatkan pada ekstrak etanol daun murbei dengan konsentrasi 600 ppm. Berdasarkan hasil penetapan SPF secara in vitro, ekstrak etanol daun murbei memiliki potensi sebagai tabir surya.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan ekstrak etanol daun murbei pada konsentrasi yang lebih besar dan melanjutkan ke tahap formulasi menjadi bentuk sediaan tabir surya, misalnya krim atau lotion.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cefali, L.C., Ataide, J.A., Moriel, P., Foglio, M.A. & Mazzola, P.G., 2016. Plant-based active photoprotectants for sunscreens. *International Journal of Cosmetic Science*, 38(4), pp.346–353.
2. Hanani, E., 2015. *Analisis Fitokimia*. Veronica, T.D.H. & Hanif, A. (eds.). ECG, Jakarta.
3. Hassan, I., Dorjay, K., Sami, A. & Anwar, P., 2013. Sunscreens and antioxidants as photo-protective measures: An update. *Our Dermatology Online*, 4(3), p.369.
4. Heri, W., Navitasari & Jubaidah, S., 2018. Perbandingan metode ekstraksi terhadap rendemen ekstrak daun rambut laut (*Sonneratia caseolaris* L. Engl). *Jurnal Ilmiah Manutung*, 4(1), pp.79–83.
5. Isriany, 2013. *Formulasi Kosmetik*. Makassar: Alauddin University Press.
6. Jayanto, I., 2024. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat daun matoa menggunakan radikal bebas DPPH (*DiphenylPicrylhydrazil*). *Pharmacon*, 13(2), pp.611–618.
7. Jesus, A. et al., 2023. Antioxidants in sunscreens: Which and what for? *Antioxidants*, 12(1). doi: 10.3390/antiox12010138.
8. Jurian, V.Y., 2016. Aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak daun murbei (*Morus alba*) terhadap *Escherichia coli*.

9. Karina, N., 2015. Penentuan nilai Sun Protection Factor (SPF) ekstrak dan fraksi rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*) sebagai tabir surya dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 3(1).
10. Maisarah, M., Chatri, M. & Advinda, L., 2023. Characteristics and functions of alkaloid compounds as antifungals in plants. *Serambi Biologi*, 8(2), pp.231–236.
11. Manoko, P.S., Sangi, M.S. & Momuat, L., 2020. Uji senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan tanaman patah tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal MIPA*, 9(2), pp.64–69.
12. Mansur, J.S., Breder, M.N., Mansur, M.C. & Azulay, R.D., 1986. Determination of Sun Protection Factor by spectrophotometry. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 61, pp.121–124.
13. Pogaga, E., Yamlean, P.V.Y. & Lebang, J.S., 2020. Formulasi dan uji aktivitas krim ekstrak etanol daun murbei (*Morus alba* L.) menggunakan metode DPPH. *Pharmacon*, 9(3), pp.349–356.
14. Prasiddha, I.J., Laeliocattleya, R.A., Estiasih, T. & Maligan, J.M., 2016. Potensi senyawa bioaktif rambut jagung (*Zea mays* L.) untuk tabir surya alami: Kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1).
15. Pratama, W.A. & Zulkarnain, A.K., 2015. Uji SPF *in vitro* dan sifat fisik yang beredar di pasaran. *Majalah Farmaseutik*, 11(1), pp.275–283.
16. Rahayu, S., Kurniasih, N. & Amalia, V., 2015. Ekstraksi dan identifikasi senyawa flavonoid dari limbah kulit bawang merah sebagai antioksidan alami. *al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 2(1), pp.1–8.
17. Rahmawati, R., Muflihunna, A. & Ramadani, A., 2024. Analisis nilai Sun Protection Factor ekstrak etanol daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) menggunakan spektrofotometri UV-Vis. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 16(1), pp.45–51.
18. Reinard, I.N., Edy, H.J. & Siampa, J.P., 2022. Formulasi dan uji efektivitas antioksidan gel ekstrak daun murbei (*Morus alba* L.) menggunakan metode DPPH. *Pharmacon*, 11(4), pp.1671–1678.
19. Saewan, N. & Jimtaisong, A., 2013. Photoprotection of natural flavonoids. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(9), pp.129–141.
20. Salem, M.Z.M., Aly, H., Gohar, Y. & El-Sayed, A.W., 2013. Biological activity of extracts from *Morus alba* L., *Albizzia lebbeck* (L.) Benth. and *Casuarina glauca* Sieber against the growth of some pathogenic bacteria. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 2(1).
21. Syahrudin, M., Aswad, M., Embu, Y.D.A. & Khadijah, K., 2019. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun murbei (*Morus alba* L.) asal Kupang, Nusa Tenggara Timur dengan metode DPPH (2,2-diphenil-1-picrylhydrazyl). *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(1), pp.246–252.
22. Wijaya, H., Jubaidah, S. & Rkayyah, 2022. Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokhletasi terhadap randemen ekstrak batang turi (*Sesbania grandiflora* L.). *Indonesia of Pharmacy and Natural Product*, 5.
23. Yulianti, E., Adelsa, A. & Putri, A., 2015. Penentuan nilai SPF (*Sun Protection Factor*) ekstrak etanol 70% temu mangga (*Curcuma mangga*) dan krim ekstrak etanol 70% temu mangga secara *in vitro* menggunakan metode spektrofotometri. *Majalah Kesehatan FKUB*, 2(1), pp.41–50.