

## Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antituberkulosis Lichen *Usnea* sp.

### Phytochemical Screening and Antitubercular Activity of Lichen *Usnea* sp.

Riga Riga<sup>1,\*</sup>, Dewi Meliati Agustini<sup>2</sup>, Gin Gin Ash Shidiq<sup>2</sup>, Muhammad Habibul Ikhsan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

\*Email Korespondensi: [rigakimia@fmipa.unp.ac.id](mailto:rigakimia@fmipa.unp.ac.id)

#### Abstrak

Tujuan studi ini yaitu untuk mengidentifikasi fraksi yang dapat menginhibisi pertumbuhan bakteri *M. tuberculosis*. Sampel yang diujikan adalah ekstrak pekat Lichen *Usnea* sp. yang dilarutkan dengan metanol yang selanjutnya diekstraksi dengan etil asetat. Aktivitas antituberkulosis ditentukan dengan metode *Microscopy Observation Drug Susceptibility* (MODS) terhadap kedua ekstrak (metanol dan etil asetat). Media kosong digunakan sebagai kontrol negatif dan kontrol positif berupa media dan Polymyxin, Amphotericin B, Nalidixic acid, Trimethoprim and Azlocillin (PANTA). Isolat bakteri yang digunakan adalah *M. tuberculosis* isolat H37Rv. Pengamatan dilakukan sampai hari ke-14 menggunakan mikroskop. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat memiliki daya bunuh minimum yang kuat terhadap *M. tuberculosis* isolat H37Rv, sementara ekstrak metanol menunjukkan daya bunuh minimum yang sedang terhadap *M. tuberculosis* isolat H37Rv pada konsentrasi 250 ppm. Menariknya, penelitian uji aktivitas antituberkular menggunakan metode MODS dari ekstrak *Usnea* sp. pertama kali dilakukan pada penelitian ini.

**Kata Kunci:** Lichen, *M. Tuberculosis*, MODS, *Usnea* sp.

#### Abstract

This research aims to identify fractions inhibiting the growth of *M. tuberculosis*. The sample in this study was *Usnea* sp. dissolved in methanol followed by extraction with EtOAc. Antituberculosis testing was carried out using the Microscopic Observation Drug Susceptibility (MODS) method on both extracts (methanol and ethyl acetate) with media as negative control and media and Polymyxin, Amphotericin B, Nalidixic acid, Trimethoprim and Azlocillin (PANTA) as positive control. Observations of them were carried out until the 14<sup>th</sup> day using a microscope. The observation results showed that

the EtOAc extract had a strong minimum killing power against *M. tuberculosis* isolate H37Rv, while the methanol extract showed a moderate minimum killing power against *M. tuberculosis* isolate H37Rv at a concentration of 250 ppm. Interestingly, the antitubercular activity using MODS method from *Usnea* sp. extract. Was firstly studied in this research.

**Keywords:** Lichen, *M. Tuberculosis*, MODS, *Usnea* sp.

---

**Diterima:** 25 Maret 2024

**Disetujui:** 31 Oktober 2024

---

**DOI:** <https://doi.org/10.25026/jsk.v6i5.2381>



Copyright (c) 2024, 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.

### Cara Sitasi:

Riga, R., Agustini, D. M., Shidiq, G. G. A., Ikhsan, M. H., 2024. Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antituberkulosis Lichen *Usnea* sp. *J. Sains Kes.*, 6(5). 695-701. DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v6i5.2381>

## 1 Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang mempunyai beragam tumbuhan, salah satunya yaitu Lichen. Lichen merupakan gabungan dari alga dan jamur yang hidup dengan membentuk simbiosis mutualisme. Alga memenuhi kebutuhan klorofil yang dimanfaatkan untuk fotosintesis, sedangkan jamur memenuhi kebutuhan air dan mineral lainnya [1, 2]. Hubungan simbiosis tersebut membuat Lichen dapat melangsungkan siklus kehidupan. Lichen biasa hidup sebagai vegetasi perintis karena dapat hidup di daerah ekstrim dimana tumbuhan lain tidak dapat hidup [3, 4].

Berbagai jenis Lichen didayagunakan oleh masyarakat untuk mengobati berbagai penyakit. Salah satu Lichen yang dimanfaatkan tersebut adalah *Usnea* sp. yang secara tradisional digunakan untuk obat batuk [2]. Studi yang dilaporkan oleh Silviana dkk., [5] mengidentifikasi bahwa ekstrak Lichen *Usnea* sp. mampu menghambat bakteri karena memiliki kandungan asam usnat. Potensi *Usnea* sp. sebagai sumber senyawa bioaktif dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tumbuhan inang dan kondisi lingkungan

sekitarnya. Beragam studi telah melaporkan tentang aktivitas *Usnea*. Salah satunya *U. misaminensis* yang dapat menghentikan batuk darah pada penderita TB (bersifat antibakteri terhadap *M. tuberculosis*) karena kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, terpenoid, golongan antrakuinon, dan fenolik [6].

*M. tuberculosis* merupakan bakteri penyebab penyakit tuberculosis (TB) yang mempunyai sifat yang berbeda dengan kuman lain, seperti sifat pertumbuhannya yang lambat dan kandungan lipid yang tinggi dalam dinding sel sehingga sulit ditembus oleh zat kimia [7, 8]. Penyakit TB memerlukan proses pengobatan yang cukup lama sehingga dibutuhkan obat yang lebih murah yang dapat mengurangi resistensi serta dapat menghambat atau membunuh bakteri TB. Salah satu alternatif tersebut adalah melalui penelitian terkait aktivitas ekstrak *Usnea* sp. terhadap bakteri *M. tuberculosis*. Penelitian ini bertujuan mengkaji daya hambat fraksi metanol dan etil asetat dari Lichen *Usnea* sp. terhadap *M. tuberculosis* isolat H37Rv untuk pertama kalinya. Lebih lanjut, studi juga menganalisis kandungan golongan

metabolit sekunder pada kedua ekstrak tersebut.

## 2 Metode Penelitian

### 2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam studi ini adalah satu set alat ekstraksi, chamber, lampu UV merek vilber lourmat VL-8.LC, neraca analitik, satu set alat destilasi, pipa kapiler, alat semprot penampak noda, inkubator, *laminar air flow*, mikroskop, pipet 25 mL, pipet tetes, plate 24 well, plat tetes, *rotary evaporator*, sentrifuge, dan tabung reaksi.

Bahan-bahan yang dipakai pada studi ini antara lain akuades, n-heksana teknis, etil asetat teknis, kloroform p.a, etanol teknis, plat KLT F254 Merck, asam sulfat p.a, HCl p.a, amil alkohol p.a, serbuk magnesium, besi (III) klorida, asam asetat anhidrat p.a, natrium hidroksida, dimetil sulfoksida, isolat bakteri H37Rv, media middlebrook 7H9, nutrisi OADC (*Oxalid acid*, Albumin, Destrosa, dan Catalase), dan PANTA.

### 2.2 Ekstraksi Lichen *Usnea* sp.

Lichen *Usnea* sp. dimaserasi dengan metanol dan kemudian dievaporasi sehingga diperoleh ekstrak pekat (25 g). Ekstrak metanol sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan etil asetat sebanyak 100 mL. Campuran dikocok 30 menit dan kemudian dibiarkan beberapa menit sampai diperoleh dua fasa yaitu fasa atas (etil asetat) dan fasa bawah (fasa metanol). Kedua fasa dipisahkan dan fasa bawah selanjutnya dilakukan ekstraksi kembali menggunakan 100 mL etil asetat dengan prosedur yang sama sebanyak tiga kali. Kedua fasa dievaporasi pada kondisi vakum dan didapatkan ekstrak pekat. Ekstrak yang didapatkan kemudian digunakan untuk analisis kandungan kelompok metabolit sekundernya dan aktivitas antituberkular.

### 2.3 Uji Fitokimia

Uji fitokimia kedua ekstrak dilakukan mengikuti metode yang pernah dilaporkan sebelumnya [9-11].

#### 2.3.1 Uji Flavoboid, Saponin, Tanin, dan Kuinon

Ekstrak pekat (0,5 g) dimasukkan ke dalam 10 mL air dan dilanjutkan dengan pemanasan.

Larutan ini kemudian dibagi menjadi empat tabung. Pada tabung pertama, 100 mg magnesium serbuk, 1 mL HCl pekat dan 3 mL amil alkohol ditambahkan ke dalamnya kemudian diaduk dan didiamkan hingga memisah. Kehadiran flavonoid ditandai dengan munculnya warna merah, kuning, hingga pada lapisan amil alkohol. Pada tabung kedua, larutan diaduk vertikal selama 10 detik sampai terbentuk busa stabil. Setelah 10 menit, 1 tetes asam klorida 1% ditambahkan ke dalamnya. Kandungan saponin diidentifikasi dengan tidak hilangnya busa pada campuran tersebut. Pada tabung ketiga, beberapa tetes natrium hidroksida 1 N ditambahkan ke dalamnya. Munculnya warna merah mengidentifikasi kehadiran kuinon. Tabung terakhir, beberapa tetes NaOH 1 N ditambahkan ke dalam larutan. Munculnya larutan warna merah mengidentifikasi adanya kuinon.

#### 2.3.2 Uji Steroid

Ekstrak sebanyak 20 mg ditambahkan 20 mL eter yang dilanjutkan dengan pemanasan selama 2 jam. Campuran disaring dan dipisahkan residunya. Bagian filtratnya dipanaskan sehingga diperoleh residu. Residu yang dihasilkan dicampurkan dengan pereaksi Liebermann Bouchard (2 tetes asam asetat anhidrat dan 1 tetes asam sulfat pekat). Positif steroid ditandai munculnya warna hijau.

#### 2.3.3 Uji Alkaloid

Ekstrak sebanyak 0,5 g dibasahi dengan amoniak dan ditambahkan dengan  $\text{CHCl}_3$ . Lapisan organik yang terbentuk dipindahkan ke tabung reaksi yang dilanjutkan dengan penambahan asam klorida 10 %. Lapisan asamnya dipindahkan dalam tabung reaksi yang baru dan diteteskan pereaksi Dragendorff. Terbentuknya endapan merah bata mengindikasikan adanya alkaloid.

### 2.4 Uji Aktivitas Antituberkular

Ekstrak (100 mg) dalam wadah vial dilarutkan menggunakan 100 mL akuades. Larutan kemudian dihomogenkan menggunakan magnetik stirrer. Larutan diencerkan menjadi konsentrasi 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, dan 1000 ppm. Sementara itu, 25 mL larutan media cair middlebrook 7H9 dicampurkan dengan 2,5 mL OADC. Campuran ini diaduk sampai homogen dan dicampurkan

dengan 1 mL bakteri *M. tuberculosis* isolat H37Rv. Campuran kemudian dipindahkan ke dalam tabung steril yang berisi 25 mL media middlebrook 7H9 dan diaduk sampai homogen kembali.

Sampel sputum yang sudah dikontaminasi (pellet) ditambahkan 2 mL medium MODS, vortex sampai homogen dan dibiarkan selama 10-15 menit. Sebanyak 1 mL *back up* diambil dari aliquot steril dan 1 mL medium MODS. Untuk kultur MODS, 900 µl sampel sputum dimasukkan ke dalam sumur pada plat yang sudah berisi medium. Kontrol negatif ditambahkan ke dalam larutan medium. Sedangkan untuk kontrol positif digunakan 10 µL *M. tuberculosis* isolat H37Rv dan PANTA yang dimasukkan ke dalam medium. Setiap konsentrasi ekstrak dimasukkan ke well yang berbeda dan kemudian ditambahkan medium dan *M. tuberculosis* isolat H37Rv. Pinggir tutup plat diberi parafilm dan dipindahkan ke dalam kantong plastik "ziplock" yang ditulis nomor plate, hari dan tanggal. Kultur disimpan di dalam inkubator pada suhu  $35 \pm 2$  °C dan kemudian diamati pada hari ke-4, 7, 10 dan 14.

### 3 Hasil dan Pembahasan

Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan kelompok metabolit sekunder serta aktivitas antituberkulosis dari ekstrak metanol dan etil asetat Lichen *Usnea* sp. Laporan mengindikasikan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi sifat etnofarmakologi suatu tumbuhan adalah senyawa biokatif yang terdapat pada tumbuhan tersebut. Tahap awal penelitian ini dimulai dengan mengekstraksi Lichen *Usnea* sp. dengan metanol menggunakan metode maserasi. Pemilihan metode maserasi adalah untuk mencegah senyawa yang rentan teroksidasi sehingga tidak mudah rusak. Selain itu, proses pengerjaan metode maserasi tergolong lebih mudah dibandingkan metode lainnya.

Metanol digunakan sebagai pelarut pada proses maserasi dikarenakan metanol adalah eluen yang universal dan mampu mengekstrak senyawa dengan spektrum kepolaran yang cukup luas. Kemampuan metanol dalam mengekstrak senyawa polar karena kehadiran gugus hidroksi dan dapat menarik senyawa non-polar karena kehadiran gugus metil [12]. Ekstrak metanol Lichen *Usnea* sp. kemudian di

partisi dengan metode ekstraksi cair-cair menggunakan pelarut etil asetat. Metode partisi dilakukan bertujuan untuk memisahkan senyawa lain yang terkandung dalam Lichen *Usnea* sp. berdasarkan kepolarannya.

Kedua ekstrak (metanol dan etil asetat) diuji sifat fitokimianya. Skrining fitokimia yang diuji pada studi ini adalah terhadap alkaloid, steroid, saponin, flavonoid, kuinon dan tanin. Metode ini dilakukan melalui uji kualitatif dengan melihat perubahan warna atau endapan dengan menggunakan pereaksi (reagen). Tujuan skrining fitokimia adalah untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder yang terkandung di dalam Lichen *Usnea* sp. Metabolit sekunder yang terdapat dalam suatu organisme memiliki peranan sebagai agen yang dapat melawan berbagai gangguan dari luar, seperti serangga dan herbivora lainnya [13].

Hasil skrining fitokimia mengidentifikasi kedua ekstrak (etil asetat dan metanol) Lichen *Usnea* sp. positif terhadap flavonoid yang diidentifikasi melalui timbulnya warna jingga pada lapisan amil alkohol. Timbulnya warna ini mengindikasikan terbentuknya garam flavinium. Garam flavinium dapat terbentuk karena serbuk Mg mereduksi inti benzopiran dimiliki oleh flavonoid dan menghasilkan senyawa kompleks berwarna. Uji kandungan saponin pada ekstrak Lichen *Usnea* sp. dideteksi dengan melakukan uji busa pada hasil ekstrak [14]. Timbulnya busa mengidentifikasi kehadiran glikosida yang dapat menghasilkan busa dalam air dan terhidrolisis menjadi glukosa. Pada penelitian ini kedua ekstrak memberikan hasil positif.

Identifikasi senyawa golongan tanin pada kedua ekstrak Lichen *Usnea* sp. dilakukan dengan melihat perubahan warna larutan setelah penambahan larutan FeCl<sub>3</sub>. Penambahan larutan FeCl<sub>3</sub> berfungsi untuk mengetahui gugus fenol pada sampel. Larutan FeCl<sub>3</sub> akan bereaksi dengan gugus fenol dan menghasilkan warna hijau, ungu, hitam atau biru tua. Ekstrak etil asetat Lichen *Usnea* sp. yang diuji pada riset ini menunjukkan hasil positif, sedangkan ekstrak metanol memberikan hasil negatif.

Pengujian kuinon yang terkandung dalam kedua ekstrak Lichen *Usnea* sp. dilakukan dengan menggunakan pereaksi NaOH 1N. Pereaksi ini berfungsi untuk mendeprotonasi

gugus fenol sehingga akan membentuk ion fenolat pada kuinon. Ion fenolat mengakibatkan penyerangan cahaya dan memantulkan warna merah. Pada penelitian ini ekstrak metanol menunjukkan hasil positif terhadap senyawa golongan kuinon yang diidentifikasi melalui perubahan warna larutan menjadi merah. Sebaliknya, ekstrak etil asetatnya menunjukkan hasil negatif terhadap kuinon.

Identifikasi senyawa golongan steroid pada kedua ekstrak Lichen *Usnea* sp. dilakukan dengan pengamatan perubahan warna larutan menjadi warna hijau pada larutan setelah ditambahkan dengan pereaksi Liebermann-Burchard [14]. Hasil uji mengidentifikasi ekstrak etil asetat dan metanol positif terhadap steroid melalui pembentukan ikatan rangkap yang terkonjugasi. Uji senyawa golongan alkaloid ekstrak Lichen *Usnea* sp. dilakukan dengan menambahkan pereaksi Dragendorff. Peraksi Dragendorff terbuat dari bismut yang bereaksi dengan kalium iodida sehingga menghasilkan endapan bismuth (III) iodida yang kemudian terlarut dalam iodida berlebih membentuk kalium tetraiodobimunitat [15] berwarna merah bata. Hasil uji menunjukkan bahwa ekstrak metanol positif adanya golongan senyawa alkaloid, sedangkan ekstrak etil asetat menunjukkan hasil negatif. Hasil uji fitokimia terhadap ekstrak etil asetat dan metanol dari Lichen *Usnea* sp. ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil skrining fitokimia ekstrak Lichen *Usnea* sp.

No.	Golongan Senyawa	Ekstrak		Standar Warna
		Etil Asetat	Metanol	
1	Flvanoid	+	+	Kuning
2	Saponin	+	+	Terbetuknya busa
3	Tanin	+	-	Hijau kehitaman
4	Kuinon	-	-	Merah
5	Steroid	+	+	Merah
6	Alkaloid	-	+	Endapan merah bata

Kedua ekstrak selanjutnya dianalisis aktivitas antituberkulosis mengikuti metode MODS. Metode ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan dimana salah satunya karena penggunaan media cair 57 (middlebrook 7H9). Bakteri dapat berkembang biak dengan cepat pada media cair dibandingkan dengan media padat atau agar. Media cair memiliki kandungan OADC yang berfungsi sebagai sumber makanan yang dapat menstimulus

bakteri. Waktu pengerjaan metode MODS ini berlangsung selama empat belas hari dan dilakukan observasi langsung menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali. Metode MODS dilakukan menggunakan plat 24 well (sumuran) dengan kapasitas tiap well adalah 1 mL. Setiap 1 mL mengandung 940 µL media MODS, 10 µL bakteri tuberkulosis, dan 50 µL ekstrak.

Pada metode mikrodilusi, kriteria aktivitas antituberkulosis ditentukan berdasarkan nilai Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Ekstrak yang memiliki nilai KBM kecil dari 100 µg/ml dikategorikan memiliki aktivitas yang kuat sebagai antibakteri. Apabila nilai KBM berada pada rentang 100-500 µg/ml maka aktivitas anti bakteri sediaan uji tersebut tergolong sedang. Ekstrak dengan nilai KBM 500-1000 µg/ml dikategorikan memiliki aktivitas anti bakteri pada kategori lemah, dan jika KBM yang diperoleh lebih dari 1000 µg/ml sediaan uji tergolong tidak aktif [16].

Tabel 2 Data uji aktivitas ekstrak terhadap *M. tuberculosis* isolat H37Rv

No.	Sampel dan Konsentrasi (µL/mL)	Pengamatan Hari ke			
		4	7	10	14
1	Kontrol negatif	-	+	+	+
2	Etil Asetat				
	100	-	-	-	-
	250	-	-	-	-
	500	-	-	-	-
	1000	-	-	-	-
3	Metanol				
	100	-	-	+	+
	250	-	-	-	+
	500	-	-	-	-
	1000	-	-	-	-

Hasil pengujian yang dilakukan pada ekstrak methanol menunjukkan bahwa ekstrak tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri *M. tuberculosis* isolat H37Rv. Hal ini ditandai dengan bakteri *M. tuberculosis* yang dapat tumbuh pada konsentrasi 100 ppm di hari ke-10 dan konsentrasi 250 ppm di hari ke-14 pada sumuran dengan jumlah yang sedikit dibandingkan kontrol negatif, sedangkan pada konsentrasi 500 ppm dan 100 ppm tidak terlihat pertumbuhan bakteri *M. tuberculosis* sampai hari ke-14. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin besar pula daya bunuh pada

pertumbuhan bakteri *M. tuberculosis*. Hasil uji ekstrak etil asetat terhadap *M. tuberculosis* isolat H37Rv menunjukkan tidak terlihat pertumbuhan *M. tuberculosis* sampai hari ke-14 pada semua konsentrasi. Berdasarkan hasil uji disimpulkan bahwa ekstrak etil asetat memiliki aktivitas antibakteri terhadap *M. tuberculosis* dengan daya bunuh minimum yang sangat kuat pada konsentrasi di bawah 100 ppm. Hasil uji aktivitas kedua ekstrak terhadap bakteri *M. tuberculosis* isolat H37Rv ditampilkan pada Tabel 2.

Daya bunuh dilihat dengan adanya pertumbuhan cord. Cord yang dikenal trehalosa dimikolat adalah salah satu penyusun dinding sel *M. tuberculosis*. Cord memiliki peran dalam mekanisme imunomodulator utama yang bertanggung jawab untuk virulensi *M. tuberculosis* [17]. Cord inilah yg terlihat dalam mikroskop dan memiliki bentuk seperti ekor.

Metabolit sekunder seperti fenol, tanin, saponin, dan steroid dalam ekstrak dapat bertindak sebagai zat antimikroba, termasuk terhadap bakteri *M. tuberculosis*. Senyawa golongan tannin dapat mengganggu proses sintesis protein dengan mengikat protein yang kaya prolin. Mekanisme senyawa golongan fenolik sebagai penghambat pertumbuhan *M. tuberculosis* adalah dengan mendegradasi dinding sel, merusak protein membran, mengganggu membran sitoplasma, dan merusak mekanisme enzimatik untuk produksi energi, serta merubah serapan hara dan transpor elektron [18]. Sementara itu, senyawa golongan steroid dapat menghambat pertumbuhan pertumbuhan *M. tuberculosis* melalui mekanisme yaitu menyebabkan terjadinya kebocoran pada liposom [19]. Berdasarkan data uji fitokimia dan aktivitas antituberkulosis ekstrak etil asetat dan metanol menunjukkan bahwa kehadiran senyawa golongan tannin pada ekstrak etil asetat meningkatkan aktivitas penghambatan pertumbuhan *M. tuberculosis* dibandingkan ekstrak metanol.

#### 4 Kesimpulan

Ekstrak etil asetat Lichen *Usnea* sp. mengandung metabolit sekunder golongan steroid, flavonoid, kuinon, dan tannin. Ekstrak ini memiliki konsentrasi bunuh minimum yang tinggi terhadap *M. tuberculosis* yaitu pada

konsentrasi di bawah 100 ppm. Sementara itu, ekstrak metanolnya mengandung metabolit sekunder golongan steroid, flavonoid, kuinon, dan alkaloid dan menunjukkan konsentrasi bunuh minimum yang sedang terhadap *M. tuberculosis* yaitu pada konsentrasi 250 ppm.

#### 5 Pernyataan

##### 5.1 Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kepada Jurusan Kimia Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi yang telah memfasilitasi penelitian ini.

##### 5.2 Penyandang Dana

Penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan dari sumber manapun.

##### 5.3 Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

##### 5.4 Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan.

#### 6 Daftar Pustaka

- [1] Goga M, Elečko J, Marcinčinová M, Ručová D, Bačkorová, M, Bačkor M. Lichen Metabolites: An Overview of Some Secondary Metabolites and Their Biological Potential. In: Mérillon, JM., Ramawat, K. (eds) Co-Evolution of Secondary Metabolites. *Reference Series in Phytochemistry*. Springer, Cham; 2020. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_57)
- [2] Muzayyinah. Keanekaragaman Tumbuhan Tak Berpembuluh. Solo, Jawa Tengah, Indonesia: Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) UNS; 2005.
- [3] Roziaty E. Kajian Lichen: Morfologi, Habitat dan Bioindikator Kualitas Udara Ambien Akibat Polusi Kendaraan Bermotor. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 2016;2(1): 54-66. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v2i1.1632>
- [4] Spribille T, Resl P, Stanton DE, Tagirdzhanova G. Evolutionary biology of lichen symbioses. *New Phytol*. 2022;234: 1566-1582. <https://doi.org/10.1111/nph.18048>
- [5] Silviana S, Asri MT. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Lichen *Usnea* sp. terhadap Pertumbuhan Bakteri *Ralstonia solanacearum*. *Sains dan Matematika*. 2022;7(1): 20-25.

- <https://journal.unesa.ac.id/index.php/sainsmatematika/article/view/17217>
- [6] Sutningsih D, Sulistyani S. Aktivitas Antibakter Fraksi Metanol Kayu Angin (*Usnea misaminensis* (Vain) Not) terhadap *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv. Documentation. Fakultas Kesehatan Masyarakat; 2005.
- [7] Pamono JS. Tinjauan Literatur: Faktor Risiko Peningkatan Angka Insidensi Tuberkulosis. *Jurnal Ilmu Panned*. 2021;16: 106-113.
- [8] Yulendasari R, Prasetyo R, Sari I, Sari LY, Melyana F. Penyuluhan kesehatan tentang tuberkulosis (TB paru). *Journal of Public Health Concerns*. 2022;2(3): 125-130. <https://doi.org/10.56922/phc.v2i3.202>
- [9] Riga R, Hakim EH. Aktivitas Sitotoksik dan Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Jamur Endofitik *Colletotrichum gloeosporioides*. *Jurnal Farmasi Udayana*. 2021;10(2): 193-198. <https://doi.org/10.24843/JFU.2021.v10.i02.p15>
- [10] Salimi YK, Kamarudin J, Ischak NI, Bialangi N. Aktivitas Antioksidan Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.). *Jambura Journal of Chemistry*. 2022;4(2): 12-21. <https://doi.org/10.34312/jambchem.v4i2.11618>
- [11] Suryelita S, Riga R, Etika SB, Ikhsan MH, Febria F, Yolanda M, Ulfah M, Artasasta MA. Phytochemical Screening and Biological Activities of Fungal *Phyllosticta capitalensis* Derived from *Andrographis paniculata*. *Moroccan Journal of Chemistry*. 2023;11(2): 553-565. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v11i2.33657>
- [12] Situmeang B, Ilham I, Ibrahim AM, Amin F, Mahardika M, Bialangi N, Musa WJA. Aktivitas Antioksidan Dan Antibakteri Dari Fraksi Ekstrak Metanol Kulit Batang Kesambi (*Shleichera oleosa*). *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*. 2022;16(1): 53-59. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2022.v16.i01.p07>
- [13] Bonjar GHS, Nik AK, Aghighi S. Antibacterial and Antifungal Survey in Plants Used in Indigenous Herbal-Medicine of Southeast Regions of Iran. *J Biol Sci*. 2004;4: 405-412. 10.3923/jbs.2004.405.412
- [14] Baud GS, Sangi MS, Koleangan HSJ. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Batang Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.) dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Jurnal Ilmiah Sains*. 2014;14(2): 1-8. <https://doi.org/10.35799/jis.14.2.2014.6065>
- [15] Marlina SD, Suryanti V, Suyono. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz) dalam Ekstrak Etanol. *Biofarmasi*. 2005;3(1): 26-31. <https://core.ac.uk/download/pdf/12345756.pdf>
- [16] El Rahma IS, Nastiti K, Malahayati S. Uji Efektivitas Antimikroba Kulit Batang Jambu Mete (*Anacardium occidentale*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Sains Medisina*. 2023;1(4): 177-184. <https://wpcpublisher.com/jurnal/index.php/sainsmedisina/article/view/32>
- [17] Rauf A, Tahar N, Resnia R. Aktivitas Penghambatan Fraksi Daun Delima (*Punica granatum* L.) Terhadap Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. *Jurnal Kesehatan*. 2019: 70-76. <https://doi.org/10.24252/kesehatan.v0i0.18044>
- [18] Shimada T. Salivary Proteins as a Defense Against Dietary Tannins. *J. Chem. Ecol*. 2006;32: 1149-1163.
- [19] Sari TAP. Potential Anti-Tuberculosis Activity of Gotu Kola Leaf Extract (*Centella asiatica* L. Urban) in Inhibiting the Growth of *Mycobacterium tuberculosis*. *Jurnal Kesehatan Sandi Husada*. 2020;9(2): 878-888. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i2.429>