



Tersedia daring pada: <http://ejurnal.undana.ac.id/jvn>

Studi In Silico: Potensi Senyawa Spesifik Kulit Batang Faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) sebagai Anti-Helmintik

Audrey Gracelia Riwu¹, Katty Hendriana Priscilia Riwu², Nurul Fatmawati Pua Upa³, Maria Laurenci Fanny Permata Kale⁴, Insani Fitrahulil Jannah¹, Yustinus Oswin Primajuni Wuhan⁴

¹Departemen Biomedis, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana Kupang

²Departemen Ilmu Penyakit dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Pendidikan Mandalika Mataram

³Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana Kupang

⁴Departemen Klinik, Reproduksi, Patologi, dan Nutrisi Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana Kupang

Abstract

Keywords:

Faloak

Sterculia quadrifida R. Br

Anti-helmintik

MRFR

Korespondensi:

audreygracelia.riwu@staf.undana.ac.id

Helminthiasis remains a significant global public health issue, particularly in tropical and subtropical regions. The extensive and repeated use of synthetic anthelmintic agents, including albendazole and mebendazole, has contributed to the emergence of drug resistance among various parasitic species. Therefore, the exploration of plant-derived compounds with potential anthelmintic activity is urgently needed. This study investigated the potential of bioactive compounds from the stem bark of Faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) as inhibitors of the Mitochondrial Rhodoquinol-Fumarate Reductase (MRFR) protein through an in silico approach. Five compounds: epicatechin, d-catechin, catechin-(4 α →8)-catechin, spinasterol, and spinasterone were analyzed, with Atpeni as the control. Drug-likeness evaluation was conducted using Lipinski's Rule of Five, while molecular docking, visualization and molecular interaction analysis was performed using PyRx, PyMOL, and Discovery Studio. Four compounds satisfied Lipinski's criteria, indicating favorable pharmacokinetic properties. Among them, spinasterol and spinasterone demonstrated the strongest binding affinities to MRFR (−10.1 and −9.2 kcal/mol, respectively), exceeding that of the control ligand (−6.4 kcal/mol). Hydrophobic interactions involving key residues such as Leu146, Ala149, and Val153 contributed to complex stability. These results suggest that Faloak stem bark contains promising bioactive compounds that may serve as natural anti-helmintic candidates, warranting further *in vitro* and *in vivo* validation

PENDAHULUAN

Infeksi cacing atau kecacingan merupakan salah satu masalah kesehatan serius yang banyak ditemukan pada negara-negara berkembang khususnya beriklim tropis dan subtropis dengan perilaku hidup bersih dan sehat yang buruk. *World Health Organization* melaporkan bahwa diperkirakan lebih dari 1,5 miliar jiwa atau sekitar 24% populasi sevara global terinfeksi infeksi cacing yang ditularkan melalui tanah (*Soil Transmitted-Helminths*) pada tahun 2023 (*World Health Organization*, 2023). Penyakit ini dapat menimbulkan berbagai gangguan seperti anemia, malnutri, hingga gangguan pertumbuhan pada ana-anak (Degarege et al., 2022). Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, angka kejadian kecacingan masih ditemukan relatif tinggi khususnya pada kelompok masyarakat yang tinggal pada daerah padat pendudukan dengan sanitasi yang buruk. Diperkirakan sebanyak 40-60% kecacingan ditemukan pada semua kelompok usia dengan anak usia 1-12 tahun menunjukan kasus terbanyak (Mawar et al., 2025).

Manajemen terapi kecacingan hingga saat ini masih menggunakan obat sintetik seperti albendazole, dan mebendazole-pyrantel pamoate (Wijaya, 2017). Obat-obatan tersebut terbukti mampu mengeleminasi cacing namun apabila digunakan secara berulang dan tidak tepat dapat menimbulkan resistensi obat pada berbagai spesies cacing (Harshita et al., 2024). Oleh karena itu, dibutuhkan eksplorasi alternatif obat baru, terutama dengan menggunakan tanaman herbal yang telah terbukti memiliki sifat antimikroba yang menjanjikan.

Masyarakat di berbagai wilayah Indonesia sejak jaman dahulu kala telah menggunakan tanaman tradisional sebagai obat untuk mengobati berbagai jenis penyakit. Salah satu jenis tanaman tradisional yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pulau Timor, Nusa Tenggara Timur ialah Faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br). Faloak (dikenal dunia dengan nama *orange-fruited kurrajong*) merupakan tanaman yang pertama kali diidentifikasi di Wilayah Australia digunakan

oleh Suku Aborigin untuk mengobati berbagai penyakit seperti pengobatan luka, pembasmi nyamuk, hingga mengobati sakit mata dan gigitan serangga (*Plant of World Online*, 2021; Riwu et al., 2022). Di Pulau Timor, kulit batang tanaman ini digunakan secara empiris sebagai obat untuk gangguan pencernaan hingga penyakit hepatitis (Rollando, 2017). Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak kulit batang faloak memiliki berbagai sifat biologis, seperti antioksidan, antibakteri, anti-fungi, antikanker, antiplasmodial, hepatoprotektif, antidiabetik, dan anti-inflamasi (Susanto, 2019; Dean et al., 2019; Riwu et al., 2024). Hal ini dimungkinkan karena kulit batang faloak mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, terpenoid, steroid, dan alkaloid yang telah terbukti memiliki efek positif yang beragam bagi kesehatan (Octaviany dan Iskandar, 2023).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan sebagai tahap awal untuk penemuan kandidat obat baru ialah dengan metode *in silico* atau *molecular docking*. Metode ini memungkinkan skrining secara virtual antara ligan terhadap protein target (Zhang et al., 2022). *Mitochondrial rhodoquinol-fumarate reductase* (MRFR) merupakan salah satu protein target yang dapat digunakan sebagai sasaran terapi untuk antelmetik. Protein ini berperan penting dalam metabolisme energi anaerob helminth dengan mengkatalisis perubahan fumarat menjadi suksinat secara anaerob untuk memproduksi Adenosin Trofostat (ATP). Inhibisi pada protein ini dapat menyebabkan cacing kehilangan sumber energinya untuk bertumbuh dan bertahan hidup (Novian & Winarso, 2019). Oleh karena itu, enzim ini dianggap sebagai target strategis dalam pengembangan potensi obat anti-helminthik.

Berdasarkan latar belakang di atas, studi penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi senyawa bioaktif dari faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) sebagai Anti-helminthik yang menargetkan mitochondrial rhodoquinol-fumarate reductase sebagai protein target melalui pendekatan *in silico*.

METODOLOGI

Persiapan ligan dan protein target

Ligan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari senyawa-senyawa spesifik kulit batang faloak yang telah dilaporkan pada studi penelitian sebelumnya, yaitu epicatechin (ID:72276), catechin-(4 α →8)-catechin (ID: 146798), d-catechin (ID: 9064), spinasterol (ID: 5281331), dan spinasteron (ID: 21159864) (Dean et al., 2019; Riwu et al., 2024), sedangkan kontrol yang digunakan untuk membandingkan aktivitas Anti-helmintik yaitu Atpenin A5 (ID: 54676868) (Novian & Winarso, 2019). Atpenin A5 merupakan senyawa penghambat enzim *mitochondrial rhodoquinol-fumarate reductase* (MRFR) atau kompleks II (*succinate dehydrogenase*) (Renz et al., 2025). Seluruh ligan dan kontrol diperoleh melalui basis data PubChem dengan format sdf (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>). Protein target yang digunakan dalam studi yaitu *mitochondrial rhodoquinol-fumarate reductase* (MRFR) diunduh melalui protein bank RCSB dengan ID: 3VRA yang berasal dari *Ascaris suum* (<https://www.rcsb.org>).

Uji Drug-likeness

Evaluasi uji *drug-likeness* senyawa-senyawa kulit batang faloak dilakukan menggunakan *Lipinski Rule of Five* (Ro5) yang merupakan parameter standar untuk memprediksi kemampuan absorpsi oral suatu senyawa obat. Aturan Lipinski mengenai sifat farmakokinetik

yang baik terdiri dari: berat molekul ≤ 500 Da, nilai logP ≤ 5 , jumlah donor ikatan hidrogen ≤ 5 , dan jumlah akseptor ikatan hidrogen ≤ 10 (Lipinski, 2004).

Molecular Docking dan Visualisasi

Molecular docking adalah metode bioinformatika untuk memprediksi ikatan dan afinitas antara ligan atau senyawa dengan protein target. Afinitas ikatan yang rendah yaitu semakin negatif menunjukkan kompleks yang stabil dengan potensi aktivitas biologis tinggi (Pannindrya et al., 2021). Pada penelitian ini, ligan yang diunduh terlebih dahulu dioptimasi menggunakan fitur *Open Babel* yang tersedia pada perangkat lunak PyRx (*PyRx-Python Prescription 0.8, The Scripps Research Institute*). Proses *molecular docking* kemudian dilakukan dengan fitur *AutoDock Vina Wizard* pada PyRx. Ikatan ligan-protein target yang dihasilkan divisualisasi dalam bentuk 3D menggunakan perangkat lunak PyMOL (*Edu PyMOL Schoningher Inc, LLC*).

Interaksi Molekuler

Identifikasi interaksi antara ligan dan protein dilakukan menggunakan perangkat lunak Discovery Studio 2.0 (*BIOVA Discovery Studio, Massachusetts, USA*). Analisis ini memungkinkan pemetaan jenis interaksi molekuler yang terbentuk, seperti ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji *drug-likeness* dilakukan terhadap lima senyawa spesifik kulit batang *Faloak* untuk menilai potensi farmakokinetik awal berdasarkan aturan *Lipinski's Rule of Five*. Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 1, empat senyawa yaitu epicatechin, d-catechin, spinasterol, dan spinasteron memenuhi seluruh kriteria Lipinski. Hal ini menunjukkan bahwa keempat senyawa

tersebut berpotensi memiliki profil farmakokinetik yang baik, terutama dalam hal absorpsi oral. Berbeda dengan keempat senyawa tersebut, senyawa catechin-(4 α →8)-catechin tidak memenuhi kriteria Lipinski's karena melanggar empat parameter (aturan lipinski minimal memenuhi dua aturan) (Lipinski, 2004). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa epicatechin, d-catechin, spinasterol, dan

spinasteron memiliki prospek sebagai kandidat obat alami dari kulit batang Faloak, sedangkan catechin-(4 α →8)-catechin memerlukan optimasi struktur atau formulasi untuk meningkatkan kelayakan farmakokinetiknya.

Analisis *molecular docking* terhadap lima senyawa bioaktif kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) menunjukkan variasi afinitas ikatan terhadap enzim *mitochondrial rhodoquinol-fumarate reductase* (MRFR) (Tabel 2). Spinasterol menunjukkan afinitas ikatan paling negatif dengan nilai -10.1 kkal/mol,

diikuti oleh spinasteron (-9.2 kkal/mol), catechin-(4 α →8)-catechin (-8.5 kkal/mol), d-catechin (-7.6 kkal/mol), dan epicatechin (-7.5 kkal/mol). Sebagai pembanding, Atpenin yang digunakan sebagai kontrol menunjukkan afinitas ikatan -6.4 kkal/mol. Seluruh senyawa uji memiliki afinitas ikatan yang lebih kuat dibandingkan kontrol, dengan nilai yang lebih negatif mengindikasikan ikatan yang lebih stabil antara ligan dan protein target (Kharisma et al., 2018; Pannindriya et al., 2021).

Tabel 1. Hasil Uji Drug-likeness senyawa spesifik kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br)

Ligan/Senyawa	BM ≤ 500	Logp P ≤ 5	MR 40-130	Donor IH ≤ 5	Akseptor IH ≤ 10	Drug-likeness
Epicatechin	√	√	√	√	√	Memenuhi
d-catechin	√	√	√	√	√	Memenuhi
Catechin-(4 α →8)-catechin	-	√	-	-	-	Tidak
Spinasterol	√	√	√	√	√	Memenuhi
Spinasteron	√	√	√	√	√	Memenuhi

Keterangan: BM: Berat Molekul; MR: Molar Refraction; IH: Ikatan Hidrogen

Tabel 2. Hasil molecular docking senyawa kulit batang faloak dengan protein target MRFR.

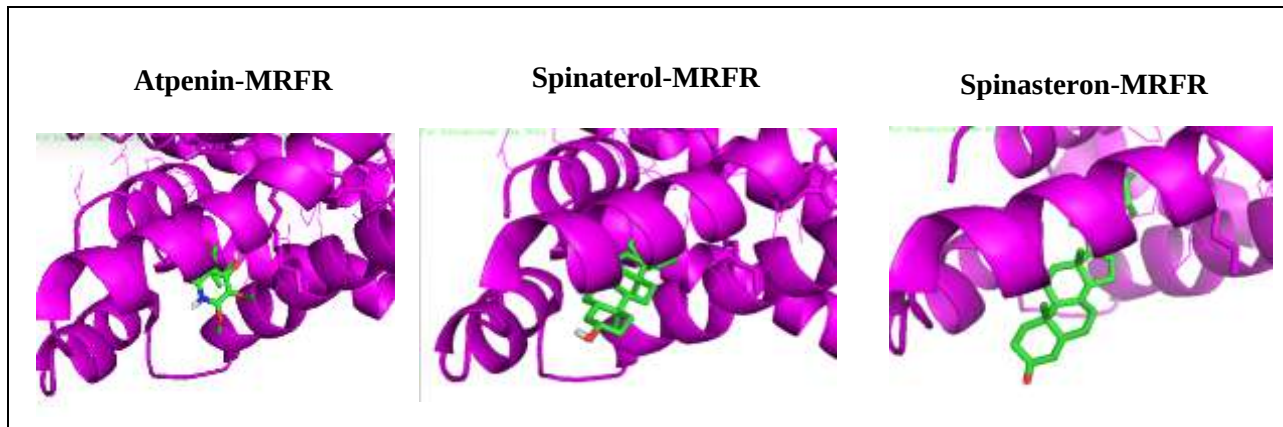
Ligan/Senyawa	Afinitas Ikatan (kkal/mol)
	<i>Mitochondrial Rhodoquinol-Fumarate Reductase</i> (MRFR)
Epicatechin	-7.5
d-catechin	-7.6
Catechin-(4 α →8)-catechin	-8.5
Spinasterol	-10.1
Spinasteron	-9.2
Atpenin (Kontrol)	-6.4

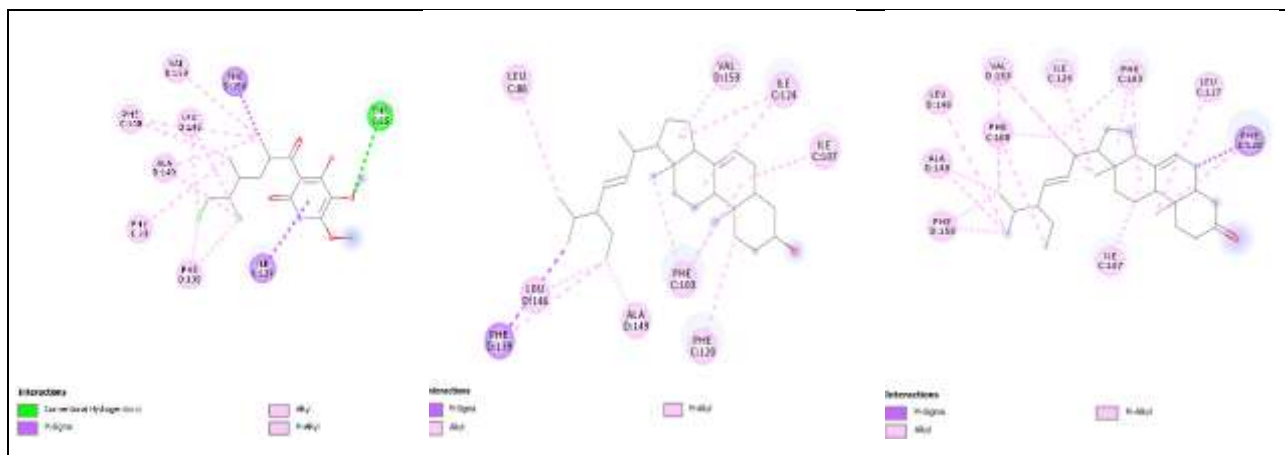
Hasil analisis interaksi molekuler antara senyawa-senyawa spesifik kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) dengan protein target *Mitochondrial Rhodoquinol-Fumarate Reductase* (MRFR) menunjukkan bahwa seluruh ligan membentuk interaksi non-kovalen berupa ikatan

hidrogen dan hidrofobik (Tabel 3). Jenis dan posisi residu asam amino yang berinteraksi bervariasi di antara masing-masing ligan, namun beberapa di antaranya menunjukkan kesamaan dengan residu yang berinteraksi pada ligan kontrol yaitu Atpenin.

Tabel 3. Interaksi ligan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) dengan protein target MRFR.

Ligan/Senyawa	Ikatan	Residu Asam Amino
Spinasterol	Hidrogen Hidrofobik	- Leu86, Leu146 , Phe139 , Ala149 , Phe120, Phe103, Val153 , Ile124 , Ile107
Spinasteron	Hidrogen Hidrofobik	- Phe150 , Ala149 , Leu146 , Val153 , Phe100 , Ile124 , Phe103, Leu117, Phe120, Ile107
Epicatechin	Hidrogen Hidrofobik	Leu456, Gly64, Ala63, Lys453 Phe65, His192, Pro458
d-catechin	Hidrogen Hidrofobik	- Phe103, Val153 , Phe139 , Phe100
Catechin-(4 α →8)-catechin	Hidrogen Hidrofobik	Asp576, Arg575, Ser569, Tyr310, Ser644, Arg643, Asp11 Val322, Phe507, Tyr 310, Ala574
Atpenin (Kontrol)	Hidrogen Hidrofobik	Thr85 Val153, Phe100, Phe150, Leu146, Ala149, Phe93, Phe139, il3124





Gambar 1. Interaksi ligan-protein target, *Mitochondrial Rhodoquinol-Fumarate Reductase* (MRFR)

Senyawa spinasterol berinteraksi secara hidrofobik dengan beberapa residu asam amino seperti Leu86, Leu146, Phe139, Ala149, Phe120, Phe103, Val153, Ile124, dan Ile107, di mana residu Leu146, Phe139, Ala149, Val153, dan Ile124 merupakan residu yang juga terlibat dalam interaksi antara Atpenin dan MRFR. Senyawa spinasteron juga menunjukkan pola interaksi yang mirip dengan spinasterol, dengan residu hidrofobik yang meliputi Phe150, Ala149, Leu146, Val153, Phe100, Ile124, dan Phe103, yang ditemukan merupakan residu aktif yang sama dengan kontrol Atpenin (Tabel 3 dan Gambar 1). Temuan ini mengindikasikan bahwa spinasterol dan spinasteron memiliki potensi yang lebih tinggi dalam menghambat aktivitas MRFR dibandingkan ligan kontrol, yang berimplikasi pada kemungkinan aktivitas antihelmintik yang lebih kuat. Hal ini diduga karena spinasterol diketahui dapat mempengaruhi potensi membran mitokondria sehingga dapat memodulasi fungsi mitokondria (El Kharrassi et al., 2014)

Senyawa d-catechin membentuk empat interaksi hidrofobik dengan tiga diantaranya, yaitu Phe103, Val153, Phe139 juga merupakan residu yang berinteraksi dengan Atpenin. Senyawa epicatechin membentuk satu ikatan hidrogen dengan residu Leu456 dan beberapa ikatan hidrofobik dengan residu Phe65, His192, dan Pro458, meskipun tidak menunjukkan kesamaan residu dengan kontrol. Senyawa

catechin memperlihatkan adanya interaksi hidrogen yang cukup banyak, melibatkan residu Asp576, Arg575, Ser569, Tyr310, Ser644, Arg643, dan Asp511, serta interaksi hidrofobik dengan Val322, Phe507, Tyr310, dan Ala574, namun juga tidak menemukan kesamaan residu asam amino dengan kontrol (Tabel 3).

Ikatan hidrogen merupakan interaksi yang terjadi antara atom hidrogen yang berikatan kovalen dengan atom elektronegatif seperti oksigen (O), nitrogen (N), dan fluor (F). Dalam konteks *molecular docking*, ikatan ini berperan penting dalam menentukan spesifisitas pengenalan antara ligan dan reseptor, di mana peningkatan jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk umumnya berbanding lurus dengan meningkatnya afinitas ligan terhadap reseptor (Muttaqin, 2019). Sejalan dengan itu, interaksi hidrofobik (misalnya: ikatan pi-pi, pi-alkil, pi-sulfur, pi-anion dan pi-kation) turut berperan dalam menstabilkan kompleks ligan–reseptor dengan memfasilitasi asosiasi antara gugus nonpolar dari kedua molekul. Ketika gugus nonpolar saling berdekatan, struktur teratur molekul air di sekitarnya terganggu, sehingga meningkatkan entropi sistem dan menurunkan energi bebas total. Kondisi ini menghasilkan kompleks ligan–reseptor yang lebih stabil (Muttaqin, 2019; Rachmania, 2019; Putri et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil *molecular docking* pada studi penelitian ini menunjukkan bahwa kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) memiliki potensi sebagai inhibitor MRFR dengan spinasterol dan spinasterone menunjukkan kemampuan ikatan paling kuat dibandingkan senyawa lain dan kontrol. Meski demikian, dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan metode *in vitro* dan *in vivo* untuk membuktikan aktivitas biologi dari senyawa-senyawa atau ekstrak kulit batang faloak itu sendiri sebagai obat Anti-helmintik alami yang potensial.

DAFTAR PUSTAKA

Dean M, Handajani R, Khotib J. 2019. Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) stem bark extract inhibits hepatitis c virus JFH1. Orient J Chem. 35(1): 430–35.

Degarege A, Erko B, Negash Y, Animut A. 2022. Intestinal Helminth Infection, Anemia, Undernutrition and Academic Performance among School Children in Northwestern Ethiopia. Microorganisms. 5;10(7):1353.

El Kharrassi Y, Samadi M, Lopez T, Nury T, El Kebbaj R, Andreoletti P, El Hajj HI, Vamecq J, Moustaid K, Latruffe N, El Kebbaj MS, Masson D, Lizard G, Nasser B, Cherkaoui-Malki M. Biological activities of Schottenol and Spinasterol, two natural phytosterols present in argan oil and in cactus pear seed oil, on murine microglial BV2 cells. Biochem Biophys Res Commun. 446(3):798-804.

Harshita A, Nonika, Rajkumari. 2024. Emerging antihelminthic drug resistance: Implications for mass drug administration program. One Health Bullet. 4(4):p 157-163.

SIMPULAN

Kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) memiliki potensi sebagai agen Anti-helmintik melalui mekanisme penghambatan enzim *Mitochondrial Rhodoquinol-Fumarate Reductase* (MRFR) berdasarkan studi *in silico*. Senyawa spesifik spinasterol dan spinasterone menunjukkan nilai afinitas pengikatan yang lebih negatif dibandingkan ligan kontrol (Atpenin) dan ligan lainnya serta membentuk ikatan hidrofobik pada residu asam amino yang sama di situs aktif enzim. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bahwa kulit batang faloak berpotensi sebagai kandidat obat Anti-helmintik.

Wijaya. 2017. Perbandingan Efektivitas dan Efek Samping Albendazole dengan Kombinasi Mebendazole-Pyrantel Pamoat untuk Terapi *Soil-transmitted Helminthiasis* Anak Sekolah Dasar di Kecamatan Medan Tembung. CDK-253. 44(6): 381-385

Kharisma VD, Septiadi L. 2018. Prediction of novel bioactive compound from *Z. officinale* as Non-nucleoside Reverse Transcriptase Inhibitors (NRTIs) of HIV1 through computational study. Bioinfo Biomed Res, 1(2): 49-55

Lipinski CA. 2004. Lead- and drug-like compounds: The rule-of-five revolution. Drug Discov Today Technol 1(4): 337–341.

Muttaqin FZ. 2019. Molecular Docking and Molecular Dynamic Studies of Stilbene Derivative Compounds As Sirtuin-3 (Sirt3) Histone Deacetylase Inhibitor on Melanoma Skin Cancer and Their Toxicities Prediction. J Pharmacop. 2(2): 112–121.

Mawar, Rafika, Herdiana, Ida AS, Widiarti, Nasir M. 2025. Deteksi Tingkat Infeksi Cacing Soil Transmitted Helminths (STH) pada Ibu Hamil

yang Menetap pada Pemukiman Kumuh di Kota Makasar. J Media Analis Kes. 16(1): 9-18

Novian DR, Winarso A. 2019. Studi in silico potensi Anti-helmentik rambusa (*Passifora foetida*) sebagai inhibitor produksi ATP pada *Ascaris suum*. ARSHI Vet Lett. 3(4): 79-80

Octaviany SA, Iskandar Y. 2023. Review Artikel: Kandungan Senyawa Kimia dan Bioaktivitas dari Tanaman Faloak (*Sterculia quadrifida*). J Pharm Sci Practice. 10(10):72-78

Putri TZAD, Findrayani RP, Isrul M, Lolok N. 2024. Studi Molecular Docking Senyawa Kimia dari Herba Putri Malu (*Mimosa pudica*) Terhadap Inhibisi Enzim A-Glukosidase Sebagai Antidiabetes Melitus. J Pharm Mandala Waluya/ 3(4): 225-233.

Pannindriya P; Safithri M; Tarman K . Analysis in silico of *Spiruna platensis* Active Compounds as Tyrosinase Inhibitors. (2021). J Pengolah Has Perikan Indones 24(1):70-77

Plant of the World Online. *Sterculia quadrifida* R. Br [Internet]. Royal Botanic Garden Kew, United Kingdom, 2021. *Sterculia quadrifida* R. Br. Diakses melalui <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:8254241>

Rachmania RA. 2019. Validasi Protokol Skrining Virtual Dan Analisis Interaksi Inhibitor Antiproliferasi Sel Kanker Berbasis Bahan Alam Terhadap Reseptor Cyclin Dependent Kinase 4 (Cdk 4). Media Farmasi: J Ilmu Farma. 16(1): 21.

Riwu AG, Nugraha J, Purwanto DA, Triyono E. 2022. In silico analysis of anti-dengue activity of faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) stem bark compounds. J Pharm & Pharmacog Res. 10 (6): 1006-1014.

Riwu AG, Nugraha J, Purwanto DA. 2024. LC-MS and In Silico Analysis of Anti-Inflammatory

Activiy of Faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) Stem Bark. Malaysian J Biochem Mol Bio. Special Issue (1): 112-121

Rollando. 2017. Isolasi, Identifikasi, Karakterisasi, dan Uji Antibiofilm Derivat Asam Galat dari Kulit Batang *Sterculia qudrifida* R. Br. J Kefarmasian Indo. 7(2): 105-111

Susanto. Potensi fraksi aktivitas antibakteri dan antiradikal dari kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br). (2019). Majalah Farmasi dan Farmakologi, 23(1).

World Health Organization. 2023. Soil-transmitted helminth infections [Internet]. Geneva: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections>

Zhang B, Li H, Yu K, Jin Z. 2022. Molecular docking-based computational platform for high-throughput virtual screening. CCF Trans High Perform Comput. 4(1):63-74.