

**EVALUASI DAN VALIDASI SECARA *IN SILICO* TANAMAN OBAT
SEBAGAI ANTIMIKROBA DAN IMPLEMENTASINYA
SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI**



**Oleh:
SYARFILA
NIM. H0320328**

**Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk
mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI DAN VALIDASI SECARA *IN SILICO* TANAMAN OBAT SEBAGAI ANTIMIKROBA DAN IMPLEMENTASINYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI

SYARFILA
NIM H0320328

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tanggal: 26 Juni 2025

PANITIA UJIAN

Ketua Penguji	: Prof. Dr. H. Ruslan, M.Pd.	(.....)
Sekretaris Ujian	: Ramlah, S.Si., M.Sc.	(.....)
Pembimbing I	: Isdaryanti, S.Si., M.Si.	(.....)
Pembimbing II	: Nursyamsi SY, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Penguji I	: Ramlah, S.Si., M.Sc.	(.....)
Penguji II	: Sufyan Hakim, S.Pd., M.Pd.	(.....)

Majene, 26 Juni 2025

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sulawesi Barat



Prof. Dr. H. Ruslan, M.Pd.
NIP. 19631231 199003 1 028

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Syarfila

NIM : H0320328

Program Studi : Pendidikan Biologi

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Majene, 26 Juni 2025

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '1000', 'METERAI TEMPIL', and a serial number '9E2B2AMX200551896'.

Syarfila

NIM. H0320328

ABSTRAK

SYARFILA: Evaluasi dan Validasi secara *In Silico* Tanaman Obat sebagai Antimikroba dan Implementasinya sebagai Sumber Belajar Biologi. Skripsi. **Majene: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

Penggunaan tanaman obat tradisional di Indonesia semakin terpinggirkan seiring dengan meningkatnya penggunaan obat sintetis, padahal tanaman obat umumnya memiliki efek samping yang lebih rendah serta potensi besar sebagai agen terapeutik alami. Kecamatan Banggae Timur memiliki keanekaragaman tanaman obat yang belum banyak dieksplorasi, khususnya terkait aktivitas antimikrobanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi antimikroba tanaman obat di wilayah tersebut melalui metode *in silico*. Metode yang digunakan mencakup identifikasi senyawa metabolit sekunder dari tanaman obat, penelusuran struktur kimia melalui literatur relevan dan basis data PubChem, prediksi aktivitas biologis menggunakan Way2Drug (PASS online), serta prediksi toksisitas menggunakan ProTox-3.0. Hasil analisis menunjukkan terdapat 24 jenis tanaman obat dengan total 245 senyawa yang berhasil diidentifikasi, dan sebanyak 22 senyawa menunjukkan potensi aktivitas antimikroba dengan nilai *Probability of Activity* (Pa) > 0,7. Prediksi toksisitas menunjukkan bahwa sebagian besar senyawa tergolong aman, dengan nilai LD50 berkisar antara 1680 hingga 12000 mg/kg. Hasil ini mengindikasikan bahwa tanaman obat yang dievaluasi berpotensi sebagai agen antimikroba dan layak untuk ditindaklanjuti melalui uji *in vitro* maupun *in vivo*. Sebagai bentuk implementasi dalam dunia pendidikan, hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk infografis untuk memperkenalkan metode *in silico* kepada siswa SMA sebagai sumber belajar biologi, khususnya pada materi bioteknologi.

Kata kunci: tanaman obat, antimikroba, *in silico*, toksisitas, infografis

ABSTRACT

SYARFILA. *In Silico* Evaluation and Validation of Medicinal Plants as Antimicrobial Agents and Their Implementation as a Biology Learning Resource. **Thesis. Majene: Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

The use of traditional medicinal plants in Indonesia is increasingly marginalized due to the widespread use of synthetic drugs, even though medicinal plants generally have lower side effects and great potential as natural therapeutic agents. Banggae Timur District harbors a diversity of medicinal plants that remain underexplored, particularly in terms of their antimicrobial activity. This study aims to evaluate the antimicrobial potential of these medicinal plants through an *in silico* methods. The methods included the identification of secondary metabolites from medicinal plants, exploration of their chemical structures from relevant literature and the PubChem database, prediction of biological activity using Way2Drug (PASS online), and toxicity prediction using ProTox-3.0. The analysis revealed 24 species of medicinal plants containing a total of 245 compounds, with 22 of them showing potential antimicrobial activity (Probability of Activity [Pa] > 0.7). The toxicity prediction indicated that most compounds fell into the safe toxicity class, with LD50 values ranging from 1680 to 12000 mg/kg. These findings suggest that the evaluated medicinal plants have potential as antimicrobial agents and warrant further investigation through *in vitro* and *in vivo* studies. As an educational implementation, the research findings were developed into an infographic to introduce *in silico* methods to senior high school students as a biology learning resource, particularly in biotechnology topics.

Keywords: medicinal plants, antimicrobial, *in silico*, toxicity, infographic

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki keanekaragaman tumbuhan yang berkhasiat sebagai obat-obatan. Indonesia sendiri memiliki sekitar 30.000 jenis tumbuhan obat berdasarkan kekayaan flora (Susidarti, 2017). Terdapat 32.014 ramuan obat bahan alam dan 2.848 spesies tanaman obat telah dimanfaatkan untuk pengobatan (Kementrian KesehatanRI, 2019). *World Health Organization* (WHO) merekomendasi bahwa penggunaan obat tradisional dapat menjadi obat herbal dalam pemeliharaan kesehatan masyarakat dan pencegahan serta pengobatan penyakit, terutama untuk penyakit kronis, penyakit degeneratif, serta kanker (Setiawati et al., 2016)..

Tanaman obat merupakan sumber bahan berharga dalam pengobatan tradisional. Mereka menghasilkan senyawa kompleks yang dikenal sebagai metabolit sekunder. Pengobatan tradisional menawarkan alternatif yang menarik, dengan banyaknya obat alami yang memiliki potensi untuk mengobati berbagai penyakit. Penelitian telah menunjukkan bahwa tanaman merupakan sumber zat antimikroba yang kuat dan memiliki kemampuan untuk melawan resistensi mikroba. Penggunaan bahan alami seperti tumbuhan herbal dengan aktivitas antimikroba dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia dan relatif aman digunakan. Antimikroba adalah zat atau komponen yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri atau kapang (bakterisidal atau fungisidal), bahkan membunuhnya. Zat-zat tersebut meliputi antiseptik, antibiotik, antivirus, antijamur, dan antiparasit (Di Martino, 2022).

Sulawesi Barat menjadi salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki tanaman obat yang melimpah. Kelimpahan tanaman obat tersebut telah banyak menarik perhatian peneliti khususnya mereka yang fokus pada inventarisasi tumbuhan. Syamsiah et al. (2016) melakukan eksplorasi tumbuhan obat secara umum di provinsi Sulawesi Barat berhasil mengidentifikasi 66 jenis tumbuhan obat. Hasan et al. (2020) melakukan inventarisasi tanaman obat di lokasi pembangunan kampus Universitas Sulawesi Barat berhasil mendapatkan 7 jenis

tanaman obat. Hastuti et al. (2022) melakukan inventarisasi tumbuhan berkhasiat obat di Desa Pokkang, Kabupaten Mamuju berhasil mendapatkan 28 jenis tumbuhan obat. Alang et al. (2022) yang melakukan inventarisasi tumbuhan obat di Desa Tondok Bakar, Kabupaten Mamasa mendapatkan 14 jenis tumbuhan yang dipercayai oleh masyarakat suku Mamasa sebagai obat tradisional. Serta penelitian yang dilakukan oleh Nurdin et al. (2022) yang melakukan identifikasi tumbuhan obat di Desa Pao-Pao, Kabupaten Polewali Mandar berhasil menemukan 40 spesies tumbuhan.

Penelitian yang telah dilakukan tersebut memiliki tujuan yang tidak jauh berbeda yaitu untuk melestarikan pengetahuan mengenai pemanfaatan tumbuhan secara tradisional serta dapat dijadikan sumber penelitian selanjutnya. Di samping itu saat ini telah banyak hasil penelitian yang dijadikan sebagai sumber belajar khususnya biologi di tingkat SMA/MA, akan tetapi penelitian yang hanya terbatas pada inventarisasi dapat membatasi pengetahuan peserta didik untuk lebih memperkaya pengetahuan mereka. Dimana peserta didik hanya sampai pada tahap memiliki kemampuan mengidentifikasi sedangkan saat ini peserta didik terutama di jenjang SMA dituntut untuk memiliki level kognitif yang tinggi minimal pada tingkatan analisis sudah harus tergolong baik (Kodariah et al., 2021). Selain itu hasil penelitian *Program for International Student Assessment (PISA)* yang diumumkan pada 5 Desember 2023 menyatakan bahwa Indonesia berada di tingkat 68 dari 81 negara yang ikut serta. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Indonesia merupakan negara yang cukup rendah dalam tingkat literasi dan berpikir kritis (Rastuti, 2021). Sementara itu zaman sekarang pun peserta didik juga dituntut untuk mampu mengembangkan kemampuan menggunakan teknologi.

Kemajuan teknologi telah banyak memunculkan berbagai macam metode penelitian, salah satunya pada cabang ilmu bioinformatika yaitu *in silico*. *In silico* adalah suatu pendekatan yang menggunakan simulasi komputer dengan program tertentu untuk mengidentifikasi senyawa dengan potensi dan selektivitas yang lebih tinggi (Wang et al., 2015). Teknik *in silico* dapat membantu proses penemuan obat terutama senyawa dalam obat tradisional yang belum diketahui aktivitasnya (Wandrivel et al., 2012). Metode *in silico* relatif lebih minim

penggunaan biayanya. Disamping itu prosesnya lebih cepat, tingkat keagaalannya rendah, serta data yang dihasilkan juga lebih akurat dan spesifik (Palsson, 2000). Metode *Virtual Screening* (VS) telah terbukti berhasil dalam menyaring jutaan senyawa untuk mengidentifikasi inhibitor potensial untuk target tertentu. Hal ini memberikan efisiensi dalam hal biaya, waktu, dan upaya yang diperlukan dalam proyek penemuan obat, karena hanya senyawa yang paling menjanjikan yang dipilih untuk pengujian dan pengembangan lebih lanjut. Namun, optimasi dan validasi metode ini masih jauh dari sempurna dan sangat tergantung pada sistem protein dan kelas senyawa yang digunakan, sehingga kemungkinan adanya bias dalam model komputasi. Oleh karena itu, sulit untuk menentukan metode yang lebih unggul dibandingkan dengan metode lainnya, dan banyak penelitian patokan yang telah dipublikasikan mengenai hal ini. Keterbatasan utama lainnya termasuk kesulitan dalam menggabungkan fleksibilitas protein dan efek pelarut karena beban komputasi yang melekat pada faktor-faktor ini (Macalino et al., 2020).

Sejauh ini hasil penelitian dengan pendekatan *in silico* masih sangat terbatas pada tumbuhan tertentu dan penerapannya di sekolah masih tergolong sedikit. Padahal penelitian yang berbasis *in silico* ini dapat diterapkan dalam mata pelajaran biologi yaitu materi bioteknologi. Hasil analisis kebutuhan yang dilakukan oleh Ma'arif (2023) pada beberapa sekolah menunjukkan sebanyak 75% peserta didik tidak mengetahui perkembangan ilmu bioteknologi terkini. Selanjutnya sebanyak 82,8% peserta didik juga belum mengetahui pembelajaran bioteknologi berbasis bioinformatika dan biologi molekuler.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan lebih lanjut uji kandungan senyawa dari berbagai jenis tanaman obat dengan menggunakan metode *in silico* khususnya pada senyawa antimikroba yang kemudian hasil dari penelitian tersebut dibuat sebuah media ajar berupa infografis. Infografis adalah kumpulan informasi yang diubah dalam bentuk yang lebih sederhana dengan kombinasi gambar yang menarik, memudahkan pembaca dalam memahami informasi yang disampaikan. . Adapun diantaranya iyang dapat Infografis merupakan salah satu media yang tepat yang dapat menjadi pembelajaran baru untuk guru dalam menyampaikan materi pelajaran kepada peserta didik (Mario,

2021). Kelebihan media infografis dapat membantu memvisualisasikan data dan informasi yang kompleks menjadi mudah untuk dibaca dan mudah untuk dipahami terutama untuk informasi dengan teks yang panjang, gambar-gambar penting, dan data angka-angka penting (Ozdamli et al., 2016). Selain itu informasi yang disajikan secara menarik pada infografis dapat membuat minat siswa lebih tinggi dalam mempelajari sebuah materi (Khomaria et al., 2017).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka penelitian ini penting dilakukan untuk mengeksplorasi potensi tanaman obat lokal sebagai kandidat antimikroba melalui pendekatan *in silico*, serta mengimplementasikannya dalam bentuk infografis sebagai sumber belajar bagi siswa SMA/MA.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Belum terdapat data *in silico* terkait validasi fungsi tanaman obat antimikroba di Kecamatan Banggae Timur Kabupaten Majene.
2. Belum ditemukan sumber belajar biologi terbaru fungsi tanaman obat secara *in silico* di SMA/MA yang ada di Kecamatan Banggae Timur, Kabupaten Majene.
3. Peserta didik belum mengenal metode *in silico* untuk analisis fungsi tanaman obat.

C. Fokus Penelitian

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, maka peneliti hanya fokus pada penelitian yang digambarkan dalam rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis aktivitas biologis senyawa tanaman obat sebagai agen antimikroba secara *in silico*?
2. Bagaimana tingkat toksisitas kandungan senyawa antimikroba dari tanaman obat yang diperoleh?
3. Bagaimana validitas sajian informasi dalam infografis sebagai sumber belajar biologi yang menjadi hasil penelitian ?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui aktivitas biologis senyawa tanaman obat sebagai agen antimikroba secara *in silico*.
2. Untuk mengetahui tingkat toksisitas senyawa antimikroba dari tanaman obat yang diperoleh.
3. Untuk mengetahui validitas sajian informasi dan infografis sebagai sumber belajar biologi yang menjadi hasil penelitian.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Secara Teoretis

Secara teoretis, dengan menggunakan metode *in silico* penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang data validasi fungsi senyawa antimikroba pada tanaman obat yang ada di sekitar Kecamatan Banggae Timur, Kabupaten Majene. Selain itu, pada penelitian ini memaparkan informasi potensi toksisitas senyawa pada tanaman obat yang ditemukan.

2. Secara Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Dapat menambah pengetahuan dan memperluas wawasan peneliti dalam memanfaatkan bahan dari alam berupa tanaman obat yang mudah ditemukan sebagai obat antimikroba secara *in silico*.
- b. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber belajar biologi di tingkat SMA/MA pada materi bioteknologi dalam bentuk media ajar infografis.
- c. Diharapkan dapat menjadi sumber pengetahuan masyarakat terkait tanaman obat disekitar mereka yang bisa dijadikan sebagai obat alami antimikroba.
- d. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan dan referensi bagi pihak-pihak yang melakukan penelitian selanjutnya.

F. Penelitian Relevan

Beberapa hasil penelitian terdahulu yang memiliki kaitan dengan penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

1. Penelitian Jamaluddin et al. (2023) dengan judul Studi Literatur Inventarisasi Tumbuhan Obat Khas Kabupaten Pasangkayu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 68 tumbuhan obat yang digunakan masyarakat Kabupaten Pasangkayu, yang digunakan secara empiris. Tumbuhan obat tersebut telah teruji efikasinya baik secara praklinis maupun klinis. **Persamaan** penelitian ini adalah keduanya menggunakan metode kajian literatur untuk mendapatkan data tumbuhan serta kedua penelitian ini fokus pada tumbuhan obat di Sulawesi Barat. **Perbedaan** penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Jamaluddin et al. (2023) hanya terbatas pada inventarisasi saja melalui kajian literatur tanpa adanya penelitian lanjut lebih mendalam. Sedangkan pada penelitian ini dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap tanaman obat yang dikoleksi dari berbagai literatur untuk pengujian secara *in silico* hingga uji toksisitas.
2. Penelitian Hastuti et al. (2022) dengan judul Inventarisasi Tumbuhan Berkhasiat Obat di Desa Pokkang Kecamatan Kalukku, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Hasil penelitian Hastuti et al. menunjukkan bahwa terdapat 28 spesies tumbuhan obat yang digunakan oleh masyarakat Desa Pokkang untuk mengobati penyakit. **Persamaan** penelitian ini adalah keduanya menggunakan fokus penelitian pada tumbuhan obat yang ada di Sulawesi Barat. **Perbedaan** penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Hastuti et al. (2022) terbatas pada inventarisasi saja dengan melakukan identifikasi secara langsung di lokasi penelitian. Sedangkan pada penelitian ini dilanjutkan pada tahap uji aktivitas biologis dan toksisitas secara *in silico* sebagai agen antimikroba.
3. Penelitian Alang et al. (2022) dengan judul Inventarisasi Tumbuhan Obat Sebagai Upaya Swamedikasi Oleh Masyarakat Suku Mamasa di Sulawesi Barat hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 14 spesies tanaman yang dijadikan obat tradisional oleh masyarakat Suku Mamasa. **Persamaan** penelitian ini adalah keduanya menggunakan fokus penelitian pada tumbuhan

obat yang ada di Sulawesi Barat. **Perbedaan** penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Alang et al. (2022) terbatas pada inventarisasi saja dengan melakukan identifikasi secara langsung di lokasi penelitian. Sedangkan pada penelitian ini dilanjutkan pada tahap uji aktivitas biologis dan toksisitas secara *in silico* sebagai agen antimikroba.

4. Penelitian Isdaryanti et al. (2023) dengan judul Penyaringan Senyawa Volatile Pada Terasi Udang Sebagai Kandidat Obat Alzheimer Melalui Analisis Bioinformatika menunjukkan hasil bahwa terdapat enam senyawa volatile pada terasi yang berpotensi digunakan dalam pengobatan AD berdasarkan analisis aktivitas biologis dan prediksi protein target. Potensi tersebut masih tergolong rendah karena nilai $P_a > 0,3$ sehingga kedepannya sangat diperlukan pengujian melalui analisis interaksi senyawa dan protein target dan menganjurkan melakukan pengujian *in vivo* maupun *in vitro*. **Persamaan** penelitian ini adalah keduanya menggunakan metode pengujian yang sama yaitu *in silico* terhadap kandungan senyawa. **Perbedaan** penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Isdaryanti et al. (2023) melakukan analisis bioinformatika terhadap senyawa volatile yang terdapat dalam terasi udang sedangkan pada penelitian ini menggunakan senyawa dari berbagai tanaman sebagai agen antimikroba.
5. Penelitian Lailiyyah & Lisdiana (2023) yang berjudul Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Aktif Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) terhadap *Mycobacterium tuberculosis* secara *In Silico*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil uji *drug-likeness* menunjukkan bahwa terdapat sembilan senyawa aktif temu kunci terpilih yang memenuhi aturan Lipinski yaitu nerol, camphor, cineole, *trans*-methyl-cinnamate, *cis*-p-mentha-2,8-dien-1-ol, octanal (2,4 dinitrophenyl) hydrazine, pinostrobin chalcone, furan-3-carboxamide, 2-methyl-N-(4-morpholyl), dan hemanthidine. Uji *molecular docking* menunjukkan octanal (2,4-dinitrophenyl) hydrazine, pinostrobin chalcone, hemanthidine, dan furan-3-carboxamide-2-methyl-N-(4-morpholyl)- paling berpotensi sebagai antibakteri dengan protein target *Arabinosyltransferase C Enzyme*. Sedangkan, tujuh senyawa paling berpotensi sebagai antibakteri dengan protein target InhA yaitu pinostrobin chalcone, hemanthidine, *trans*-methyl-cinnamate, octanal

- (2,4-dinitrophenyl) hydrazine, nerol, cis-p-metha-2,8-dien-1-ol, dan furan-3 carboxamide-2-methyl-N-(5-morpholyl)-. **Persamaan** penelitian ini adalah keduanya menggunakan pendekatan *in silico* untuk mendapatkan obat dari kandungan senyawa tumbuhan obat. **Perbedaan** penelitian ini adalah hanya fokus pada satu tumbuhan obat saja serta tidak dilakukan pengujian toksisitas.
6. Penelitian Fakhri et al. (2022) yang berjudul Identifikasi Aktivitas Biologis, Prediksi Toksisitas, dan *Molecular Docking* Senyawa Jubaine dan Tanaman Bidara Arab sebagai Kandidat Antivirus SARS-CoV-2. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa jubanine H memiliki afinitas yang lebih baik dibandingkan senyawa senyawa jubanine A, jubanine B, jubanine C, dan jubanine G dimana senyawa jubanine H memiliki nilai energi ikatan terendah diantara kelima senyawa lainnya yaitu $-6,51$ kcal/mol. Selain itu, senyawa jubanine H juga memenuhi beberapa aturan Lipinski dan memiliki interaksi yang stabil terhadap sisi aktif pengikatan dari reseptor non-structural protein 15 (Nsp₁₅). Akan tetapi, berdasarkan hasil prediksi toksisitas masih dikategorikan sebagai toksisitas High (Class III), namun tidak bersifat mutagen maupun karsinogen. **Persamaan** penelitian ini adalah keduanya menggunakan pendekatan *in silico* untuk mendapatkan obat dari kandungan senyawa tumbuhan serta masing-masing melakukan uji aktivitas biologis dan uji toksisitas. **Perbedaan** penelitian yang dilakukan oleh Fakhri et al. (2022) hanya fokus pada satu tumbuhan obat saja sebagai kandidat antivirus, sedangkan pada penelitian melakukan identifikasi pada berbagai tumbuhan obat sebagai antimikroba.
 7. Penelitian Permana (2021) yang berjudul Potensi Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Terhadap Antibakteri Gram Positif dan Gram Negatif Pada Air Kolam Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sebagai Sumber Belajar Berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa dalam uji MPN (*Most Probable Number*) pada perlakuan 30% dan 40% tidak terdapat gelembung pada tabung durham yang artinya bakteri berkurang didalam air kolam ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sedangkan untuk perlakuan kontrol atau tanpa perlakuan rendaman air daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) terdapat gelembung pada tabung durham yang artinya

terdapat bakteri yang terkandung dalam air kolam ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jenis bakteri yang terdapat yakni bakteri gram negatif, dibuktikan dengan melakukan pengecatan gram dan melihat dengan mikroskop bakteri ini berwarna merah yang berarti jenis bakteri gram negatif. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). **Persamaan** penelitian ini adalah keduanya menggunakan hasil dari penelitian tentang uji antimikroba dan dikembangkan menjadi sumber belajar. **Perbedaan** penelitian yang dilakukan oleh Permana (2021) dan penelitian ini adalah pada bahan ajar yang dikembangkan berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis *in silico* terhadap 245 senyawa metabolit sekunder dari 11 spesies tanaman obat yang ditemukan di Kecamatan Banggae Timur, diketahui bahwa hanya 4 spesies tanaman yang menunjukkan potensi aktivitas antimikroba yang kuat, yaitu angguni, ayu ranni, linguru dan pande dengan nilai $P_a > 0,7$.
2. Tanaman tersebut memiliki tingkat toksisitas yang rendah berdasarkan hasil prediksi menggunakan Protox-3.0, yang menunjukkan bahwa senyawa-senyawa di dalamnya aman untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat agen antimikroba alami.
3. Sementara untuk luaran dari penelitian yang berupa infografis telah dinyatakan valid oleh validator dan dapat diterapkan sebagai sumber belajar biologi pada materi mikrobiologi di jenjang SMA/MA.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan secara *in vitro* maupun *in vivo* guna membuktikan aktivitas antimikroba dari senyawa metabolit sekunder yang telah teridentifikasi melalui pendekatan *in silico*. Selain itu, eksplorasi lebih lanjut terhadap keanekaragaman tanaman obat lokal di wilayah Kecamatan Banggae Timur juga perlu dilakukan, mengingat masih banyak spesies yang belum dikaji potensi senyawa bioaktifnya sebagai kandidat obat. Penggunaan perangkat bioinformatika lainnya sebagai pembanding juga dapat dipertimbangkan untuk memperkaya hasil prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

C.

- ‘Azizah, M., Handayani, A.M. & Rakhmadevi, A.G. (2020). Identifikasi Komponen Senyawa Kimia Daun Kersen (*Muntingia calabura*) Asal Jember dengan Metode GC-MS. *Jurnal Ilmiah INOVASI*, 20(3), 61-63. <https://publikasi.polije.ac.id/jii/article/view/2398/1579>
- (O)Alang, H., Rosalia, S., & Ainulia, A.D.R. (2022). Inventarisasi Tumbuhan Obat Sebagai Upaya Swamedika Oleh Masyarakat Suku Mamasa di Sulawesi Barat. *Quangga: Jurnal Pendidikan Biologi dan Biologi*, 14(1), 77-87. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/quagga/article/view/4852>
- (O)Universitas Islam egeri [A](#)
- , ,&, . (). ARPMA (1), 73-82. <https://mx2.atmajaya.ac.id/index.php/mitra/article/download/502/186>
- Astuti, D.R. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Sejarah Video Infografis Berbasis Motion Graphic (Vinora) Pada Materi Peristiwa Proklamasi Kemerdekaan Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas XI MIPA 5 Man Kota Batu. [Thesis]. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang. <http://repository.um.ac.id/id/eprint/148106>
- (O) UAERJTaPIV), <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/tinctura/article/view/1003>
- Batool, M., Ahmad, B., & Choi, S. (2019). A Structure-Based Drug Discovery Paradigm. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(11), 1-18. <https://doi.org/10.3390/ijms20112783>
- „(O
- David, L., Thakkar, A., Mercado, R. et al., (2020). Representasi Molekular dalam Penemuan Obat Berbasis AI: Tinjauan dan Panduan Praktis. *J Cheminform* 12 , 56 <https://doi.org/10.1186/s13321-020-00460-5>
- Departemen (O
- Dewi, A.F., Fadil, M.R., Apriliata, R., Wahyuningdiah, R.E., Salsabilah, S.R. & Hidriyah, H. (2023). Analisis GC-MS Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura*) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes Aegyptii*. *Jurnal Riset Kesehatan*. 15(2), 507-516. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v15i2.2357>
- & . (O) , – <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JST/article/view/19216>

- Di Martino, P. (2022). Antimicrobial Agents and Microbial Ecology. AIMS Microbiology, 8(1), 1–4. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2022001>
- Ebrahimi, M., Farhadian, N., Amiri, A.R, Hataminia, F., Soflaei, S.S., & Karimi, M. (2022). Evaluating the Efficacy of Extracted Squalene from Seed Oil in the form of Microemulsion for the Treatment of COVID-19: A Clinical Study. J Med Virol, 94(1), 119–130. <https://doi:10.1002/jmv.27273>
- Elfahdi, A. (2021). Effect of Microwave Treatment on the Profile of Volatile Compounds and Characteristics of White Pepper (*Piper nigrum* L.) Essential Oil. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian, 5(1), 54-63. <https://agrosainstek.ubb.ac.id/index.php/agrosainstek/article/view/236/66>
- Evama, Y., Ishak & Sylvia, N. (2021). Ekstraksi Minyak Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*) Menggunakan Metode Maserasi. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 10(2), 57-70. https://www.researchgate.net/publication/356661789_EKSTRAK_MINYAK_K_DARI_SERAI_DAPUR_Cymbopogon_Citratus_DENGAN_MENGGUNAKAN_METODE_MASERASI
- ()
- Fauzi'ah, L. & Wakidah, M. (2019). Extraction of Papaya Leaves (*Carica papaya* L.) Using Ultrasonic Cleaner. Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA, 19(1), 35-45. <http://doi:10.20885/eksakta.vol19.iss1.art4>
- Garrido, A., Conde, A., Serôdio, J., De Vos, R. C. H., & Cunha, A. (2023). Fruit Photosynthesis: More to Know about Where, How and Why. Plants, 12(13), 2393. <https://doi.org/10.3390/plants12132393>
- Gasmi, A., Shanaida, M., Oleshchuk, O., Semenova, Y., Mujawdiya, P.K., Ivankiv, Y., Pokryshko, O., Noor, S., Piscopo, S., Adamiv, S., & Bjørklund, G. (2023). Bahan Alami untuk Meningkatkan Imunitas. Pharmaceuticals (Basel), 16(4), 528. DOI:<https://doi.org/10.3390/ph1604052>
- Gultom, E.S., Sakinah, M., & Hasanah, U. (2020). Eksplorasi Senyawa Metabolit Sekunder Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dengan GC-MS. Jurnal Biosains, 6(1), 23-26. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/biosains/article/view/16450/1394>
- , &()APKPRSI (2), 131–140
<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1706690&val=12397&title=Antimicrobial%20Resistance%20and%20Its%20Control%20Policy%20Implementation%20in%20Hospital%20in%20Indonesia>

- Hasan, P.A., Firman, & Nurhidayah. (2020). Inventarisasi Tanaman Obat di Lokasi Pembangunan Kampus Universitas Sulawesi Barat (Studi Pendahuluan). *Saintifik: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 6(1), 1–5. <https://jurnal.unsulbar.ac.id/index.php/saintifik/article/view/233>
- Hastuti, H., Lestari I., Yunus, M., & Hasyim, A. (2022). Inventarisasi Tumbuhan Berkhasiat Obat di Desa Pokkang , Kec. Kalukku, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Biosense*, 5(10), 41–54. <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/BIOSENSE/article/view/1916>
- Indriatmoko, D.D., Maulani, & Rudiana, T. (2021). Calcium Decay Ability of Various Kirinyuh Leaf Extracts (*Chromolaena odorata*L.) on Kidney Stones. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 9(1), 24-31. <http://doi.org/10.20473/jfiki.v9i12022.24-31>
- Isdaryanti, Putera A.K.S., & Indraini S. (2023). Screening of Volatile Compounds in Shrimp Paste as Candidates for Alzheimer’s Drugs Through Bioinformatika Analysis. *Bioma*, 5(1), 17–26. <https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/bioma/article/view/2499>
- Izza, J. & Kundariati, M. (2021). Identifikasi Stuktur Morfologi Tanaman Pacar Air (*Impatiens balsamina*) Sebagai Sumber Belajar Mata Kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Jurnal Biologi*, 8(2), 54-62. <https://doi.org/10.29407/jbp.v8i2.16045>
- Jamaluddin, J., Parumpu, F.A., Pitriani, Diana, K., & Anjelita. (2023). Studi Literatur Inventarisasi Tumbuhan Obat Khas Kabupaten Pasangkayu. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 14(1), 25–37. <https://jurnal.fkm.untad.ac.id/index.php/preventif/article/view/640/307>
- Jani, K.A., Nono, K.M., & Amalo, D. (2019). Inventarisasi Tumbuhan Obat Tradisional di Masyarakat Etnis Kempo, Desa Cunca Lolos, Kecamatan Mbeliling, Kabupaten Manggarai Barat, NTT. *Jurnal Biotropikal Sains* 16 (1), 73–79, <https://ejurnal.undana.ac.id/biotropikal/article/1248/999/>
- Jumiarni, W.O., & Oom, K. (2017). Eksplorasi Jenis dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat pada Masyarakat Suku Muna di Pemukiman Kota Muna. *Trad. Med. J.*, 22(1), 45–56. <https://jurnal.ugm.ac.id/TradMedJ/article/download/24314/15835>
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia(9)Analisis Prioritas Tumbuhan Obat Berpotensi untuk Gangguan Mental Emosional dengan Metode Weighted Product (WP): Data Riset Tumbuhan Obat dan Jamu 2012, 2015, dan 2017. <https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/5076/>

- Khomaria, I., Kartono, & Lestari, L. (2017). Penggunaan Media Infografis Untuk Meningkatkan Minat Belajar IPS Pada Siswa Sekolah Dasar. *Didaktika Dwija Indria*, 5(4), 1-6. https://www.academia.edu/85751054/Penggunaan_Media_Infografis_Untuk_Meningkatkan_Minat_Belajar_Ips_Pada_Siswa_Kelas_V_SDN_1_Semanding_Kecamatan_Gombong_Kabupaten_Kebumen_Tahun_Ajaran_2016_2017
- O–, ()B–. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/download/2185/53/75277>
- O ()S <http://repository.unj.ac.id/40582/>
- Macalino, S.J.Y., Billones, J.B., Organo, V.G., & Carrillo, M.C.O. (2020). In Silico Strategies in Tuberculosis Drug Discovery. *Molecules*, 25(3), 665. <https://doi.org/10.3390/molecules25030665>
- , ()Aging– <https://journal.unhas.ac.id/index.php/kpiunhas/article/view/9086>
- O, () . <https://www.neliti.com/id/publications/464217/media-pembelajaran-infografis-dengan-materi-unsur-dan-prinsip-seni-rupa>
- Mbulang, Y.K.A., Rame, M.M.T., Purnasari, C. & Kopon, A.M. (2023). The Effect of Ethanolic Extract of Pandanus tectorius Leaves on Spatial Memory Ability and Gcms Analysis of Potentially Therapeutic Compounds. *Traditional Medicine Journal*, 28(1), 31-36. <http://dx.doi.org/10.22146/mot.79828>
- Muhaidin, F. (2020). Artificial Insemination. IKIP Budi Utomo Malang. <https://www.scribd.com/document/483240173/Tugas-Bioteknologi-Poster-Inseminasi-Buatan>
- H <https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/budaya/metode-penelitian-bidang-sosial>
- , (). 33–. <https://attarbawiy.kuis.edu.my/index.php/jurnal/article/view/119>
- Nur, Y., Cahyotomo, A., Nanda. & Fistoro, N. (2020). Profil GC-MS Senyawa Metabolit Sekunder dari Jahe Merah (*Zingiber officinale*) dengan Metode Ekstraksi Etil Asetat, Etanol dan Destilasi. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(3), 198-204. <https://jsk.ff.unmul.ac.id/index.php/JSK/article/view/145/146>
- Nurdin, G.M., Sari, A.P., & Herni. (2022). Identifikasi Tumbuhan Obat Masyarakat Desa Pao-Pao Kabupaten Polewali Mandar Provinsi Sulawesi Barat. *Biosfer: Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*, 7(1), 20–29. <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6644252/?view=garuda>

- Nurraidah, S. (2022). Pemanfaatan Tumbuhan Berkhasiat Obat Oleh Masyarakat Batulotong Kabupaten Majene. [Skripsi]. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Dan Kehutanan Universitas Sulawesi Barat. https://repository.unsulbar.ac.id/id/eprint/971/2/SKRIPSI%20PEMANFATAN%20TUMBUHAN%20HUTAN%20BERKHASIAT%20OBAT%20OLEH%20MASYARAKAT%20%20BATULOTONG%2C%20KABUPATEN%20MAJENE%2C_organized.pdf
- Nursanti, O., Aziz A., & Hadisoebroto, G. (2022). Docking dan Uji Toksisita Secara In Silico untuk Mendapatkan Kandidat Obat Analgesik. Indonesian Pharmacy and Natural Medicine Journal, 6(1), 35–46. <http://dx.doi.org/10.21927/impharmmed.v6i1.1922>.
- Nurwijayo, W. (11 Desember 2023). Penyakit Kerdil pada Tanaman Lada, Ketahui Penyebab, Gejala, dan Pengendaliannya. GDM. <https://gdm.id/penyakit-kerdil-tanaman-lada/>
- Paliwang, R.M., Anggi, V., Yanuarty, R. & Rakanita, Y. (2024). LC-HRMS Analysis of Abelmoschus Manihot Medikfrom Palu of Central Sulawesi. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 10(9), 6862–6868. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i9.8948>
- Permana, T.A. (2021). Potensi Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Terhadap Antibakteri Gram Positif dan Gram Negatif Pada Air Kolam Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sebagai Sumber Belajar Berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). [] Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Metro. <http://eprints.ummometro.ac.id/id/eprint/974>
- (2020). . [] <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/53442/1/PU%20SAMISARA%20PUAN-FDK.pdf>
- Putra, I. (2021). Media Pembelajaran Biologi Berbentuk Infografis Tentang Materi Sistem Imun Pada Manusia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan, 5(3), 438–445. https://www.academia.edu/75651471/Media_Pembelajaran_Biologi_Berbentuk_Infografis_Tentang_Materi_Sistem_Imun_Pada_Manusia
- (). AB, – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8840843/>
- & ()u & ()AEDC, <https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JBBI/article/view/4146>
- () –
- Ratnasari, B.D., Aini, D.M., Yamin, I.S., & Antari, G.Y. (2022). Antiradical Activity Study of *Momordica Charantia* L Seeds Based on DPPH and Its

- Secondary Metabolites Analysis. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 8(1) 56-62, doi:[10.36733/medicamento.v8i1.3352](https://doi.org/10.36733/medicamento.v8i1.3352). B., & . (). Te , , 1–5. <https://media.neliti.com/media/publications/66174-ID-uji-efekantibakteri-ekstrak-kulit-kayu.pdf>
- Rohmah, S., Zulfarina & Suryawati, E. (2022). Design Of Leaflet Media In Cultivation White Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) On Conventional Biotechnology Material Of Biological Class Xii *Jurnal Online Mahasiswa*, 9(1), 1–9. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFKIP/article/download/32731/31492>
- Santi, T.D. & Candra, A. (2023). Analysis Qualitative of Bioactive Compounds of *Chromolaena odorata* Leaves from Aceh Besar District. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 9(3), 110-115. <https://doi.org/10.19184/ams.v9i3.38646>
- (–)Setiasi, I.S., Hanidah, I., Wira, D.W., & Sumanti, D.M. (6) Uji Toksisitas Kubis Bunga Diolah Minimal (KBDM) Hasil Ozona *Jurnal Penelitian Pangan*, 1(1), 23-26. <https://jurnal.unpad.ac.id/jp2/article/download/9107/5311>
- Setiawati, A., Immanuel, H. & Utami, M. T. (2016). The inhibition of Typhonium flagelliforme Lodd. Blume leaf extract on COX-2 expression of WiDr colon cancer cells. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(3), 251–255. <http://jurnal.stikesbanyuwangi.ac.id/index.php/judimas/home>
- Simanjuntak, S.B., South, E. & Fatimawali. (2021). Analisis Gas Chromatography-Mass Spectrometry Ekstrak N-Heksandari Daun Gedi Hijau (*Abelmoschus manihot* (L.) Medik). *Pharmacon*, 10(4), 1109-1114. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/pharmacon/article/view/37407/34503>
- Singh, H., Singh, A. P., & Singh, A. P. (2021). A Review on *Kalanchoe pinnata* (Crassulaceae). *Indian J Pharm Pharmacol*, 8(3), 182–188. <https://www.ijpp.org.in/article-details/14657>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D dan Penelitian Tindakan*. Bandung: Albeta, Cv.
- Sulman, L. (2021). Isolation of The Piperine Compound From Black Pepper (*Piper nigrum*) In The Preparation of Standard Compounds For practice and Research activities. *Jurnal Pijar MIPA*, 16(5), 683-687. <https://jurnalfkip.unram.ac.id/index.php/JPM/article/view/2981/pdf>
- Susidarti, R.A. (2017). Ribuan Tanaman Herbal di Indonesia Belum Dimanfaatkan Secara Optimal. <http://ugm.ac.id/d/berita>

- Syamsiah. (2014). Eksplorasi Tumbuhan Obat Tradisional di Kecamatan Pamboang Kabupaten Majene Sulawesi Barat. *Jurnal Bionature*, 15(2), 127-136. <https://ojs.unm.ac.id/bionature/article/view/1560>
- Syamsiah. Hiola, S.F., Jumadi, O. & Mu'nisa, A. (2016). Tumbuhan Obat Tradisional Etnis Lokal Sulawesi Barat. Makassar: Alauddin University Perss.
- Tanjung, J. H., & Lubis, F. (2024). Penggunaan Infografis Sebagai Media Pembelajaran Terhadap Kemampuan Menulis Teks Deskripsi. *JGK (Jurnal Guru Kita)*, 8(4), 709–714. <https://doi.org/10.24114/jgk.v8i4.61718>
- &()MRaDDe <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26328949/>
- Wowor, K.B, Bodhi, B., Datu, O.S., & Windah, A.L.L. (2022). Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Buah Pare Sebagaiinhibitor Enzim Aglukosidase secara In Silico. *Pharmacon*, 11(4), 1754-1762. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/pharmacon/issue/view/3439>
- ,&, . ()o , <https://journal.uniga.ac.id/index.php/JFB/article/download/886/822>
- Zahroh, R., Kurniatanty, I., Solihah, J. & Widowati, E.W. (2021). Antihypertension Activity Test of Red Ginger (*Zingiber Officinale* Var. *Rubrum* Roscoe) Ethanol Extract by In Silico Method. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 9(3), 496-502. <https://jurnal.ugm.ac.id/v3/JFPS/article/view/2694>
- Zakiah, N., Munira, Pamudi, B.F., Nasir, M., & Frengki. (2024). Analisis Senyawa Kimia dan Uji Antihiperglikemia Daun Petai China (*Leucaena leucocephala*) dari Kawasan Geothermal Ie Seum Aceh Besar. *Jurnal SAGO: Gizi dan Kesehatan*, 5(3), 803-810. <https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes/article/view/1848/672>