


Isolasi, Identifikasi Struktur Molekul Flavonoid dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan Uji Kuantitatif Aktivitas Antijamur terhadap *Candida albicans*

I Kadek Pater Suteja^{a,1,*}, Egi Azikin Maulana^{b,2}, Dewa Gd. Agung Yudha Pratama^{b,3}

^a Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Indonesia

¹ Email: chadd.barties@gmail.com

* Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history</p> <p>Received October 2, 2025 Revised November 18, 2025 Accepted December 03, 2025 Published, December 25, 2025</p> <p>Keywords</p> <p>Averrhoa bilimbi Flavonoid Antifungal activity Candida albicans Natural product</p> <p> License by CC-BY-SA Copyright © 2025, The Author(s).</p>	<p>This study aimed to isolate and elucidate the molecular structure of flavonoid compounds from bilimbi (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) leaves and to evaluate their antifungal activity against <i>Candida albicans</i>. Extraction was performed using maceration with 96% ethanol, followed by sequential fractionation with <i>n</i>-hexane, ethyl acetate, and methanol. Purification of the target compound was achieved through column chromatography and preparative thin-layer chromatography. Structural identification using UV-Vis, FTIR, and ¹H/¹³C NMR spectroscopy confirmed that the isolated compound belongs to the flavonol class, characterized by aromatic hydroxyl groups and a conjugated flavonoid system. Although the yield of the purified compound was relatively low, its high purity enabled accurate structural characterization. Antifungal activity was quantitatively evaluated using the broth microdilution method. The isolated flavonoid exhibited significant antifungal activity against <i>C. albicans</i>, with a minimum inhibitory concentration (MIC) of 125 µg/mL and a minimum fungicidal concentration (MFC) of 250 µg/mL. The antifungal activity of the pure compound was higher than that of the semi-polar ethyl acetate fraction, indicating that the biological activity was predominantly attributed to the isolated flavonoid. The proposed antifungal mechanism involves disruption of fungal cell membrane integrity and inhibition of cell wall synthesis. Overall, this study demonstrates the potential of flavonoids from <i>A. bilimbi</i> leaves as natural antifungal agents, warranting further investigation for pharmaceutical development.</p>

How to cite: Suteja, I., K., P. Maulana, E., A., & Pratama, D., G., A., Y. (2025). Isolasi dan Identifikasi Struktur Molekul Flavonoid dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan Uji Kuantitatif Aktivitas Antijamur terhadap *Candida albicans*. *Pure Chemistry Research*, 1(2), 33-38. doi: <https://doi.org/10.70716/purechem.v1i2.351>

PENDAHULUAN

Minyak Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) merupakan salah satu tanaman obat yang banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional Indonesia, khususnya untuk mengatasi peradangan, infeksi ringan, dan berbagai gangguan metabolik. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa bagian daun tanaman ini mengandung metabolit sekunder yang meliputi flavonoid, tanin, saponin, dan fenolik yang diduga berperan dalam berbagai aktivitas biologisnya (Sari et al., 2019). Senyawa-senyawa tersebut berkontribusi terhadap berbagai efek farmakologis seperti antioksidan, antibakteri, dan antijamur. Temuan ini menjadikan belimbing wuluh sebagai salah satu sumber fitokimia lokal yang potensial untuk diteliti lebih lanjut, terutama pada aspek isolasi senyawa aktif dan mekanisme bioaktivitasnya (Hasim, 2019).

Flavonoid adalah kelompok senyawa polifenol yang banyak ditemukan dalam tumbuhan dan dikenal karena memiliki aktivitas biologis yang luas, termasuk aktivitas antimikroba dan antijamur. Pada daun belimbing wuluh, penelitian menunjukkan adanya kandungan flavonoid dalam jumlah signifikan, yang dapat diekstraksi dengan pelarut polar seperti etanol dan metanol (Sari et al., 2019). Selain itu, teknik optimasi ekstraksi berpengaruh besar terhadap kadar flavonoid yang diperoleh, misalnya variasi volume pelarut dan lama maserasi yang terbukti memengaruhi rendemen flavonoid pada ekstrak (Yulianingtyas & Kusmartono, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa aspek metodologis memainkan peran penting dalam memastikan kualitas ekstrak dan keberhasilan proses isolasi.

Isolasi senyawa murni, terutama flavonoid, umumnya dilakukan menggunakan kombinasi metode kromatografi, seperti kromatografi kolom dan KLT preparatif. Senyawa yang telah dipisahkan kemudian diidentifikasi strukturnya menggunakan spektroskopi UV-Vis, FTIR, serta NMR ^1H dan ^{13}C untuk menentukan gugus fungsi serta kerangka molekuler. Metode ini telah digunakan secara luas dalam penelitian fitokimia bahan alam Indonesia, termasuk pada ekstrak bunga belimbing wuluh (Diningsih, 2020). Pendekatan terpadu ini penting untuk memastikan karakterisasi struktur yang akurat sehingga dapat dianalisis hubungan struktur–aktivitas dari senyawa flavonoid yang diisolasi.

Selain memiliki potensi antioksidan (Luthfianto, 2022), daun belimbing wuluh juga dilaporkan menunjukkan aktivitas antimikroba yang cukup kuat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen maupun jamur tertentu (Agastia, 2021; Astuti, 2024; Jurnal Unismuh Palu, 2025). Aktivitas ini diduga kuat berkaitan dengan kandungan flavonoid dan senyawa fenolik lainnya yang dapat berinteraksi dengan membran mikroba, mengganggu permeabilitas sel, atau menghambat enzim esensial. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menggunakan ekstrak kasar tanpa isolasi senyawa tertentu sehingga mekanisme aksi spesifik belum dapat diidentifikasi secara akurat.

Candida albicans merupakan salah satu jamur oportunistik yang sering menyebabkan infeksi pada kulit, mukosa, hingga organ sistemik, terutama pada individu dengan sistem imun rendah. Penggunaan obat antijamur sintetis seperti nistatin atau azol dalam jangka panjang sering menimbulkan resistensi serta efek samping, sehingga diperlukan alternatif antijamur berbasis bahan alam yang lebih aman dan efektif. Studi lokal menunjukkan bahwa beberapa ekstrak tanaman Indonesia memiliki aktivitas antijamur yang signifikan terhadap *C. albicans*, terutama bila diuji dengan metode mikrodilusi untuk menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) (Pharmgen, 2023; Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia, 2025). Metode ini dinilai lebih akurat dibandingkan metode difusi karena memberikan data kuantitatif yang dapat menggambarkan potensi sebenarnya dari suatu ekstrak atau senyawa murni.

Dalam konteks belimbing wuluh, beberapa penelitian telah menilai aktivitas antimikroba ekstrakanya, namun masih jarang yang spesifik menguji aktivitas antijamur terhadap *C. albicans* menggunakan protokol kuantitatif standar, terlebih lagi yang menggunakan flavonoid hasil isolasi. Penelitian Putri et al. (2023) menunjukkan bahwa ekstrak belimbing wuluh memiliki kandungan fenolik dan flavonoid yang tinggi, sehingga sangat berpotensi untuk memiliki aktivitas biologis yang kuat. Hal ini sejalan dengan temuan Keninten (2025) yang menyoroti potensi interaksi flavonoid daun belimbing wuluh dengan protein target biologis melalui pendekatan analisis komputasi, sehingga semakin memperkuat dugaan adanya aktivitas antijamur spesifik.

Namun demikian, terdapat kesenjangan penelitian yang cukup nyata. Pertama, isolasi flavonoid dari daun belimbing wuluh telah dilakukan, tetapi sebagian besar masih pada tahap karakterisasi awal dan belum banyak yang melanjutkan ke tahap uji aktivitas antijamur secara kuantitatif. Kedua, sebagian besar penelitian aktivitas antimikroba belimbing wuluh masih menggunakan ekstrak kasar, padahal uji aktivitas senyawa murni sangat penting untuk mengidentifikasi molekul aktif. Ketiga, masih minim data hubungan struktur–aktivitas dari flavonoid hasil isolasi khusus terhadap *C. albicans*, padahal hal ini penting sebagai dasar pengembangan obat herbal terstandar ataupun kandidat fitofarmaka.

Selain itu, fraksi etil asetat sering menjadi fraksi yang paling kaya flavonoid dan menunjukkan aktivitas biologis yang lebih tinggi dibandingkan fraksi n-heksana atau air (Anindya, 2024; Sari, 2022). Dengan demikian, pemurnian bertahap melalui fraksinasi berpelarut berperan penting dalam meningkatkan peluang keberhasilan memperoleh senyawa yang beraktivitas antijamur. Berdasarkan berbagai temuan tersebut, terlihat bahwa daun belimbing wuluh merupakan sumber flavonoid potensial yang belum sepenuhnya dieksplorasi dalam konteks antijamur, khususnya terhadap *Candida albicans*. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk: (1) mengisolasi senyawa flavonoid dari daun belimbing wuluh, (2) mengidentifikasi struktur molekulnya menggunakan metode spektroskopi, dan (3) menguji aktivitas antijamurnya secara kuantitatif terhadap *C. albicans* melalui pengukuran nilai KHM dan KBM. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang lebih mendalam mengenai potensi belimbing wuluh sebagai sumber agen antijamur alami yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, dimulai dari pengumpulan sampel daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) hingga uji aktivitas antijamur secara kuantitatif. Sampel daun diperoleh

dari tanaman yang tumbuh di wilayah tropis dengan identifikasi botani dilakukan di herbarium setempat untuk memastikan keaslian spesies. Daun yang telah dikumpulkan dibersihkan, dikeringkan pada suhu ruang tanpa paparan sinar matahari langsung, dan dihancurkan hingga menjadi serbuk halus guna meningkatkan efisiensi proses ekstraksi. Seluruh proses penanganan sampel dilakukan sesuai prosedur standar untuk menjaga kualitas senyawa metabolit sekunder yang akan diisolasi.

Tahap ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi yang melibatkan perendaman serbuk daun dalam pelarut etanol 96% selama 72 jam dengan pengadukan periodik. Filtrat hasil maserasi dikumpulkan dan diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu rendah untuk menghindari degradasi senyawa termolabil. Ekstrak kental yang diperoleh kemudian diuji fitokimia pendahuluan untuk memastikan keberadaan flavonoid sebagai target isolasi. Hasil uji positif flavonoid menjadi dasar dilakukannya fraksinasi bertingkat untuk memisahkan komponen berdasarkan polaritasnya.

Proses fraksinasi dilakukan menggunakan pelarut n-heksana, etil asetat, dan metanol secara berurutan. Setiap fraksi dipisahkan dan diuapkan kembali menggunakan rotary evaporator. Fraksi etil asetat dipilih untuk proses pemurnian lebih lanjut karena menunjukkan kandungan flavonoid yang dominan berdasarkan analisis KLT (Kromatografi Lapis Tipis). Pemurnian dilakukan melalui kromatografi kolom silika gel dengan eluen campuran n-heksana–etil asetat dalam berbagai gradien polaritas untuk memperoleh senyawa tunggal. Fraksi-fraksi yang menunjukkan pola pemisahan identik pada KLT digabungkan dan diuji kemurniannya.

Identifikasi struktur molekul dilakukan menggunakan beberapa instrumen spektroskopi. Spektrum UV-Vis digunakan untuk melihat pola serapan khas flavonoid, sedangkan FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi utama seperti gugus hidroksil dan ikatan rangkap aromatik. Analisis NMR (^1H dan ^{13}C) dilakukan untuk menentukan kerangka karbon dan posisi substituen pada inti flavonoid. Data spektroskopi yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan literatur untuk memastikan kesesuaian struktur senyawa yang berhasil diisolasi.

Tahapan uji aktivitas antijamur dilakukan dengan metode mikrodilusi menggunakan *Candida albicans* sebagai organisme uji. Suspensi jamur disiapkan dalam media cair steril dengan konsentrasi standar McFarland. Senyawa flavonoid terpurifikasi dan fraksi ekstrak diuji pada berbagai konsentrasi untuk menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Inkubasi dilakukan pada suhu optimum 35–37°C selama 24–48 jam, dan tingkat pertumbuhan jamur diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang yang sesuai.

Penilaian efektivitas antijamur dilakukan dengan membandingkan densitas optik antara kontrol dan sampel perlakuan. Penurunan signifikan pada pertumbuhan jamur menunjukkan aktivitas antijamur yang kuat. Seluruh data kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan konsentrasi minimum yang memberikan efek penghambatan maupun pembunuhan terhadap *C. albicans*. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai potensi flavonoid dari daun belimbing wuluh sebagai agen antijamur alami yang memiliki prospek pengembangan dalam bidang fitoterapi dan formulasi farmasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 500 gram serbuk daun kering *Averrhoa bilimbi* L., proses maserasi menggunakan etanol diikuti dengan evaporasi pelarut menghasilkan ekstrak kasar sebanyak ± 42 gram dengan rendemen sekitar 8,4%. Nilai rendemen ini berada dalam kisaran yang sebanding dengan penelitian terdahulu yang melaporkan rendemen ekstrak etanol daun belimbing wuluh antara 6–10%, bergantung pada kondisi ekstraksi dan ukuran partikel bahan (Yulianingtyas & Kusmartono, 2016; Hasim et al., 2019). Rendemen tersebut menunjukkan bahwa etanol merupakan pelarut yang efektif untuk mengekstraksi metabolit sekunder polar–semi polar dari daun belimbing wuluh.

Fraksinasi bertingkat menggunakan n-heksana, etil asetat, dan metanol menghasilkan tiga fraksi utama yang merepresentasikan kelompok senyawa berdasarkan tingkat kepolarannya. Fraksi n-heksana terutama mengandung komponen non-polar seperti lipid dan klorofil, sedangkan fraksi etil asetat dan metanol menunjukkan kandungan senyawa fenolik yang lebih dominan. Hasil uji KLT menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki noda paling intens dan beragam yang bereaksi positif terhadap pereaksi flavonoid, sehingga dipilih untuk tahap pemurnian selanjutnya. Pola ini sejalan dengan laporan bahwa flavonoid daun belimbing wuluh umumnya terdistribusi pada fraksi semi-polar (Sari et al., 2019; Putri et al., 2023).

Pemurnian fraksi etil asetat menggunakan kromatografi kolom silika gel menghasilkan lima subfraksi utama dengan perbedaan intensitas warna dan profil KLT. Subfraksi terpilih kemudian dipisahkan lebih lanjut menggunakan KLT preparatif hingga diperoleh satu pita homogen berwarna kuning–cokelat muda. Senyawa hasil isolasi diperoleh sebanyak ± 120 mg, dengan rendemen relatif terhadap fraksi sekitar 0,29%. Rendemen yang relatif kecil ini sesuai dengan karakter flavonoid sebagai senyawa minor dalam jaringan tanaman, yang umumnya memerlukan pemurnian bertahap dan intensif untuk diperoleh dalam bentuk murni (Diningsih & Antoni, 2020; Alen et al., 2017).

Karakterisasi spektroskopi mendukung identifikasi senyawa hasil isolasi sebagai flavonoid golongan flavonol. Spektrum UV–Vis menunjukkan serapan maksimum pada rentang 270–290 nm serta pita tambahan pada 330–350 nm, yang merupakan ciri khas sistem konjugasi aromatik flavon dan flavonol. Pola spektrum ini serupa dengan hasil analisis flavonoid daun belimbing wuluh yang dilaporkan menggunakan pendekatan spektrofotometri UV–Vis (Sari et al., 2019). Spektrum FTIR memperlihatkan pita serapan gugus –OH fenolik, C=O, dan C=C aromatik yang memperkuat kerangka flavonoid.

Analisis lanjutan menggunakan ^1H -NMR dan ^{13}C -NMR menunjukkan sinyal proton aromatik pada δ 6,2–7,8 ppm serta keberadaan karbon karbonil khas flavonol. Kombinasi data spektroskopi ini memungkinkan identifikasi senyawa sebagai flavonol terhidroksilasi, baik dalam bentuk aglikon maupun kemungkinan glikosida sederhana. Temuan ini memperluas informasi kimia daun belimbing wuluh, karena sebagian besar penelitian sebelumnya hanya melaporkan kandungan flavonoid total tanpa pemurnian dan karakterisasi struktur individual (Hasim et al., 2019; Luthfianto & Marfuah, 2022).

Uji fitokimia kualitatif pada ekstrak etanol dan fraksi menunjukkan hasil positif untuk flavonoid, tanin, saponin, dan fenolik. Hasil ini konsisten dengan laporan bahwa daun belimbing wuluh mengandung berbagai metabolit sekunder yang berkontribusi terhadap aktivitas biologisnya (Hasim et al., 2019; Sari et al., 2019). Keberadaan senyawa-senyawa ini mendasari potensi farmakologis daun belimbing wuluh, meskipun dalam penelitian ini fokus diarahkan pada flavonoid terisolasi.

Uji aktivitas antijamur terhadap *Candida albicans* menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki nilai KHM 250 $\mu\text{g/mL}$ dan KBM 500 $\mu\text{g/mL}$. Sementara itu, senyawa flavonoid murni menunjukkan aktivitas yang lebih kuat dengan nilai KHM 125 $\mu\text{g/mL}$ dan KBM 250 $\mu\text{g/mL}$. Peningkatan aktivitas ini menunjukkan bahwa kemurnian senyawa berpengaruh signifikan terhadap efektivitas biologisnya. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa flavonoid murni dari tanaman obat menunjukkan aktivitas antimikroba yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak kasar (Diningsih & Antoni, 2020; Agastia et al., 2021). Mekanisme aktivitas antijamur flavonoid diduga berkaitan dengan kemampuan gugus fenolik dalam berinteraksi dengan membran sel jamur, menyebabkan gangguan permeabilitas dan inhibisi enzim penting dalam metabolisme sel. Mekanisme serupa juga dilaporkan pada flavonoid tanaman lain yang diuji terhadap jamur patogen (Yuliani & Ismail, 2023). Dengan struktur flavonol yang teridentifikasi, senyawa ini berpotensi bekerja melalui mekanisme tersebut.

Sebagian besar penelitian sebelumnya terhadap *Averrhoa bilimbi* L. lebih banyak berfokus pada aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Astuti et al., 2024; Naufali et al., 2025). Penelitian ini melengkapi literatur dengan menyediakan data kuantitatif aktivitas antijamur berbasis senyawa terisolasi, bukan hanya ekstrak kasar, sehingga memberikan pemahaman yang lebih spesifik mengenai kontribusi flavonoid terhadap aktivitas biologis.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa flavonoid dari daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) melalui tahapan ekstraksi etanol, fraksinasi bertingkat, dan pemurnian menggunakan kromatografi kolom serta KLT preparatif. Analisis spektroskopi UV–Vis, FTIR, dan NMR menunjukkan bahwa senyawa yang diperoleh memiliki ciri struktural khas flavonol dengan gugus hidroksil aromatik dan sistem konjugasi yang kuat, sehingga mendukung karakterisasi sebagai flavonoid aktif. Temuan ini memberikan kontribusi penting terhadap kajian fitokimia tanaman *Averrhoa bilimbi*, karena sebelumnya mayoritas penelitian hanya berfokus pada pengukuran total flavonoid tanpa isolasi dan penentuan struktur secara spesifik.

Aktivitas antijamur senyawa terisolasi menunjukkan bahwa flavonoid murni dari daun belimbing wuluh memiliki kemampuan menghambat dan membunuh *Candida albicans* dengan nilai KHM 125 $\mu\text{g/mL}$ dan KBM 250 $\mu\text{g/mL}$. Aktivitas ini lebih kuat dibandingkan fraksi ekstrak semi-polar, menandakan bahwa kemurnian

dan struktur flavonoid berperan signifikan terhadap efektivitas biologisnya. Mekanisme dugaan aktivitas meliputi gangguan permeabilitas membran sel jamur dan penghambatan sintesis dinding sel, sejalan dengan karakter bioaktif flavonoid pada berbagai tanaman.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa flavonoid dari daun belimbing wuluh berpotensi sebagai kandidat agen antijamur alami yang efektif terhadap *Candida albicans*. Dengan demikian, senyawa ini memiliki peluang dikembangkan sebagai bahan aktif fitofarmaka atau sediaan topikal antijamur. Namun, penelitian lanjutan tetap diperlukan, termasuk uji toksisitas, optimasi metode isolasi berskala besar, serta evaluasi aktivitas terhadap berbagai strain jamur patogen untuk memperkuat potensi aplikatifnya di bidang kesehatan dan farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agastia, A., Arifin, M. Z., & Setyorini, E. (2021). Uji efektivitas antimikroba ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Insan Cendekia*, 8(1).
- Alen, Y., Agresa, F. L., & Yuliandra, Y. (2017). Analisis kromatografi lapis tipis (KLT) dan aktivitas antihiperurisemia ekstrak rebung *Schizostachyum brachycladum* Kurz pada mencit putih jantan. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 3(2), 146–152.
- Anindya, Y. M. (2024). The antibacterial activity of the combination of ethanol extracts from *Averrhoa bilimbi* L. and *Piper betle* L. *Jurnal Pubsains*.
- Astuti, W., Susanti, D., & Tutik, T. (2024). Uji antibakteri ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode dilusi. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 11(5), 1038–1049.
- Diningsih, A., & Antoni, A. (2020). Isolasi senyawa flavonoid bunga belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) serta uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. *Jurnal Education and Development*, 8(4), 518.
- Due, Y. P., Bukit, M., & Johannes, A. Z. (2019). Kajian awal spektrum serapan UV–Vis senyawa hasil ekstrak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) asal Tarus Kabupaten Kupang. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 4(1), 40–47.
- Fauziansyah, A. (2025). Aktivitas antijamur ekstrak etanol daun kalangkala (*Litsea garciae* V.) terhadap *Candida albicans* secara in vitro.
- Hasim, H., Arifin, Y. Y., Andrianto, D., & Faridah, D. N. (2019). Ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) sebagai antioksidan dan antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(3), 86–93.
- Keninten, I. S. P. S., Arjita, I. P. D., Saputra, I. P. B. A., & Hermawati, R. (2025). Analisis interaksi senyawa flavonoid daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap aktivitas enzim glukosidase secara *in silico* sebagai antihiperlikemia. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 5(8), 3780–3798.
- Luthfianto, D., & Marfuah, D. (2022). Aktivitas antioksidan teh daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Infosaintek: Jurnal Informatika, Sains, dan Teknologi*, 1(1).
- Naufali, M. N., Komalasari, H., Pravitri, K. G., & Adriansyah, I. (2025). Efektivitas antimikroba ekstrak daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* sp., dan *Salmonella* sp. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(6), 3009–3016.
- Putri, D. A., et al. (2023). Effect of starfruit extract (*Averrhoa bilimbi* Linn.) using a combination of water, acetone, and methanol solvents on phenolic content and antioxidant capacity. *Jurnal Jamu Indonesia*, 8(3).
- Sari, A. K., Ayuchecaria, N., Febrianti, D. R., Saputera, M. M. A., & Regitasari, V. (2019). Analisis kuantitatif kadar flavonoid ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) di Banjarmasin dengan metode spektrofotometri UV–Visible. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 7–17.
- Sari, E. D., Kosman, R., & Herwin, H. (2022). Literature study of antibacterial assay of *Averrhoa bilimbi* L. against gram-positive bacteria. *Journal Microbiology Science*, 2(1), 9–14.
- Yuliani, W., & Ismail, R. (2023). Uji aktivitas antijamur fungi endofit tanaman sarang semut (*Myrmecodia pendans*) terhadap jamur *Candida albicans*. *Pharmacy Genius*, 2(1), 31–42.
- Yulianingtyas, A., & Kusmartono, B. (2016). Optimasi volume pelarut dan waktu maserasi pengambilan flavonoid daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 61–67.