

Studi Aktivitas Senyawa Flavonoid dari Kumis Kucing: Implikasi untuk Pengembangan Obat Diuretik dan Antidiabetik

Saeful Amin¹, Nazwa Nurfauzia Helma², Nasswa Kautsar Ramadani³, Regita Pramesti⁴

^{1,2,3,4} Universitas Bakti Tunas Husada

Corresponding Author: Regita Pramesti, e-mail: pramestiregita931@gmail.com

Published: May, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji aktivitas senyawa flavonoid dari tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) dengan fokus pada potensi pengembangan obat diuretik dan antidiabetik. Ekstraksi flavonoid dilakukan menggunakan etanol 96% dan purifikasi dengan kromatografi kolom menghasilkan fraksi flavonoid murni yang mengandung senyawa utama seperti quercetin, luteolin, sinensetin, dan eupatorin. Uji aktivitas diuretik pada mencit menunjukkan peningkatan volume urin dan ekskresi natrium yang signifikan tanpa mengganggu keseimbangan kalium. Uji antidiabetik in vitro pada kultur sel manusia mengindikasikan penurunan kadar glukosa darah yang signifikan oleh senyawa flavonoid tersebut. Pendekatan docking molekuler mengungkap interaksi kuat antara senyawa flavonoid dengan protein target diuretik dan antidiabetik, menunjukkan afinitas yang lebih tinggi dibandingkan obat standar. Hasil ini menegaskan potensi flavonoid kumis kucing sebagai agen terapeutik alami yang efektif dan aman untuk pengobatan gangguan ginjal dan diabetes mellitus. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya studi lanjutan untuk validasi klinis dan pengembangan formulasi obat herbal berbasis flavonoid kumis kucing.

Kata kunci: Kumis Kucing, Flavonoid, Diuretik, Antidiabetik

ABSTRACT

*This study investigates the activity of flavonoid compounds from the cat's whiskers plant (*Orthosiphon stamineus*), focusing on their potential in the development of diuretic and antidiabetic drugs. Flavonoids were extracted using 96% ethanol and purified through column chromatography, yielding pure flavonoid fractions containing major compounds such as quercetin, luteolin, sinensetin, and eupatorin. Diuretic activity tests in mice demonstrated a significant increase in urine volume and sodium excretion without disrupting potassium balance. In vitro antidiabetic assays on human cell cultures indicated a significant reduction in blood glucose levels induced by these flavonoid compounds. Molecular docking approaches revealed strong interactions between the flavonoids and target proteins associated with diuretic and antidiabetic actions, showing higher affinity compared to standard drugs. These findings confirm the potential of *Orthosiphon stamineus* flavonoids as effective and safe natural therapeutic agents for the treatment of kidney disorders and diabetes mellitus. The study also highlights the importance of further research for clinical validation and the development of herbal drug formulations based on *Orthosiphon stamineus* flavonoids.*

Keyword: Cat's Whiskers, Flavonoids, Diuretic, Antidiabetic

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Kumis kucing (*Orthosiphon stamineus* Benth.) merupakan tanaman herbal yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional di berbagai negara, terutama di Asia Tenggara. Tanaman ini dikenal karena khasiatnya dalam mengatasi berbagai penyakit, termasuk gangguan ginjal dan diabetes mellitus. Dalam pengobatan tradisional, kumis kucing sering digunakan sebagai diuretik untuk

meningkatkan ekskresi urin serta sebagai agen antidiabetik untuk menurunkan kadar glukosa darah (Sari *et al.*, 2020).

Beberapa senyawa aktif yang ditemukan dalam kumis kucing meliputi flavonoid, tanin, asam fenolik, dan terpenoid. Flavonoid, seperti sinensetin dan eupatorin, diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi, antioksidan, dan diuretik. Asam fenolik, termasuk rosmarinic acid, telah terbukti memiliki efek antidiabetik dengan menghambat enzim α -glukosidase dan meningkatkan sensitivitas insulin. Tanin dan terpenoid juga berkontribusi terhadap aktivitas biologis tanaman ini, terutama dalam mendukung efek diuretik dan antiinflamasi (Amin *et al.*, 2024).

Meskipun berbagai penelitian telah mengungkap potensi farmakologis kumis kucing, mekanisme molekuler di balik efek diuretik dan antidiabetiknya belum sepenuhnya dipahami. Beberapa studi *in vivo* dan *in vitro* telah menunjukkan efektivitas ekstrak kumis kucing dalam meningkatkan ekskresi urin dan menurunkan kadar glukosa darah, namun belum banyak yang mengkaji bagaimana senyawa aktifnya berinteraksi dengan target protein di tingkat molekuler. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan docking molekuler untuk mengidentifikasi potensi interaksi senyawa bioaktif dalam kumis kucing dengan protein target yang relevan dalam mekanisme diuretik dan regulasi kadar gula darah (Amin *et al.*, 2024).

Flavonoid merupakan kelompok senyawa polifenolik yang dikenal luas karena kemampuannya dalam menghambat proses inflamasi dan menangkal radikal bebas, sehingga memberikan perlindungan terhadap kerusakan sel dan jaringan. Aktivitas antioksidan ini sangat penting dalam mengurangi stres oksidatif yang seringkali menjadi faktor penyerta dalam berbagai penyakit kronis, termasuk diabetes dan gangguan ginjal. Beberapa flavonoid lipofilik seperti sinensetin dan eupatorin telah dilaporkan memiliki efek diuretik yang signifikan, yang membantu meningkatkan ekskresi urin melalui mekanisme penghambatan reabsorpsi ion natrium di ginjal (Sari *et al.*, 2020).

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan mengenai manfaat kesehatan dari kumis kucing dan senyawa flavonoidnya, masih terdapat kekurangan pemahaman tentang hubungan struktur-aktivitas senyawa tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi struktur-aktivitas senyawa flavonoid dari kumis kucing serta implikasinya terhadap pengembangan obat diuretik dan antidiabetik.

Dengan memahami bagaimana variasi struktural pada flavonoid mempengaruhi aktivitas biologisnya, kita dapat merancang senyawa baru yang lebih efektif sebagai terapi alternatif bagi pasien dengan masalah ginjal atau diabetes mellitus. Penelitian ini tidak hanya akan memberikan wawasan baru tentang potensi terapeutik tanaman herbal tetapi juga mendukung upaya konservasi sumber daya alam Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan daun dan akar kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) dari kebun lokal, di mana tanaman tersebut diidentifikasi oleh ahli botani untuk memastikan keaslian spesiesnya; selanjutnya, bahan tanaman yang telah dikumpulkan dicuci bersih dan dikeringkan sebelum diiris halus agar memudahkan proses ekstraksi. Ekstraksi senyawa aktif dilakukan menggunakan pelarut etanol 96% melalui metode perendaman selama 24 jam dengan pengadukan berkala, setelah itu ekstrak difiltrasi menggunakan kain saringan untuk memisahkan ampas padat dari larutan; larutan

filtrat kemudian diuapkan menggunakan evaporator rotator pada suhu rendah hingga diperoleh ekstrak kental. Untuk purifikasi senyawa flavonoid, ekstrak tersebut dilanjutkan dengan kromatografi kolom menggunakan pelarut bertahap seperti n-heksana, etil asetat, dan metanol guna mendapatkan fraksi murni yang mengandung senyawa flavonoid. Identifikasi senyawa dilakukan melalui spektrofotometri UV-Vis serta gas kromatografi-mass spektrometri (GC-MS), sementara aktivitas diuretik dievaluasi pada model hewan uji mencit jantan yang dibagi menjadi kelompok perlakuan berdasarkan dosis quercetin yang diberikan secara oral selama tujuh hari berturut-turut; peningkatan volume urin diukur setiap hari sebagai indikator aktivitas diuretik. Selain itu, aktivitas antidiabetik diuji *in vitro* pada kultur sel manusia dengan mengevaluasi penurunan kadar glukosa darah setelah perlakuan senyawa flavonoid tertentu. Terakhir, analisis docking molekuler dilakukan untuk menilai interaksi antara senyawa flavonoid terpilih dan enzim terkait diabetes serta diuresis menggunakan perangkat lunak pemodelan molekuler.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Definisi Keamanan Data

Keamanan data dapat didefinisikan sebagai praktik melindungi data dari akses, penggunaan, pengungkapan, penghancuran, atau perubahan yang tidak sah. Menurut ISO/IEC 27001, keamanan data mencakup pengelolaan risiko yang terkait dengan informasi dan sistem informasi, serta penerapan kebijakan dan prosedur untuk melindungi data (ISO, 2013). Komponen utama dalam keamanan data mencakup kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan data. Kerahasiaan memastikan bahwa informasi hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang, sementara integritas menjamin bahwa data tidak dapat diubah atau dimanipulasi tanpa izin. Ketersediaan memastikan bahwa data dapat diakses oleh pengguna yang berwenang saat dibutuhkan.

Dalam praktiknya, keamanan data juga melibatkan penggunaan teknologi dan alat yang tepat untuk melindungi data dari ancaman. Misalnya, penggunaan enkripsi untuk melindungi data saat ditransmisikan melalui jaringan, serta penerapan sistem kontrol akses untuk membatasi akses ke data sensitif. Selain itu, penting juga untuk memiliki kebijakan dan prosedur yang jelas terkait keamanan data, termasuk pelatihan dan kesadaran pengguna, agar seluruh anggota organisasi memahami pentingnya menjaga keamanan data.

Hasil Isolasi dan Yield Ekstrak Flavonoid

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan daun dan akar kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) dari kebun lokal yang telah diidentifikasi secara botani untuk memastikan keaslian spesies. Setelah proses pencucian dan pengeringan, bahan tanaman diiris halus untuk memudahkan ekstraksi. Ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut etanol 96% dengan metode perendaman selama 24 jam

disertai pengadukan berkala. Proses filtrasi menggunakan kain saringan berhasil memisahkan ampas padat dari larutan ekstrak, yang kemudian diuapkan dengan rotary evaporator pada suhu rendah untuk memperoleh ekstrak kental.

Yield ekstrak total yang diperoleh dari daun dan akar kumis kucing mencapai rata-rata 18,5% $\pm$ 0,8% (berat kering), menunjukkan efisiensi ekstraksi yang cukup tinggi dengan pelarut etanol. Selanjutnya, ekstrak kental tersebut dipurifikasi menggunakan kromatografi kolom dengan pelarut bertahap n-heksana, etil asetat, dan metanol untuk mendapatkan fraksi flavonoid murni. Fraksi flavonoid yang diperoleh memiliki yield rata-rata 4,2% $\pm$ 0,3% dari total ekstrak, dengan ciri fisik berupa serbuk kristalin berwarna kuning pucat yang larut dalam pelarut polar.

Purifikasi ini berhasil memisahkan senyawa flavonoid utama yang menjadi fokus penelitian, yang kemudian dianalisis lebih lanjut untuk karakterisasi kimia. Keberhasilan isolasi ini menandakan metode ekstraksi dan kromatografi yang diterapkan efektif dalam memperoleh senyawa bioaktif flavonoid dari kumis kucing (Sari *et al.*, 2020).

Identifikasi Senyawa Utama

Identifikasi senyawa flavonoid dilakukan dengan spektrofotometri UV-Vis dan gas kromatografi-mass spektrometri (GC-MS). Spektrum UV-Vis menunjukkan puncak absorbansi khas flavonoid pada panjang gelombang 270-290 nm dan 340-360 nm, yang mengindikasikan keberadaan struktur flavon dan flavonol dalam fraksi yang diisolasi.

Analisis GC-MS mengungkapkan beberapa senyawa flavonoid utama, antara lain quercetin, luteolin, sinensetin, eupatorin, dan 5,6,7,3'-tetrametoksi-4'-hidroksi-8-C-prenilflavon. Massa molekul dan pola fragmentasi yang diperoleh sesuai dengan data referensi, memperkuat validitas identifikasi. Struktur kimia senyawa ini menunjukkan keberadaan gugus hidroksil dan metoksi yang berperan penting dalam aktivitas biologis, serta sifat lipofilik yang mendukung penetrasi ke dalam membran sel dan interaksi dengan target protein biologis (Sari *et al.*, 2020).

Hasil Uji Diuretik pada Model Hewan (Mencit Jantan)

Uji aktivitas diuretik dilakukan pada mencit jantan yang dibagi menjadi empat kelompok perlakuan berdasarkan dosis quercetin (10, 20, dan 40 mg/kg berat badan) serta kelompok kontrol yang menerima pelarut. Pemberian dilakukan secara oral selama tujuh hari berturut-turut, dengan pengukuran volume urin harian sebagai indikator utama aktivitas diuretik.

Tabel 1 menunjukkan peningkatan volume urin yang signifikan pada kelompok perlakuan dibandingkan kontrol. Pada dosis 40 mg/kg, volume urin meningkat hingga 65% dibandingkan kontrol ($p < 0,01$), sedangkan dosis 20 dan 10 mg/kg masing-masing menunjukkan peningkatan 45% dan 25%. Selain itu, ekskresi natrium melalui urin juga meningkat secara signifikan, dengan

peningkatan 58% pada dosis tertinggi, sedangkan ekskresi kalium relatif stabil, menunjukkan mekanisme diuretik yang selektif terhadap natrium.

Tabel 1. Peningkatan Volume Urin

Dosis Quercetin (mg/kg)	Volume Urin (mL/24 jam)	Peningkatan Volume Urin (%)	Ekskresi Natrium (mmol/L)	Ekskresi Kalium (mmol/L)
Kontrol	1,20 ± 0,10	-	45 ± 3	38 ± 2
10	1,50 ± 0,12	25	55 ± 4	39 ± 3
20	1,74 ± 0,15	45	65 ± 5	40 ± 3
40	1,98 ± 0,18	65	71 ± 6	41 ± 4

Data ini didukung oleh hasil simulasi docking molekuler yang menunjukkan afinitas tinggi senyawa asam litospermat I dan dikafeoil tartarat terhadap reseptor natrium di ginjal (1Z9Y dan 3HS4), dengan energi ikatan masing-masing -120,07 kkal/mol dan -107,01 kkal/mol, jauh lebih rendah dibandingkan furosemid (-78,46 kkal/mol). Visualisasi interaksi mengungkapkan pembentukan ikatan hidrogen dan kontak hidrofobik yang memperkuat stabilitas kompleks ligand-protein, mendukung mekanisme penghambatan reabsorpsi natrium yang meningkatkan ekskresi urin.

Hasil Uji Antidiabetik In Vitro

Aktivitas antidiabetik diuji pada kultur sel hepatosit manusia dengan pengukuran penurunan kadar glukosa dalam medium setelah perlakuan senyawa flavonoid terisolasi. Senyawa luteolin, sinensetin, dan eupatorin diuji pada konsentrasi 10, 20, dan 40 µM selama 24 jam. Hasil menunjukkan penurunan kadar glukosa yang signifikan, dengan luteolin pada konsentrasi 40 µM menurunkan glukosa hingga 38% dibandingkan kontrol ($p < 0,01$). Sinensetin dan eupatorin juga menunjukkan penurunan glukosa masing-masing 32% dan 28% pada konsentrasi yang sama. Analisis dose-response mengindikasikan efek yang konsisten dan meningkat seiring peningkatan konsentrasi senyawa.

Data ini sejalan dengan hasil simulasi docking yang menunjukkan afinitas tinggi luteolin dan sinensetin terhadap Protein Tirosin Fosfatase 1B (PTP1B) dan aldosa reduktase, dengan energi bebas Gibbs sekitar -9,5 hingga -10,2 kkal/mol, yang berperan dalam peningkatan sensitivitas insulin dan pencegahan komplikasi diabetes. Aktivitas penghambatan α -glukosidase oleh eupatorin juga mendukung mekanisme penurunan glukosa darah pasca.

Hasil Simulasi Docking Molekuler

Simulasi docking molekuler dilakukan untuk menilai interaksi senyawa flavonoid utama dengan target protein diuretik (reseptor 1Z9Y dan 3HS4) serta antidiabetik (PTP1B, aldosa reduktase, dan α -glukosidase). Energi ikatan dan interaksi molekuler dianalisis untuk menentukan afinitas dan stabilitas kompleks ligand-protein.

Tabel 2. Hasil Simulasi Docking Molekuler

Senyawa	Target Protein	Energi Ikatan (kkal/mol)	Interaksi Utama
Asam Litospermat I	1Z9Y	-120,07	Ikatan hidrogen, kontak hidrofobik
Dikafeoil Tartarat	3HS4	-107,01	Ikatan hidrogen, kontak hidrofobik
Luteolin	PTP1B	-10,20	Ikatan hidrogen, interaksi polar
Sinensetin	PTP1B	-9,85	Ikatan hidrogen, interaksi van der Waals
Eupatorin	α -Glukosidase	-8,20	Ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik

Interaksi molekuler yang kuat dan stabil ini menunjukkan potensi terapeutik flavonoid kumis kucing sebagai agen diuretik dan antidiabetik alami. Energi ikatan yang lebih rendah dibandingkan obat standar seperti furosemid dan acarbose menandakan afinitas yang lebih tinggi dan kemungkinan efektivitas yang lebih baik. Visualisasi interaksi mengungkapkan bahwa senyawa flavonoid membentuk ikatan hidrogen dengan residu asam amino penting pada situs aktif protein, yang merupakan mekanisme utama dalam penghambatan aktivitas protein target (Sari *et al.*, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Hasil Isolasi dan Identifikasi Senyawa

Metode ekstraksi menggunakan etanol 96% dengan teknik perendaman selama 24 jam terbukti efektif dalam mengekstraksi senyawa flavonoid dari daun dan akar kumis kucing, dengan yield ekstrak total mencapai 18,5%. Purifikasi menggunakan kromatografi kolom dengan pelarut bertahap berhasil memperoleh fraksi flavonoid murni dengan yield 4,2%, yang menunjukkan efisiensi pemisahan yang baik. Identifikasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan GC-MS mengonfirmasi keberadaan senyawa flavonoid utama seperti quercetin, luteolin, sinensetin, dan eupatorin, yang memiliki struktur kimia khas dengan gugus hidroksil dan metoksi yang berkontribusi pada aktivitas biologisnya (Sari *et al.*, 2020).

Keberadaan gugus lipofilik pada beberapa senyawa flavonoid mendukung penetrasi molekul ke dalam membran sel, yang penting untuk interaksi dengan target protein biologis. Hal ini sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa struktur kimia flavonoid sangat menentukan bioaktivitas dan mekanisme kerja farmakologisnya (Hossain & Mizanur Rahman, 2015).

Mekanisme dan Efektivitas Aktivitas Diuretik

Hasil uji diuretik pada mencit jantan menunjukkan bahwa flavonoid kumis kucing mampu meningkatkan volume urin dan ekskresi natrium secara signifikan tanpa mengganggu keseimbangan kalium. Peningkatan volume urin hingga 65% pada dosis tertinggi menandakan aktivitas diuretik yang kuat dan potensial sebagai agen terapeutik. Mekanisme ini didukung oleh hasil simulasi docking yang menunjukkan interaksi kuat senyawa asam litospermat I dan dikafeoil tartarat dengan reseptor natrium di ginjal (1Z9Y dan 3HS4), yang menghambat reabsorpsi natrium dan meningkatkan ekskresi natrium serta air melalui urin (Sari *et al.*, 2020).

Interaksi molekuler yang melibatkan ikatan hidrogen dan kontak hidrofobik memperkuat stabilitas kompleks ligand-protein, yang menjadi dasar mekanisme kerja diuretik flavonoid kumis kucing. Efektivitas ini bahkan melebihi obat diuretik standar furosemid berdasarkan energi ikatan yang lebih rendah, menunjukkan potensi besar flavonoid sebagai alternatif terapi yang aman dan efektif (Hasbi *et al.*, 2019).

Mekanisme dan Potensi Aktivitas Antidiabetik

Aktivitas antidiabetik flavonoid kumis kucing didukung oleh penghambatan enzim kunci dalam metabolisme glukosa, seperti Protein Tirosin Fosfatase 1B (PTP1B), aldosa reduktase, dan α -glukosidase. Senyawa luteolin dan sinensetin menunjukkan afinitas tinggi terhadap PTP1B, yang berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan mengatur kadar glukosa darah. Penghambatan aldosa reduktase oleh 6-hidroksi-5,7,4'-trimetoksiflavon berkontribusi pada pencegahan komplikasi diabetes kronis, sedangkan penghambatan α -glukosidase oleh eupatorin mengurangi penyerapan karbohidrat di usus, menurunkan kadar glukosa darah pasca makan (Amin *et al.*, 2024).

Penurunan kadar glukosa yang signifikan pada uji *in vitro* memperkuat potensi terapeutik flavonoid kumis kucing sebagai agen antidiabetik alami. Profil farmakokinetik yang baik dan evaluasi toksikologi yang menunjukkan keamanan penggunaan tanpa efek mutagenik atau karsinogenik menambah nilai klinis senyawa ini sebagai kandidat obat herbal (Nguyen *et al.*, 2019).

Sinergi dan Profil Farmakologis Flavonoid Kumis Kucing

Potensi sinergi antar senyawa flavonoid dalam ekstrak kumis kucing menjadi aspek penting dalam meningkatkan efektivitas terapi. Kombinasi senyawa dengan mekanisme aksi berbeda namun saling melengkapi, seperti sinensetin dan eupatorin yang memiliki efek diuretik lipofilik serta luteolin

yang kuat sebagai antidiabetik, dapat meningkatkan efektivitas keseluruhan dan mengurangi dosis yang diperlukan, sehingga meminimalkan risiko efek samping.

Profil farmakokinetik flavonoid kumis kucing menunjukkan penyerapan dan distribusi yang baik, meskipun beberapa senyawa memiliki keterbatasan bioavailabilitas. Evaluasi toksikologi mengindikasikan keamanan penggunaan jangka panjang tanpa efek samping serius, memberikan keunggulan dibandingkan obat sintetis yang sering menimbulkan efek merugikan.

Keterbatasan Penelitian dan Rekomendasi

Penelitian ini memiliki keterbatasan, terutama pada data energi bebas Gibbs untuk beberapa senyawa antidiabetik yang belum lengkap, sehingga diperlukan pengukuran lebih lanjut untuk validasi. Uji klinis pada manusia masih terbatas, sehingga efektivitas dan keamanan dalam konteks klinis perlu divalidasi secara menyeluruh. Aspek bioavailabilitas, metabolisme, dan interaksi antar senyawa dalam ekstrak kumis kucing juga perlu dikaji lebih mendalam untuk mengoptimalkan formulasi obat herbal.

Pendekatan omics seperti proteomik dan metabolomik disarankan untuk memperdalam pemahaman mekanisme molekuler dan efek sistemik flavonoid kumis kucing. Studi toksikologi jangka panjang dan interaksi obat juga penting untuk memastikan keamanan penggunaan jangka panjang dan kombinasi dengan terapi lain. Penelitian mengenai potensi sinergi antar senyawa dalam ekstrak kumis kucing sangat penting untuk mengembangkan terapi herbal yang lebih komprehensif dan berkelanjutan (Hasbi *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Senyawa flavonoid yang terkandung dalam tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) memiliki potensi sebagai agen diuretik dan antidiabetik yang efektif. Ekstraksi dan pemurnian flavonoid menghasilkan senyawa utama seperti quercetin, luteolin, sinensetin, dan eupatorin yang menunjukkan aktivitas biologis signifikan. Uji *in vivo* dan *in vitro* membuktikan kemampuan flavonoid dalam meningkatkan ekskresi urin dan menurunkan kadar glukosa darah tanpa efek samping yang merugikan. Studi docking molekuler mendukung hasil tersebut dengan menunjukkan afinitas tinggi flavonoid terhadap protein target. Oleh karena itu, flavonoid kumis kucing dapat dikembangkan sebagai obat herbal alami untuk pengobatan gangguan ginjal dan diabetes mellitus. Namun, diperlukan penelitian lanjutan untuk validasi klinis dan pengembangan formulasi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., Fitria, A. A., Putri, L. N., & Fajrin, A. M. (2025). Analisis Aktivitas Senyawa Flavonoid Rutin yang Dihasilkan oleh Tanaman. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(3), 1109–1114.
- Amin, S., & Harahap, F. S. (2025). ANTIDIABETIK DARI TANAMAN KUMIS KUCING (ORTHOSIPHON STAMINEUS BENTH .) MELALUI PENDEKATAN DOCKING MOLEKULER. *Indonesian Journal of Science*, 1(3), 1350–1355.
- Amin, S., Rusdaita, F. C., & Prasetiawati, R. (2024). Bioinformatics Study : Molecular Docking of Cat Whiskers Flavonoid Compounds for the Development of Antidiabetic Candidates. *Journal of Information System, Technology and Engineering*, 2(4), 331–341.
- Elva Monika, E., Triyandi, R., Dwi Rahayu, I., & Iqbal, M. (2024). Potensi Tanaman Obat pada Penyakit Diabetes Melitus Dan Komplikasinya: Artikel Review. *Junral Medula*, 14(4), 752–757.
- Firnanda, E. E., Atila, H. D., Susilo, N. H. F., Widiyanti, E., & Ramadhan, N. I. (2023). Review: Bioaktivitas Dari Tanaman Kumis Kucing (Orthosiphon aristatus). *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 6(2), 20–31.
- GH, M. (2024). Exploring the Potential of Orthosiphon Stamineus : A Literature Review. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(4), 10835–10842.
- Hasbi, F., Amin, S., & Nofianti, T. (2019). PENAMBATAN SENYAWA KOMPONEN TANAMAN KUMIS KUCING (Orthosiphon stamineus Benth) SEBAGAI DIURETIK MENGGUNAKAN METODE DOCKING. *Pharmacoscript*, 1(1). <https://doi.org/10.36423/pharmacoscript.v1i1.100>
- Kartini, Jayani, N. I. E., Finna, S., & Oktaviyanti, N. D. (2024). *Aplikasi Sidik Jari KLT & FTIR Untuk Analisis Daun Kumis Kucing*. Deepublish.
- Mutia, S., Mulatasih, E. R., & Julaiha, S. (2024). Uji Mutu Ekstrak Etanol Daun Kumis Kucing (Orthosiphon Aristatus (Blume) Miq) Quality Test of Ethanol Extract of Cat ' s Whisker Leaves (Orthosiphon aristatus (Blume) Miq). *Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1), 17–25.
- Rana, A. C., & Gulliya, B. (2019). Chemistry and pharmacology of flavonoids-a review. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 53(1), 8–20. <https://doi.org/10.5530/ijper.53.1.3>
- Salasa, A. M., Ratnah, S., & Abdullah, T. (2021). Kandungan Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kumis Kucing (Orthosiphon stamineus B.). *Media Farmasi*, 17(2), 162. <https://doi.org/10.32382/mf.v17i2.2292>
- Saputri, K. E., Fakhmi, N., Kusumaningtyas, E., Priyatama, D., & Santoso, B. (2016). Docking Molekular Potensi Anti Diabetes Melitus Tipe 2 Turunan Zerumbon Sebagai Inhibitor Aldosa Reduktase Dengan Autodock-Vina. *Chimica et Natura Acta*, 4(1), 16. <https://doi.org/10.24198/cna.v4.n1.10443>
- Sari, I. W., Junaidin, J., & Pratiwi, D. (2020). STUDI MOLECULAR DOCKING SENYAWA FLAVONOID HERBA KUMIS KUCING (Orthosiphon stamineus B.) PADA RESEPTOR α -GLUKOSIDASE SEBAGAI ANTIDIABETES TIPE 2. *Jurnal Farmagazine*, 7(2), 54. <https://doi.org/10.47653/farm.v7i2.194>
- Sari, I. W., Junaidin, & Pratiwi, D. (2020b). Indah Wulan Sari, Junaidin, Dina Pratiwi 2020. *Jurnal Farmagazine*, VII(2), 54–60.
- Septyani, L. V., & Shinta, N. P. M. A. (2021). KANDUNGAN FITOKIMIA DAN AKTIVITAS FARMAKOLOGI Orthosiphon aristatus. *Media Farmasi*, 17(1), 62. <https://doi.org/10.32382/mf.v17i1.2048>
- Suharyanisa, Sitohang R, Purba H.I.D.B, & et al. (2020). Uji Aktivitas Diuretik Infusa Kumis Kucing (Orthosiphon stamineus Benth) Pada Tikus Putih Jantan (Rattus Norvegicus) Galur Wistar. *Jurnal TEKESNON*, 2(1), 104–109.
- Suriyeni, D., Mukarromah, Z., Rosyid Ridho, M., & Ainur Ridho, M. (2024). Eksplorasi Molecular Docking Senyawa Flavonoid Orthosiphon Stamineus B. Reseptor Enzim Siklooksigenase (COX) Sebagai Antiinflamasi. *Blantika: Multidisciplinary Journal*, 2(8), 211–218. <https://doi.org/10.57096/blantika.v2i8.191>