

SENYAWA ALAM KANDIDAT TERAPI KOLESTEROL: TELAAH ENERGI IKATAN PADA NPC1L1 DAN HMG-COA REDUKTASE

Ala Anistia Widya^{1*}, Saeful Amin²

¹² Universitas Bakti Tunas Husada

*Email: alaanistia@gmail.com

Received: 05-05- 2025

Revised: 20-05-2025

Approved: 30-05-2025

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi senyawa alam sebagai terapi alternatif penurunan kolesterol melalui pendekatan *in silico*. Fokus penelitian adalah interaksi senyawa-senyawa tersebut dengan dua target utama metabolisme kolesterol, yaitu reseptor Niemann-Pick C1-Like 1 (NPC1L1) dan enzim HMG-CoA reduktase. Kajian dilakukan dengan metode studi literatur dan telaah artikel ilmiah dari tahun 2015–2024 menggunakan teknik *molecular docking*. Data dikumpulkan melalui pencarian sistematis menggunakan Google Scholar. Hasil menunjukkan bahwa senyawa racemosin, phloretin, trifolin, dan trigonelline memiliki nilai energi ikatan bebas yang rendah terhadap kedua target, menunjukkan afinitas tinggi dan potensi sebagai penghambat metabolisme kolesterol. Studi ini memberikan dasar ilmiah untuk eksplorasi lanjutan melalui uji *in vitro* dan *in vivo* guna mengembangkan terapi kolesterol berbasis bahan alam yang lebih aman dan efektif.

Keywords: Kolesterol, NPC1L1, HMG-CoA Reduktase, Senyawa Alam

ABSTRACT

This study aims to evaluate the potential of natural compounds as alternative cholesterol-lowering therapies through an *in silico* approach. The focus of the research is the interaction of these compounds with two main targets of cholesterol metabolism, namely Niemann-Pick C1-Like 1 (NPC1L1) receptor and HMG-CoA reductase enzyme. The review was conducted using literature study method and review of scientific articles from 2015-2024 using *molecular docking* technique. Data were collected through a systematic search using Google Scholar. Results showed that racemosin, phloretin, trifolin, and trigonelline compounds have low free binding energy values towards both targets, indicating high affinity and potential as inhibitors of cholesterol metabolism. This study provides a scientific basis for further exploration through *in vitro* and *in vivo* tests to develop safer and more effective natural ingredient-based cholesterol therapies.

Keywords: Cholesterol, NPC1L1, HMG-CoA Reductase, Natural compounds

PENDAHULUAN

Hiperkolesterolemia merupakan kondisi medis yang ditandai oleh peningkatan kadar kolesterol dalam darah, terutama kolesterol LDL (low-density lipoprotein), yang memainkan peran sentral dalam perkembangan penyakit kardiovaskular (Oktavia et al., 2021). Penyakit kardiovaskular masih menjadi penyebab utama kematian di seluruh dunia. Aterosklerosis, yaitu penumpukan plak kolesterol di dinding pembuluh darah, dapat mengarah pada komplikasi serius seperti serangan jantung dan stroke (Isma et al., 2025). Oleh karena itu, upaya penanganan hiperkolesterolemia memiliki nilai strategis dalam mencegah morbiditas dan mortalitas yang ditimbulkan oleh penyakit jantung koroner.

Terapi penurun kolesterol yang paling umum digunakan saat ini adalah golongan obat statin. Statin bekerja dengan menghambat aktivitas enzim HMG-CoA reduktase, yang merupakan enzim kunci dalam jalur biosintesis kolesterol di hati dengan mengurangi produksi kolesterol endogen, statin secara efektif menurunkan kadar kolesterol LDL dalam darah (Arfania et al., 2023).

Penggunaan statin dalam jangka panjang telah dilaporkan menimbulkan berbagai

efek samping, termasuk miopati, peningkatan enzim hati, dan potensi resistensi obat (Syenni et al., 2022). Hal ini mendorong kebutuhan mendesak akan terapi alternatif yang lebih aman dan berbasis bahan alam.

Senyawa alam dari tumbuhan obat mulai banyak diteliti sebagai kandidat terapi antikolesterol. Fitokimia seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid telah menunjukkan aktivitas biologis yang menjanjikan sebagai agen hipolipidemik (Husein et al., 2021). Senyawa-senyawa ini berpotensi menurunkan kadar kolesterol melalui berbagai mekanisme, termasuk penghambatan sintesis kolesterol di hati dan pengurangan absorpsi kolesterol di saluran pencernaan (Meida et al., 2024). Namun, untuk mengevaluasi potensi bioaktivitas tersebut secara efisien dan sistematis, pendekatan komputasi seperti metode *in silico* menjadi sangat berguna.

Pendekatan *in silico*, khususnya melalui teknik *molecular docking*, telah menjadi metode penting dalam penyaringan awal senyawa bioaktif (Bumulo et al., 2025). *Molecular docking* adalah simulasi komputer yang digunakan untuk memprediksi interaksi antara molekul kecil (ligan) dan target protein (Putri et al., 2024). Dalam hal ini, dua target utama dalam terapi hiperkolesterolemia yang banyak dikaji adalah Niemann-Pick C1-Like 1 (NPC1L1) dan HMG-CoA Reduktase. NPC1L1 merupakan protein transporter yang berperan dalam absorpsi kolesterol di usus, sedangkan HMG-CoA Reduktase adalah enzim utama dalam sintesis kolesterol endogen di hati (Udin et al., 2021). Inhibisi terhadap kedua protein ini dapat memberikan efek sinergis dalam menurunkan kadar kolesterol darah.

Sejumlah penelitian *in silico* telah mengidentifikasi berbagai senyawa alam dengan potensi penghambatan terhadap NPC1L1 dan HMG-CoA Reduktase. Racemosin, misalnya, diketahui memiliki afinitas ikatan yang tinggi terhadap NPC1L1 (PDB: 6W5T) dengan energi ikatan bebas -182,5 kJ/mol, yang menunjukkan potensi kuat sebagai penghambat absorpsi kolesterol (Ratih et al., 2023).

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya prevalensi hiperkolesterolemia yang menjadi faktor risiko utama penyakit kardiovaskular (Riskayati et al., 2023). Meski terapi dengan statin terbukti efektif, efek samping dan resistensi jangka panjang mendorong pencarian alternatif terapi berbahan alami (Arfania et al., 2023). Studi terbaru menunjukkan bahwa senyawa alami seperti flavonoid, alkaloid, dan triterpenoid memiliki kemampuan menghambat NPC1L1 dan HMG-CoA reduktase (Ratih et al., 2023). Namun, belum banyak kajian komprehensif yang membandingkan energi ikatan senyawa alam terhadap dua target utama ini dalam konteks pengembangan terapi ganda. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengidentifikasi kandidat senyawa melalui pendekatan komputasi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur berbasis *systematic review* untuk mengevaluasi potensi senyawa alam sebagai terapi penurun kolesterol melalui pendekatan *in silico*. Prosedur dimulai dengan identifikasi topik dan rumusan masalah, dilanjutkan dengan pencarian artikel melalui Google Scholar menggunakan kata kunci: “*molecular docking*”, “NPC1L1”, “HMG-CoA reductase”, “senyawa alam”, dan “anti-kolesterol”. Kriteria inklusi yang digunakan mencakup publikasi ilmiah tahun 2015–2024, menggunakan metode *docking*, dan menyebutkan nilai energi ikatan. Artikel yang relevan diseleksi, lalu diekstraksi datanya mencakup nama senyawa, target protein, PDB ID, serta nilai energi ikatan bebas. Data kemudian dianalisis secara deskriptif-komparatif untuk menilai afinitas senyawa terhadap target protein, diagram

alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaah terhadap berbagai artikel yang dianalisis, ditemukan sejumlah literatur yang membahas studi molecular docking dari senyawa-senyawa potensial sebagai agen antikolesterol. Informasi ringkasan dari hasil review tersebut disajikan pada Tabel 1.

Penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa alam memiliki potensi besar dalam menghambat metabolisme kolesterol melalui dua jalur utama, yaitu jalur absorpsi kolesterol di usus (NPC1L1) dan jalur biosintesis kolesterol di hati (HMG-CoA Reduktase). Kedua target ini menjadi titik kritis dalam pengembangan agen hipolipidemik, dan pendekatan *in silico* menjadi alat awal yang sangat berguna untuk mengevaluasi potensi interaksi senyawa dengan target biologis tersebut (Bumulo et al., 2025)

NPC1L1 merupakan protein transporter yang berperan dalam penyerapan kolesterol di usus halus. Penghambatan terhadap protein ini telah terbukti secara klinis mampu menurunkan kadar kolesterol LDL, sebagaimana dilakukan oleh obat ezetimibe (Udin et al., 2021). Dalam studi ini, racemosin ditemukan memiliki energi ikatan bebas sebesar $-182,5$ kJ/mol terhadap NPC1L1 (PDB: 6W5T), nilai yang sangat rendah dan menandakan ikatan yang kuat serta selektif Racemosin sangat kuat terhadap NPC1L1 ($-182,5$ kJ/mol) (Ratih et al., 2023).

Bila dikonversi ke satuan umum, nilai tersebut sekitar $-43,6$ kcal/mol, jauh lebih rendah dibandingkan senyawa lain seperti stigmasterol ($-7,19$ kcal/mol), cycloartenol ($-7,14$ kcal/mol), dan anthocyanin ($-7,0$ kcal/mol) (Rahmawati et al., 2023). Nilai energi ikatan yang lebih negatif menunjukkan kestabilan kompleks ligan-reseptor yang tinggi, yang berarti senyawa tersebut mampu menempati dan berinteraksi kuat dengan sisi aktif protein. Oleh karena itu, racemosin memiliki potensi sebagai inhibitor absorpsi kolesterol dan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif fitofarmaka yang menargetkan NPC1L1.

Tabel 1. Hasil Tinjauan Literatur

No	Metode	Senyawa	Reseptor	PDB	Energi Ikatan Bebas	Referensi
1.	Molecular Docking	Racemosin	NPC1L1	6W5T	-182,5 kJ/mol	(Ratih et al., 2023)
2.	Molecular Docking	Stigmastrol Cycloartenol Anthocyanins	NPC1L1	3QNT	-7,19 kkal/mol -7,14 kkal/mol -7,0 kkal/mol	(Rahmawati et al., 2023)
3.	Molecular Docking	Tamarixetin	HMG-CoA	IHWK	-6,12 kkal/mol	(Komalasari et al., 2024)
4.	Molecular Docking	Piperin	HMG-CoA	-	-317,90 cal/mol	(Umarudin et al., 2024)
5.	Molecular Docking	Urolithin D-glucuronide	HMG-CoA	3CCT	-31,6375 kcal/mol	(Rozano et al., 2015)
6.	Molecular Docking	Phloretin Trifolin Trigonelline	HMG-CoA	1HW9	-64,05 kkal/mol -59,24 kkal/mol -52,76 kkal/mol	(Kurniawati et al., 2023)
7.	Molecular Docking	Cycloartenol Stigmastrol Genistin	HMG-CoA	1DQA	-9,7 kcal/mol -8,75 kcal/mol -7 kcal/mol	(Pinasthika et al., 2023)
8.	Molecular Docking	Sappanone B Brazilin Hematoxylin	HMG-CoA	1HW9	-7,71 kkal/mol -7,34 kkal/mol -7,00 kkal/mol	(Luhung et al., 2024)

HMG-CoA Reduktase merupakan enzim kunci dalam biosintesis kolesterol endogen yang berlangsung di hati. Statin sebagai penghambat enzim ini telah lama menjadi terapi lini pertama dalam pengobatan dislipidemia (Arfania et al., 2023). Dalam studi ini, beberapa senyawa menunjukkan afinitas tinggi terhadap HMG-CoA Reduktase, antara lain phloretin (-64,05 kcal/mol), trifolin (-59,24 kcal/mol), dan trigonelline (-52,76 kcal/mol) (Kurniawati et al., 2023). Nilai energi ini sangat kompetitif bahkan dibandingkan dengan senyawa standar seperti genistein (-7 kcal/mol) atau tamarixetin (-6,12 kcal/mol) yang menandakan Phloretin, trifolin, dan trigonelline unggul terhadap HMG-CoA Reduktase

(-64,05 hingga -52,76 kkal/mol) (Pinasthika et al., 2023).

Senyawa urolithin D-glucuronide juga tercatat memiliki energi ikatan bebas sebesar -31,63 kkal/mol (Rozano et al., 2015). Meskipun tidak sekuat phloretin, nilai tersebut tetap mencerminkan adanya ikatan aktif yang berarti terhadap target enzim. Senyawa lain seperti piperin (-317,90 cal/mol) dilaporkan memiliki potensi, tetapi perbedaan satuan dan tidak disebutkannya PDB target menyulitkan interpretasi lebih lanjut (Umarudin et al., 2024)

Berdasarkan hasil ini, senyawa phloretin dan turunannya dapat diklasifikasikan sebagai kandidat unggul dalam menekan produksi kolesterol melalui jalur biosintesis hepatik. Efek ini dapat bersinergi jika dikombinasikan dengan senyawa penghambat NPC1L1 seperti racemosin, menghasilkan strategi terapi ganda yang menargetkan dua mekanisme utama metabolisme kolesterol. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengobatan hiperkolesterolemia adalah terapi kombinasi. Dengan menargetkan lebih dari satu jalur, efek penurunan kolesterol dapat dicapai secara lebih maksimal dan dengan dosis lebih rendah, sehingga potensi efek samping juga dapat ditekan (Puspaningdyah et al. 2020). Racemosin sebagai inhibitor NPC1L1 dan phloretin sebagai inhibitor HMG-CoA Reduktase, bila digunakan bersamaan, berpotensi memberikan efek sinergis yang belum banyak dieksplorasi.

Selain itu, pengembangan sediaan farmasi dari senyawa tersebut dapat diarahkan pada teknologi drug delivery system yang meningkatkan stabilitas, kelarutan, dan bioavailabilitas senyawa aktif (Amin et al., 2025). Misalnya, penggunaan nanopartikel atau enkapsulasi liposom yang telah terbukti mampu mengoptimalkan pengantaran zat aktif ke target organ.

Meskipun hasil molecular docking memberikan informasi awal yang menjanjikan, pendekatan ini masih bersifat prediktif. Interaksi aktual di dalam tubuh sangat kompleks dan melibatkan banyak variabel yang tidak dimodelkan dalam simulasi komputer. Oleh karena itu, validasi eksperimental diperlukan, baik melalui uji in vitro menggunakan kultur sel, maupun in vivo pada hewan coba, untuk mengevaluasi efektivitas biologis serta aspek farmakokinetik dan toksikologinya (Syenni et al., 2022).

Selain itu, terdapat tantangan dalam standarisasi hasil docking, seperti perbedaan format data (misalnya cal/mol vs kkal/mol), variasi metode simulasi, serta ketidakkonsistenan pelaporan kode PDB protein target. Untuk pengembangan riset ke depan, diperlukan metode yang lebih komprehensif seperti molecular dynamic simulation atau integrasi dengan analisis QSAR (Quantitative Structure Activity Relationship) (Amin et al. 2025).

Keberhasilan interaksi senyawa terhadap target protein sangat dipengaruhi oleh struktur kimia dan keberadaan gugus fungsional tertentu yang berperan dalam membentuk ikatan hidrogen, van der Waals, maupun interaksi hidrofobik sebagai contoh, phloretin, yang merupakan turunan flavonoid, memiliki cincin aromatik dan gugus hidroksil yang dapat berikatan dengan sisi aktif HMG-CoA Reduktase melalui ikatan hidrogen dan π - π stacking (Amin et al., 2024). Struktur ini diduga menjadi alasan utama mengapa phloretin menunjukkan afinitas sangat tinggi dalam simulasi docking (Kurniawati et al., 2023). Demikian pula, racemosin mengandung gugus heterosiklik dan donor-akseptor ikatan hidrogen yang memungkinkan interaksi kompleks dengan protein NPC1L1. Struktur planar dan polaritas tinggi memungkinkan senyawa ini menyesuaikan diri dengan sisi aktif protein yang sempit, sehingga menurunkan energi ikatan bebas (Ratih et al., 2023). Dengan memahami hubungan struktur-aktivitas ini (SAR), pengembangan derivat atau modifikasi senyawa induk dapat dilakukan untuk

meningkatkan selektivitas dan potensi bioaktivitas.

Pendekatan terapi hipolipidemik berbasis bahan alam sangat relevan dalam era pengobatan modern, terutama dalam konteks terapi individualisasi dan pengobatan preventif. Banyak pasien mengalami intoleransi terhadap statin, seperti miopati atau peningkatan enzim hati (Syenni et al., 2022). sehingga senyawa berbasis tumbuhan dengan toksisitas yang lebih rendah bisa menjadi solusi jangka panjang.

Lebih lanjut, senyawa dengan afinitas sedang seperti genistein, stigmasterol, dan urolithin D-glucuronide mungkin tidak cukup kuat untuk digunakan sebagai monoterapi, tetapi bisa dikombinasikan dengan senyawa yang lebih poten atau digunakan dalam fase pemeliharaan setelah terapi awal dengan statin. Terapi kombinasi ini membuka kemungkinan penerapan dalam skema terapi berjenjang berdasarkan risiko pasien, ketersediaan obat, serta pertimbangan farmakoekonomi.

Dengan meningkatnya minat terhadap produk alami dan pengobatan berbasis tumbuhan, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan fitofarmaka (Amin et al. 2025). Untuk meningkatkan efektivitasnya, senyawa aktif dapat diformulasikan dalam bentuk modern seperti emulgel, nanoemulsi, atau liposom, yang terbukti dapat meningkatkan kelarutan, penetrasi membran biologis, dan stabilitas senyawa. Misalnya, senyawa seperti phloretin yang bersifat lipofilik akan mendapat keuntungan dari formulasi berbasis nanopartikel untuk memperbaiki bioavailabilitas oral.

Di sisi lain, senyawa seperti trigonelline yang memiliki gugus polar cenderung cepat dieliminasi dari tubuh, sehingga formulasi lepas lambat (sustained-release) dapat menjadi strategi untuk memperpanjang durasi aksi farmakologinya (Rizwanullah et al., 2018). Validasi lanjutan *in vitro*/*in vivo* tetap perlu dilakukan.

KESIMPULAN

Hasil kajian *in silico* menunjukkan bahwa senyawa racemosin, phloretin, trifolin, dan trigonelline memiliki afinitas tinggi terhadap protein NPC1L1 dan HMG-CoA Reduktase. Racemosin berpotensi sebagai inhibitor absorpsi kolesterol, sedangkan phloretin dan trifolin efektif menghambat biosintesis kolesterol. Pendekatan molecular docking terbukti efisien dalam menyaring kandidat senyawa bioaktif. Kombinasi senyawa terhadap dua target metabolisme kolesterol membuka peluang pengembangan terapi ganda yang lebih efektif dan aman. Penelitian lanjutan secara *in vitro* dan *in vivo* diperlukan untuk validasi lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada yang telah mendukung penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., Alisa Arman, S., & Bakti Tunas Husada, U. (2025). Formulasi Dan Evaluasi Mouthwash Mengandung Ekstrak Bunga Honje Laka (*Etlingera Hemisphaerica*) Dan Minyak Atsiri Daun Kemangi (*Ocimum Basilicum*): Studi Tentang Aktivitas Antimikroba Terhadap *Streptococcus Mutans*. *Journal Of Public Health Science (Jophs)*, 2(1).
- Amin, S., Aulia, L., Salsabila, A., & Prasetyo, A. A. (2024). *Pencarian Kandidat Obat Baru Sebagai Inhibitor Main Protease Sars-Cov-2 Dari Senyawa Aktif Tanaman Andrographis Paniculata: Studi In-Silico*. www.Penerbitlitnus.Co.Id

- Amin, S., Aulia, N., Sudrajat, R., Amelya, R., & Zahra, N. (2025). Aplikasi Cococrystallization Dan Molecularly Imprinted Polymer (Mip) Dalam Kimia Medisinal: Optimalisasi Bioavailabilitas Dan Selektivitas Obat-Sharealike 4.0 International (Cc By-Sa 4.0). In *Indonesian Research Journal On Education Web Jurnal Indonesian Research Journal On Education* (Vol. 5).
- Amin, S., & Nabila, L. S. (2025). Review Artikel: Peran Pendekatan In Silico Dalam Kimia Medisinal Untuk Perancangan Senyawa Antibiotik Baru. *Indonesian Journal Of Science*, 1(6).
- Arfania, M., Twua Mangunsong, D., Hamjah, R., & Fariza, W. (2023). Efektivitas Terapi Obat Golongan Statin Terhadap Pasien Dislipidemia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 2023(16), 550–554. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8251366>
- Bidan, J., Palu, C., Kelurahan, D., Bajo, L., Banawa, K., Donggala Riskayati, K., & Ifandi, S. (2023). *Deteksi Penyakit Tidak Menular (Ptm) Kolesterol Melalui Pemeriksaan Point Of Care Test (Poct)*. 5(2), 11–19. <https://doi.org/10.47303/jbcp.v2i2>
- Bumulo, N., Aman, L. O., Kilo, J. La, La Kilo, A., Salimi, Y. K., & Arviani, A. (2025). In Silico Study Of The Potential Of Moringa Oleifera Secondary Metabolites As A-Glucosidase Inhibitors. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Education*, 5(1). <https://doi.org/10.37311/ijpe.v5i1.28749>
- Husein, S. G., Sundalian, M., & Husna, N. (2021). Review: Analisis Komponen Senyawa Kimia Krokot (*Portulaca Oleraceae* L. Dan *Portulaca Grandiflora* Hook.). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(2), 317–327. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i2.278>
- Isma, J., Usman, S., Hasan, F. E., Fauzi, A. Z., & Hasan, A. (2025). *Upaya Pencegahan Penyakit Jantung Koroner Melalui Kegiatan Deteksi Dini Dislipidemia Pada Siswa Kelas Xii Sma Negeri 1 Soropia*. 5(1). <https://doi.org/10.59818/jpm.v5i1.937>
- Komalasari, E., Susanti, & Mardianingrum, R. (2024). Uji In Silico Turunan Kuersetin Sebagai Penurun Kolesterol Ldl Dari Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*). *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 13(1), 46–56. <https://doi.org/10.51887/jpfi.v13i1.1851>
- Kurniawati, A., Rahman, N., Kemenkes Malang, P., & Timur, J. (2023). Potensi Ekstrak Etanol Biji Bunga Telang (*C. Ternatea* L.) Sebagai Agen Antihiperlipidaemia (Studi In Silico). In *Jurnal Farmasi Dan Herbal* (Vol. 5). <http://ejournal.delihusada.ac.id/index.php/jpfh>
- Luhung, A., Shefelin, K., Adiputri, N. I., Deliyana, A. N., Colin, M. N., Claudiana, N. S. E., & Nuwarda, R. F. (2024). In Silico Study Of Flavonoid From *Caesalpinia Sappan* L. Against Hmg-Coa Reductase As Antihypercholesterolemia. In *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Science And Technology Journal Homepage* (Vol. 6, Issue 3). <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/>
- Meida Fitri, D., Farm, S., Farm, M., Fahira, N., & Septiani Barus, M. (2024). *Penurunan Kolesterol Pada Mencit Jantan Putih (Mus Musculus) Dengan Menggunakan Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L.)*.
- Oktavia, N. (2021). *Korelasi Kadar Protein C-Reaktif Dengan Rasio Kolesterol Total / Hdl Pada Penyandang Obes Di Rsup. Dr. M. Djamil Padang*.
- Pinasthika, G. P., Airlangga, R. M. H., & Damayanti, D. S. (2023). *Potensi Senyawa Aktif Biji Kacang Tunggak (Vigna Unguiculata) Sebagai Anti-Dislipidemia: Studi In Silico*.
- Puspaningdyah, E., & Herawati, D. (2020). Kombinasi Bilakupu (Biji Labu Kuning Dan Kunyit Putih) Dalam Menurunkan Hiperkolesterolemia. *Jurnal Sainhealth*, 4(1).
- Putri, T. Z. A. D., Findrayani, R. P., Isrul, M., & Lolok, N. (2024). Studi Molecular Docking Senyawa Kimia Dari Herba Putri Malu (*Mimosa Pudica*) Terhadap Inhibisi Enzim

- A-Glukosidase Sebagai Antidiabetes Melitus. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(4), 225–233. <https://doi.org/10.54883/jpmw.V3i4.104>
- Rahmawati, A., Kurniawan, D., & Damayanti, S. (2023). *Stigmasterol Dari Biji Kacang Tunggak (Vigna unguiculata) Berpotensi Sebagai Penghambat Absorpsi Kolesterol Melalui Penghambatan Npc111 Dan Aktivasi Abcg5: Studi In Silico*. 1–12. <http://rscb.org/pdb/>,
- Ratih, D., & Sari, T. (2023). Potensi Senyawa Racemosinin Sebagai Inhibitor Absorpsi Kolesterol Secara In Silico. In *Seminar Nasional Prodi Farmasi Unipma (Snapfarma)* (Vol. 2023). <http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/snapfarma>
- Rizwanullah, M., Amin, S., Mir, S. R., Fakhri, K. U., & Rizvi, M. M. A. (2018). Phytochemical Based Nanomedicines Against Cancer: Current Status And Future Prospects. In *Journal Of Drug Targeting* (Vol. 26, Issue 9, Pp. 731–752). Taylor And Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/1061186x.2017.1408115>
- Rozano, L., Zamawi, M. R. A., Ahmad, M. A., & Jaganath, I. B. (2015). *Comparative Docking Study Of “Dukung Anak” Phytonutrient Compounds With Anti-Cholesterol Properties*. 77, 2180–3722. <http://mordred.bioc.cam.ac.uk>
- Syenni Datu, O., Lebang, J. S., & Rumondor, M. (2022). Pengaruh Pemberian Sari Buah Salak (Salacca Zalacca) Terhadap Profil Lipid Dan Berat Badan Tikus Model Hiperlipidemia Dan Obesitasda Beberapa Varietas. In *Jurnal Mipa* (Vol. 11, Issue 1).
- Udin, B., & Kholifah, E. (2021). Mekanisme Kerja Obat Antidislipidemia. In *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi* (Vol. 2021).
- Umarudin, U., Anggi Yusufi, F., Dwi Aristyawan, A., Renaisansa, R., & Farmasi Surabaya, A. (2024). Deteksi Senyawa Piperine Dari Cabe Jawa (Piper retrofractum Vahl) Untuk Terapi Anti Hiperkolesterolemia Studi In Silico. *Jurnal Komunitas Farmasi Nasional*, 04.