

Pendekatan Kimia Medisinal dalam Penemuan Senyawa Antiretroviral Baru: Integrasi Komputasi dan Perspektif Klinis di Era Resistensi HIV

Saeful Amin¹, Pradipta Apryan Sevrizal², Muhammad Haikal Alamsyah³, Vicky Novia Sapitri⁴

^{1,2,3,4} Program Studi S1 Farmasi Universitas Bakti Tunas Husada

Corresponding Author: Pradipta Apryan Sevrizal, e-mail: pradiptaapryansevrizal@gmail.com

Published: April ,2025

ABSTRAK

Meningkatnya kasus resistensi terhadap terapi antiretroviral (ARV) menuntut pendekatan inovatif dalam penemuan obat HIV yang lebih efektif dan selektif. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji pendekatan kimia medisinal terkini dalam penemuan dan pengembangan senyawa antiretroviral, khususnya melalui integrasi metode komputasi dan evaluasi klinis. Penelitian ini merupakan studi literatur berbasis analisis sistematis terhadap artikel primer nasional dan internasional dalam lima tahun terakhir. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pencarian literatur elektronik menggunakan database ilmiah terkemuka, dengan seleksi berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi. Analisis dilakukan secara naratif dan deskriptif-kritis terhadap efektivitas metode *in silico* (molecular docking, QSAR, AI-assisted screening) serta karakteristik klinis pasien HIV/AIDS di Indonesia. Hasil kajian menunjukkan bahwa senyawa alami dan sintetik yang ditargetkan pada enzim HIV-1 (reverse transkriptase, protease, integrase) menunjukkan potensi aktivitas antivirus yang menjanjikan, terutama setelah dilakukan optimasi struktur dan prediksi farmakokinetik. Penemuan ini mendukung pentingnya pemanfaatan kimia medisinal berbasis struktur dan teknologi komputasi sebagai strategi utama dalam melawan resistensi ARV. Kesimpulan dari kajian ini menekankan perlunya penguatan validasi eksperimental dan kolaborasi lintas sektor guna mempercepat pengembangan kandidat obat antiretroviral generasi baru yang lebih efektif, aman, dan terjangkau.

Kata Kunci: HIV/AIDS, antiretroviral, kimia medisinal, *in silico*, resistensi obat, desain berbasis struktur

ABSTRACT

*The increasing cases of resistance to antiretroviral therapy (ARV) require an innovative approach in the discovery of more effective and selective HIV drugs. This article aims to review the current medicinal chemistry approach in the discovery and development of antiretroviral compounds, especially through the integration of computational methods and clinical evaluation. This study is a literature study based on systematic analysis of national and international primary articles in the last five years. Data collection techniques were carried out through electronic literature searches using leading scientific databases, with selection based on inclusion-exclusion criteria. The analysis was carried out narratively and descriptively-critically on the effectiveness of *in silico* methods (molecular docking, QSAR, AI-assisted screening) and the clinical characteristics of HIV/AIDS patients in Indonesia. The results of the study indicate that natural and synthetic compounds targeted at HIV-1 enzymes (reverse transcriptase, protease, integrase) show promising potential for antiviral activity, especially after structural optimization and pharmacokinetic prediction. These findings support the importance of utilizing structure-based medicinal chemistry and computational technology as the main strategy in combating ARV resistance. The conclusion of this study emphasizes the need to strengthen experimental validation and cross-sector collaboration to accelerate the development of new generation antiretroviral drug candidates that are more effective, safe, and affordable..*

Key Word: HIV/AIDS, antiretroviral, medicinal chemistry, *in silico*, drug resistance, structure-based design

PENDAHULUAN

Human Immunodeficiency Virus (HIV) masih menjadi salah satu isu kesehatan global yang paling mendesak abad ini, dengan perkiraan 39 juta orang hidup dengan HIV pada akhir tahun 2022 menurut data WHO. Di Indonesia, prevalensi infeksi HIV menunjukkan tren yang terus meningkat dari tahun ke tahun, terutama pada kelompok usia produktif dan remaja (Sutrasno et al., 2022). Di tengah upaya penanggulangan berbasis terapi antiretroviral (ARV), masalah resistensi obat, efek samping jangka panjang, dan keterbatasan efektivitas pada subpopulasi tertentu menjadi tantangan baru yang membutuhkan intervensi berbasis inovasi ilmiah (Oktafiani & Putrie, 2023)

Human Immunodeficiency Virus (HIV) adalah virus yang menyebabkan infeksi sel-sel dalam fisik manusia serta melemahkan sistem imun manusia yang akan mudah menyerang berbagai penyakit. HIV salah satu virus yang menyebabkan Acquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS). AIDS merupakan kumpulan tanda dan peradangan yang terjadi karena rusaknya sistem kekebalan tubuh manusia akibat infeksi virus (Utami et al., 2023). Virus HIV masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga cara, yaitu melalui hubungan seksual (heteroseksual maupun homoseksual), secara horizontal yaitu kontak antar darah seperti transfusi darah, dan secara vertikal dari ibu yang terinfeksi ke bayi secara intrapartum, perinatal, dan menyusui / melalui ASI (Sutrasno et al., 2022)

Kimia medisinal menawarkan pendekatan strategi dalam penemuan obat HIV yang lebih efektif dan selektif, dengan memanfaatkan metode komputasi seperti *desain obat berbasis struktur* dan *docking molekuler* untuk menarget enzim vital HIV seperti reverse transkriptase, protease, dan integrase (Amin, n.d.). Penelitian *in silico* telah banyak menunjukkan potensi senyawa alami dan sintetik dalam menghambat replikasi HIV-1, namun belum seluruhnya inovatif dengan pemahaman terhadap dinamika resistensi klinis dan karakteristik pasien di Indonesia. Hal ini menciptakan kesenjangan antara inovasi desain molekul dan kebertermaan terapi dalam praktik klinis.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pendekatan molekuler terhadap senyawa bioaktif, seperti flavonoid dari tanaman *Allium tuberosum*, memiliki potensi sebagai inhibitor HIV-1 reverse transkriptase (Arini Nabila Putri et al., 2022). Hasil docking senyawa myricetin menunjukkan energi ikatan yang kompetitif, namun belum banyak dijelaskan dengan parameter farmakokinetik dan validasi *in vivo*. Kesenjangan ini menandai perlunya integrasi pendekatan kimia medisinal dengan evaluasi berbasis data klinik dan bioinformatika dalam skema penemuan ARV modern.

Di sisi lain, formulasi baru seperti nanopartikel dan prodrug telah dikembangkan untuk mengatasi hambatan bioavailabilitas senyawa ARV, namun implementasinya masih terbatas pada studi

eksperimental di luar negeri (Sever et al., 2024; Woldu, 2024). Pengembangan berbasis senyawa lokal atau tanaman Indonesia yang ditargetkan secara komputasi dan diuji toksisitasnya secara *in silico* juga masih sangat minim, padahal potensi biodiversitas Indonesia sangat luas untuk dikaji dalam konteks farmasi klinis (Ruswanto et al., 2018).

Selain aspek molekuler dan farmakokinetik, penting pula memperhatikan konteks sosial dan karakteristik klinis pasien HIV di Indonesia. Studi literatur menunjukkan bahwa sebagian besar pasien merupakan laki-laki usia produktif dengan infeksi oportunistik dominan seperti kandidiasis (Sutrasno et al., 2022), sementara pengetahuan remaja terkait HIV/AIDS masih rendah (Martilova, 2020), sehingga pendidikan dan desain terapi yang kontekstual menjadi keharusan (Risko Faristiana et al., 2023; Suminar et al., 2023).

Meskipun banyak pendekatan telah dilakukan, masih sedikit kajian yang secara khusus mengintegrasikan hasil *pemodelan molekuler* dengan resistensi klinis dan pendekatan edukatif dalam satu kerangka penelitian. Oleh karena itu, artikel ini hadir untuk meninjau secara komprehensif perkembangan benua dalam penemuan senyawa antiretroviral berbasis kimia medisinal yang dikombinasikan dengan pendekatan komputasi dan evaluasi karakteristik klinis di Indonesia.

Tujuan utama dari artikel ini adalah untuk menyajikan wawasan literatur sistematis terhadap pengembangan senyawa antiretroviral baru melalui pendekatan kimia medisinal, dengan tekanan pada inovasi *in silico*, resistensi obat, dan relevansi dengan konteks klinis nasional. Secara teoritis, artikel ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap metodologi penemuan obat berbasis komputasi dan farmakologi, serta secara praktis mendukung strategi pengembangan ARV yang lebih tepat sasaran dan relevan secara sosial.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan sistematis-literatur untuk mengkaji perkembangan terkini dalam penemuan senyawa antiretroviral (ARV) berbasis kimia medisinal, yang mengintegrasikan perspektif *in silico* dan klinis. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk mengeksplorasi dan mensintesis informasi dari berbagai penelitian primer dalam waktu lima tahun terakhir yang berkaitan langsung dengan topik HIV/AIDS, resistensi ARV, dan desain obat berbasis struktur (Amin, n.d.; Dickter & Ross, 2023).

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari publikasi ilmiah yang diperoleh melalui penelusuran database akademik bereputasi seperti PubMed dan Google Scholar. Studi yang digunakan merupakan artikel penelitian primer, baik nasional maupun internasional, dengan fokus utama pada pengembangan senyawa ARV, mekanisme resistensi HIV, pendekatan kimia medisinal, serta karakteristik klinis pasien HIV/AIDS. Untuk menjaga keterkinian dan relevansi, hanya artikel yang terbit dalam kurun waktu 2019–2025 yang dimasukkan ke dalam analisis (Arini Nabila Putri et al., 2022;

Suryawan et al., 2023)

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pencarian literatur secara sistematis pada berbagai basis data ilmiah, dengan fokus pada publikasi yang membahas HIV-1, desain senyawa antiretroviral, pendekatan komputasi dalam penemuan obat, molekuler docking, resistensi terhadap terapi HIV, serta kajian klinis pasien HIV. Artikel yang dipilih disaring menggunakan kriteria inklusi, tulisan yaitu berbahasa Indonesia atau Inggris, termasuk jenis penelitian eksperimental atau kuasi-eksperimental, dan secara khusus membahas pengembangan maupun efektivitas senyawa antiretroviral (Arini Nabila Putri et al., 2022)

Analisis data dilakukan melalui pendekatan sintesis tematik, di mana setiap artikel yang lolos seleksi diekstraksi informasinya dan berdasarkan metode yang digunakan (*in silico*, *in vitro*, uji klinik), target enzim HIV, senyawa yang diuji, serta hasil efektivitas dan toksisitas. Proses ini memungkinkan menampilkan tren penelitian dan pengidentifikasian kesenjangan ilmiah yang masih terbuka (Hidayati et al., 2018; Ruswanto et al., 2018). Data disusun dalam matriks berbasis tema untuk memudahkan proses interpretasi dan penyusunan argumen sistematis dalam pembahasan.

Validitas kajian literatur dijaga melalui strategi triangulasi sumber dan perbandingan hasil antar artikel. Selain itu, menggunakan perangkat lunak manajemen referensi (Mendeley) untuk mengutip kutipan dan menghindari duplikasi data. Studi yang meremehkan validitas metodologinya (misalnya tidak menyertakan data uji atau hasil statistik) tidak disertakan dalam sintesis akhir (Sutrasno et al., 2023; Faristiana et al., 2023).

Meskipun tidak melibatkan subjek manusia secara langsung, artikel ini mengkaji populasi penelitian yang melibatkan data klinis pasien HIV/AIDS, seperti usia, jenis kelamin, tingkat CD4, dan infeksi oportunistik umum yang terjadi. Oleh karena itu, relevansi terhadap kondisi lokal Indonesia menjadi pertimbangan dalam pemilihan sumber data (Oktafiani & Putrie, 2023; Sutrasno et al., 2022). Penggunaan metode komputasi dalam artikel yang dikaji sebagian besar mengandalkan teknik docking molekuler, pemodelan QSAR, dan penyaringan virtual dengan perangkat lunak seperti AutoDock, SwissADME, dan Biovia Discovery Studio. Beberapa penelitian juga memanfaatkan aturan Lipinski dan prediksi toksisitas *in silico* sebagai pelengkap evaluasi awal aktivitas senyawa (Amin, n.d.; Arini Nabila Putri et al., 2022)

Metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang utuh dan mendalam tentang potensi pendekatan kimia medisinal dalam penemuan senyawa ARV baru. Hasil kajian tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif bagi pengembangan penelitian lanjutan, serta menjadi acuan penting bagi pengambil kebijakan dan peneliti di bidang farmasi, kesehatan masyarakat, dan bioinformatika.

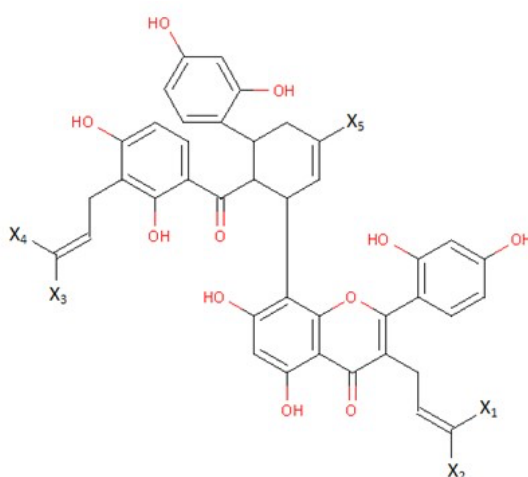
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil telaah sistematis dari artikel-artikel primer yang dijelaskan menunjukkan bahwa pendekatan *in silico* dengandengan metode molekuler docking merupakan strategi paling dominan dalam proses penemuan senyawa antiretroviral baru. Studi-studi tersebut menargetkan enzim kunci dalam replikasi HIV seperti reverse transkriptase, integrase, dan protease. Misalnya, penelitian oleh Amin & Ansyirohanisa (2025) identifikasi senyawa kuwanon-H dan luteolin yang menunjukkan afinitas ikatan cukup tinggi terhadap reverse transkriptase, masing-masing dengan energi bebas ikatan sebesar -7,3 dan -6,5 kcal/mol. Senyawa myricetin dari *Allium tuberosum* juga menunjukkan juga menunjukkan hasil yang menjanjikan terhadap protease HIV-1 dengan energi ikat sebesar -8,10 kkal/mol, yang melebihi nilai kontrol dari senyawa standar (Arini Nabila Putri et al., 2022). Temuan ini menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dan derivatnya berpotensi sebagai kandidat antiretroviral berbasis struktur.

1. Tabel 1. Energi Ikat Senyawa Kandidat ARV terhadap Enzim HIV-1

Nama Senyawa	Target Enzim	Energi Ikat (kcal/mol)
Kuwanon-H	Reverse Transcriptase	-7.3
Luteolin	Reverse Transcriptase	-6.5
Myricetin	Protease	-8.1
Curcumin	Protease	-9.6

Gambar 1. Kuwanon H, X₁, X₂, X₃, X₄, X₅ adalah substituen (Marvin Sketch)



Sumber : (Ruswanto et al., 2018)

Selain aktivitas biologi, sebagian besar artikel juga melaporkan hasil optimasi struktur senyawa dan prediksi farmakokinetik menggunakan pendekatan *in silico*. Evaluasi terhadap parameter Lipinski's Rule of Five menunjukkan bahwa sebagian besar senyawa yang diuji memenuhi kriteria molekul seperti obat. Dalam studi Ruswanto dkk. (2020), senyawa kuwanon-H setelah optimasi struktur mengalami

peningkatan kelarutan dan logP yang lebih stabil. Sementara itu, uji toksisitas virtual terhadap myricetin menunjukkan bahwa senyawa ini tidak bersifat mutagen berdasarkan uji Ames dan tidak karsinogenik terhadap hewan uji, meskipun bersifat toksik terhadap tumbuhan alga (Rohmatullailah & Fikriyah, 2021). Penemuan ini menjadi nilai tambah dalam validasi awal untuk uji lanjutan secara *in vitro* maupun *in vivo*.

Dari sisi klinis, karakteristik pasien HIV/AIDS di Indonesia yang dijelaskan dari jurnal-jurnal menunjukkan bahwa infeksi paling banyak terjadi pada kelompok usia produktif (25–49 tahun), sebagian besar berjenis kelamin laki-laki, dengan tingkat CD4 < 200 sel/mm³, dan infeksi oportunistik yang paling sering adalah kandidiasis (Sutrasno et al., 2022). Informasi ini penting untuk mendukung strategi desain obat yang relevan dengan kebutuhan pasien di lapangan, yaitu obat yang bekerja cepat, meminimalkan toksisitas, dan sesuai dengan kondisi imunologis pasien. Data dari laporan Faristiana dkk. (2023) dan Suminar dkk. (2023) juga menunjukkan adanya keterbatasan pengetahuan di masyarakat, khususnya remaja, terhadap HIV/AIDS yang berkontribusi pada peningkatan kasus baru, memperkuat urgensi pengembangan terapi yang lebih aksesibel.

Dari segi teknologi penghantaran obat, beberapa penelitian terbaru mulai mengembangkan strategi formulasi inovatif seperti penggunaan nanopartikel dan sistem penghantaran berbasis lipid. Woldu dkk. (2024) mengembangkan sistem nanokapsul untuk senyawa maraviroc guna meningkatkan efikasi dan mengurangi efek samping gastrointestinal. Hal serupa dilaporkan oleh Sever et al. (2024) yang berhasil menginkorporasikan senyawa ARV dalam sistem nanopartikel biodegradable sehingga meningkatkan bioavailabilitas. Formulasi ini diharapkan menjadi solusi terhadap tantangan terapi jangka panjang dan resistensi yang terus berkembang.

Pembahasan terhadap temuan ini memperkuat dasar teori dalam kimia medisinal bahwa efektivitas senyawa obat sangat ditentukan oleh interaksi spesifik dengan target biologi serta kemampuan farmakokinetik yang optimal (Núñez et al., 2025). Ketepatan desain molekul berbasis struktur menjadi kunci penting dalam menghasilkan senyawa yang tidak hanya aktif secara biologis tetapi juga aman dan mudah diformulasikan. Temuan ini sejalan dengan pendekatan penemuan obat modern yang berbasis integrasi antara bioinformatika, sintesis kimia, dan data klinik (Smith et al., 2021).

Namun demikian, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan. Kebanyakan penelitian masih terbatas pada tahap *in silico* atau uji awal *in vitro*, dan belum banyak dilakukan validasi eksperimental lanjutan. Hal ini menjadi hambatan dalam penelitian translasional menuju uji klinik. Selain itu, pendekatan personalisasi terapi berdasarkan karakteristik pasien lokal masih jarang diangkat sebagai variabel utama dalam desain senyawa. Oleh karena itu, ke depan diperlukan pengembangan pipeline penelitian yang terintegrasi dari *desain molekuler* hingga evaluasi klinik awal berbasis populasi di Indonesia.

Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam peta perkembangan

strategi penemuan senyawa ARV yang lebih efisien dan kontekstual. Selain memperkuat fondasi teori kimia medis, artikel ini juga menganjurkan arah baru dalam pengembangan terapi HIV/AIDS yang responsif terhadap resistensi resistensi dan ketidakefektifan obat yang ada. Kajian ini juga menjadi dasar untuk mendukung kolaborasi lintas disiplin antara ahli kimia farmasi, klinisi, dan epidemiolog guna menciptakan terapi antiretroviral generasi baru yang lebih presisi dan inklusif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan kimia medisinal, khususnya melalui metode *in silico* seperti *molekuler docking*, memiliki kontribusi signifikan dalam penemuan senyawa antiretroviral baru yang lebih optik dan efisien. Beberapa senyawa turunan flavonoid dan polifenol menunjukkan potensi kuat sebagai penghambat enzim kunci dalam replikasi HIV, baik dari segi afinitas ikatan maupun profil toksisitas yang dapat diterima. Sementara itu, konteks klinis pasien HIV/AIDS di Indonesia menekankan perlunya pengembangan senyawa yang tidak hanya efektif secara biologis, tetapi juga sesuai dengan karakteristik pasien lokal, terutama pada usia produktif dengan status imun rendah. Penggunaan strategi formulasi modern seperti sistem penghantaran berbasis nanopartikel juga membuka peluang baru dalam meningkatkan bioavailabilitas dan menurunkan efek terapi samping jangka panjang. Penelitian ini memberikan arah penting bagi pengembangan terapi HIV berbasis struktur, serta membuka jalan untuk integrasi antara desain molekul, evaluasi farmakokinetik, dan adaptasi klinis dalam satu kerangka penelitian yang komprehensif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan adanya validasi eksperimental dari senyawa-senyawa hasil prediksi *in silico*, serta eksplorasi lebih lanjut terhadap senyawa bioaktif dari biodiversitas lokal Indonesia yang belum banyak dikaji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada Dr. Saeful Amin atas peran dan kontribusinya yang begitu berarti dalam proses penyusunan artikel ini. Pemikiran-pemikiran visioner beliau dalam pendekatan kimia medisinal serta ketekunannya dalam mengarahkan strategi pemilihan referensi ilmiah telah menjadi fondasi penting dalam memperkuat struktur kajian yang dibangun. Melalui diskusi-diskusi yang mendalam dan arahan metodologis yang presisi, penulis mendapatkan banyak perspektif baru yang memperkaya arah analisis penelitian ini.

Selain itu, penghargaan juga diberikan atas dukungan yang diberikan dalam hal teknis dan akademik, yang menciptakan suasana produktif dan penuh semangat selama proses penyusunan naskah berlangsung. Tidak hanya dalam bentuk bimbingan langsung, tetapi juga melalui semangat kolaboratif dan kehadiran ilmiah beliau yang menginspirasi, proses penulisan ini dapat berjalan dengan lebih terarah

dan terintegrasi. Segala bentuk bantuan dan keterlibatan, baik eksplisit maupun implisit, telah memberikan kontribusi yang nyata terhadap kedalaman substansi serta kebermaknaan ilmiah artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. (n.d.). *KEMAJUAN DALAM PENGEMBANGAN SENYAWA ANTIRETROVIRAL: PERSPEKTIF*. 1(6), 1362–1368.
- Arini Nabila Putri, Taufik Muhammad Fakhri, & Dina Mulyanti. (2022). Uji Aktivitas In Silico Senyawa Turunan Flavonoid sebagai Antiviral (HIV). *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2), 1–8. <https://doi.org/10.29313/bcsp.v2i2.4699>
- Dickter, J. K., & Ross, J. A. (2023). *in Patients with Cancer and Transplant Recipients*. October, 1–5.
- Hidayati, N. R., Setyaningsih, I., & Pandanwangi, S. (2018). Tingkat kepatuhan pasien HIV/AIDS terhadap penggunaan obat anti retroviral (ARV) di RSUD Gunung Jati Cirebon. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 14(2), 58–66. <https://doi.org/10.20885/jif.vol14.iss2.art1>
- Martilova, D. (2020). Faktor Yang Mempengaruhi Pengetahuan Remaja Dalam Pencegahan Hiv Aids Di Sma N 7 Kota Pekanbaru Tahun 2018. *JOMIS (Journal of Midwifery Science)*, 4(1), 63–68. <https://doi.org/10.36341/jomis.v4i1.1072>
- Núñez, I., Caro-Vega, Y., MacDonald, C., Mosqueda, J. L., Piñeirúa-Menéndez, A., & Matthews, A. A. (2025). Comparative effectiveness of bictegravir versus dolutegravir, raltegravir, and efavirenz-based antiretroviral therapy among treatment-naïve individuals with HIV. *European Journal of Internal Medicine*, 133(May 2024), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2025.01.013>
- Oktafiani, D., & Putrie, I. R. (2023). Resistensi Human Immunodeficiency Virus (HIV) dan Mekanisme Kerja Antiretroviral. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*, 8(2), 34–40.
- Risiko Faristiana, A., Oktafiana, H., Widarto, H. S., & Akyunina, Q. (2023). Upaya Penanggulangan dan Pencegahan Penyakit HIV/AIDS Bagi Masyarakat di Desa Bungkok Efforts to Overcome and Prevent HIV/AIDS for Communities in Bungkok Village. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia (JPMI)*, 2(3), 82–94.
- Rohmatullailah, D., & Fikriyah, D. (2021). Faktor Risiko Kejadian HIV Pada Kelompok Usia Produktif di Indonesia. *Jurnal Biostatistik, Kependudukan, Dan Informatika Kesehatan*, 2(1), 45. <https://doi.org/10.51181/bikfokes.v2i1.4652>
- Ruswanto, R., Nofianti, T., Mardianingrum, R., & Lestari, T. (2018). Desain dan Studi In Silico Senyawa Turunan Kuwanon-H sebagai Kandidat Obat Anti-HIV. *Jurnal Kimia VALENSI*, 4(1), 57–66. <https://doi.org/10.15408/jkv.v4i1.6867>
- Sever, B., Otsuka, M., Fujita, M., & Ciftci, H. (2024). A Review of FDA-Approved Anti-HIV-1 Drugs, Anti-Gag Compounds, and Potential Strategies for HIV-1 Eradication. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(7). <https://doi.org/10.3390/ijms25073659>
- Smith, S. J., Zhao, X. Z., Passos, D. O., Lyumkis, D., Burke, T. R., & Hughes, S. H. (2021). Integrase strand transfer inhibitors are effective anti-hiv drugs. *Viruses*, 13(2), 1–28. <https://doi.org/10.3390/v13020205>
- Suminar, E., Fitrihanur, W. L., & ... (2023). Sosialisasi Tindakan Preventif HIV/AIDS Pada Remaja di SMP Muhammadiyah 4 Gresik. *Jurnal ...*, 6(2), 88–95.
- Suryawan, N. W., Bachrun, E., Prayitno, S., Bhakti, S., Mulia, H., Relationship, T., Parenting, B., & Behavior, S. (2023). *JPKM Jurnal Profesi Kesehatan Masyarakat*. 4(1), 1–7.
- Sutrasno, M. A., Yulia, N., Rumana, N. A., & Fannya, P. (2022). Literature Review Gambaran Karakteristik Pasien HIV/AIDS di Fasilitas Pelayanan Kesehatan di Indonesia. *Jurnal Manajemen Informasi Dan Administrasi Kesehatan (JMIK)*, 5(1), 50–59.
- Utami, I. T., Prakoeswa, F. R. S., Lestari, N., & Ichsan, B. (2023). Hubungan Tingkat Pengetahuan dengan Stigma Masyarakat Terhadap Infeksi HIV / AIDS di Indonesia : Literature Review. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 23(1), 99–107. <https://doi.org/10.24815/jks.v23i1.24678>
- Woldu, M. A. (2024). Enhancing antiretroviral efficacy : a comprehensive exploration of liposomal and receptor - targeted drug delivery for HIV. *Discover Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s44337-024->

