

Hubungan Lama Terapi ARV Dengan Kadar *Viral Load* pada Pasien ODHA

Adiyono Fadhil Munasir¹, Yustiana Arie Suwanto^{2*}, Nurul Umami Rofiah³, Ahmad Muhyi⁴

¹⁻⁴Program Studi Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Wahid Hasyim, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

*Penulis Korespondensi: dryustin.fk@unwahas.ac.id

Abstract. HIV (Human Immunodeficiency Virus) is a virus that attacks the immune system. Viral load is a key indicator in monitoring HIV, where higher viral load indicates a worsening condition in the patient and can lead to the progression of the disease to AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome). Viral load can also predict the likelihood of opportunistic infections, which are the leading causes of morbidity and mortality in individuals with HIV and AIDS. Objective: To analyze the relationship between the duration of ARV therapy and viral load in PLWHA at RSUP Dr. Kariadi Semarang in 2025. Results: The Spearman correlation test ($r_s = -0.405$; $p = 0.002$) shows a significant negative correlation between the duration of ARV therapy and viral load in PLWHA. The longer the patient undergoes ARV therapy, the lower the viral load. Among patients who have undergone therapy for more than 12 months, 80.43% had an undetectable viral load, while in the 6–12 month therapy group, only 33.33% had an undetectable viral load. Conclusion: There is a significant relationship between the duration of ARV therapy and viral load. Longer ARV therapy tends to lower viral load in PLWHA. Further research is needed to understand the factors that influence viral load and the effectiveness of ARV therapy.

Keywords: ARV; Duration of Therapy; PLWHA; Spearman Correlation; Viral Load.

Abstrak. HIV (Human Immunodeficiency Virus) adalah virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh. *Viral load* merupakan indikator utama dalam pemantauan HIV, dimana semakin tinggi *viral load* menandakan kondisi pasien semakin buruk dan dapat menyebabkan perkembangan penyakit menjadi AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome). *Viral load* juga dapat memprediksi kemungkinan terjadinya infeksi oportunistik, yang merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada penderita HIV dan AIDS. Tujuan: menganalisis hubungan antara lama terapi ARV dengan kadar *viral load* pada ODHA di RSUP Dr. Kariadi Semarang pada tahun 2025. Hasil: uji korelasi *Spearman* ($r_s = -0,405$; $p = 0,002$) menunjukkan hubungan negatif signifikan antara lama terapi ARV dan *viral load* pada ODHA. Semakin lama pasien menjalani terapi ARV, semakin rendah kadar *viral load*. Pasien yang menjalani terapi lebih dari 12 bulan, 80,43% memiliki *viral load* yang tidak terdeteksi, sementara pada kelompok terapi 6–12 bulan, hanya 33,33% yang memiliki *viral load* tidak terdeteksi. Kesimpulan: Terdapat hubungan signifikan antara durasi terapi ARV dan *viral load*. Terapi ARV yang lebih lama cenderung menurunkan kadar *viral load* pada ODHA. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi *viral load* dan efektivitas terapi ARV.

Kata kunci: ARV; Beban Virus; Durasi Terapi; Korelasi *Spearman*; ODHA.

1. PENDAHULUAN

HIV dan AIDS saat ini masih menjadi masalah kesehatan global yang dapat berdampak besar terhadap kualitas hidup penderita. HIV merupakan virus imunodefisiensi yang menyerang sistem kekebalan tubuh.(Mardhatillah dkk., 2021) Salah satu indikator utama dalam pemantauan penderita HIV adalah pengukuran kadar *viral load*, karena semakin tinggi kadar *viral load* menunjukkan semakin buruk kondisi pasien sehingga dapat menyebabkan perkembangan penyakit menuju stadium AIDS dan memprediksi kemungkinan terjadinya infeksi oportunistik yang merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada penderita HIV dan AIDS.(Agbo., 2023) Disisi lainnya, lama terapi antiretroviral (ARV) juga berperan penting dalam menurunkan kadar *viral load*, yang dimana semakin lama pasien menjalani

terapi, maka penurunan *viral load* cenderung lebih signifikan sehingga risiko perkembangan menuju AIDS dapat ditekan.(Fahrani dkk., 2023)

HIV memiliki angka prevalensi yang tinggi di dunia, tahun 2023 ditemukan sekitar 1,3 juta kasus baru dan 39,9 juta penderita HIV di dunia. Kasus HIV di tiga negara paling banyak yaitu Afrika Selatan (9,2 juta), Tanzania (7,49 juta) dan Mozambik (2,48 juta). Adapun kasus HIV pada Asia Tenggara tertinggi pada Thailand dengan 580.000, sedangkan Indonesia menempatkan urutan kedua di Asia Tenggara dengan 570.000 kasus HIV.(Unaid, 2024) Menurut Kemenkes 2023, berdasarkan usia pada kelompok remaja dan dewasa muda (usia 20-29 tahun) sebagai penyumbang lebih dari 50% kasus baru HIV di Indonesia, diikuti kelompok umur 30-39 tahun (31,4%), kelompok umur 40-49 tahun (14,4%), dan sisanya terjadi pada usia < 20 tahun. Adapun dengan jenis kelamin laki laki sebanyak (71%) dan perempuan (29%).(Kementerian kesehatan RI., 2023) Menurut data Dinas Kesehatan Jawa Tengah 2023, didapatkan sebanyak 3.464 kasus HIV dan 1608 kasus AIDS.(Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah., 2023) Data dari Dinas Kesehatan Kota (DKK) Semarang tahun 2023, kasus HIV yang ditemukan terbanyak sama dengan Kemenkes yaitu pada usia produktif (usia 25 – 49 tahun) sebanyak 59,9%. Jumlah kasus HIV ini mengalami peningkatan sebanyak 27 orang dari tahun sebelumnya (tahun 2022), namun 11 orang diantaranya berakhir dengan kematian yang disebabkan adanya infeksi oportunistik dari AIDS.(Dinas Kesehatan Kota Semarang., 2023)

Kasus HIV sering dialami pada pekerja seks, kaum LSL (laki-laki seks dengan laki-laki), pengguna narkoba suntik, dan orang transeksual. Faktor yang lain berhubungan dengan kejadian HIV antara lain pekerjaan (58,8%), pengetahuan reproduksi buruk (45,1%), riwayat penggunaan narkoba suntik (penasun) (78,4%), kegiatan seksual beresiko (68,6%), dan sisanya dari faktor sosial ekonomi dan perilaku individu.(Bossonario et al., 2022; Beltran et al., 2022; Nugraha dkk., 2024)

Pada dasarnya, kondisi klinis HIV berkaitan dengan kadar *viral load*. Hal ini dipengaruhi oleh efektivitas terapi ARV yang dihubungkan dengan lama pemberian terapi ARV. Terdapat penelitian sebelumnya pasien ODHA dengan lama terapi 6-89 hari dapat menurunkan kadar *viral load* hingga 14 *copies/ml*, bahkan pada ibu hamil dengan HIV, pemberian ARV >6 bulan membantu menurunkan *viral load* awal kehamilan dan menekan risiko penularan.(Fahrani dkk., 2023; Jacob et al., 2025) Efektivitas terapi ARV juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya usia, jenis kelamin, stadium klinis, kepatuhan terapi, akses geografis dan pemahaman pasien tentang konsumsi terapi ARV.(Ajeh et al., 2021; Tekpa et al., 2024) Evaluasi perbaikan klinis pasien ODHA selama konsumsi terapi ARV, dapat dilakukan pemeriksaan kadar CD4, yaitu menggambarkan jumlah sel limfosit T, sel ini

berperan penting dalam sistem kekebalan tubuh dengan beredar di seluruh tubuh untuk melawan bakteri.(Battistini et al., 2025)

Infeksi oportunistik (IO) terjadi akibat penurunan kekebalan tubuh. IO mempengaruhi tingkat keparahan HIV hingga mencapai AIDS dan seringkali hingga kematian.(Alamsyah dan Vita, 2024) Semakin tinggi kadar *viral load* berisiko yang besar terhadap adanya infeksi oportunistik, sistem imunitas tubuh yang semakin melemah, ditandai dengan menurunnya kadar sel T-CD 4 <200.(Kurniawati dkk., 2022) Hal ini sejalan dengan teori imunopatogenesis bahwasannya semakin melemahnya imunitas tubuh penderita HIV akan menjadikan perburukan untuk melawan virus sehingga perlu dilakukan pemantauan kadar *viral load*.(Esmail et al., 2024)

Tingkat kematian AIDS di Kota Semarang mengalami kenaikan, hal ini menjadi masalah yang serius. Menurut data dari DKK Semarang, tercatat masih tingginya angka kasus HIV lebih dari 400 kasus setiap tahunnya, didominasi kelompok usia 25–49 tahun, laki-laki, dan pekerja, dengan kenaikan angka kematian akibat AIDS mencapai 11 orang (Dinas Kesehatan Kota Semarang., 2023). Kondisi ini menunjukkan perlunya kajian lebih lanjut, karena *viral load* merupakan indikator utama keberhasilan terapi dan prognosis pasien. Namun, belum banyak penelitian yang secara komprehensif melihat hubungan lama terapi penderita ODHA dengan kadar *viral load* di Semarang. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan informasi yang bermanfaat bagi tenaga kesehatan dalam monitoring pasien serta menjadi dasar untuk menurunkan angka komplikasi dan kematian pada ODHA.

2. METODE PENELITIAN

Desain

Penelitian ini menggunakan analitik observasional dengan desain *cross-sectional*. Bertujuan untuk menganalisis hubungan lama terapi ARV dengan kadar *viral load*. Analisis data secara kuantitatif menggunakan menggunakan *software* SPSS versi 29.

Objek

Objek pada penelitian ini merupakan penderita HIV dan AIDS di RSUP Dr. Kariadi Semarang pada tahun 2025. Teknik pengambilan objek dalam penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu yang ditetapkan oleh peneliti yang sesuai dengan tujuan penelitian. Yang dimana meliputi penderita HIV dan AIDS yang masih berobat di RSUP Dr. Kariadi Semarang, menjalani pengobatan minimal 6 bulan, melakukan pemeriksaan kadar CD4 dan kadar *viral load* dalam kurun waktu 1 tahun terakhir.

Pengumpulan Data

Data diambil dari rekam medis elektronik (RME) penderita HIV dan AIDS di RSUP Dr. Kariadi pada periode 1 Januari - 31 Desember 2025. Total sampel sesuai kriteria inklusi dan eksklusi sebanyak 58 pasien

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui rekam media penderita ODHA di RSUP Dr. Kariadi Semarang dan telah mendapatkan izin penelitian. Selanjutnya, peneliti memilih dan menetapkan sampel sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Data yang telah diperoleh selanjutnya dikelompokkan sesuai variabel penelitian dan dilakukan analisis untuk menjawab tujuan penelitian.

Analisis Data

Analisis data secara univariat (untuk menggambarkan distribusi frekuensi dan persentase dari usia, jenis kelamin, kadar CD4 dan infeksi oportunistik) dan bivariat (untuk mengetahui hubungan antara lama terapi sebagai variabel bebas dengan kadar *viral load* sebagai variabel terikat) menggunakan uji statistik uji korelasi *Spearman*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Karakteristik Subjek

Jumlah sampel yang digunakan sejumlah 58 yang merupakan pasien ODHA di RSUP Dr. Kariadi pada tahun 2025. Data sampel dapat dikategorikan berdasarkan karakteristik pasien ODHA berdasarkan usia, jenis kelamin, kadar CD4, lama terapi, kadar *viral load*, infeksi oportunistik yang ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi dan persentase.

Tabel 1. Karakteristik pasien ODHA.

No	Karakteristik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
1	Usia pasien ODHA		
	a. Anak-anak (0-18 tahun)	20	34.5
	b. Dewasa (19-59 tahun)	37	63.8
	c. Lansia (>60 tahun)	1	1.7
2	Jenis kelamin pasien ODHA		
	a. Laki-laki	32	55.2
	b. Perempuan	26	44.8
3	Lama terapi		
	a. 6-12 bulan	12	21
	b. >12 bulan	46	79
4	Kadar CD4 (sel/ μ L)		
	a. CD4 <200	10	17,2
	b. CD4 $\geq$ 200	48	82,8
5	<i>Viral Load</i> (copies/ml)		

a. Tidak terdeteksi (<50)	41	70,7
b. 50 – ≤1000	10	17,2
c. >1000	7	12,1
6 Infeksi oportunistik (IO)		
a. Ya	15	25,9
b. Tidak	43	74,1

(Sumber : Data Penelitian 2025)

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa dari 58 penderita ODHA mayoritas berada pada usia dewasa 19-59 tahun sebanyak 37 pasien atau 36.8% dan terjadi pada laki-laki dengan jumlah 32 pasien (55.2%). Hasil penelitian ini menunjukkan kelompok yang menjalani terapi ARV antara 6-12 bulan, sebagian besar pasien (58,3%) masih memiliki kadar CD4 <200, sementara 41,7% memiliki kadar CD4 ≥200. Sebaliknya, pada kelompok yang menjalani terapi ARV >12 bulan, mayoritas pasien (93,5%) memiliki kadar CD4 ≥200. Berdasarkan kadar *viral load* (VL), untuk VL>1000 sebanya 7 orang (12,1%) dengan CD4<200 yang ditemukan 4 orang mengalami infeksi oportunistik. Kadar VL 50 – ≤1000 didapatkan 17,2% dari total 10 orang pasien HIV, tetapi hanya 5 orang yang memiliki CD4<200 dan mengalami infeksi oportunistik.

Distribusi Frekuensi Kadar *Viral Load* Berdasarkan Lama Terapi

Tabel 2. frekuensi kadar *viral load* berdasarkan lama terapi.

Lama Terapi (bulan)	Nilai rata-rata	Kadar <i>Viral Load</i>			Total
		Tidak Terdeteksi (<50) (%)	Terdeteksi 50–≤1000 (%)	Terdeteksi >1000 (%)	
6–12	1.92	4 (33.33)	5 (41.67)	3 (25)	12
>12	1.28	37 (80.43)	5 (10.87)	4 (8.70)	46
Total		41	10	7	58

(Sumber : Data Penelitian 2025)

Hasil Tabel 2 menunjukkan bahwa pada kelompok pasien yang menjalani terapi ARV selama 6–12 bulan, rata-rata *viral load* adalah 1,92, dengan prevalensi terbanyak (41,67%) pada *viral load* 50-≤1000 kopi/ml, sedangkan kelompok yang menjalani terapi lebih dari 12 bulan, rata-rata *viral load* lebih rendah, yaitu 1,28, sebanyak 80,43% pasien memiliki *viral load* sudah menurun dalam kategori tidak terdeteksi. Secara keseluruhan, terapi ARV yang lebih lama menunjukkan hasil yang lebih baik dalam menurunkan kadar *viral load*.

Hubungan lama terapi dengan kadar *viral load* pada ODHA

Tabel 3. Hasil uji korelasi spearman lama terapi ARV dengan kadar *viral load*.

Variabel	N	r_s	<i>p-value</i>
Lama terapi – <i>Viral load</i>	58	-0,405	0,002

(Sumber : Data Penelitian 2025)

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi *Spearman* (Tabel 3), terdapat hubungan signifikan antara lama terapi ARV dan kadar *viral load* pada pasien ODHA dengan hubungan korelasi negatif yang menunjukkan adanya hubungan dengan kekuatan sedang, yang mengindikasikan pengaruh yang cukup kuat meskipun tidak sangat tinggi.

Pembahasan

Karakteristik Pasien ODHA

Usia pasien ODHA

Dominasi usia dewasa dalam penelitian ini sejalan dengan epidemiologi HIV yang terutama terjadi pada usia produktif. Menurut data Kemenkes, sekitar 70% ODHA berada pada rentang usia 25–49 tahun dan sejak tahun 2023 telah dilaporkan bahwa 16% infeksi baru global terjadi pada usia 15–24 tahun. Tingginya kasus pada usia produktif berkaitan dengan aktivitas seksual yang berisiko. (Kementerian kesehatan RI., 2023; UNAIDS., 2024) Usia dewasa muda yang telah menikah memiliki risiko 2,54 kali lebih besar tertular HIV melalui hubungan seksual, terutama tanpa penggunaan kondom. (Rohmatullailah dan Fikriyah., 2021; Bossonario et al., 2022) Pada anak-anak, infeksi HIV umumnya terjadi melalui transmisi vertikal, anak dengan HIV memiliki gangguan sistem imun atau lebih rentan terhadap infeksi, sehingga pencegahan transmisi ibu terhadap anaknya melalui terapi ARV selama kehamilan menjadi sangat penting. (Chen et al., 2022; Salvi et al., 2025)

Jenis kelamin

Kasus HIV yang ditemukan tetap lebih banyak pada laki-laki, sejalan dengan laporan Kemenkes yang mengaitkannya dengan kelompok risiko seperti laki-laki seks dengan laki-laki (LSL) dan perilaku seksual berisiko. (Kementerian kesehatan RI., 2023). Berbeda dengan penelitian Najmah, prevalensi kejadian lebih banyak pada perempuan karena perempuan sering kali ketergantungan pada pasangan dan keterbatasan akses layanan kesehatan, yang dapat memengaruhi kondisi klinis saat memulai terapi. (Najmah dan Davies., 2020). Secara klinis dan imunologis, perbedaan jenis kelamin dapat memengaruhi respons terhadap terapi ARV melalui variasi hormonal, hormon estrogen pada perempuan berpotensi meningkatkan respons imun sedangkan laki-laki memiliki ekspresi CCR5 yang lebih tinggi sehingga lebih rentan terhadap infeksi. (Moran et al., 2022; Sciarra et al., 2023) Namun, keberhasilan supresi *viral load* tidak hanya ditentukan oleh jenis kelamin, melainkan juga oleh faktor lain seperti waktu inisiasi terapi dan kepatuhan.

Berdasarkan lama terapi dan kadar CD4

Kelompok pasien yang menjalani terapi ARV selama 6–12 bulan menunjukkan sebagian besar masih memiliki CD4 <200 sel/mm³ (58,3%), yang menunjukkan kondisi immunosupresi, sementara pada kelompok dengan terapi lebih dari 12 bulan, hampir semua pasien (93,5%) mencapai CD4 ≥ 200 sel/mm³, yang menandakan pemulihan sistem imun yang lebih stabil. Durasi terapi ARV berperan penting dalam meningkatkan jumlah sel CD4 dan memperbaiki status imun pasien, dengan penurunan *viral load* yang signifikan seiring dengan penurunan replikasi virus, yang lebih efektif pada pasien dengan terapi lebih lama. Terapi ARV yang lebih lama memungkinkan supresi replikasi virus dan perbaikan immunitas. (Fiseha et al., 2022; Kanani et al., 2024) Terapi ARV jangka panjang dapat memperbaiki interaksi antar sel T (CD4/CD8), meningkatkan respons imun adaptif termasuk pemulihan fungsi makrofag dan sel NK dalam mengidentifikasi dan menghancurkan patogen, memperbaiki keseimbangan sistem imun dengan meningkatkan kualitas hidup pasien yang ditandai dengan semakin menurunnya kadar *viral load*. (Zhang et al., 2020)

Berdasarkan kombinasi kadar CD4, kadar viral load dan infeksi oportunistik pada pasien ODHA

Kombinasi CD4 rendah dan *viral load* tinggi berisiko tinggi terhadap infeksi oportunistik. *Viral load* yang tidak terdeteksi berperan besar dalam mencegah infeksi. Penurunan *viral load* yang signifikan pada pasien dengan terapi ARV lebih dari 12 bulan berhubungan erat dengan pengurangan kejadian IO, karena terapi yang lebih lama dapat menekan replikasi virus dan memberikan kesempatan bagi sistem imun untuk pulih. (Trisnashanti dkk., 2025) Terdapat penelitian sebelumnya bahwa pasien dengan CD4 rendah dan *viral load* yang tidak tersupresi memiliki risiko IO lebih tinggi dibanding pasien dengan CD4 lebih tinggi dan *viral load* yang terkontrol. (Kurniawati dkk., 2022)

Hubungan Lama Terapi ARV dengan Kadar Viral Load pada Pasien ODHA

Penurunan *viral load* yang signifikan ($p=0,02$) pada pasien yang menjalani terapi ARV lebih lama, membantu menciptakan kondisi tubuh yang lebih stabil dan mendukung pemulihan sistem imun. Terapi jangka panjang meningkatkan interaksi antara sel T CD4 (berfungsi sebagai pengatur utama dalam respons imun) dengan CD8 dan makrofag (membantu menghancurkan sel yang terinfeksi). Terapi yang lebih lama mengakibatkan CD8 dapat bekerja lebih efisien sehingga membantu mengontrol infeksi HIV. (Battistini et al., 2025; Gandla et al., 2025) Terapi ARV yang berkelanjutan juga mengurangi inflamasi sistemik dengan menurunkan kadar sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α , IL-6, dan IL-1, dapat merusak jaringan tubuh dan memperburuk kondisi pasien. Penurunan inflamasi ini juga meningkatkan fungsi

makrofag, sel pembunuh yang berperan dalam melawan infeksi. Terapi ARV jangka panjang juga memperbaiki fungsi sel NK berperan dalam melawan sel terinfeksi atau sel tumor. (Esmail dkk., 2024; Gunawan dkk., 2026) Secara keseluruhan, terapi ARV yang lebih lama tidak hanya menurunkan *viral load*, tetapi juga memperbaiki keseimbangan imun tubuh dengan meningkatkan aktivitas sel T (CD4/CD8), makrofag, dan sel NK, yang secara keseluruhan meningkatkan respons imun tubuh terhadap infeksi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan: (1) Terdapat hubungan yang bermakna antara lama terapi ARV dan kadar *viral load* dengan arah korelasi negatif. (2) Lama terapi >12 bulan untuk mendapat kadar *viral load* tidak terdeteksi (<50 *copies/ml*) sebanyak 80,43%, berbeda dengan lama terapi 6-12 bulan cenderung lebih rendah hanya sebanyak 33,3%. (3) Karakteristik subjek penelitian menunjukkan bahwa sebagian 63,8% berada pada kelompok usia dewasa dan 55,2% berjenis kelamin laki-laki. (4) Sebagian besar pasien (93,5%) dengan lama terapi ARV >12 bulan dengan kadar CD4 ≥ 200 sel/mm³. (5) Hanya 7% pasien ODHA dengan kadar CD4 <200 dan kadar *viral load* >1000 dengan risiko infeksi oportunistik.

DAFTAR REFERENSI

- Agbo, C. A. (2023). Assessing rehabilitation counselling as a tool for the psychological adjustment of persons with disabilities infected with HIV/AIDS: A case study of Vom Christian Hospital, Plateau State, Nigeria. *Disputationes Scientifical Universitatis Catholicae in Ružomberok*, 23(2), 68–79. <https://doi.org/10.54937/dspt.2023.23.2.68-79>
- Ajeh, R. A., Gregory, H. E., Thomas, E. O., et al. (2021). Determinants of retention in HIV antiretroviral treatment (ART) in the Cameroon International Epidemiology Database to Evaluate AIDS (IeDEA) study clinics: The context of the HIV treat all strategy in Cameroon. *Pan African Medical Journal*, 40, 129. <https://doi.org/10.11604/pamj.2021.40.129.22642>
- Alamsyah, A., & Purba, C. V. G. (2024). Hubungan kepatuhan terapi ARV terhadap viral load dan infeksi oportunistik. *Al-Tamimi Kesmas: Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 13(2), 167–173. <https://doi.org/10.35328/kesmas.v13i2.2800>
- Battistini Garcia, S. A., Zubair, M., & Guzman, N. (2025). CD4 cell count and HIV. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513289/>
- Beltran, R. M., et al. (2022). Social determinants of disease: HIV and COVID-19 experiences. *Current HIV/AIDS Reports*, 19(1), 101–112. <https://doi.org/10.1007/s11904-021-00595-6>

- Bossonario, P. A., Ferreira, M. R. L., Andrade, R. L. P., et al. (2022). Risk factors for HIV infection among adolescents and youth: A systematic review. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 30(spe), e3697. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6264.3697>
- Chen, J., et al. (2022). The effect of age on CD4+ T-cell recovery in HIV-suppressed adult participants: A sub-study from AIDS Clinical Trial Group (ACTG) A5321 and the Bone Loss and Immune Reconstitution (BLIR) study. *Immunity & Ageing*, 19(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s12979-021-00260-x>
- Dinas Kesehatan Kota Semarang. (2023). *Profil kesehatan Kota Semarang tahun 2023*. <https://dinkes.semarangkota.go.id>
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. (2023). *Profil kesehatan Jawa Tengah tahun 2023*. <https://dinkesjatengprov.go.id>
- Esmail Nia, G., Mohammadi, M., Sharifzadeh, M., Ghalamfarsa, G., & Bolhassani, A. (2024). The role of T regulatory cells in the immunopathogenesis of HIV: Clinical implications. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 28(5), 103866. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2024.103866>
- Fahrani, C. L., Romadi, R., Nuswantoro, A., Wahdaniah, W., & Aditia, A. (2023). Efektivitas mengonsumsi obat antiretroviral dalam menurunkan angka viral load pada ODHA. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 33, 56–62. <https://doi.org/10.34011/jmp2k.v33i1.1934>
- Fiseha, T., Ebrahim, H., Ebrahim, E., & Gebreweld, A. (2022). CD4+ cell count recovery after initiation of antiretroviral therapy in HIV-infected Ethiopian adults. *PLoS ONE*, 17, e0265740. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265740>
- Gandla, S., Nakka, R., et al. (2025). Biological and social predictors of HIV-1 RNA viral suppression in ART treated PWLH in Sub-Saharan Africa. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 10, 24. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed10010024>
- Gunawan, C. K., Sumarpo, A., & Indrati, A. R. (2026). Immune dysregulation in HIV-TB co-infection: Role of cytokines and T cell biomarkers—A narrative review. *Pathogens*, 15(1), 51. <https://doi.org/10.3390/pathogens15010051>
- Jacob, N., et al. (2025). Impact of evolving maternal antiretroviral therapy guidelines on vertical transmission of HIV in the Western Cape, South Africa. *PLoS ONE*, 20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0328612>
- Kanani, K., Rajdev, S., & Mullan, S. (2024). Optimizing HIV care: Insights from CD4 count, viral load, and demographic factors in a tertiary care centre of South Gujarat. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 51, 100696. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2024.100696>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Laporan perkembangan HIV AIDS & Penyakit Infeksi Menular Seksual (PIMS) Triwulan I Tahun 2023*. <https://siha.kemkes.go.id>
- Kurniawati, V. V., Harioputro, D. R., & Susanto, A. J. (2022). Evaluasi kadar sel CD4, viral load, dan neutrophil lymphocyte ratio (NLR) terhadap infeksi oportunistik pada pasien HIV/AIDS. *Biomedika*, 14, 99–107. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v14i2.17299>
- Mardhatillah, M., Febrianti, D., Sulaiman, Z., & Said, S. (2021). Hubungan pengetahuan siswa tentang HIV dan AIDS dengan stigma terhadap ODHA di SMAN 5 Makassar.

Edumaspul: Jurnal Pendidikan, 5, 451–457.
<https://doi.org/10.33487/edumaspul.v5i1.1235>

- Moran, J. A., Turner, S. R., & Marsden, M. D. (2022). Contribution of sex differences to HIV immunology, pathogenesis, and cure approaches. *Frontiers in Immunology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.905773>
- Najmah, Andajani, S., & Davies, S. G. (2020). Perceptions of and barriers to HIV testing of women in Indonesia. *Sexual and Reproductive Health Matters*, 28, 1848003. <https://doi.org/10.1080/26410397.2020.1848003>
- Nugraha, F. R., Aryawati, W., & Febriani, C. A. (2024). Analisis faktor yang berhubungan dengan kejadian HIV/AIDS pada laki-laki di wilayah kerja Puskesmas Simpung Bandar Lampung tahun 2023. *Professional Health Journal*, 5(2), 608–618. <https://doi.org/10.54832/phj.v5i2.686>
- Rohmatullailah, D., & Fikriyah, D. (2021). Faktor risiko kejadian HIV pada kelompok usia produktif di Indonesia. *Jurnal Biostatistik, Kependudukan, dan Informatika Kesehatan*, 2. <https://doi.org/10.7454/bikfokes.v2i1.1022>
- Salvi, M., et al. (2025). Understanding HIV-exposed uninfected children: A narrative review. *Viruses*, 17, 442. <https://doi.org/10.3390/v17030442>
- Sciarra, F., Campolo, F., Franceschini, E., Carlomagno, F., & Venneri, M. (2023). Gender-specific impact of sex hormones on the immune system. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 6302. <https://doi.org/10.3390/ijms24076302>
- Tekpa, G., et al. (2024). Retention on antiretroviral therapy and drivers of lost-to-follow up in the Central African Republic: A longitudinal analysis. *Journal of the International AIDS Society*, 27, e26387. <https://doi.org/10.1002/jia2.26387>
- Trisnashanti, D. P., Romdhoni, A. C., & Arfijanto, M. V. (2025). Analysis factors affecting opportunistic infections in women HIV in Dr Soetomo Hospital. *Indonesian Midwifery and Health Sciences Journal*, 9, 88–97. <https://doi.org/10.20473/imhsj.v9i1.2025.88-97>
- UNAIDS. (2024). *The urgency of now: AIDS at a crossroads (Global AIDS report 2024)*. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. <https://www.unaids.org>
- Zhang, Q., Yu, X., Wu, T., et al. (2020). Immunological and virological responses in older HIV-infected adults receiving antiretroviral therapy: An evidence-based meta-analysis. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 83(4), 323–333. <https://doi.org/10.1097/QAI.0000000000002266>