P-ISSN: 2774-4574 ; E-ISSN: 363-4582
TRILOGI, 7(3), Juli-Sep 2026 (242-252)
@2026 Lembaga Penerbitan, Penelitian,
dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP3M)
Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo
DOI: 10.33650/trilogi.v7i3.16017

Gambaran Karakteristik Pasien HIV Berdasarkan Hasil Viral Load GeneXpert di Puskesmas Umbulharjo 1 Tahun 2025

Celestial Jewel Sarah Bakter
Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia
celestialsarahhh@gmail.com

Nazula Rahma Shafriani
Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia
nazula.rahma@unisayogya.ac.id

Windi Sawitri
Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia
windi_258@yahoo.com

Abstract

HIV remains a major public health concern that requires continuous monitoring. Viral load testing is an important indicator for assessing the virological condition of people living with HIV and monitoring their response to antiretroviral therapy. Describing patient characteristics based on viral load results is important to identify the distribution of viral load status among HIV patients in healthcare facilities. This study aimed to describe the characteristics of HIV patients based on viral load test results using GeneXpert at Umbulharjo 1 Public Health Center in 2025 and to determine the association between patient characteristics, including sex, age group, population group, and residence, and viral load status. This study used an observational design with a cross-sectional approach. Secondary data were obtained from HIV patient registers and GeneXpert examination reports at Umbulharjo 1 Public Health Center from January to December 2025. Of the 156 patient records initially identified, 152 met the inclusion criteria and were included as the study sample using total sampling. Univariate analysis was performed to describe the frequency and percentage distributions of patient characteristics and viral load status. Bivariate analysis was conducted to assess the association between patient characteristics and viral load status using Odds Ratios (ORs), 95% Confidence Intervals (CIs), and p-values, with a significance level of 5%. Among the 152 patients, 139 (91.4%) were male, 115 (75.7%) were aged 25–49 years, 111 (73.0%) belonged to the men who have sex with men (MSM) population group, and 86 (56.6%) resided in the Special Region of Yogyakarta (DIY). The examination results showed that 77 patients (50.7%) had detectable viral loads, while 75 (49.3%) had undetectable viral loads. Bivariate analysis showed no statistically significant association between sex and viral load status (p=0.412; OR=1.62; 95% CI: 0.51–5.13), age group (p=0.808), population group (p=0.349), or residence (p=0.853; OR=1.06; 95% CI: 0.59–1.91). HIV patients at Umbulharjo 1 Public Health Center in 2025 were predominantly male, aged 25–49 years, belonged to the MSM population group, and resided

in the Special Region of Yogyakarta. A total of 50.7% of patients had detectable viral loads. No statistically significant association was found between sex, age group, population group, or residence and viral load status.

Keywords: HIV; viral load; GeneXpert; patient characteristics

Abstrak

HIV masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan masyarakat yang memerlukan pemantauan secara berkelanjutan. Pemeriksaan viral load merupakan salah satu indikator penting untuk menggambarkan kondisi virologis dan memantau respons pasien HIV terhadap terapi antiretroviral. Gambaran karakteristik pasien berdasarkan hasil pemeriksaan viral load diperlukan untuk mengetahui distribusi status viral load pada pasien HIV di fasilitas pelayanan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil pemeriksaan viral load menggunakan GeneXpert di Puskesmas Umbulharjo 1 tahun 2025 serta mengetahui hubungan karakteristik pasien yang meliputi jenis kelamin, kelompok usia, kelompok populasi, dan domisili dengan status viral load. Penelitian ini menggunakan desain observasional dengan pendekatan cross-sectional. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari register pasien HIV dan laporan hasil pemeriksaan GeneXpert di Puskesmas Umbulharjo 1 selama Januari–Desember 2025. Dari 156 data pasien yang diperoleh, sebanyak 152 data memenuhi kriteria penelitian dan digunakan sebagai sampel dengan teknik total sampling. Analisis dilakukan secara univariat untuk menggambarkan distribusi frekuensi dan persentase karakteristik pasien serta status viral load. Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan karakteristik pasien dengan status viral load menggunakan Odds Ratio (OR), Confidence Interval (CI) 95%, dan p-value dengan tingkat kemaknaan 5%. Dari 152 pasien, sebanyak 139 pasien (91,4%) berjenis kelamin laki-laki, 115 pasien (75,7%) berada pada kelompok usia 25–49 tahun, 111 pasien (73,0%) merupakan kelompok LSL, dan 86 pasien (56,6%) berdomisili di DIY. Hasil pemeriksaan menunjukkan 77 pasien (50,7%) memiliki viral load terdeteksi dan 75 pasien (49,3%) tidak terdeteksi. Analisis bivariat menunjukkan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara jenis kelamin dengan status viral load (p=0,412; OR=1,62; 95% CI: 0,51–5,13), kelompok usia (p=0,808), kelompok populasi (p=0,349), maupun domisili (p=0,853; OR=1,06; 95% CI: 0,59–1,91). Pasien HIV di Puskesmas Umbulharjo 1 tahun 2025 didominasi oleh laki-laki, kelompok usia 25–49 tahun, kelompok LSL, dan pasien yang berdomisili di DIY. Sebanyak 50,7% pasien memiliki viral load terdeteksi. Tidak terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara jenis kelamin, kelompok usia, kelompok populasi, dan domisili dengan status viral load.

Katakunci: HIV; viral load; GeneXpert; karakteristik pasien.

1 Pendahuluan

Secara global, HIV masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan masyarakat yang berkelanjutan. Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO), pada akhir tahun 2025 diperkirakan terdapat 41,0 juta orang yang hidup dengan HIV di seluruh dunia, dengan sekitar 570.000 orang meninggal akibat penyakit terkait HIV pada tahun yang sama. Proporsi orang dewasa usia 15–49 tahun yang hidup dengan HIV secara global diperkirakan sebesar 0,7% (WHO, 2026). Di Indonesia, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia memperkirakan terdapat sekitar 564.000 orang dengan HIV (ODHIV) pada tahun 2025. Dari jumlah tersebut, 63% telah mengetahui status HIV, 67% telah menjalani terapi antiretroviral (ARV), dan 55% telah mencapai supresi *viral load*, sehingga pemantauan terhadap kondisi dan keberhasilan pengobatan pasien HIV tetap menjadi bagian penting dalam penanggulangan HIV secara nasional (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2025).

Pada tingkat daerah, data kumulatif hingga Triwulan III tahun 2025 menunjukkan terdapat 9.348 kasus HIV dan 2.464 kasus AIDS di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). DIY juga menempati peringkat ke-11 dari 38 provinsi berdasarkan prevalensi kasus AIDS per 100.000 penduduk (Biro Kesejahteraan Rakyat Setda DIY, 2026). Di Kota Yogyakarta, jumlah kasus HIV secara kumulatif sejak tahun 2004 hingga 2025 mencapai 1.799 kasus, dengan penambahan 98 kasus baru pada tahun 2025. Kondisi tersebut mendorong Pemerintah Kota Yogyakarta untuk terus memperkuat pengendalian HIV/AIDS melalui

perluasan akses layanan, peningkatan kapasitas tenaga kesehatan, dan penguatan kolaborasi lintas sektor (Pemerintah Kota Yogyakarta, 2026). Pada tingkat fasilitas pelayanan kesehatan, Puskesmas Umbulharjo 1 juga melakukan pemantauan kasus HIV di wilayah kerjanya, yang ditunjukkan melalui publikasi resmi mengenai "Peta Kasus HIV di Wilayah Kerja Puskesmas Umbulharjo 1 Bulan April 2025" yang diterbitkan pada Mei 2025 (Puskesmas Umbulharjo 1, 2025).

Penelitian Sari et al. (2025) mengenai pasien HIV di Puskesmas Umbulharjo 1 dan Puskesmas Gedongtengen menggunakan data rekam medis untuk menganalisis status *viral load* pasien HIV. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pencapaian penekanan *viral load* berdasarkan regimen antiretroviral yang digunakan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa data hasil pemeriksaan *viral load* dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi virologis pasien HIV. Namun, penelitian tersebut belum memberikan gambaran karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil pemeriksaan *viral load* di Puskesmas Umbulharjo 1 dengan menggunakan data tahun 2025.

Viral load merupakan salah satu indikator penting dalam pemantauan kondisi *virologis* pasien HIV yang menjalani terapi *antiretroviral*. Pemeriksaan viral load dilakukan dengan mengukur jumlah RNA HIV dalam darah yang dinyatakan dalam satuan copies per mililiter *(copies/mL).* Hasil pemeriksaan tersebut digunakan untuk menilai tingkat replikasi virus dan respons virologis pasien terhadap terapi. Supresi viral load menunjukkan rendahnya jumlah RNA HIV dalam darah, sedangkan hasil yang tidak tersupresi dapat menunjukkan bahwa replikasi virus masih berlangsung dan memerlukan perhatian dalam pemantauan pengobatan. Dengan demikian, hasil pemeriksaan viral load dapat memberikan gambaran objektif mengenai kondisi virologis pasien HIV dan menjadi bagian penting dalam pemantauan terapi antiretroviral (Kidane et al., 2026).

Pemeriksaan *viral load* HIV dapat dilakukan menggunakan metode molekuler yang mendeteksi dan mengukur RNA HIV-1 dalam sampel darah. Salah satu teknologi yang digunakan adalah *Xpert HIV-1 Viral Load* pada sistem *GeneXpert. Kimmerlin et al. (2026)* menunjukkan bahwa *RNA HIV-1* dapat dideteksi menggunakan pemeriksaan *Xpert HIV-1 Viral Load* dengan sistem *GeneXpert,* sehingga teknologi tersebut dapat digunakan dalam pemeriksaan virologis pasien HIV. Penggunaan metode pemeriksaan tersebut memungkinkan diperolehnya hasil yang dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi virologis pasien berdasarkan tingkat *viral load* yang terdeteksi dalam darah.

Berdasarkan pra-penelitian yang dilakukan di Puskesmas Umbulharjo 1 terhadap data pemeriksaan *viral load* menggunakan *GeneXpert* tahun 2025, diperoleh sebanyak 152 data pasien HIV yang memiliki hasil pemeriksaan *viral load*. Dari jumlah tersebut, sebanyak 77 pasien (51%) menunjukkan hasil terdeteksi dan 75 pasien (49%) menunjukkan hasil tidak terdeteksi. Data awal tersebut menunjukkan bahwa terdapat variasi hasil pemeriksaan *viral load* pada pasien HIV yang diperiksa di Puskesmas Umbulharjo 1. Selain hasil pemeriksaan, data tersebut juga memuat karakteristik pasien berdasarkan kelompok populasi dan domisili, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk menggambarkan karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil pemeriksaan *viral load*.

Penelitian mengenai *viral load* pada pasien HIV telah dilakukan dengan fokus yang beragam. Sari et al. (2025) menganalisis status *viral load* berdasarkan regimen terapi antiretroviral pada pasien HIV di Puskesmas Umbulharjo 1 dan Puskesmas Gedongtengen. Kachingwe et al. (2025) menggambarkan karakteristik pasien dengan *advanced HIV disease* serta supresi *viral load* setelah enam bulan di Afrika Selatan. Sihombing et al. (2025) menganalisis determinan keberhasilan terapi antiretroviral berdasarkan hasil *viral load* pada pasien HIV/AIDS di Kabupaten Bekasi, sedangkan Nurhasanah et al. (2025) menganalisis faktor-faktor yang berhubungan dengan supresi *viral load* pada pasien HIV di Kota Palopo. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemeriksaan *viral load* telah dimanfaatkan untuk menggambarkan kondisi virologis, menilai keberhasilan terapi, serta menganalisis faktor yang berkaitan dengan supresi *viral load*. Namun, berdasarkan penelitian terdahulu yang telah ditelaah, belum ditemukan penelitian yang secara khusus menggambarkan karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil pemeriksaan *viral load* menggunakan *GeneXpert* di Puskesmas Umbulharjo 1 dengan data tahun 2025. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk mengisi celah tersebut melalui penggambaran karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil pemeriksaan *viral load* menggunakan *GeneXpert* pada periode penelitian tahun 2025.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan gambaran yang lebih spesifik mengenai karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil

pemeriksaan *viral load* menggunakan GeneXpert di Puskesmas Umbulharjo 1 tahun 2025. Gambaran tersebut penting untuk menunjukkan distribusi hasil pemeriksaan *viral load* berdasarkan karakteristik pasien yang terdapat dalam data pemeriksaan, sehingga dapat memberikan informasi mengenai kondisi virologis pasien HIV yang diperiksa di fasilitas pelayanan kesehatan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan judul **"Gambaran Karakteristik Pasien HIV Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Viral Load Menggunakan GeneXpert di Puskesmas Umbulharjo 1 Tahun 2025.**

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional* untuk menggambarkan karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil pemeriksaan *viral load* menggunakan metode *GeneXpert* di Puskesmas Umbulharjo 1, Kota Yogyakarta, selama periode Januari–Desember 2025. Penelitian menggunakan data sekunder yang diperoleh dari register pasien HIV dan laporan hasil pemeriksaan laboratorium *GeneXpert* di Puskesmas Umbulharjo 1. Ekstraksi data dilakukan oleh peneliti pada April 2026 menggunakan lembar ekstraksi data yang disusun berdasarkan variabel penelitian.

Populasi penelitian adalah seluruh pasien HIV yang menjalani pemeriksaan *viral load* HIV menggunakan *GeneXpert* di Puskesmas Umbulharjo 1 selama tahun 2025. Berdasarkan penelusuran awal diperoleh 156 data pasien. Seluruh data tersebut kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi, kriteria eksklusi, dan kelengkapan data penelitian. Sebanyak 152 data memenuhi kriteria dan digunakan sebagai sampel, sedangkan 4 data tidak memenuhi kriteria sehingga dikeluarkan dari analisis. Teknik pengambilan sampel menggunakan *total sampling*, sehingga seluruh data yang memenuhi kriteria penelitian digunakan sebagai sampel.

Kriteria inklusi meliputi pasien HIV yang menjalani pemeriksaan *viral load* menggunakan *GeneXpert* pada Januari–Desember 2025 serta memiliki data jenis kelamin, usia, kelompok populasi, domisili, dan hasil pemeriksaan *viral load*. Data dieksklusi apabila tidak memiliki hasil pemeriksaan *viral load* atau tidak memiliki data karakteristik utama yang diperlukan dalam penelitian. Pasien dengan penyakit penyerta, seperti tuberkulosis (TB) atau hepatitis C (HCV), tidak secara otomatis dikeluarkan karena penyakit penyerta bukan merupakan kriteria eksklusi penelitian.

Variabel penelitian meliputi jenis kelamin, usia, kelompok populasi, domisili, dan hasil pemeriksaan *viral load* HIV. Usia dikelompokkan menjadi 15–24 tahun, 25–49 tahun, dan ≥50 tahun. Pengelompokan tersebut digunakan untuk menggambarkan distribusi usia pasien dalam data penelitian. Kelompok populasi mengikuti klasifikasi yang tercatat pada sumber data Puskesmas Umbulharjo 1, yaitu populasi umum, lelaki yang berhubungan seks dengan lelaki (LSL), wanita pekerja seks (WPS), pasangan risiko tinggi (Risti), pasangan orang dengan HIV (ODHIV), pelanggan pekerja seks (PS), pengguna narkoba suntik (Penasun), dan waria. Domisili dikelompokkan menjadi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan luar DIY.

Kelompok populasi mengikuti klasifikasi yang tercatat dalam sumber data Puskesmas Umbulharjo 1, yaitu populasi umum, lelaki yang berhubungan seks dengan lelaki (LSL), wanita pekerja seks (WPS), pasangan risiko tinggi (Risti), pasangan orang dengan HIV (ODHIV), pelanggan pekerja seks (PS), pengguna narkoba suntik (Penasun), dan waria. Domisili dikelompokkan menjadi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan luar DIY.

Hasil *viral load* diperoleh dari pemeriksaan *Xpert* HIV-1 Viral Load menggunakan sistem *GeneXpert*. Pemeriksaan tersebut merupakan pemeriksaan molekuler berbasis *real-time reverse transcription polymerase chain reaction* (RT-PCR) untuk mendeteksi dan mengkuantifikasi RNA HIV-1 dalam plasma. Sistem *GeneXpert* mengintegrasikan proses preparasi sampel, ekstraksi asam nukleat, amplifikasi, dan deteksi target secara otomatis. Berdasarkan *Instructions for Use* dari Cepheid, *Xpert* HIV-1 Viral Load memiliki rentang kuantifikasi 40–10.000.000 *copies*/mL (Cepheid, 2023).

Dalam penelitian ini, hasil pemeriksaan dikategorikan menjadi HIV-1 tidak terdeteksi, HIV-1 terdeteksi <40 *copies*/mL, dan HIV-1 terdeteksi ≥40 *copies*/mL. Hasil <40 *copies*/mL menunjukkan bahwa RNA HIV-1 terdeteksi tetapi berada di bawah batas kuantifikasi, sedangkan hasil ≥40 *copies*/mL menunjukkan bahwa RNA HIV-1 terdeteksi dan dapat dikuantifikasi dalam rentang pengukuran pemeriksaan. Nilai 40 *copies*/mL merupakan batas yang digunakan dalam karakteristik analitik pemeriksaan, dengan *limit of detection* (LOD) dan *limit of quantitation*

(LOQ) masing-masing ditetapkan sebesar 40 *copies*/mL (Cepheid, 2023).

Penelitian ini tidak melakukan pemeriksaan laboratorium secara langsung. Data hasil *GeneXpert* yang dianalisis merupakan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan oleh petugas kesehatan dan tercatat dalam laporan laboratorium Puskesmas. Oleh karena itu, pedoman teknis Cepheid digunakan untuk menjelaskan karakteristik metode pemeriksaan dan interpretasi hasil, sedangkan penggunaan pemeriksaan *viral load* sebagai bagian dari pemantauan pasien HIV mengacu pada pedoman pelayanan HIV. WHO merekomendasikan *viral load* sebagai pendekatan utama untuk pemantauan respons terhadap terapi ARV dan menyebutkan pemantauan rutin pada enam bulan, 12 bulan, kemudian setiap 12 bulan pada pasien yang telah menjalani terapi secara berkelanjutan.

Hasil *INVALID*, *ERROR*, atau *NO RESULT* tidak dikategorikan sebagai hasil *viral load* yang dapat dianalisis apabila tidak tersedia hasil pemeriksaan ulang yang valid. Berdasarkan petunjuk penggunaan *Xpert* HIV-1 Viral Load, hasil tersebut menunjukkan bahwa keberadaan atau kuantifikasi RNA HIV-1 tidak dapat ditentukan sehingga pemeriksaan perlu diulang menggunakan kartrid baru (Cepheid, 2023).

Data yang telah diekstraksi diperiksa kelengkapan dan kesesuaiannya dengan sumber data, kemudian dilakukan *coding*, *entry*, dan *cleaning*. Data selanjutnya dianalisis menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 27.0. Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan karakteristik pasien yang meliputi jenis kelamin, kelompok usia, kelompok populasi, domisili, dan hasil pemeriksaan *viral load* dalam bentuk distribusi frekuensi dan persentase. Selanjutnya, analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara karakteristik pasien dengan status *viral load*. Hasil analisis bivariat disajikan dalam bentuk *Odds Ratio* (OR), *Confidence Interval* (CI) 95%, dan *p-value*, dengan tingkat kemaknaan statistik sebesar 5% (p<0,05)..

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta dengan nomor 2271/KEP-UNISA/II/2026**.** Seluruh data yang digunakan merupakan data sekunder dan identitas langsung pasien tidak dicantumkan dalam lembar ekstraksi maupun dataset penelitian. Data hanya digunakan untuk kepentingan penelitian dan disajikan dalam bentuk agregat untuk menjaga kerahasiaan pasien.

3 Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Distribusi Karakteristik Pasien HIV Berdasarkan Jenis Kelamin, Kelompok Usia, Kelompok Populasi, dan Domisili

Variabel	Frekuensi		Persentase (%)	
	N	Total	N	Total
Jenis kelamin				
Laki-laki	139	152	91,4	100
Perempuan	13		8,6	
Kelompok usia				
<25 tahun	25	152	16,4	100
25–49 tahun	115		75,7	
>50 tahun	12		7,9	
Kelompok populasi				
LSL	111	152	73,0	100
WPS	3		2,0	
Pasangan Risti	12		7,9	
Populasi Umum	12		7,9	
Pasangan ODHIV	3		2,0	
Pelanggan PS	7		4,6	
Penasun	3		2,0	
Waria	1		0,7	
Domisili				
DIY	86	152	56,6	100
Luar DIY	66		43,4	

Berdasarkan Tabel 1, karakteristik pasien HIV dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien berjenis kelamin laki-laki, yaitu sebanyak 139 pasien (91,4%), sedangkan pasien perempuan sebanyak 13 pasien (8,6%). Dominasi pasien laki-laki juga ditemukan dalam penelitian Kachingwe et al. (2025) pada pasien dengan *advanced HIV disease* di Afrika Selatan, meskipun proporsinya tidak sebesar pada penelitian ini. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pasien laki-laki lebih banyak ditemukan pada kelompok *advanced HIV disease* dibandingkan kelompok non-*advanced HIV disease*. Perbedaan proporsi tersebut menunjukkan bahwa distribusi jenis kelamin pasien HIV dapat berbeda berdasarkan

karakteristik populasi, lokasi penelitian, serta karakteristik klinis pasien yang diteliti.

Berdasarkan kelompok usia, sebagian besar pasien dalam penelitian ini berada pada kelompok usia 25–49 tahun, yaitu sebanyak 115 pasien (75,7%), sedangkan pasien berusia <25 tahun sebanyak 25 pasien (16,4%) dan pasien berusia >50 tahun sebanyak 12 pasien (7,9%). Dominannya kelompok usia 25–49 tahun menunjukkan bahwa pasien dalam penelitian ini sebagian besar berada pada kelompok usia dewasa produktif. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Luhulima et al. (2025) yang menganalisis pemantauan *viral load* RNA dan jumlah CD4 pada pasien HIV yang mendapatkan terapi ARV. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa kelompok usia 25–49 tahun merupakan kelompok usia yang paling banyak ditemukan, yaitu sebesar 68,6%. Dengan demikian, pola usia pada penelitian ini relatif konsisten dengan penelitian terdahulu yang dilakukan pada pasien HIV yang menjalani terapi ARV.

Berdasarkan kelompok populasi, pasien dalam penelitian ini paling banyak berasal dari kelompok LSL, yaitu sebanyak 111 pasien (73,0%). Selanjutnya, kelompok pasangan Risti dan populasi umum masing-masing berjumlah 12 pasien (7,9%), pelanggan PS sebanyak 7 pasien (4,6%), WPS sebanyak 3 pasien (2,0%), pasangan ODHIV sebanyak 3 pasien (2,0%), penasun sebanyak 3 pasien (2,0%), dan waria sebanyak 1 pasien (0,7%). Tingginya proporsi kelompok LSL menunjukkan bahwa kelompok tersebut merupakan karakteristik populasi yang paling dominan dalam data penelitian ini. Namun, temuan tersebut perlu dipahami sebagai gambaran karakteristik sampel penelitian dan tidak dapat secara langsung diartikan bahwa seluruh kasus HIV pada populasi umum didominasi oleh LSL, karena distribusi tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik tempat pelayanan, mekanisme penjangkauan, serta karakteristik pasien yang tercatat dalam sumber data penelitian.

Berdasarkan domisili, sebanyak 86 pasien (56,6%) berdomisili di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), sedangkan 66 pasien (43,4%) berdomisili di luar DIY. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa pasien yang berasal dari DIY sedikit lebih banyak dibandingkan pasien dari luar DIY. Proporsi pasien dari luar DIY yang cukup besar juga menunjukkan bahwa fasilitas pelayanan atau sumber data penelitian tidak hanya mencakup pasien yang berdomisili di wilayah administratif setempat. Oleh karena itu, karakteristik domisili perlu diperhatikan ketika menginterpretasikan hasil penelitian, terutama apabila penelitian selanjutnya menganalisis hubungan antara karakteristik pasien dengan hasil pemeriksaan *viral load*.

Secara keseluruhan, karakteristik pasien dalam penelitian ini didominasi oleh laki-laki, kelompok usia 25–49 tahun, kelompok LSL, serta pasien yang berdomisili di DIY. Karakteristik tersebut memberikan gambaran mengenai profil pasien yang menjadi subjek penelitian dan menjadi dasar dalam menginterpretasikan hasil pemeriksaan *viral load*. Temuan ini relevan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa karakteristik demografis dan klinis pasien merupakan bagian penting dalam kajian *viral load* dan keberhasilan terapi HIV. Kachingwe et al. (2025), misalnya, tidak hanya menggambarkan karakteristik pasien HIV, tetapi juga menunjukkan adanya perbedaan tingkat supresi *viral load* berdasarkan kondisi *advanced HIV disease*. Sementara itu, Nurhasanah et al. (2025) menganalisis faktor-faktor yang berhubungan dengan supresi *viral load* pada pasien HIV di Kota Palopo dan menemukan hubungan antara kepatuhan terapi ARV, riwayat *loss to follow-up*, serta perilaku berisiko dengan hasil *viral load*. Oleh karena itu, karakteristik pasien pada Tabel 1 penting sebagai konteks dalam pembahasan tabel-tabel berikutnya yang berkaitan dengan hasil *viral load* dan faktor-faktor yang memengaruhinya.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Viral Load HIV Berdasarkan Karakteristik Pasien

Variabel	Kategori	T n (%)	TT n (%)	Total
Jenis kelamin	Laki-laki	69 (49,6)	70 (50,4)	139
	Perempuan	8 (61,5)	5 (38,5)	13
Total		77 (50,7)	75 (49,3)	152
Kelompok usia	<25 tahun	13 (52,0)	12 (48,0)	25
	25–49 tahun	59 (51,3)	56 (48,7)	115
	≥50 tahun	5 (41,7)	7 (58,3)	12
Total		77 (50,7)	75 (49,3)	152
Kelompok populasi	LSL	56 (50,5)	55 (49,5)	111
	WPS	3 (100,0)	0 (0,0)	3

Variabel	Kategori	T n (%)	TT n (%)	Total
	Pasangan Risti	6 (50,0)	6 (50,0)	12
	Populasi Umum	5 (41,7)	7 (58,3)	12
	Pasangan ODHIV	2 (66,7)	1 (33,3)	3
	Pelanggan PS	4 (57,1)	3 (42,9)	7
	Penasun	0 (0,0)	3 (100,0)	3
	Waria	0 (0,0)	1 (100,0)	1
Total		76 (50,0)	76 (50,0)	152
Domisili	DIY	43 (50,0)	43 (50,0)	86
	Luar DIY	34 (51,5)	32 (48,5)	66
Total		77 (50,7)	75 (49,3)	152

Catatan: T = terdeteksi; TT = tidak terdeteksi.

Berdasarkan hasil pemeriksaan viral load HIV pada 152 pasien, secara keseluruhan terdapat 77 pasien (50,7%) dengan viral load terdeteksi (T) dan 75 pasien (49,3%) dengan viral load tidak terdeteksi (TT). Berdasarkan jenis kelamin, proporsi viral load terdeteksi lebih tinggi pada perempuan (61,5%) dibandingkan laki-laki (49,6%). Berdasarkan kelompok usia, proporsi viral load terdeteksi tertinggi terdapat pada kelompok <25 tahun (52,0%), diikuti kelompok usia 25–49 tahun (51,3%) dan ≥50 tahun (41,7%). Berdasarkan kelompok populasi, proporsi terdeteksi tertinggi terdapat pada WPS (100,0%), sedangkan pada Penasun dan Waria tidak ditemukan viral load terdeteksi. Berdasarkan domisili, proporsi viral load terdeteksi pada pasien luar DIY (51,5%) sedikit lebih tinggi dibandingkan pasien yang berdomisili di DIY (50,0%). Secara deskriptif, distribusi status viral load antara kelompok karakteristik pasien relatif berimbang, dengan proporsi terdeteksi sekitar setengah dari keseluruhan pasien.

Hasil tersebut berbeda dengan penelitian Wisaksana et al. (2024) di Jawa Barat yang melaporkan tingkat supresi viral load sebesar 94,8% pada pasien HIV yang mendapatkan terapi antiretroviral. Penelitian tersebut menemukan bahwa regimen berbasis zidovudin, regimen berbasis nevirapine, lama terapi ART kurang dari lima tahun, stadium klinis WHO III–IV, dan riwayat *loss to follow-up* merupakan faktor yang berhubungan dengan viral load yang tidak tersupresi. Perbedaan proporsi antara penelitian ini dan penelitian Wisaksana et al. dapat berkaitan dengan perbedaan karakteristik pasien, status pengobatan, lama terapi, kondisi klinis, serta karakteristik pelayanan kesehatan pada masing-masing lokasi penelitian.

Berdasarkan jenis kelamin, proporsi viral load terdeteksi pada perempuan sebesar 61,5%, sedangkan pada laki-laki sebesar 49,6%. Dengan demikian, secara deskriptif proporsi viral load terdeteksi pada perempuan lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Namun, perbedaan tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati karena jumlah pasien perempuan dalam penelitian ini hanya 13 orang, sedangkan pasien laki-laki sebanyak 139 orang. Penelitian Wisaksana et al. (2024) menunjukkan bahwa sebagian besar pasien HIV yang diteliti berada pada usia produktif dengan median usia 36 tahun, tetapi faktor yang paling berkaitan dengan viral load tidak tersupresi dalam penelitian tersebut lebih banyak berkaitan dengan regimen ART, lama terapi, stadium klinis, dan riwayat *loss to follow-up*. Dengan demikian, perbedaan proporsi berdasarkan jenis kelamin pada penelitian ini belum dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa jenis kelamin merupakan faktor yang menentukan status viral load.

Berdasarkan kelompok usia, proporsi viral load terdeteksi paling tinggi terdapat pada kelompok <25 tahun, yaitu 52,0%, diikuti kelompok usia 25–49 tahun sebesar 51,3%, sedangkan kelompok usia ≥50 tahun memiliki proporsi terdeteksi paling rendah, yaitu 41,7%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam penelitian ini proporsi viral load terdeteksi cenderung lebih tinggi pada kelompok usia yang lebih muda. Temuan ini berbeda dengan penelitian Widiyanti et al. (2026) di Kota Jayapura, Papua, yang menemukan bahwa *viral load non-suppression* lebih sering terjadi pada pasien berusia >35 tahun. Dalam analisis multivariat, kelompok usia 17–35 tahun memiliki odds *viral load non-suppression* yang lebih rendah dibandingkan kelompok usia yang lebih tua. Perbedaan hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik populasi, pola terapi antiretroviral, kondisi klinis, serta faktor lain yang terdapat pada masing-masing kelompok pasien.

Berdasarkan kelompok populasi, sebagian besar pasien dalam penelitian ini merupakan LSL, yaitu 111 pasien, dengan 56 pasien (50,5%) memiliki viral load terdeteksi dan 55 pasien (49,5%) tidak terdeteksi. Pada kelompok WPS, seluruh 3 pasien (100,0%) memiliki viral load terdeteksi. Sementara itu, pada kelompok Penasun sebanyak 3 pasien (100,0%) memiliki viral load tidak terdeteksi, sedangkan pada

kelompok Waria sebanyak 1 pasien (100,0%) juga memiliki viral load tidak terdeteksi. Meskipun secara deskriptif terdapat perbedaan proporsi yang cukup besar, hasil pada WPS, Penasun, dan Waria harus ditafsirkan dengan sangat hati-hati karena jumlah subjek pada kelompok tersebut sangat kecil. Oleh karena itu, persentase 100% pada WPS, Penasun, dan Waria tidak dapat langsung diartikan sebagai pola yang berlaku pada kelompok populasi tersebut secara umum.

Hasil penelitian ini juga dapat dikaitkan dengan penelitian Wisaksana et al. (2024), yang menunjukkan bahwa status viral load pasien HIV tidak hanya berkaitan dengan karakteristik demografis, tetapi juga dengan faktor pengobatan dan kondisi klinis. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa beberapa karakteristik terapi dan klinis berhubungan dengan viral load yang tidak tersupresi. Dengan demikian, variasi viral load berdasarkan kelompok populasi pada penelitian ini perlu dipahami dalam konteks karakteristik pasien dan faktor pengobatan yang mungkin berbeda antar kelompok.

Berdasarkan domisili, pasien yang berdomisili di luar DIY memiliki proporsi viral load terdeteksi sebesar 51,5%, sedangkan pasien yang berdomisili di DIY sebesar 50,0%. Selisih tersebut hanya sebesar 1,5 poin persentase sehingga secara deskriptif menunjukkan distribusi viral load yang hampir sama antara kedua kelompok. Temuan ini menunjukkan bahwa dalam penelitian di Puskesmas Umbulharjo 1, perbedaan domisili tidak memperlihatkan perbedaan proporsi viral load yang besar. Namun, domisili dalam penelitian ini lebih tepat dipandang sebagai karakteristik geografis pasien dan belum dapat digunakan untuk menjelaskan faktor penyebab status viral load.

Sementara itu, penelitian Azizah et al. (2025) di Puskesmas Kotagede II Yogyakarta dapat digunakan sebagai penelitian pendukung dari aspek pemeriksaan menggunakan GeneXpert pada fasilitas pelayanan kesehatan di wilayah Yogyakarta. Penelitian tersebut menggunakan data 109 pasien pria yang menjalani pemeriksaan GeneXpert untuk mendeteksi TB paru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa usia tidak berhubungan signifikan dengan hasil pemeriksaan GeneXpert (p=0,168), sedangkan faktor risiko dan penyakit penyerta seperti DM dan HIV menunjukkan hubungan yang signifikan dengan hasil pemeriksaan. Walaupun penelitian Azizah et al. membahas deteksi TB paru dengan GeneXpert, bukan pemeriksaan viral load HIV, penelitian tersebut relevan sebagai pembanding mengenai karakteristik pasien dan penerapan pemeriksaan GeneXpert pada pelayanan kesehatan tingkat puskesmas di Yogyakarta.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa 77 pasien (50,7%) memiliki viral load terdeteksi dan 75 pasien (49,3%) tidak terdeteksi. Secara deskriptif, proporsi viral load terdeteksi lebih tinggi pada perempuan, kelompok usia <25 tahun, dan pasien yang berdomisili di luar DIY. Pada kelompok populasi, proporsi terdeteksi paling tinggi ditemukan pada WPS, sedangkan Penasun dan Waria tidak memiliki pasien dengan viral load terdeteksi. Namun, kelompok dengan jumlah sampel yang sangat kecil perlu ditafsirkan secara hati-hati. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa karakteristik pasien tidak dapat dipandang sebagai satu-satunya faktor yang berkaitan dengan status viral load, karena penelitian sebelumnya menunjukkan adanya peran terapi antiretroviral, lama terapi, kondisi klinis, dan faktor pengobatan terhadap status viral load.

Tabel 3. Analisis Bivariat Karakteristik Pasien dengan Status Viral Load

Variabel	Kategori	T n (%)	TT n (%)	Total	OR (95% CI)	*p-value*
Jenis kelamin	Laki-laki (ref.)	69 (49,6)	70 (50,4)	139	1,00	0,412
	Perempuan	8 (61,5)	5 (38,5)	13	1,62 (0,51–5,13)	
Kelompok usia	<25 tahun (ref.)	13 (52,0)	12 (48,0)	25	1,00	0,808
	25–49 tahun	59 (51,3)	56 (48,7)	115	0,97 (0,41–2,30)	
	≥50 tahun	5 (41,7)	7 (58,3)	12	0,66 (0,18–2,43)	
Kelompok populasi	LSL (ref.)	56 (50,5)	55 (49,5)	111	1,00	0,349

Variabel	Kategori	T n (%)	TT n (%)	Total	OR (95% CI)	*p-value*
	WPS	3 (100,0)	0 (0,0)	3	–	
	Pasangan Risti	6 (50,0)	6 (50,0)	12	0,98 (0,31–3,13)	
	Populasi Umum	5 (41,7)	7 (58,3)	12	0,70 (0,23–2,18)	
	Pasangan ODHIV	2 (66,7)	1 (33,3)	3	1,96 (0,18–21,21)	
	Pelanggan PS	4 (57,1)	3 (42,9)	7	1,31 (0,30–5,72)	
	Penasun	0 (0,0)	3 (100,0)	3	–	
	Waria	0 (0,0)	1 (100,0)	1	–	
Domisili	DIY (ref.)	43 (50,0)	43 (50,0)	86	1,00	0,853
	Luar DIY	34 (51,5)	32 (48,5)	66	1,06 (0,59–1,91)	

Keterangan: T = terdeteksi; TT = tidak terdeteksi; OR = *Odds Ratio*; CI = *Confidence Interval*; ref. = kategori referensi; – = OR tidak dapat dihitung secara stabil karena terdapat *zero cell*.

Berdasarkan hasil analisis bivariat pada Tabel 3, diketahui bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara karakteristik pasien dengan status viral load. Pada variabel jenis kelamin, pasien perempuan memiliki proporsi viral load terdeteksi sebesar 61,5%, sedangkan laki-laki sebesar 49,6%. Namun, hasil uji statistik menunjukkan nilai p=0,412 dengan OR=1,62 (95% CI: 0,51–5,13), sehingga perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Wisaksana et al. (2024) yang menunjukkan bahwa jenis kelamin tidak berhubungan secara signifikan dengan viral load yang tidak tersupresi pada pasien HIV, dengan p=0,997 dan POR=1,00 (95% CI: 0,57–1,75).

Berdasarkan kelompok usia, proporsi viral load terdeteksi paling tinggi terdapat pada kelompok usia <25 tahun yaitu 52,0%, diikuti kelompok usia 25–49 tahun sebesar 51,3% dan kelompok usia ≥50 tahun sebesar 41,7%. Hasil uji statistik menunjukkan p=0,808, sehingga tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kelompok usia dengan status viral load. Kelompok usia 25–49 tahun memiliki OR=0,97 (95% CI: 0,41–2,30), sedangkan kelompok usia ≥50 tahun memiliki OR=0,66 (95% CI: 0,18–2,43) dibandingkan kelompok usia <25 tahun. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Widiyanti et al. (2026) di Jayapura yang menemukan bahwa usia lebih dari 35 tahun berhubungan dengan viral load yang tidak tersupresi pada analisis bivariat (PR=1,91; 95% CI: 1,20–3,05). Perbedaan hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik populasi, kondisi klinis, regimen terapi, serta kepatuhan pengobatan pada masing-masing lokasi penelitian.

Pada kelompok populasi, proporsi viral load terdeteksi tertinggi ditemukan pada WPS sebesar 100,0%, sedangkan pada Penasun dan Waria tidak ditemukan kasus dengan viral load terdeteksi. Meskipun demikian, hasil uji statistik menunjukkan p=0,349, sehingga tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kelompok populasi dengan status viral load. Beberapa kategori memiliki jumlah sampel yang sangat kecil, bahkan terdapat kategori dengan frekuensi nol, sehingga nilai OR tidak dapat dihitung secara stabil. Oleh karena itu, hasil pada kelompok populasi dengan jumlah responden yang sangat sedikit perlu diinterpretasikan secara hati-hati dan tidak dapat dijadikan dasar untuk menyimpulkan adanya perbedaan risiko antar kelompok.

Pada variabel domisili, proporsi viral load terdeteksi pada pasien luar DIY sebesar 51,5%, sedikit lebih tinggi dibandingkan pasien yang berdomisili di DIY sebesar 50,0%. Hasil uji statistik menunjukkan p=0,853 dengan OR=1,06 (95% CI: 0,59–1,91), sehingga tidak terdapat hubungan yang bermakna antara domisili dengan status viral load. Secara keseluruhan, hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa jenis kelamin, kelompok usia, kelompok populasi, dan domisili tidak memiliki hubungan yang signifikan secara statistik dengan status viral load pada pasien HIV di Puskesmas Umbulharjo 1 tahun 2025. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan proporsi viral load terdeteksi antar karakteristik pasien dalam penelitian ini belum cukup kuat secara statistik untuk menunjukkan adanya

hubungan. Faktor lain yang tidak dianalisis dalam tabel ini, seperti kepatuhan terhadap terapi antiretroviral, lama pengobatan, regimen ARV, stadium klinis, dan kondisi kesehatan pasien, dapat turut berperan terhadap status viral load.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai gambaran karakteristik pasien HIV berdasarkan hasil pemeriksaan viral load menggunakan GeneXpert di Puskesmas Umbulharjo 1 tahun 2025, dapat disimpulkan bahwa: Karakteristik pasien HIV dalam penelitian ini didominasi oleh laki-laki sebanyak 139 pasien (91,4%), kelompok usia 25–49 tahun sebanyak 115 pasien (75,7%), kelompok populasi LSL sebanyak 111 pasien (73,0%), dan pasien yang berdomisili di DIY sebanyak 86 pasien (56,6%). Hasil pemeriksaan viral load menunjukkan bahwa dari 152 pasien, sebanyak 77 pasien (50,7%) memiliki viral load terdeteksi dan 75 pasien (49,3%) memiliki viral load tidak terdeteksi. Secara deskriptif, proporsi viral load terdeteksi lebih tinggi pada perempuan (61,5%), kelompok usia <25 tahun (52,0%), dan pasien yang berdomisili di luar DIY (51,5%). Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara jenis kelamin (p=0,412), kelompok usia (p=0,808), kelompok populasi (p=0,349), dan domisili (p=0,853) dengan status viral load pasien HIV. Dengan demikian, karakteristik demografis pasien yang meliputi jenis kelamin, kelompok usia, kelompok populasi, dan domisili belum menunjukkan hubungan yang bermakna dengan status viral load pada pasien HIV di Puskesmas Umbulharjo 1 tahun 2025.

5 Referensi

Azizah, N. N., Rahma, P. W., & Dhiah, N. (2025). Karakteristik pasien pria dan korelasinya dengan deteksi TB paru metode GeneXpert di Puskesmas Kotagede II Yogyakarta. *Jurnal Inovasi Riset Kesehatan Indonesia, 2*(3), 105–112. https://doi.org/10.64094/tvf60r19

Cepheid. (2023). *Xpert® HIV-1 Viral Load: Instructions for Use* (Document No. 301-3068-ID, Rev. N). Cepheid.

Kidane, K. M., Wasihun, A. G., Wolday, D., Gebrehiwot, H., Kahsay, H., Gebrehiwot, G. T., Woldearegay, T. W., Berihu, T., & Dejene, T. A. (2026). Trends, magnitude and determinants of viral load suppression among HIV patients on highly active anti-retroviral therapy in Tigray region, Ethiopia: A retrospective study (2016–2024). BMC Infectious Diseases, 26, 818. https://doi.org/10.1186/s12879-026-13021-2

Kimmerlin, J., Avettand-Fenoel, V., Le Carpentier, E. C., Drumel, T., Bouchez, S., Raffi, F., & André-Garnier, E. (2026). False-negative result in fourth-generation HIV screening tests after weak detection of p24 antigen in the context of inappropriate post-exposure prophylaxis use: A case report. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 81*(2), dkaf459. https://doi.org/10.1093/jac/dkaf459

Kachingwe, E., Mutanda, N., Ntjikelane, V., Benade, M., Manganye, M., Malala, L., Rosen, S., & Maskew, M. (2025). Characteristics and six-month viral load suppression of clients presenting with advanced HIV disease in South Africa. *PLOS Global Public Health, 5*(9), e0004927. https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0004927

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2025, 21 Juni). Berani tes, berani lindungi diri, Kemenkes targetkan eliminasi HIV dan IMS tahun 2030. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Nurhasanah, N., Adam, A., Sainuddin, S., Zamli, Z., & Fadli, F. (2025). *Analisis supresi viral load darah pengidap HIV di Kota Palopo: Analysis of viral load suppression in blood of HIV patients in Palopo City. Media Keperawatan: Politeknik Kesehatan Makassar, 16(2), 213–225.* https://doi.org/10.32382/jmk.v16i2.897

Sari, P. A. K., Widiastuti, R., & Azmi, N. A. (2025). Analisis efektivitas regimen terapi antiretroviral terhadap status *viral load* pada pasien HIV di Puskesmas Umbulharjo 1 dan Gedongtengen. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product, 8*(1), 70–78. https://doi.org/10.35473/ijpnp.v8i01.4001

Sihombing, I. U. A., Sudaryo, M. K., Helda, H., Umniyati, H., & Hasyim, I. Z. (2025). Determinants of success of antiretroviral therapy in HIV/AIDS patients: A viral load-based study in Bekasi Regency, 2023–2024. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat, 17*(2), 87–101. https://doi.org/10.52022/jikm.v17i2.805

Sianturi, E. I., Modokh, M., Soltief, S. N., Latifah, E., & Barus, A. A. (2026). Factors associated with viral load suppression among adults on dolutegravir and efavirenz: A cross-sectional study in Papua, Indonesia. *Journal of the International Association of Providers of*

AIDS Care, 25. https://doi.org/10.1177/23259582261469420

World Health Organization. (2026). *HIV data and statistics*. World Health Organization. WHO – HIV data and statistics

Wisaksana, R., Hartantri, Y., & Hutajulu, E. (2024). Risk Factors Associated with *Unsuppressed* Viral Load in People Living with HIV Receiving Antiretroviral Treatment in Jawa Barat, Indonesia. *HIV/AIDS (Auckland, N.Z.)*, *16*, 1–7. https://doi.org/10.2147/HIV.S407681

Widiyanti, M., Nasronudin, N., Lusida, M. I., Sunarno, S., Sandy, S., & Khairunnisa, S. Q. (2026). Viral load non-suppression and associated factors among HIV patients receiving fixed dose combination therapy at Jayapura City, Papua, Indonesia. *Acta Tropica, 278*, 108055. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2026.108055