



## Perbandingan Hasil Pemeriksaan Tuberkulosis Metode GeneXpert dan Ziehl-Neelsen di Rumah Sakit X Yogyakarta

Andini Bilindade<sup>1</sup>, Wiwit Probowati<sup>2</sup>, Widaninggar Rahma Putri<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah, Yogyakarta, Indonesia

Email: <sup>1</sup>andinibilindade07@gmail.com, <sup>2</sup>wiwitprobo@unisayogya.ac.id,

<sup>3</sup>widaninggar.rahmaputri@unisayogya.ac.id

### Abstract

*Tuberculosis is an infectious disease caused by the bacterium Mycobacterium tuberculosis. The tuberculosis (TB) detection methods used are the GeneXpert method and the Ziehl-Neelsen method. GeneXpert identifies the rpoB hotspot gene bacteria in Mycobacterium tuberculosis by analyzing deoxyribonucleic acid (DNA), while the TB detection method with Ziehl-Neelsen staining is a microscopic examination used to detect acid-fast bacilli (AFB), namely Mycobacterium tuberculosis bacteria. The purpose of this study was to determine the sensitivity, specificity and positive predictive value of the nucleic acid amplification test (GeneXpert) using sputum samples in patients with suspected pulmonary tuberculosis and compare it with microscopic examination (Ziehl-Neelsen staining) of Acid-Fast Bacilli (AFB). The method used is simple random sampling which explains the comparison between the variables of the GeneXpert and Ziehl-Neelsen examination results in pulmonary tuberculosis patients using a cross-sectional approach, namely where data is obtained from the pulmonary TB population at Hospital X Yogyakarta from 2021-2024 according to the variables studied. Based on the TCM results which are greater than the BTA results, these results indicate a significant difference between the GeneXpert method and the Ziehl-Neelsen method in terms of examination results. The results obtained from the examination using the TCM/GeneXpert and Ziehl-Neelsen methods show a higher detection rate of GeneXpert than Ziehl-Neelsen in identifying TB cases.*

**Keywords:** Tuberculosis, GeneXpert, Ziehl-Neelsen, Mycobacterium Tuberculosis.

### Abstrak

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Metode deteksi tuberkulosis (TB) yang digunakan adalah metode GeneXpert dan metode Ziehl-Neelsen. GeneXpert mengidentifikasi bakteri gen hotspot rpoB pada *Mycobacterium tuberculosis* dengan menganalisis asam deoksiribonukleat (DNA), sedangkan metode deteksi TB dengan pewarnaan Ziehl-Neelsen

Penulis Korespondensi:

Andini Bilindade | [andinibilindade@gmail.com](mailto:andinibilindade@gmail.com)

merupakan pemeriksaan mikroskopis yang digunakan untuk mendeteksi basil tahan asam (BTA), yaitu bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sensitivitas, spesifisitas dan nilai prediktif positif dari uji amplifikasi asam nukleat (*GeneXpert*) menggunakan sampel sputum pada pasien dengan dugaan tuberkulosis paru dan membandingkannya dengan pemeriksaan mikroskopis (Pewarnaan *Ziehl-Neelsen*) Basil Tahan Asam (BTA). Metode yang digunakan adalah Random sampling/acak sederhana yang menjelaskan mengenai perbandingan antara variabel hasil pemeriksaan metode *GeneXpert* dan *Ziehl-Neelsen* pada penderita tuberkulosis paru dengan menggunakan pendekatan cross sectional yaitu dimana data diperoleh dari populasi TB paru di Rumah Sakit X Yogyakarta dari tahun 2021-2024 sesuai dengan variabel yang diteliti. Berdasarkan hasil TCM yang lebih besar dari pada hasil BTA, hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antara metode *GeneXpert* dan metode *Ziehl-Neelsen* dalam hal hasil pemeriksaan. Didapatkan hasil pemeriksaan menggunakan metode TCM/*GeneXpert* dan *Ziehl-Neelsen* menunjukkan tingkat deteksi lebih tinggi *GeneXpert* dibandingkan *Ziehl-Neelsen* dalam mengidentifikasi kasus TB.

**Kata Kunci:** Tuberkulosis, *GeneXpert*, *Ziehl-Neelsen*, *Mycobacterium Tuberculosis*.

## PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) adalah salah satu penyakit paling mematikan yang terus mengancam kesehatan masyarakat di seluruh dunia. *Mycobacterium tuberculosis*, bakteri penyebab penyakit ini, seringkali menyerang paru-paru tetapi juga dapat merusak organ lain. Bahkan setelah pengobatan berhasil, tuberkulosis tetap menjadi salah satu penyakit menular paling umum di dunia. Sekitar 10,6 juta kasus baru TB dilaporkan secara global pada tahun 2022, meningkat dari 10,3 juta pada tahun sebelumnya, menurut Laporan Tuberkulosis Global 2023 dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Selama pandemi COVID-19 banyak layanan kesehatan terganggu, sehingga pemeriksaan dan pengobatan penyakit TB menjadi berkurang di banyak negara. Secara geografis, Asia Tenggara terdapat 45% dari seluruh kasus TB, diikuti oleh Afrika (24%), Pasifik Barat (17%), Mediterania Timur (8,6%), Amerika (3,2%), dan Eropa (2,1%) (WHO, 2023). Negara dengan angka kasus tuberkulosis tertinggi pada tahun 2022 adalah India, Indonesia, Tiongkok, Filipina, dan Pakistan. Negara ini memiliki lebih dari 50% dari total kasus TB di dunia (Hasanuddin & Syarif, 2022).

Di Indonesia, tuberkulosis merupakan masalah kesehatan utama. Berdasarkan angka kasus TB menurut WHO 2023 diatas, masih banyak tantangan dalam penanggulangan tuberkulosis, terutama di bidang deteksi dini, akses pengobatan, dan kesejahteraan masyarakat. Meskipun program nasional telah meningkatkan skrining dan pelaporan, jumlah kasus yang tidak terdeteksi (*under-reporting*) masih cukup tinggi. Kondisi ini memperkuat pentingnya peningkatan strategi diagnostik, khususnya penggunaan metode deteksi TB yang akurat dan tepat waktu. Metode konvensional, seperti pewarnaan *Ziehl-Neelsen* yang masih banyak digunakan karena murah dan efektif tetapi memiliki kekurangan dalam hal sensitivitas. Di sisi lain, metode berbasis molekuler seperti *GeneXpert* (TCM) memberikan hasil yang lebih cepat, aman dan akurat, meskipun membutuhkan infrastruktur yang lebih mahal dan canggih (Jaya, 2024)

*Mycobacterium tuberculosis* (MTB) adalah jenis bakteri yang menyebabkan tuberkulosis paru-paru, suatu penyakit menular. Jumlah penderita tuberkulosis dari kelompok usia yang paling produktif yaitu 15-50 tahun. *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) merupakan basil tahan asam yang memiliki struktur dinding sel khas yang

menjadi dasar utama dalam metode pewarnaan *Ziehl-Neelsen* (ZN). Ciri utama MTB adalah adanya kandungan asam mikolat yang tinggi dalam dinding selnya, yaitu asam lemak rantai panjang yang menyebabkan sifat tahan terhadap pelarut asam dan alkohol. Karakteristik ini dikenal sebagai sifat tahan asam (*acid-fastness*) (Camellia et al., 2021). Bakteri ini memiliki kandungan lemak dinding sel sekitar 60%, sehingga bakteri ini sulit di lakukan pewarnaan karena zat warna tidak dapat secara efektif memecah lapisan lilin tersebut (Padhilah, 2019). *Mycobacterium tuberculosis* mempunyai tingkat pertumbuhan sekitar 2 sampai 8 miligram per minggu pada kondisi dan kelembapan yang sesuai, dan bakteri tidak akan tumbuh pada suhu 25 sampai 40 derajat Celcius (Pramasari, 2019).

Batuk yang berlangsung lebih dari tiga minggu, demam ringan, nafsu makan berkurang, penurunan berat badan, merasa tidak enak badan, lemas, sakit kepala, menggigil, keringat malam tanpa aktivitas, nyeri dada, dan sesak napas merupakan gejala-gejala khasnya (Pramasari, 2019). Bakteri penyebab TB ditularkan dari orang ke orang melalui kontak dengan penderita TB positif. Penderita tuberkulosis bersin atau batuk tanpa menutup hidung atau mulut, yang akan menyebar ke udara sebagai tetesan dahak (*droplet nuklei*). Setiap batuk dapat menghasilkan sekitar 3000 droplet (Putri, 2023). Infeksi terjadi dalam ruangan yang terdapat cipratan dahak dalam jangka waktu lama. Tergantung pada ventilasi yang buruk, kelembapan, dan tidak adanya sinar UV, bakteri dapat hidup di udara bebas hingga 1-2 jam. Di lingkungan terang dan gelap, bakteri dapat bertahan hidup selama beberapa hari, bahkan berminggu-minggu. Begitu kuman mulai masuk ke dalam tubuh, dibutuhkan waktu dua hingga sepuluh minggu setelah terhirup (Pramasari, 2019).

Diagnosis tuberkulosis (TB) merupakan langkah krusial dalam penanganan penyakit ini secara efektif. Prosedur diagnosis dapat memastikan bahwa setiap orang yang sakit menerima perawatan yang tepat dan dapat pulih dari tuberkulosis. Teknologi dan alat yang digunakan untuk mendiagnosis tuberkulosis terus berkembang seiring dengan kegiatan penelitian dan pengembangan. Metode pengukuran yang paling umum di negara-negara endemis adalah mikroskopis menggunakan pewarnaan *Ziehl-Neelsen* (ZN). Metode ini memiliki banyak kelebihan dan kekurangan. Metode ini memiliki kekurangan dalam hal sensitivitas (20–60%), nilai sensitivitas metode ini relatif rendah karena untuk memperoleh nilai pemeriksaan mikroskopis basil tahan asam (BTA) positif membutuhkan bakteri sebanyak 5000-10.000 bakteri/ml sputum (Ramadhan et al., 2017). Kelebihannya terletak pada kemudahan penggunaan, biaya rendah, dan diagnosis yang cepat (Suryawati et al., 2019). Metode pewarnaan *Ziehl-Neelsen* (ZN) merupakan teknik mikroskopi konvensional yang telah lama digunakan dalam diagnosis tuberkulosis (TB), terutama di negara-negara berkembang. Pemeriksaan ini mendeteksi keberadaan basil tahan asam (BTA) dalam sputum pasien dan menjadi alat skrining utama selama beberapa dekade karena kemudahannya, biaya rendah, serta ketersediaannya di fasilitas layanan kesehatan dasar. Namun, dalam satu dekade terakhir, penggunaan metode *Ziehl-Neelsen* mengalami penurunan secara bertahap, baik secara global maupun di Indonesia. Penurunan ini seiring dengan meningkatnya penggunaan teknologi diagnostik molekuler seperti *GeneXpert* MTB/RIF, yang direkomendasikan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) sejak tahun 2010 sebagai alat deteksi awal TB, termasuk resistensi terhadap rifampisin. Dibandingkan dengan *Ziehl-Neelsen*, teknik molekuler lebih sensitif dan selektif, terutama untuk pasien dengan jumlah bakteri rendah (Jaya, 2024).

Di Indonesia, penggunaan metode Tes Cepat Molekuler (TCM) mulai diintensifkan sejak tahun 2014 melalui integrasi program nasional TB. Hal ini didorong oleh kebutuhan peningkatan deteksi kasus TB, terutama TB resisten obat (MDR-TB).

Meskipun demikian, pemeriksaan *Ziehl-Neelsen* masih digunakan secara luas di fasilitas kesehatan tingkat pertama seperti puskesmas, terutama di daerah dengan keterbatasan akses terhadap fasilitas TCM (Suryawati et al., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun metode *Ziehl-Neelsen* tetap relevan sebagai alat skrining awal di daerah dengan sumber daya terbatas, terdapat pergeseran menuju metode yang lebih modern dan sensitif. Keberlanjutan penggunaan *Ziehl-Neelsen* bergantung pada ketersediaan infrastruktur laboratorium, pelatihan tenaga kesehatan, dan dukungan kebijakan kesehatan nasional. Diagnosis tuberkulosis (TB) telah mengalami evolusi signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu terobosan besar dalam diagnostik TB adalah pengembangan Tes Cepat Molekuler (TCM), khususnya teknologi *GeneXpert* MTB/RIF, yang memungkinkan deteksi cepat DNA *Mycobacterium tuberculosis* serta resistensi terhadap rifampisin, obat utama dalam terapi TB. *GeneXpert* MTB/RIF dikembangkan oleh perusahaan Cepheid (Amerika Serikat) melalui kolaborasi dengan *Foundation for Innovative New Diagnostics* (FIND), *University of Medicine and Dentistry of New Jersey* (UMDNJ), serta didukung oleh *National Institutes of Health* (NIH) dan *Bill and Melinda Gates Foundation*. Inovasi ini dirancang sebagai sistem otomatis berbasis real-time PCR dalam satu cartridge tertutup, yang meminimalkan kontaminasi dan tidak membutuhkan keahlian laboratorium tingkat tinggi. *GeneXpert* memiliki sensitivitas tinggi (98–100%) pada kasus TB positif, dan sekitar 67–90% pada kasus TB negatif. Kelebihannya akurasi yang tinggi, dapat mendeteksi beban bakteri rendah (kurang dari 100 sel/mL) dan kemampuan mendeteksi resistensi terhadap rifampisin dalam waktu kurang dari dua jam, menetapkan *GeneXpert* sebagai alat diagnosis awal untuk TB, termasuk untuk skrining kasus TB resisten obat (Jaya, 2024). Seiring waktu, alat ini digunakan secara luas oleh berbagai negara berpendapatan rendah dan menengah, termasuk Indonesia. Di Indonesia, penggunaan *GeneXpert* mulai diperkenalkan sekitar tahun 2014 melalui dukungan program *National Tuberculosis Program* (NTP) dan mitra internasional seperti *Global Fund* dan *USAID*. Pemerintah Indonesia menyebut teknologi ini sebagai Tes Cepat Molekuler (TCM) dalam kebijakan nasionalnya dan mulai memperluas distribusinya ke rumah sakit rujukan, laboratorium TB, dan beberapa puskesmas strategis. Saat ini, *GeneXpert* menjadi bagian penting dari strategi eliminasi TB, terutama dalam deteksi dini TB resisten obat (MDR-TB), penyaringan TB pada orang dengan HIV, dan kasus dengan hasil mikroskopi negatif. Perkembangan ini mencerminkan transformasi penting dalam sistem pelayanan laboratorium TB dari metode konvensional menuju pendekatan molekuler yang lebih presisi dan cepat (Yuliana et al., 2024)

Salah satu aspek terpenting dari upaya internasional untuk memberantas tuberkulosis (TB) adalah diagnosis yang cepat dan tepat. Hingga kini, metode *Ziehl-Neelsen* (ZN) dan *GeneXpert* MTB/RIF menjadi dua pendekatan diagnostik yang paling umum digunakan, terutama di negara berkembang. Perbandingan antara kedua metode tersebut sangat penting, mengingat keduanya memiliki karakteristik dan keunggulan yang berbeda, yang berimplikasi langsung terhadap kebijakan deteksi dini TB dan manajemen pengobatannya. Perbandingan ini menjadi sangat penting, terutama dalam program nasional dan global yang menargetkan deteksi dini kasus TB, termasuk TB resisten obat (MDR-TB). Dengan mengetahui perbedaan performa diagnostik antara kedua metode ini, fasilitas pelayanan kesehatan dapat menentukan metode diagnostik yang paling tepat sesuai dengan kapasitas sumber daya dan tingkat risiko pasien, sehingga pengobatan dapat dimulai lebih cepat dan lebih tepat. Data perbandingan ini penting untuk membuat strategi nasional, seperti memilih metode diagnostik TB, menetapkan peralatan, dan melatih personel laboratorium, terutama di negara-negara dengan beban TB tinggi seperti Indonesia.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sensitivitas, spesifisitas dan *nilai prediktif positif* dari uji amplifikasi asam nukleat (*GeneXpert*) menggunakan sampel sputum pada pasien dengan dugaan tuberkulosis paru dan membandingkannya dengan pemeriksaan mikroskopis (Pewarnaan *Ziehl-Neelsen*) Basil Tahan Asam (BTA) (Wiryo, 2018).

## METODE

Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dengan data sekunder hasil pemeriksaan tuberkulosis paru di Rumah Sakit X Yogyakarta periode 2021-2024. Rentang waktu dipilih untuk memperoleh jumlah sampel memadai, seluruh data yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis sebagai satu populasi. Pengambilan sampel dilakukan dengan simple random sampling menggunakan daftar pasien yang sesuai dengan kriteria inklusi yaitu pasien berusia 15-92 tahun (usia produktif). Data yang dikumpulkan sebanyak 90 sampel metode *GeneXpert* dan 90 sampel metode *Ziehl-Neelsen*, sehingga total keseluruhan data yang diperoleh 180 sampel. Analisa data yang digunakan adalah uji *Chi Square*, data juga disajikan bentuk tabel 2x2 untuk menghitung sensitivitas dan spesifisitas. Uji *Chi Square* adalah uji yang digunakan untuk membandingkan distribusi data yang diamati, untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara kedua metode. Sensitivitas adalah pengukuran untuk mendeteksi orang yang benar-benar sakit (*true positive rate*), sedangkan spesifisitas adalah pengukuran untuk mengidentifikasi orang yang benar-benar sehat (*true negative rate*). Nilai prediktif positif (NPP) adalah pengukuran probabilitas hasil positif tes *GeneXpert* dan *Ziehl-Neelsen* yang akurat. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan dari Komite Etik Penelitian Rumah Sakit X Yogyakarta dengan nomor surat 00155/KT.7.4/V/2025, dan sesuai dengan tanggal pelaksanaan dan publikasi penelitian.

## HASIL

Data penelitian dari hasil pemeriksaan metode TCM (tes cepat molekuler) *GeneXpert* dan mikroskopis (*Ziehl-Neelsen*) pada pasien tuberkulosis didapatkan karakteristik pasien sebagai berikut :

Tabel 1 Klasifikasi responden penelitian menurut jenis kelamin

	Frekuensi (n)	Persen (%)
Laki-laki	51	56.7
Perempuan	39	43.3
Total	90	100.0

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan hasil penelitian terhadap pasien yang diduga tuberkulosis yang melakukan pemeriksaan secara mikroskopis dengan *Ziehl-Neelsen* dan *GeneXpert* didapatkan hasil lebih cenderung banyak pada laki-laki dibandingkan pada perempuan. Penelitian ini mengindikasikan perlu fokus program skrining dan pencegahan TB, mungkin melalui pemeriksaan rutin difasilitas kesehatan primer dan penyuluhan kesehatan bagi laki-laki.

Tabel 2 Klasifikasi responden penelitian berdasarkan usia

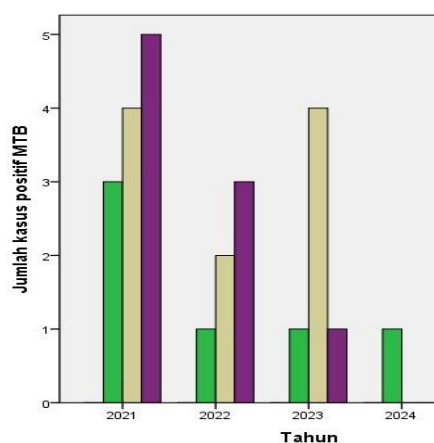
	Frekuensi (n)	Persen (%)
16-50 tahun	35	38.5
51-92 tahun	55	61.5
Total	90	100.0

Berdasarkan data pada tabel 2 didapatkan hasil penelitian lebih banyak pada kelompok usia lanjut. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok usia lanjut memiliki proporsi yang lebih besar dalam infeksi tuberkulosis paru.

Tabel 3 Klasifikasi responden berdasarkan hasil pemeriksaan *GeneXpert*

	Frekuensi (n)	Persen (%)	Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)
<i>MTB Detected High</i>	9	10.0	100	98.48
<i>MTB Detected Low</i>	5	5.6		
<i>MTB Detected Medium</i>	11	12.2		
<i>MTB Not Detected</i>	65	72.2		
Total	90	100.0		

Berdasarkan tabel 3 hasil pemeriksaan menggunakan metode tes cepat molekuler (TCM) dengan *GeneXpert* menunjukkan bahwa sebagian besar responden tidak terindikasi memiliki infeksi tuberkulosis paru, serta sebagian kecil responden yang terdeteksi positif. Interpretasi hasil tes TCM yaitu *MTB Detected Low* (Ct value 22-28), *MTB Detected Medium* (Ct value 16-22), *MTB Detected High* (Ct value <16). Ct value rendah mengindikasikan beban bakteri tinggi, sebaliknya Ct value tinggi mengindikasikan beban bakteri rendah. Dari hasil temuan diperoleh nilai sensitivitas 100% dan Spesifisitas 98.48 %.



Gambar 1 Grafik hasil positif tes cepat molekuler dengan *GeneXpert*

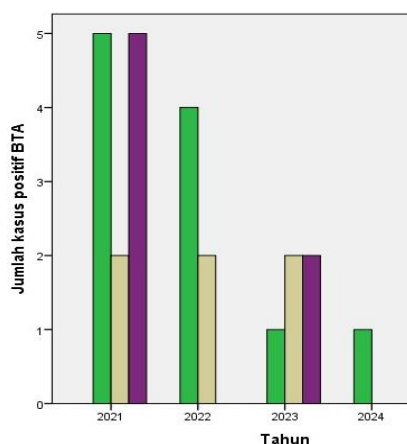
■ Belum ada ■ MTB deteksi rendah ■ MTB deteksi sedang ■ MTB deteksi tinggi

Table 4 Klasifikasi responden berdasarkan hasil pemeriksaan mikroskopis (ZN)

	Frekuensi (n)	Persen (%)
Negatif	65	80.0
Positif 1	11	3.3
Positif 2	6	6.7
Positif 3	7	10.0
Total	90	100.0

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan sebagian besar hasilnya tidak mengindikasikan keberadaan basil tahan asam (BTA) dan sebagian kecil lainnya menunjukkan variasi tingkat positif, mulai dari tingkatan rendah hingga tinggi. Keterangan hasil pemeriksaan

BTA yaitu positif 1 (10-99 BTA pada 100 lapang pandang), positif 2 (1-10 BTA pada setiap 1 lapang pandang (Pemeriksaan maksimal 50 lapang pandang)), positif 3 ( $\geq 10$  BTA pada setiap 1 lapang pandang (Pemeriksaan minimal 20 lapang pandang)).



Gambar 2 Grafik hasil positif basil tahan asam dengan Ziehl-Neelsen  
 ■ Belum ada ■ Positif 1 ■ Positif 2 ■ Positif 3

Table 5 Perbandingan hasil positif antara metode *GeneXpert* dan *Ziehl-Neelsen*

	Pemeriksaan TB paru		p value
	n	%	
<i>GeneXpert</i>	25	27.8	0.002
<i>Ziehl-Neelsen</i>	24	20.0	
Total	49	47.8	

Berdasarkan tabel 5 didapatkan hasil pemeriksaan menggunakan metode TCM (*GeneXpert*) dan *Ziehl-Neelsen* menunjukkan tingkat deteksi lebih tinggi *GeneXpert* dibandingkan *Ziehl-Neelsen* dalam mengidentifikasi kasus positif. Hal ini menunjukkan adanya perbandingan antara kedua metode dalam mendeteksi kasus tuberkulosis paru.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan tuberkulosis paru di laboratorium Rumah Sakit X Yogyakarta pada Tabel 1, diketahui bahwa penderita tuberkulosis paru laki-laki lebih banyak dari pada perempuan. Tingginya angka penderita tuberkulosis pada laki-laki yang mungkin disebabkan oleh gaya hidup, mobilitas, dan faktor risiko lainnya. Laki-laki biasanya memiliki kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, dan beban kerja yang berat dapat menurunkan daya tahan tubuh (Pramono, 2021). Dalam penelitian yang dilakukan Sunarmi pada tahun 2022, menjelaskan bahwa penyakit tuberkulosis paru cenderung lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan pada perempuan (Sunarmi & Kurniawaty, 2022).

Berdasarkan tabel 2 didapatkan hasil penelitian menunjukkan bahwa responden yang teridentifikasi dengan dugaan tuberkulosis paru didominasi oleh kelompok usia lanjut. Hal ini mungkin menunjukkan bahwa usia lanjut merupakan faktor risiko substansial untuk tuberkulosis. Hal ini sejalan dengan pendapat Yuli Nurwilda (2022) bahwa usia lanjut melemahkan kekebalan tubuh seseorang, sehingga berbagai penyakit lebih mudah menyerang tubuh seiring bertambahnya usia (Rafliansha M, Nur Afifah A, 2023). Seiring bertambahnya usia, terjadi penurunan fungsi sistem imun (imunosenesens) yang menyebabkan tubuh lebih rentan terhadap berbagai infeksi,

termasuk infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Selain itu, pada kelompok usia lanjut, terdapat kemungkinan lebih tinggi mengalami komorbiditas atau kondisi medis penyerta, seperti diabetes mellitus atau penyakit paru kronik, yang juga berkontribusi terhadap kerentanan terhadap infeksi TB. Faktor lain yang turut memengaruhi adalah keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan, rendahnya kesadaran terhadap gejala TB, serta kemungkinan keterlambatan dalam deteksi dan pengobatan, yang lebih sering terjadi pada populasi lansia (Hafidz, 2024). Oleh karena itu, hasil ini mengindikasikan perlunya perhatian khusus terhadap kelompok usia lanjut dalam program deteksi dini, edukasi, dan pengendalian tuberkulosis. Kondisi ini juga memperkuat pentingnya pendekatan layanan kesehatan berbasis usia dan risiko dalam upaya eliminasi TB, khususnya dengan memberikan prioritas pada skrining dan tindak lanjut yang lebih intensif di kalangan lanjut usia (Syukriah, 2025).

Pada tabel 3 diperoleh hasil penelitian pada pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) dengan alat *GeneXpert* menunjukkan sebagian besar responden tidak memiliki infeksi tuberkulosis, dan sebagian kecil terdapat deteksi medium atau sedang, deteksi rendah serta deteksi tinggi terhadap infeksi penyakit tuberkulosis. Hasil penelitian ini diperkuat oleh Helio dan Yulita pada tahun 2024, dimana MTB yang tidak terdeteksi lebih banyak dari pada MTB yang terdeteksi. Pemeriksaan *GeneXpert* MTB/RIF merupakan salah satu alat diagnostik yang memiliki sensitivitas dan spesifitas tinggi untuk mendeteksi penyakit tuberkulosis (TB). Pada penelitian ini diperoleh nilai sensitivitas 100% dan spesifitasnya 98,48%. Menurut statistik dari Klinik TB Resistensi Multiobat di Rumah Sakit Akademik Dr. Soetomo, salah satu rumah sakit terkemuka di Indonesia, sensitivitas terhadap *GeneXpert* mencapai 92,7%. Hal ini menunjukkan bahwa pemeriksaan ini cukup efektif untuk mendeteksi penyakit tuberkulosis, meskipun peluang hasil pemeriksaan negatif masih sekitar 7,3 persen (Alhawaris & Tabri, 2020). Beberapa faktor yang menyebabkan hasil pemeriksaan tuberkulosis menggunakan *GeneXpert* negatif antara lain jumlah bakteri dalam sampel yang terlalu sedikit untuk dapat dideteksi oleh *GeneXpert*, kemungkinan hasil pemeriksaan yang juga dapat mengindikasikan bahwa pasien yang bersangkutan tidak terinfeksi bakteri MTB, serta kesulitan dalam penyiapan dan analisis sampel (Halwatiah, 2024).

Pada gambar 1 hasil pemeriksaan TCM/*GeneXpert* terhadap kasus tuberkulosis (TB) dari tahun 2021-2025. Pada tahun 2021, jumlah kasus yang terdeteksi merupakan yang tertinggi dibandingkan tahun-tahun lainnya. Kategori *MTB Detected High* menunjukkan jumlah paling dominan. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun tersebut penularan TB masih cukup tinggi. Tahun 2022 menunjukkan penurunan jumlah kasus secara signifikan. Dimana sensitif metode *GeneXpert* pada kategori *MTB Detected High* lebih tinggi dibandingkan dengan *MTB Detected Low* dan *MTB Detected Medium*. Selanjutnya pada tahun 2023 menunjukkan peningkatan jumlah kasus kembali, terutama pada kategori *MTB Detected Low*, yang menunjukkan bahwa kasus baru yang ditemukan cenderung berada pada tingkat deteksi rendah. Pada tahun 2024, jumlah kasus yang terdeteksi mengalami penurunan. Hanya sedikit yang teridentifikasi dengan jumlah yang sangat rendah. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan keberhasilan program pengendalian TB yang konsisten dalam beberapa tahun terakhir. Sedangkan pada tahun 2025 tidak ditemukan kasus TB dalam pemeriksaan dengan metode *GeneXpert* dan Ziehl-Nielsen dalam waktu yang bersamaan. *GeneXpert* mampu mendeteksi keberadaan *Mycobacterium tuberculosis* sekaligus resistensi terhadap rifampisin secara cepat dan akurat, sedangkan metode *Ziehl-Neelsen* hanya mendeteksi Basil Tahan Asam (BTA) melalui pemeriksaan mikroskopis tanpa informasi genetik atau resistensi obat (Jaya, 2024).

Berdasarkan tabel 4 didapatkan hasil penelitian pada pemeriksaan mikroskopis metode *Ziehl-Neelsen* pada 90 sampel yang diperiksa banyak yang tidak ditemukan basil tahan asam (BTA) dan sebagian kecil ditemukan BTA. Metode *Ziehl-Neelsen* digunakan untuk mengidentifikasi organisme asam melalui analisis bakteriologis, terutama menggunakan jenis mikrobakteri. Hasil penelitian ini dipaparkan dalam jurnal Nurul Husna, Novi Utami Dewi 2020 (Husna & Dewi, 2020). Hal ini mencerminkan keterbatasan sensitivitas metode *Ziehl* dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*, terutama pada pasien dengan beban kuman rendah atau spesimen yang tidak optimal. Secara umum, temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa sensitivitas pewarnaan *Ziehl-Neelsen* berkisar antara 60%, tergantung pada kualitas sampel dan teknik pewarnaan (Sunarmi & Kurniawaty, 2022). Metode *Ziehl-Neelsen* memang masih digunakan luas di fasilitas kesehatan dasar karena efisiensi biaya dan kemudahan pelaksanaannya. Namun, keterbatasan dalam mendeteksi kasus TB dengan akurasi tinggi menunjukkan perlunya konfirmasi menggunakan metode diagnostik yang lebih sensitif seperti *GeneXpert* MTB/RIF. Penemuan kasus positif dalam jumlah kecil pada penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun *Ziehl-Neelsen* dapat mendeteksi basil pada pasien dengan infeksi aktif, namun metode ini memiliki potensi besar untuk menghasilkan hasil negatif palsu pada kasus dengan konsentrasi bakteri yang rendah (Syukriah, 2025).

Pada gambar 2 diperoleh hasil pemeriksaan BTA (Basil Tahan Asam) dari bulan Januari 2021- Desember 2024. Pada tahun 2021 menunjukkan jumlah kasus dengan hasil positif 1 dan positif 2 mendominasi hasil pemeriksaan. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2021 terdapat variasi tingkat infeksi, mulai dari tingkat rendah hingga tinggi berdasarkan metode pewarnaan *Ziehl-Neelsen* (ZN). Pada tahun 2022 terjadi penurunan jumlah kasus, meskipun kategori positif 1 masih cukup menonjol. Tidak ditemukan kasus positif 3 pada tahun 2022 menandakan adanya penurunan kasus dengan tingkat infeksi tinggi. Tahun 2023 memperlihatkan distribusi kasus yang seimbang dengan jumlah yang rendah dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Pada tahun 2024 menunjukkan penurunan jumlah kasus yang ditemukan melalui pemeriksaan BTA. Kemudian pada tahun 2025 tidak ditemukan kasus TB dengan menggunakan metode TCM/*GeneXpert* dan metode *Ziehl-Neelsen* dalam identifikasi diagnosis awal. Hal ini disebabkan oleh pemeriksaan TCM digunakan sebagai awal diagnosis TB, sedangkan untuk BTA digunakan sebagai follow up pemeriksaan TB (Nurdiyanti, 2023).

Pada tabel 5 hasil pemeriksaan tuberkulosis dengan menggunakan 2 metode pemeriksaan, yaitu pemeriksaan TCM dengan *GeneXpert* dan mikroskopis dengan metode *Ziehl-Neelsen* menunjukkan hasil positif lebih tinggi dengan deteksi *GeneXpert* dibandingkan dengan *Ziehl-Neelsen*. Hasil pemeriksaan sampel positif yang lebih tinggi pada analisis *GeneXpert* dibandingkan dengan analisis *Ziehl-Neelsen* dapat dijelaskan oleh prinsip operasional dan pendekatan yang berbeda dari kedua metode yang disebutkan. *GeneXpert* MTB/RIF berfungsi dalam reaksi PCR real-time dengan memanfaatkan 81 pasangan basa dari gen MTB *rpoB* dan menggunakan lima probe (A–E) sesuai dengan Kementerian Kesehatan tahun 2022. Proses pengujian *GeneXpert* MTB/RIF Ultra memungkinkan integrasi sampel ke dalam Kartrid, yang berisi elemen-elemen yang diperlukan untuk lisis bakteri, deteksi asam nukleat, penguatan, dan deteksi gen (Nasywa et al., 2022). Berdasarkan hasil uji statistik yang dilakukan menggunakan uji Chi-Square, menunjukkan hasil yang signifikan karena nilai p sebesar <0,05. Hal ini menunjukkan perbedaan yang signifikan antara metode TCM/*GeneXpert* dan metode *Ziehl-Neelsen*. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Silvani dkk., 2023, di mana hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai p sebesar 0,009,

sehingga menunjukkan hasil yang signifikan karena nilai  $p$  sebesar  $<0,05$  (Permatasari et al., 2023). Beberapa studi terbaru melaporkan bahwa *GeneXpert* dapat mencapai sensitivitas hingga 100% dan spesifisitas 99%, secara signifikan lebih baik dibandingkan *Ziehl-Neelsen* dengan sensitivitas 55-85% (Gupta et al., 2024). Namun, belum ada penelitian di RS X Yogyakarta yang mengevaluasi secara menyeluruh performa diagnostik kedua metode ini terkait karakteristik pasien, nilai prediktif positif, dan aspek biaya serta durasi diagnosis.

Penting untuk mempertimbangkan banyaknya keterbatasan penelitian ini. Pertama, jumlah data yang digunakan masih terbatas, sehingga hasil analisis mungkin belum mewakili populasi secara luas. Penambahan jumlah sampel dari berbagai wilayah atau fasilitas kesehatan lain akan meningkatkan kekuatan generalisasi hasil penelitian. Selain itu, data karakteristik klinis pasien, seperti status HIV, riwayat TB sebelumnya, atau kondisi komorbid lainnya belum dikaji secara menyeluruh, padahal faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi akurasi deteksi TB, baik melalui *Ziehl-Neelsen* maupun *GeneXpert*. Kedua, dari metode deteksi *Ziehl-Neelsen* yang memiliki keterbatasan sensitivitas, terutama pada pasien dengan jumlah bakteri rendah, sehingga berisiko menghasilkan hasil negatif palsu. Sementara itu, meskipun *GeneXpert* lebih sensitif, penelitian ini belum mengevaluasi resistensi terhadap obat anti-TB (seperti rifampisin) yang sebenarnya juga bisa terdeteksi melalui *GeneXpert*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan cakupan data yang lebih luas serta analisis yang mencakup faktor-faktor klinis dan aspek molekuler lainnya agar hasil yang diperoleh lebih komprehensif dan aplikatif.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara pemeriksaan *GeneXpert* (TCM) dan pewarnaan *Ziehl-Neelsen* dalam diagnosis tuberkulosis. Dari total 180 sampel, TCM mendeteksi 25 kasus positif, sedangkan *Ziehl-Neelsen* mendeteksi 24 kasus positif. Berdasarkan perhitungan, *GeneXpert* memiliki sensitivitas 100% dan spesifisitas 98,48%. Uji *Chi Square* menunjukkan perbedaan bermakna secara statistik ( $p=0.002$ ) dengan selisih proporsi positif yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk melibatkan faktor klinis seperti status HIV, riwayat pengobatan, dan kondisi imunologi pasien guna mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil diagnosis. Bagi tenaga laboratorium medis (TLM), penting untuk meningkatkan ketelitian dalam pemeriksaan *Ziehl-Neelsen* sesuai prosedur standar, memperkuat kolaborasi dengan laboratorium molekuler seperti *GeneXpert*, mengikuti pelatihan dan standarisasi teknik pewarnaan *Ziehl-Neelsen* juga perlu ditingkatkan untuk meminimalkan hasil negatif palsu, serta memastikan dokumentasi hasil pemeriksaan dilakukan secara akurat guna mendukung deteksi dini dan pengendalian tuberkulosis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada:

- 1) Rumah Sakit X Yogyakarta telah memberikan kewenangan dan fasilitas untuk melakukan penelitian ini.
- 2) Wiwit Probowati, S.Si., M.Biotech, Ph. D, atas bimbingan, arahan dan motivasi yang sangat berarti.
- 3) Teman-teman yang telah menyumbangkan waktunya untuk berpartisipasi dalam penelitian ini.

4) Keluarga yang telah memberikan dorongan dan dukungan moral selama proses belajar.

Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik dibidang terkait.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhawaris, A., & Tabri, N. A. (2020). RISIKO INFEKSI Mycobacterium tuberculosis PADA ORANG YANG TINGGAL SERUMAH DENGAN PENDERITA TUBERKULOSIS DI MAKASSAR. *Jurnal Kedokteran Mulawarman*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.30872/j.ked.mulawarman.v7i1.3892>
- Camellia, H., Kuntze, L., & Uji, D. A. N. (2021). KARAKTERISASI SENYAWA KATEKIN DARI DAUN TEH DWI ANGGRAENI SUKAESIH No . Mhs : 17612090 PROGRAM STUDI KIMIA UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA.
- Gupta, J., Joshi, P., Gupta, R., & Gupta, V. (2024). Comparative Evaluation of GeneXpert With Ziehl-Neelsen (ZN) Stain in Samples of Suspected Tuberculosis Cases at a Tertiary Care Teaching Hospital in Central India. *Cureus*, 16(10). <https://doi.org/10.7759/cureus.71402>
- Hafidz, F. (2024). *Laporan Akhir Studi Eksplorasi: Faktor Penghambat Orang yang Kontak dengan Pasien TBC dan Telah Dirujuk Namun Tidak Melakukan Pemeriksaan TBC.* <https://researchinstitute.penabulufoundation.org/wp-content/uploads/2024/07/Laporan-akhir-kontak-erat-TBC-02022024final.pdf>
- Halwatiah. (2024). *Pemeriksaan TCM ( Tes Cepat Molekuler ) Pada Kontak Erat.* XIX(2).
- Hasanuddin, A., & Syarif, J. (2022). Identifikasi Mycobacterium Tuberculosis Pada Perokok Aktif Dengan Metode Pewarnaan Ziehl–Neelsen. *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 1(2), 45–49. <https://doi.org/10.57218/jkj.vol1.iss2.331>
- Husna, N., & Dewi, N. U. (2020). Comparison of Decontaminated Acid-Fast Bacilli Smear. *Jurnal Riset Kesehatan*, 12(2), 316–323. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v12i2.894>
- Jaya, R. N. (2024). ARTIKEL UJI DIAGNOSTIK TES CEPAT MOLEKULER ( TCM ) MENGGUNAKAN GeneXpert DALAM DETEKSI PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA Artikel Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis UJI DIAGNOS.
- Nasywa, Y., Suharti, N., & Katar, Y. (2022). Sensitivitas dan Spesifisitas GeneXpert pada Sputum Pasien Suspek Tuberkulosis Paru. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*, 3(2), 125–130. <https://doi.org/10.25077/jikesi.v3i2.839>
- Nurdiyanti, O. (2023). *Gambaran hasil pemeriksaan BTA pada pasien rawat jalan dan follow up TB paru di RSUD Dr. Achmad Mochtar Bukittinggi.* <http://repo.upertis.ac.id/3187/>
- Padhilah, N. (2019). ISOLASI DAN KARAKTERISASI GEN Rv1926c Mycobacterium tuberculosis ISOLAT MAKASSAR SEBAGAI KANDIDAT

VAKSIN TUBERKULOSIS. *Skripsi. Universitas Hasanuddin. Fakultas Kedokteran*, 1–113.

- Permatasari, S., Tutut, D., Furtuna, D. K., Felicia, F., & Aryati, F. (2023). Hubungan Antara Hasil Pemeriksaan Sputum BTA dengan Hasil Resistensi Rifampisin Genexpert MTB/RIF di RSUD Doris Sylvanus Tahun 2018-2019. *Jurnal Surya Medika*, 9(2), 11–17. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i2.4037>
- Pramasari, D. (2019). Asuhan Keperawatan Pada Pasien Tuberculosis Paru Di Ruang Seruni Rumah Sakit Umum Daerah Abdul Wahab Sjahranie Samarinda. *Repository Poltekkes Kaltim, Dita P. (2019). ASUHAN KEPERAWATAN PADA PASIEN TUBERCULOSIS PARU DI RUANG SERUNI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH ABDUL WAHAB SJAHRANIE SAMARINDA. Repository Poltekkes Kaltim, 142. http://repository.poltekkes-kaltim.ac.id/285/1/Untitled.pdf, 142. http://repository.poltekkes-kaltim.ac.id/285/1/Untitled.pdf*
- Pramono, J. S. (2021). Literature Review: Risk Factors of Increasing Tuberculosis Incidence. *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, 16(1), 106–113. <https://doi.org/10.36911/pannmed.v16i1.1006>
- Putri, R. A. (2023). Hubungan Antara Pengetahuan dan Lingkungan Fisik dengan Perilaku Pencegahan Tuberculosis Paru. *Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116.
- Rafliansha M, Nur Afifah A, A. R. (2023). Gambaran faktor-faktor TB paru pada lansia di wilayah kerja Pusat Kesehatan Masyarakat Pisangan, Ciputat Timur. *UMJ*, 229–234.
- Ramadhan, R., Fitria, E., & Rosdiana. (2017). Deteksi *Mycobacterium tuberculosis* dengan pemeriksaan paru di puskesmas darul imarah. *SEL Jurnal Penelitian Kesehatan*, 4(2), 74–81.
- Sunarmi, S., & Kurniawaty, K. (2022). Hubungan Karakteristik Pasien Tb Paru Dengan Kejadian Tuberkulosis. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 7(2), 182–187. <https://doi.org/10.36729/jam.v7i2.865>
- Suryawati, B., Saptawati, L., Putri, A. F., & Aphridasari, J. (2019). Sensitivitas Metode Pemeriksaan Mikroskopis Fluorokrom dan Ziehl-Neelsen untuk Deteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada Sputum. *Smart Medical Journal*, 1(2), 56. <https://doi.org/10.13057/smj.v1i2.28704>
- Syukriah, S. (2025). Menuju Indonesia bebas tuberkulosis (TB) 2030: analisis SOAR strategi pengendalian yang efektif di RSUD Tk Kabupaten KS. *Jurnal Sosial Dan Sains*, 5(4), 763–779.
- WHO. (2023). Report 20-23. In *January: Vol. t/malaria/* (Issue March). <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports>
- Wiryo, B. A. (2018). Perbandingan Skor Basil Tahan Asam ( Bta ) Antara Teknik Konvensional ( Ziehl Neelsen ) Dengan Penambahan Bleach 1 % Pada Spesimen Sputum. *Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*.
- Yuliana, M. S., Aristoteles, & Denny, J. (2024). *Differences in the Results of Acid-Resistant Bacteria By the Ziehl*. 2(1), 14–19.