

SKRIPSI

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* DENGAN METODE BTA MIKROSKOPIS TERHADAP TES CEPAT MOLEKULER DI RSUD ABEPURA



Oleh:

DOLPHINA SINAY

NIM : 2410263651

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM MEDIS FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
2025**

SKRIPSI

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* DENGAN METODE BTA MIKROSKOPIS TERHADAP TES CEPAT MOLEKULER DI RSUD ABEPURA

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Kesehatan

Oleh:

DOLPHINA SINAY

NIM : 2410263651

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM MEDIS FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
2025**

No Alumni Universitas	Dolphina Sinay	No Alumni
a). Tempat/Tgl : Aboru/ 27 Agustus 1982; b). Nama Orang Tua: (Ayah) Nicolas Sinay (Ibu) Agusthina Mual; c). Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis ; d). Fakultas: Ilmu Kesehatan ; e). No NIM: 2410263651 ; f). Tgl Lulus: 21 Agustus 2025; g). Predikat lulus: dengan Pujian; h). IPK: 3,93; i) Lama Studi: 1 Tahun ; j). Alamat: Kompleks RSUD Abepura Jl. Kesehatan I no.14, Kota Jayapura, Papua.		

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* DENGAN METODE BTA MIKROSKOPIS TERHADAP TES CEPAT MOLEKULER DI RSUD ABEPURA

SKRIPSI

Oleh: Dolphina Sinay

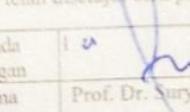
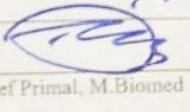
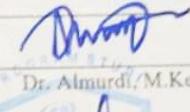
Pembimbing: 1. Prof. Dr. Suryani, M.Si, 2. Def Primal, M.Biomed

Abstrak

Tuberkulosis merupakan penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dan masih menjadi masalah kesehatan global, terutama di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Di Kota Jayapura tercatat oleh Dinas Kesehatan Provinsi Papua, kasus TB mencapai 2404 kasus. Secara khusus pada tahun 2024, jumlah pasien/sampel yang melakukan Tes Cepat Molekuler di Laboratorium RSUD Abepura berjumlah 3276 pasien/sampel. Pada umumnya *Mycobacterium tuberculosis* dapat dideteksi dengan Metode BTA Mikroskopis dan Tes Cepat Molekuler. Sangat penting untuk mengetahui perbandingan hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* dengan kedua metode tersebut guna deteksi dini dan diagnosis yang cepat untuk mengurangi penyebaran TB dan meningkatkan efektivitas pengobatan. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dan dilakukan dengan desain cross-sectional atau potong lintang terhadap 51 sampel sputum pasien suspek TB yang melakukan pemeriksaan di Laboratorium RSUD Abepura untuk diperiksa dengan metode BTA Mikroskopis dan Tes Cepat Molekuler. Diperoleh nilai sensitivitas sebesar 58,62% dan spesifikitas sebesar 100%, serta akurasi metode BTA sebesar 100%.

Kata kunci: *Mycobacterium tuberculosis*, TCM, BTA mikroskopis

Skripsi ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada 21 Agustus 2025,
Abstrak telah disetujui oleh pengaji

Tanda Tangan	1. 	2. 	3. 
Nama Terang	Prof. Dr. Suryani, M.Si	Def Primal, M.Biomed	Dr. Almurdzi/M.Kes

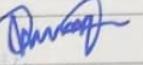
Mengetahui

Ketua Program Studi: Apt.Dr. Dewi Yudiana Shinta., M.Si



	No Alumni Universitas	Dolphina Sinay	No Alumni
	a).Place/Date of Birth : Aboru/ 27 Agustus 1982; b). Parent's name: (Father) Nicolas Sinay (Mother) Agusthina Mual; c). Bachelor of Applied Medical Laboratory Technology Study Program ; d). Faculty: Faculty of Health Sciences ; e). No NIM: 2410263651 ; f). Date of Graduation: August 21st, 2025; g). Graduation Predicte: Cumlaude; h). IPK: 3,93; i) Duration of Study: 1 Year ; j). Address: Kompleks RSUD Abepura Jl. Kesehatan I no.14. Kota Jayapura, Papua.		
COMPARISON OF MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS EXAMINATION RESULTS USING THE MICROSCOPIC AFB METHOD AGAINST THE MOLECULAR RAPID TEST AT ABEPURA HOSPITAL			
THESIS By: Dolphina Sinay Mentors: 1. Prof. Dr. Suryani, M.Si. 2. Def Primal, M.Biomed			
Abstract			
<p>Tuberculosis is a contagious infectious disease caused by <i>Mycobacterium tuberculosis</i> and remains a global health problem, especially in developing countries, including Indonesia. In Jayapura City, the Papua Provincial Health Office recorded 2,404 TB cases. Specifically, in 2024, the number of patients/samples undergoing Molecular Rapid Tests at the Abepura Regional Hospital Laboratory was 3,276 patients/samples. In general, <i>Mycobacterium tuberculosis</i> can be detected using the Microscopic AFB Method and the Rapid Molecular Test. It is very important to know the comparison of Mycobacterium tuberculosis examination results with these two methods for early detection and rapid diagnosis to reduce the spread of TB and increase the effectiveness of treatment. This type of research is descriptive and was conducted with a cross-sectional design on 51 sputum samples of suspected TB patients who underwent examination at the Abepura Regional Hospital Laboratory for examination using the Microscopic AFB Method and the Molecular Rapid Test. The obtained AFB sensitivity value for TCM was 58.62% and specificity was 100%, and the accuracy of the AFB method was 100%.</p>			
Keywords: <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , RMT, AFB			

This thesis has been defended before the board of examiners and graduated on August 21st, 2025.
 The abstract has been approved by the examiners.

Signature	1 - 	2 - 	3 - 
Full Name	Prof. Dr. Suryani, M.Si	Def Primal, M.Biomed	Dr. Alimurdzi, M.Kes

Attendance:
 Head of Study Program: Apt.Dr. Dewi Yudiana Shinta., M.Si



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Perbandingan Hasil Pemeriksaan *Mycobacterium Tuberculosis* dengan Metode BTA Mikroskopis Terhadap Tes Cepat Molekuler Di RSUD Abepura

Nama Mahasiswa : Dolphina Sinay

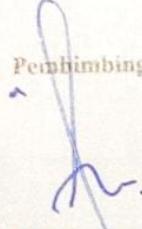
NIM : 2410263651

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan dalam ujian komprehensif. skripsi merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia.

Menyetujui
Komisi Pembimbing

Pembimbing I


Prof. Dr. Suryani, M.Si
NIDN. 0027056501

Pembimbing II


Def Primal, M.Biomed
NIDN. 1026128401

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* DENGAN METODE BTA MIKROSKOPIS TERHADAP TES CEPAT MOLEKULER DI RSUD ABEPURA

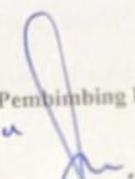
Disusun oleh:
Nama : Dolphina Sinay
NIM : 2410263651

Telah diujikan di depan Pengaji skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia

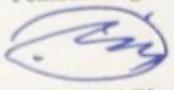
Pada Tanggal 21 Agustus 2025, dan dinyatakan

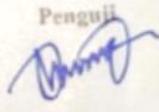
LULUS

Pembimbing I


Prof. Dr. Suryani, M.Si
NIDN. 0027056501

Pembimbing II


Def Primal, M.Biomed
NIDN. 1026128401


Dr. Almurdji DMM, M.Kes
NIDN. 0023086209

Skripsi ini telah memenuhi persyaratan sebagai pedoman pelaksanaan penelitian penyusunan skripsi

Mengetahui:

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia


Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si
NIDN. 1016017602

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dolphina Sinay

NIM : 2410263651

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang ditulis dengan judul

“Perbandingan Hasil Pemeriksaan *Mycobacterium Tuberculosis* dengan Metode BTA Mikroskopis Terhadap Tes Cepat Molekuler Di RSUD Abepura” adalah kerja/karya sendiri dan bukan merupakan duplikat dari hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan. Jika kemudian hari pernyataan ini tidak benar maka status kelulusan menjadi batal dengan sendirinya.



BIODATA



Nama

: Dolphina Sinay

Ttl

: Aboru, 27 Agustus 1982

Agama

: Kristen Protestan

Jenis Kelamin

: Wanita

Alamat

: Kompleks RSUD Abepura – Jayapura

Riwayat Pendidikan : 1. SD Negeri 2 Aboru Lulus Tahun 1994

2. SMP Negeri 5 Jayapura Lulus Tahun 1997

3. SMAK Jayapura Lulus Tahun 2000

4. D3 Poltekkes Kemenkes Jayapura Lulus Tahun 2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan rahmat-Nya, skripsi yang berjudul **Perbandingan Hasil Pemeriksaan *Mycobacterium Tuberculosis* dengan Metode BTA Mikroskopis Terhadap Tes Cepat Molekuler Di RSUD Abepura** ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini. diantaranya:

1. Ibu Dr. Yaslina, S.Kep., Ns., M.Kep., Sp. Kep., Kom., selaku Rektor Universitas Perintis Indonesia
2. Bapak Dr. Rer. Nat. Ikhwan Resmala Sudji, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia.
3. Ibu Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia.
4. Ibu Prof. Dr. Suryani, M.Si., sebagai dosen Pembimbing I yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Def Primal, M.Biomed sebagai dosen pembimbing II yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Bapak Dr. Almurdi, M. Kes sebagai dosen penguji yang memberikan masukan, saran, dan arahan kepada penulis.
7. Bapak dan ibu dosen pengajar Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia yang telah mendidik dan memberi ilmu hingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
8. Ibu dr. Daisy C. Urbinas selaku direktur RSUD Abepura yang telah memberikan izin sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
9. Ibu dr. Justina Sembiring, MSc,SpPK,Sub Sp PI (k) sebagai kepala Instalasi Laboratorium Klinik RSUD Abepura.
10. Teristimewa kedua orang tua, suami, anak-anakku tercinta serta keluarga besarku yang selalu memberi dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan studi ini.
11. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2024 Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Universitas Perintis Indonesia yang saling mendukung dan memotivasi dalam menyelesaikan studi dan penulisan skripsi ini.
12. Serta semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu yang telah ikut berpartisipasi dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu peneliti mengharapkan masukan dan saran dari para pembaca sekalian untuk penyusunan yang lebih baik ke depannya. Penulis berharap agar

penelitian ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan kesehatan masyarakat, serta dapat memberikan banyak manfaat di bidang terkait.

Padang, Agustus 2025

Dolphina.Sinay

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
BIODATA	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.3.1. Tujuan Umum	3
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.4.1. Bagi Peneliti.....	4
1.4.2. Bagi Institusi	4
1.4.3. Bagi Masyarakat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tuberkulosis.....	5
2.1.1. Definisi Tuberkulosis.....	5
2.1.2. Penyebab Tuberkulosis	5
2.1.3. Gejala dan Penularan Tuberkulosis	8
2.1.4. Diagnosis Tuberkulosis	9
2.1.5. Pencegahan dan Pengobatan Tuberkulosis	10
2.2. BTA (Basil Tahan Asam).....	11
2.2.1. Prosedur Tes BTA	11

2.2.2.	Keunggulan Tes BTA	14
2.2.3.	Kekurangan Tes BTA	15
2.3.	Tes Cepat Molekuler.....	16
2.3.1.	Prosedur Tes Cepat Molekuler	18
2.3.2.	Keunggulan Tes Cepat Molekuler	30
2.3.3.	Kekurangan Tes Cepat Molekuler	31
2.4.	Kerangka Teori.....	33
2.5.	Hipotesis.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	.....	35
3.1.	Jenis dan Desain Penelitian.....	35
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	35
3.3.	Populasi dan Sampel	36
3.4.	Definisi Operasional.....	38
3.5.	Variabel Penelitian	38
3.6.	Prosedur Penelitian	38
3.7.	Analisis Data	39
3.8.	Kerangka Operasional	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	41
4.1.	Hasil	41
4.2.	Pembahasan.....	42
BAB V	.....	45
BAB V PENUTUP	.....	45
5.1.	Kesimpulan	45
5.2.	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	.....	47
LAMPIRAN	.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Skala <i>International Union Against Tuberculosis Lung Diseases</i> (IULTD).....	14
Tabel 2.2. Interpretasi Hasil Pemeriksaan TCM MTB/RIF.....	25
Tabel 3.1. Definisi Operasional	38
Tabel 3.2. Bentuk dasar analisis uji diagnostik	39
Tabel 4.1. Distribusi hasil pemeriksaan dengan metode BTA Mikroskopis.....	41
Tabel 4.2. Distribusi hasil pemeriksaan dengan metode TCM.....	41
Tabel 4.3. Distribusi hasil positif dan negatif secara BTA Mikroskopis dan TCM.....	41
Tabel 4.4. Sensitivitas dan spesifisitas metode BTA Mikroskopis terhadap TCM	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	6
Gambar 2.2.	Proses Pewarnaan Ziehl-Neelsen.....	13
Gambar 2.3	Deteksi molekuler real-time PCR menggunakan probe spesifik...	17
Gambar 2.4	Alat GeneXpert berbasis PCR.....	22
Gambar 2.5	Contoh Hasil MTB Detected; Rif Resistance Detected.....	26
Gambar 2.6	Contoh Hasil MTB Detected; Rif Resistance Not Detected.....	27
Gambar 2.7	Contoh hasil MTB Detected; Rif Resistance Indeterminate.....	27
Gambar 2.8	Contoh Hasil MTB Not Detected.....	28
Gambar 2.9	Contoh Hasil Invalid.....	28
Gambar 2.10	Contoh Hasil Error.....	29
Gambar 2.11	Contoh Hasil No Result.....	29
Gambar 2.12	Tahapan pemeriksaan menggunakan GeneXpert.....	30
Gambar 2.13	Kerangka Teori	30
Gambar 3.1.	Kerangka Operasional.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian di RSUD Abepura.....	52
Lampiran 2. Surat Layak Etik Penelitian dari KEPK Upertis.....	53
Lampiran 3. Surat Telah Melaksanakan Penelitian	54
Lampiran 4. Data Hasil Pemeriksaan.....	55
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	56
Lampiran 6. Hasil Cek Plagiasi Turnitin.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Infeksi menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*, tuberkulosis, yang sering disingkat TB, masih menjadi masalah kesehatan global, terutama di negara-negara berkembang. Penyakit ini dapat menyerang siapa saja dan organ tubuh yang diserang biasanya adalah paru-paru, tulang belakang, kulit, otak, kelenjar getah bening, dan jantung. Pada waktu batuk atau bersin, penderita menyebarkan kuman ke udara dalam bentuk droplet (percikan dahak). Droplet yang mengandung kuman dapat bertahan di udara pada suhu kamar dalam beberapa jam. Orang dapat terinfeksi jika droplet tersebut terhirup ke saluran pernapasan. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* cepat mati dengan sinar matahari langsung, tetapi dapat bertahan hidup beberapa jam di tempat yang gelap dan lembab (Depkes RI., 2010). TB dapat dideteksi dengan berbagai metode, seperti tes darah, tes kulit, pemeriksaan dahak, rontgen dada, dan tes laboratorium (Relaksiskawati, 2020).

Laporan Global Tuberkulosis yang dirilis oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menunjukkan bahwa Indonesia memiliki jumlah kasus tuberkulosis tertinggi di dunia pada tahun 2023. India berada di posisi pertama, diikuti oleh Cina dan China. Berdasarkan data Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB) pada 2023, di Indonesia terdapat sebanyak 821.200 kasus TBC (77% dari target) yang telah ternotifikasi dan angka kasus TB yang diobati mencapai 86% (dari target 90%). Dibandingkan dengan provinsi lain di Indonesia, kasus TB lebih tinggi di Provinsi

Papua, terutama di Kota Jayapura. Menurut data yang tercatat oleh Dinas Kesehatan Provinsi Papua, angka kasus TB di Kota Jayapura mencapai 2404 kasus. Dan secara khusus pada tahun 2024, jumlah pasien/sampel yang melakukan Tes Cepat Molekuler di Laboratoriun RSUD Abepura berjumlah 3276 pasien/sampel.

Faktor-faktor seperti kemiskinan, kurangnya akses ke layanan kesehatan, dan kondisi lingkungan yang buruk memperburuk situasi. Masih banyak kasus TB di Papua tidak terdeteksi atau tidak diobati secara tepat waktu. Hal ini dapat menyebabkan penyebaran penyakit yang lebih luas dan risiko kematian yang lebih tinggi. Oleh sebab itu, penelitian tentang TB di Papua sangat penting untuk membantu pengembangan strategi pengendalian yang lebih tepat sasaran, efektif dan berkelanjutan untuk mengurangi beban TB di wilayah tersebut (Hermawan, A., Amar, 2023).

Deteksi dini dan diagnosis yang cepat sangat penting untuk mengurangi penyebaran TB dan meningkatkan efektivitas pengobatan. Metode Tes Cepat Molekuler dan Metode Mikroskopis biasanya dapat mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*. Di sinilah perbedaan dan perbedaan antara kedua pendekatan pemeriksaan ini menjadi penting. Metode tes cepat molekuler, seperti GeneXpert MTB/RIF, menemukan DNA *Mycobacterium tuberculosis* secara langsung dalam sampel sputum pasien. Metode ini menggunakan teknologi PCR (Polymerase Chain Reaction). Tes ini juga bisa mendeteksi resistensi terhadap Rifampisin, salah satu obat utama dalam pengobatan TB. Biasanya, hasil dapat diperoleh dalam waktu kurang dari dua jam, dengan sensitivitas dan spesifitas yang tinggi. Metode mikroskopis, seperti kultur bakteri atau mikroskopis pewarnaan Ziehl-Neelsen,

meskipun sensitif, tetapi terkadang memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan, dan mikroskopi pewarnaan Ziehl-Neelsen tidak dapat memberikan hasil yang cukup akurat, terutama dalam kasus TB yang tidak aktif atau dengan jumlah bakteri yang sedikit (Butar-butar, M & Sitepu, S, 2023).

Peneliti ingin mengetahui bagaimana hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* dengan Metode BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler, yang dianggap sebagai standar emas, dibandingkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sensitivitas pemeriksaan BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*?
2. Bagaimana spesifitas pemeriksaan BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*?
3. Bagaimana keakuratan hasil pemeriksaan BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk membandingkan hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* antara Metode Tes Cepat Molekuler dan BTA Mikroskopis.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui sensitivitas pemeriksaan BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler dalam mendekksi *Mycobacterium tuberculosis*.
2. Untuk mengetahui spesifisitas pemeriksaan BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler dalam identifikasi *Mycobacterium tuberculosis*.
3. Untuk menentukan akurasi hasil pemeriksaan BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler dalam identifikasi *Mycobacterium tuberculosis*.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Bagi Peneliti

Diharapkan penelitian ini akan meningkatkan pengetahuan, wawasan, dan kompetensi peneliti tentang pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* melalui tes molekuler dan mikroskopis cepat.

1.4.2. Bagi Institusi

Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan informasi dan pemahaman kepada mahasiswa dan mahasiswi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia untuk penelitian terkait.

1.4.3. Bagi Masyarakat

Untuk meningkatkan kesehatan masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang tuberkulosis kepada masyarakat umum.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tuberkulosis

2.1.1. Definisi Tuberkulosis

Tuberkulosis, atau TB ekstra adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang termasuk Basil Tahan Asam (BTA). Bakteri ini dapat menginfeksi bagian tubuh lainnya, seperti ginjal, tulang, sendi, kelenjar getah bening, atau selaput otak (Kemenkes, 2022).

Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan paru-paru jika tidak diobati dengan tepat. Tuberkulosis bukan merupakan penyakit keturunan (Zuraida, 2024).

2.1.2. Penyebab Tuberkulosis

Mycobacterium tuberculosis adalah bakteri penyebab utama tuberkulosis. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* menempel di udara selama beberapa waktu, menyebabkan tuberkulosis paru. Bakteri ini sangat tahan terhadap faktor lingkungan seperti panas dan asam. Robert Koch pertama kali menemukan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* pada 24 Maret 1882.

Mycobacterium tuberculosis biasanya masuk ke dalam tubuh manusia melalui udara yang dihirup ke paru-paru. Selanjutnya, kuman dapat menyebar dari paru-paru ke bagian tubuh lain melalui sistem peredaran darah, sistem saluran limfa, atau langsung melalui bronkus. Ada dua jenis TB paru pada manusia:

- a. Tuberkulosis primer : penyakit muncul pada infeksi pertama.
- b. Tuberkulosis pascaprimer : penyakit muncul setelah beberapa waktu setelah infeksi. Jenis TB ini adalah yang ini. Karena kuman tersebut berada dalam dahaknya, penderita merupakan sumber penularan.

Mycobacterium tuberculosis merupakan bakteri aerob obligat dan parasit intraseluler fakultatif dengan waktu generasi yang lambat antara lima belas hingga dua puluh jam. *Mycobacterium tuberculosis* tidak dapat diklasifikasikan sebagai bakteri gram positif atau gram negatif. Namun, gram positif memiliki warna yang sangat lemah atau sama sekali tidak terlihat ketika diwarnai dengan gram.



Gambar 2.1. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*

Klasifikasi *Mycobacterium tuberculosis* adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Bacteria*

Filum : *Actinobacteria*

Ordo : *Actinomycetales*

Sub Ordo : *Corynebacterineae*

Family : *Mycobacteriaceae*

Genus : *Mycobacterium*

Spesies : *Mycobacterium tuberculosis*

Basil tuberkel *Mycobacterium tuberculosis* bergabung membentuk rantai dengan panjang 24 mm dan lebar 0,2–0,5 mm. Bakteri aerob obligat, seperti *Mycobacterium tuberculosis*, ditandai dengan lapisan lilin pada dinding selnya. Oksigen adalah bagian penting dari bakteri aerob, jadi *Mycobacterium tuberculosis* ditemukan di area paru-paru mamalia yang kaya akan oksigen. Setelah infeksi, *Mycobacterium tuberculosis* bertahan kurang lebih 15 jam. (Kala Padang, 2023).

Bakteri ini ini dapat mati dengan mudah pada suhu 6 °C selama 15-20 menit karena sifatnya yang tidak kuat akan panas, dan jika terkena sinar matahari secara langsung, bakteri tersebut dapat mati selama 2 jam. Bakteri *Mycobacterium* pada dahak mudah bertahan sekitar 20 hingga 30 jam. Adanya bakteri didalam percikan tersebut bisa bertahan hidup selama 8 hingga 10 hari. *Mycobacterium tuberculosis* dapat bertahan selama beberapa tahun dalam lemari pendingin, baik pada udara kering maupun cuaca dingin. Hal ini dapat terjadi jika basil tidur. Bakteri tuberkulosis akan hidup kembali jika memiliki kesempatan untuk berkembang (Kala Padang, 2023).

Basil bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab penyakit menular tuberkulosis paru, memiliki sifat unik yang membuatnya tahan akan asam ketika diwarnai karena memiliki sel lipoid. Basil tuberkulosis akan mati dalam beberapa menit jika tersentuh alkohol 70% dan lisol 50%. Untuk mitosis basil tuberkulosis membutuhkan waktu sekitar 12-14 jam, yang memerlukan pengobatan berulang

selama sekitar 2-3 hari. Bakteri dapat bertahan di dalam jaringan tubuh selama beberapa tahun. Karena sifat tidurnya, bakteri ini dapat bangkit lagi, menyebabkan tuberkulosis aktif kembali. Sifat aerob bakteri memastikan bahwa mereka menyukai jaringan yang mengandung banyak oksigen. Bagian apikal paru-paru memiliki tekanan yang lebih tinggi, yang membuat area ini rawan penyakit tuberkulosis (Alamsyah et al., 2021).

Pengidap tuberkulosis paru BTA positif dapat menyebarluaskan kuman tersebut dengan orang sekitarnya, khususnya yang kontak lebih sering. Penyakit tuberkulosis paru ini merupakan infeksi pada saluran pernafasan. Di dalam jaringan paru, basil *Mycbacterium tuberculosis* masuk ke alveoli melalui saluran pernafasan, menyebabkan infeksi primer menyebar ke kelenjar getah bening dan menyebabkan pembentukan primer kompleks. Setelah peradangan muncul, tubuh melindungi paru-paru dengan basil mikrobakterium, yang disebut tuberkulosis paru primer. Setelah tubuh terjangkit lagi, basil membentuk pertahanan terhadap tuberkulosis post primer. Dari kedua pernyataan di atas, tuberkulosis primer termasuk, sebagian besar, pengobatan (Rejito, A., Bintari, N. W. D., Indayani, 2024).

2.1.3. Gejala dan Penularan Tuberkulosis

Beberapa gejala tuberkulosis (TB) yang umum termasuk batuk berdahak yang berkepanjangan yang berlangsung lebih dari tiga minggu dan dapat disertai dengan darah atau dahak berwarna merah, demam yang terutama terjadi pada malam hari, keringat berlebih terutama pada malam hari, penurunan berat badan yang signifikan

tanpa alasan yang jelas, sering lelah tanpa alasan yang jelas, nyeri dada, dan pada kasus yang parah, sesak napas (Butar-butar, M & Sitepu, S, 2023).

Penularan Tuberkulosis (TB) dapat menyebar melalui udara (Utami et al., 2021), dan kontak cairan tubuh seperti droplet batuk. Penderita TB paru melepaskan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* ke udara ketika mereka batuk, bersin, atau berbicara. Setelah itu, bakteri akan dihirup ke alveolus orang lain, terutama jika mereka berada di dekat dan lama dengan pasien yang belum mendapatkan perawatan yang tepat. Bakteri dapat menyebar dari paru-paru ke organ tubuh lain melalui sistem peredaran darah dan limfatik. Jika sistem kekebalan tubuh lemah, bakteri tersebut dapat menyebar dan berkembang biak di seluruh tubuh (Butar-Butar & Sitepu, 2023).

2.1.4. Diagnosis Tuberkulosis

Diagnosis tuberkulosis biasanya melibatkan beberapa metode:

- a. Mikroskopis: Pemeriksaan mikroskopis untuk menemukan Bacillus Tahan Asam (BTA) pada sampel dahak.
- b. Kultur: Kultur bakteri untuk menumbuhkan *Mycobacterium tuberculosis* dari sampel dahak atau cairan tubuh lainnya.
- c. Tes Cepat Molekuler seperti Xpert MTB/RIF, yang menggunakan teknik PCR untuk mendeteksi DNA bakteri dan resistensi terhadap Rifampisin.
- d. Pemeriksaan Radiologi: Rontgen dada untuk melihat kerusakan pada paru-paru.

- e. Tes Tuberkulin (Mantoux): Untuk mengetahui apakah seseorang pernah terpapar bakteri TB, meskipun tes ini tidak bisa mengonfirmasi infeksi aktif.

2.1.5. Pencegahan dan Pengobatan Tuberkulosis

Langkah-langkah pencegahan tuberkulosis dapat dilakukan dengan:

- a. Vaksinasi BCG (Bacillus Calmette-Guerin) yang digunakan untuk melindungi bayi dan anak-anak dari bentuk tuberkulosis yang lebih parah, meskipun tidak sepenuhnya mencegah infeksi tuberkulosis.
- b. Pengendalian infeksi yaitu dengan menggunakan masker bedah, ventilasi yang baik di tempat umum, dan menjaga jarak fisik.
- c. Deteksi dini dan pengobatan untuk pasien dengan tuberkulosis aktif sangat penting untuk mencegah penularan.
- d. Pengobatan preventif. Dalam beberapa kasus, orang yang terpapar TB tapi tidak menunjukkan gejala (infeksi laten) mungkin diberi pengobatan pencegahan untuk mencegah perkembangan penyakit.

Adapun langkah-langkah pengobatan tuberkulosis antara lain:

- a. Pengobatan tuberkulosis melibatkan penggunaan kombinasi beberapa obat anti-TB selama periode yang lama (biasanya 6 bulan atau lebih). Obat yang umum digunakan meliputi: Isoniazid (INH), Rifampisin (RIF), Pirazinamid (PZA), Etambutol (EMB).
- b. Pengobatan yang tepat dan disiplin sangat penting untuk memastikan kesembuhan dan mencegah resistensi obat.

- c. Dalam beberapa kasus, jika *Mycobacterium tuberculosis* resisten terhadap obat-obat tertentu, terapi khusus seperti pengobatan dengan obat lini kedua atau lebih intensif diperlukan (misalnya untuk TB Multidrug-Resistant/MDR).

2.2. BTA (Basil Tahan Asam)

Pemeriksaan yang dikenal sebagai BTA (Basil Tahan Asam) digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab penyakit tuberkulosis (TB). Tes ini sering dilakukan dengan cara mikroskopis untuk melihat apakah ada basil (bakteri) yang tahan terhadap pewarnaan asam (*acid-fast bacilli*) pada sampel sputum (dahak). Sampel sputum harus mengandung minimal 5000 kuman/ml untuk mendapatkan hasil positif. Sampel yang mengandung bakteri *Mycobacterium tuberculosis* lebih kecil kemungkinannya karena volume sampel yang diperbesar oleh banyaknya jaringan lendir. Beberapa faktor, termasuk prevalensi tuberkulosis, kualitas dan jumlah spesimen, dan teknik pewarnaan, memengaruhi sensitivitas pemeriksaan mikroskopis sputum (Khariri et al., 2020).

Penting untuk diingat bahwa tes BTA biasanya digunakan sebagai bagian dari diagnosis TB yang lebih lengkap, yang juga melibatkan pemeriksaan klinis dan tes lainnya (Arbaina, I., Sartika, F., Rahmah, 2022).

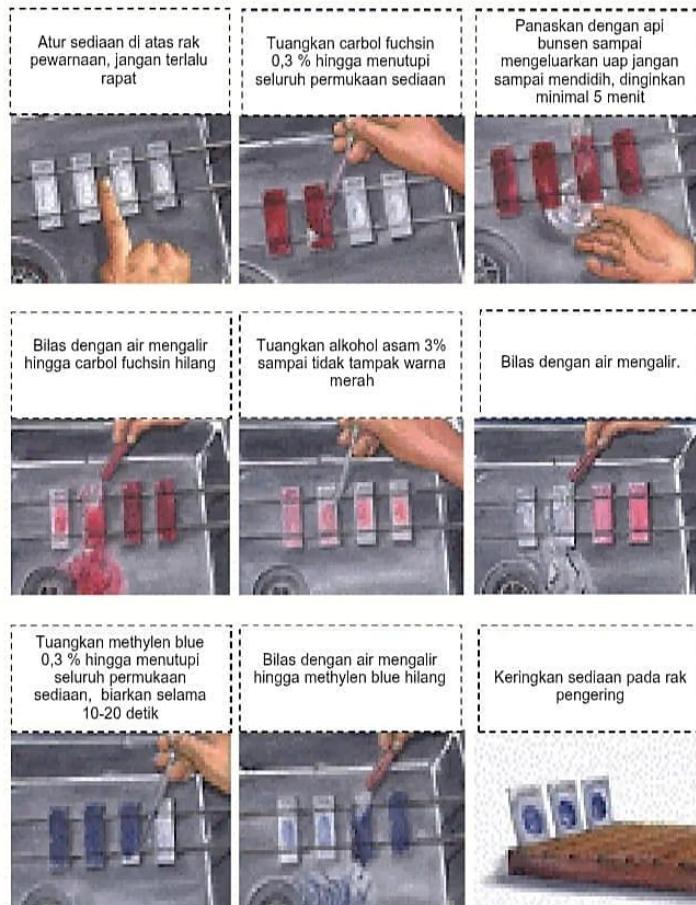
2.2.1. Prosedur Tes BTA

Pemeriksaan mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA) dengan pewarnaan Ziehl-Neelsen adalah prosedur konvensional untuk menentukan tuberculosis. Berikut adalah tahapan prosesnya:

- a. Pengumpulan Spesimen Dahak
 - 1) Pasien diminta mengumpulkan dahak sewaktu, pagi, dan sewaktu (SPS)
 - 2) Spesimen dikumpulkan dalam pot steril bermulut lebar.
 - 3) Spesimen yang baik berwarna kuning kehijauan, kental, dan berasal dari saluran napas bagian bawah.
- b. Pembuatan Sediaan Apus
 - 1) Letakkan satu tetes dahak pada kaca objek bersih.
 - 2) Ratakan dahak hingga membentuk apusan berukuran 2×3 cm.
 - 3) Keringkan apusan di udara (air dry) tanpa pemanasan.
- c. Fiksasi

Setelah kering, fiksasi dilakukan dengan pemanasan ringan menggunakan nyala api dari bunsen selama 3–5 detik. Jangan sampai sediaan terbakar.
- d. Pewarnaan Ziehl-Neelsen
 - 1) Tempatkan larutan **Carbol Fuchsin** di seluruh permukaan apusan.
 - 2) Panaskan perlahan di bawah nyala api hingga mengeluarkan uap, hindari mendidih.
 - 3) Diamkan selama lima menit.
 - 4) Bilas dengan air mengalir.
 - 5) Tambahkan larutan **Asam Alkohol (HCl 3% dalam alkohol 95%)** selama tiga menit untuk proses dekolorisasi.
 - 6) Bilas kembali dengan air mengalir.
 - 7) Tambahkan larutan **Blue Methylene 0,3%** selama 1 menit sebagai zat penyangga kontras.

8) Bilas dan keringkan.



Gambar 2.2. Proses pewarnaan Ziehl-Neelsen

e. Pemeriksaan Mikroskopis

- 1) Pemeriksaan dilakukan dengan mikroskop cahaya menggunakan perbesaran $1000\times$ (obyektif inersi)
- 2) Setiap sediaan diperiksa minimal 100 lapangan pandang.
- 3) Basil Tahan Asam akan tampak sebagai batang merah terang dengan latar biru.

f. Interpretasi Hasil

Dengan menggunakan skala berikut dari International Union Against Tuberculosis Lung Diseases (IULTD), hasil pemeriksaan dengan pewarnaan Ziehl-Neelsen diinterpretasikan berdasarkan jumlah BTA yang ditemukan per lapang pandang:

Tabel 2.1. Skala *International Union Against Tuberculosis Lung Diseases* (IULTD)

Skor	Kriteria	Hasil
Negatif	Tidak ditemukan BTA pada paling sedikit 100 lapang pandang	Negatif
Scanty	1–9 BTA di 100 lapang pandang	Dinyatakan/ditulis jumlah pasti
1+	10–99 BTA per 100 lapang pandang	+1
2+	1–10 BTA per lapang pandang	+2
3+	> 10 BTA per lapang pandang	+3

2.2.2. Keunggulan Tes BTA

Salah satu keunggulan utama tes BTA adalah kesederhanaannya. Prosedurnya relatif mudah dilakukan dan tidak memerlukan peralatan canggih. Dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan tes molekuler atau kultur, tes BTA menjadi pilihan yang sangat baik di daerah dengan sumber daya terbatas. Bakteri tahan asam (BTA) dapat dideteksi dengan sangat akurat pada sputum dalam tes BTA yang dapat dilakukan di laboratorium sederhana dengan mikroskop. Hal ini memungkinkan pemeriksaan TB lebih terjangkau dan dapat dilakukan secara massal, terutama di negara berkembang. Tes BTA juga memberikan hasil yang cepat, umumnya dalam waktu beberapa jam setelah sampel diambil. Kecepatan ini

memungkinkan diagnosis yang cepat dan memungkinkan pengobatan dimulai lebih awal, yang sangat penting dalam penanggulangan penyakit menular seperti tuberkulosis (Misyani, Rizki, Z., Rahmayanti., 2024).

Tes BTA juga sering digunakan dalam program skrining massal untuk menemukan tuberkulosis, terutama pada orang dengan gejala klinis seperti penurunan berat badan, batuk kronis, dan demam, karena biaya yang rendah dan hasil yang cepat. Ini sangat berguna di daerah dengan prevalensi TB yang tinggi (Maulida, R., Sartika, F., 2024).

Tes BTA efektif untuk mendeteksi TB aktif, terutama pada pasien yang memiliki bakteri dalam jumlah banyak di saluran pernapasan. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* sebagai penyebab TB biasanya akan tampak pada pewarnaan BTA jika jumlahnya cukup tinggi dalam sampel dahak (Maulida, R., Sartika, F., 2024).

2.2.3. Kekurangan Tes BTA

Meskipun tes BTA efektif dalam beberapa kasus, tetapi sensitivitasnya cukup rendah. Ini berarti tes ini dapat menghasilkan hasil negatif palsu, terutama pada pasien yang memiliki sedikit bakteri dalam tubuh atau pada mereka yang terinfeksi TB dalam stadium awal. Hal ini membuat tes BTA kurang dapat diandalkan pada individu yang tidak menunjukkan gejala yang jelas atau pada kasus TB yang tidak aktif (Zuraida et al., 2021).

Keberhasilan tes BTA sangat bergantung pada kualitas sampel dahak yang diambil. Jika sampel yang diberikan tidak memadai atau tidak diambil dengan

benar, maka hasil tes dapat menjadi tidak akurat. Oleh sebab itu, tes ini membutuhkan teknik pengambilan sampel yang baik dan terkadang kesulitan dalam mendapatkan sampel yang cukup pada pasien dengan TB paru ringan (Zuraida et al., 2021).

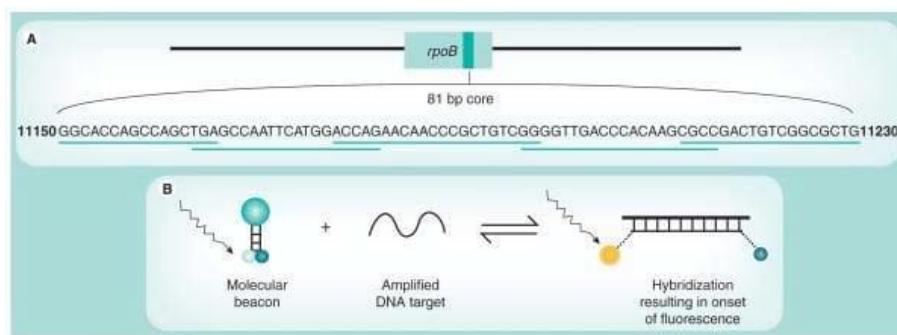
Tes BTA juga hanya dapat mendeteksi keberadaan *Mycobacterium tuberculosis*, tetapi tidak memberikan informasi mengenai jenis atau status resistensi obat dari bakteri tersebut. Dengan demikian, meskipun tes ini dapat mengonfirmasi adanya infeksi, ia tidak dapat mengidentifikasi apakah bakteri tersebut resisten terhadap obat TB, seperti pada kasus TB resisten obat (TB-RO) (Zuraida et al., 2021).

Tes BTA hanya efektif untuk mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada paru (TB paru). Ia tidak dapat mendeteksi bentuk tuberkulosis extrapulmoner (luar paru), yang mungkin memerlukan metode diagnostik lain, seperti biopsi atau kultur. Ini membatasi aplikasi tes ini dalam mendiagnosis berbagai jenis infeksi TB. Karena sensitivitas tes ini rendah pada jumlah bakteri yang sedikit, tes BTA sering kali gagal mendeteksi infeksi pada tahap awal, ketika jumlah bakteri dalam tubuh masih rendah. Ini membuat tes ini kurang berguna untuk deteksi dini TB pada individu yang baru terinfeksi (Indrayati et al., 2024).

2.3. Tes Cepat Molekuler

Metode Tes Cepat Molekuler (TCM), yang menggunakan GeneXpert, mendeteksi tuberkulosis (TB). GenXpert menggunakan metode diagnostik cepat yang berbasis PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Tes ini mampu mendeteksi

adanya DNA dari bakteri *Mycobacterium tuberculosis* penyebab tuberkulosis dalam waktu kurang dari dua jam (Kemenkes, 2023). Selain itu, secara bersamaan juga mendeteksi resistensi rifampisin. Metode GeneXpert adalah deteksi molekuler berbasis PCR *real-time* yang menggunakan fluoresensi yang terikat pada probe tertentu.



Gambar 2.3. Deteksi molekuler real-time PCR menggunakan probe spesifik

GeneXpert juga memiliki kontrol proses internal untuk memastikan validitas hasil pemeriksaan. Untuk mendeteksi DNA MTB secara spesifik, digunakan probe *Cycle Threshold* (CT), yang merupakan jumlah siklus amplifikasi PCR yang dibutuhkan untuk mencapai titik di mana jumlah DNA/RNA yang terdeteksi melebihi ambang batas yang ditentukan oleh alat uji. Nilai CT yang lebih rendah menunjukkan adanya jumlah MTB yang lebih tinggi dalam sampel, sehingga menunjukkan beban mikobakteri yang lebih besar.

Dalam pemeriksaan TB menggunakan GeneXpert, kontrol proses internal positif jika probe *Bacillus globigii* positif dengan nilai $CT \leq 38$ siklus dan positif MTB jika 2 dari 5 probe positif memiliki nilai $CT \leq 38$ siklus, dengan selisih CT tidak boleh melebihi angka tertentu. Terdeteksi Rif-R (*Rifampicin Resistant*) jika

selisih CT \geq 4 siklus. Satu *assay* bisa melakukan 38 siklus, maka jika probe pertama baru terdeteksi pada CT \geq 34,5 dan terakhir \geq 38 siklus, maka hasil **indeterminate** (tidak tentu/tidak pasti).

2.3.1. Prosedur Tes Cepat Molekuler

Dengan menggunakan Tes Cepat Molekuler GeneXpert, pemeriksaan TB mencakup beberapa tahap berikut (Kemenkes, 2023):

a. Pengumpulan Spesimen (Spesimen Dahak dan Non Dahak)

Spesimen dahak (melalui berdahak langsung atau induksi sputum) dan non-dahak dapat digunakan untuk diagnosis terduga TB pada anak dan dewasa.

Spesimen yang dapat digunakan khusus untuk diagnosis TBC pada anak adalah:

- 1) Dahak baik melalui berdahak langsung maupun yang menyebabkan sputum keluar.

- 2) Bilas atau aspirat langsung.

b. Prosedur pengumpulan spesimen dahak:

- 1) Sediakan pot dahak steril dengan tutup, bermulut lebar (\pm diameter 5 cm), dan minimal 4 ulir.

- 2) Tulis nama pasien dan nomor identifikasi spesimen dahak pada dinding pot sesuai dengan aturan penamaan pedoman nasional.

- 3) Jangan tulis identitas pasien pada tutup pot Spesimen dahak dikumpulkan di tempat khusus yang dikenal sebagai berdahak (sputum booth), yang berada di runag terbuka dengan sinar matahari langsung, dindingnya

mudah dibersihkan, memiliki wastafel, sabun cuci tangan, tempat sampah infeksius, dan kain kertas, dan tidak dilalui oleh banyak orang.

- 4) Lepaskan gigi palsu sebelum berkumur.
- 5) Kumur dengan air mineral sebelum mengeluarkan dahak; jangan menggunakan air PAM atau kran.
- 6) Tarik napas sebanyak 2-3 kali dan hembuskan napas dengan kuat setiap kali.
- 7) Letakkan pot dahak yang di dekat mulut.
- 8) Batukkan dengan keras dari dalam dada, lalu masukkan dahak ke dalam pangi. Tutup rapat pot. Hindari tumpahan atau kotoran pada wadah. Minimal 1 mililiter dahak diperlukan.
- 9) Bersihkan mulut dengan tisu dan buang tisu pada tempat sampah infeksius tertutup yang sudah disediakan.
- 10) Cuci tangan anda dengan air dan sabun.

Jika pasien mengalami masalah berdahak, mereka harus diberi obat ekspektoran yang meningkatkan jumlah dahak yang keluar, yang harus diambil pada malam hari sebelum mengeluarkan dahak. Selain itu, melakukan olahraga ringan sebelum berdahak juga dapat membantu meningkatkan jumlah dahak yang keluar.

Induksi dahak dapat digunakan untuk mengambil sampel dahak jika anak sulit yang diduga menderita TB mengeluarkan dahak secara langsung.

Prosedur induksi dahak adalah sebagai berikut:

- 1) Pastikan pasien tidak makan atau minum selama tiga jam sebelum pengumpulan dahak.
- 2) Sarankan pasien untuk membersihkan mulut dengan gosok gigi dan air mineral; dan
- 3) Beritahu mereka untuk menghindari mengonsumsi obat antibiotik atau obat lain sebelum prosedur pengumpulan dahak.
- 4) Petugas kesehatan harus menggunakan APD, terutama respirator.
- 5) Prosedur dilakukan di ruangan dengan ventilasi baik dan sirkulasi udara searah atau ruangan bertekanan negatif.
- 6) Masukkan 5 mililiter cairan salin 3% ke dalam nebulizer. Berikan aliran 6-8 L/menit dan nebulasi selama 7-10 menit atau sampai dahak keluar. Sebaiknya nebulasi berlangsung selama dua puluh menit.
- 7) Minta pasien menghirup salin yang dihasilkan dari nebulasi sebanyak 2-3 kali, kemudian batuk kuat.
- 8) Masukkan dahak ke dalam pot yang telah disiapkan secara steril.
- 9) Tutup rapat pot dahak.
- 10) Beri label yang menunjukkan identitas dan tanggal induksi dahak.

Selain itu, kualitas dahak yang baik yaitu:

- Dahak 1-4 ml, berukuran 1-4 mililiter dan kental dan berwarna kuning-hijau (mukopurulen).
- Tidak mengandung sisa makanan atau partikel padat lainnya. Jika tidak mungkin mendapatkan spesimen baru, lakukan pengolahan spesimen dan

ambil bagian yang tidak tercampur dengan sisa makanan atau partikel padat lainnya.

c. Prosedur pengumpulan spesimen non dahak:

Spesimen yang tidak mengandung dahak diambil oleh petugas yang kompeten sesuai dengan prosedur standar. Spesimen nondahak pada dewasa dan anak yang diduga menderita TBC ekstra paru dapat diperiksa TCM sesuai dengan ketentuan Program Penanggulangan TBC Nasional. Spesimen nondahak yang dapat diperiksa termasuk cairan lambung, cairan LCS, cairan sinovial, biopsi/aspirat kelenjar getah bening, jaringan, BAL, dan cairan pleura. Khususnya untuk anak-anak yang tidak dapat mengambil dahak (berdahak langsung atau induksi sputum).

d. Pengiriman Spesimen (Spesimen Dahak dan Non-Dahak)

- 1) Spesimen harus dikirim segera ke laboratorium TCM GeneXpert di fasilitas kesehatan yang sama.
- 2) Jika laboratorium TCM GeneXpert berada diluar fasilitas kesehatan, pihak pengirim harus berkomunikasi dengan laboratorium pelaksana sebelum contoh dahak dikirim.

e. Penerimaan dan Penyimpanan Spesimen

- 1) Saat penerimaan petugas laboratorium pelaksana TCM GeneXpert harus mencatat data permintaan pemeriksaan TCM GeneXpert ke dalam register TB-04.

- 2) Kemudian mereka harus memeriksa kesesuaian pot spesimen dengan formulir TB-05 SITB dan permohonan pemeriksaan laboratorium di SITB.
 - 3) Saat membuka kemasan, petugas laboratorium TCM GeneXpert harus menggunakan APD.
 - 4) Periksa kerapatan tutup pot dan pastikan tidak ada kebocoran di dalam pot spesimen.
- f. Pengolahan Spesimen Dahak dan Non Dahak
- Sebelum melakukan pengolahan spesimen untuk pemeriksaan TCM GenXpert, pastikan alat TCM GenXpert telah dihidupkan dan status modul tersedia. Selama proses pengolahan spesimen, prinsip pengendalian infeksi (PPI) harus diterapkan. Metode pengolahan sampel untuk kartrid MTB/RIF, MTB/RIF Ultra, dan MTB/XDR sama.



Gambar 2.4. Alat GeneXpert berbasis PCR

a. Analisis

1) Isolasi DNA

Proses diawali dengan ekstraksi DNA dari sampel klinis (dahak dan non dahak). Umumnya digunakan kit berbasis kolom silika atau magnetic beads. Tahapan ini penting untuk memastikan kemurnian dan integritas DNA target agar tidak mengganggu efisiensi amplifikasi PCR.

2) Desain Primer dan Probe

Primer dan probe disesuaikan untuk menargetkan gen spesifik *Mycobacterium tuberculosis*. Target umum yang digunakan adalah:

- IS6110: elemen berulang spesifik pada genom M. tuberculosis
- IS1081: digunakan untuk mendeteksi spesies kompleks M. tuberculosis
- CFP10 dan ESAT6: protein ekskretoris terkait virulensi

Desain primer dan probe harus melalui validasi *in silico* dan uji laboratorium agar tidak terjadi reaksi silang dengan DNA non-target.

3) Pembagian Sampel

Campuran reaksi PCR (template DNA, primer, probe, enzim polimerase, dan buffer) dibagi menjadi ribuan partisi mikro (droplet dalam droplet digital PCR atau microwell dalam chip-based dPCR). Masing-masing partisi bekerja seperti reaksi PCR independen.

4) Amplifikasi DNA/RNA

Metode PCR (Polymerase Chain Reaction) atau LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification) dapat digunakan untuk menyelesaikan proses ini. Dalam proses ini, materi genetik dari patogen akan diperbanyak untuk

memungkinkan deteksi yang lebih sensitif. Amplifikasi ini biasanya memerlukan waktu beberapa menit hingga satu jam. Jika DNA target ada dalam partisi, maka akan terjadi amplifikasi dan sinyal fluoresensi terbentuk. Enzim Taq polymerase biasanya digunakan bersama sistem probe TaqMan.

5) Deteksi Hasil

Setelah amplifikasi, hasil tes molekuler akan diperiksa menggunakan alat diagnostik yang dapat mendeteksi adanya materi genetik patogen dalam sampel. Alat pembaca fluoresensi (*droplet reader* atau *chip scanner*) mendeteksi jumlah partisi yang menunjukkan sinyal positif dan negatif. Jumlah positif mencerminkan keberadaan DNA target dalam total partisi. Hasil dapat berupa deteksi langsung dari DNA/RNA patogen, serta adanya mutasi genetik yang menunjukkan resistensi terhadap obat, seperti pada kasus TB.

b. Interpretasi Hasil

Hasil tes biasanya akan tersedia dalam waktu relatif cepat (biasanya dalam waktu 1-2 jam). Hasil ini akan menunjukkan apakah patogen tertentu (seperti *Mycobacterium tuberculosis* untuk TB) ada dalam sampel, dan bisa juga memberikan informasi tentang resistensi obat. Hasil kemudian akan dikirimkan kepada tenaga medis untuk dianalisis dan digunakan untuk pengobatan pasien. TCM GeneXpert memberikan hasil pemeriksaan melalui pengukuran sinyal fluoresensi dan algoritma perhitungan otomatis. Hasil pemeriksaan TCM GeneXpert akan menunjukkan ada tidaknya DNA

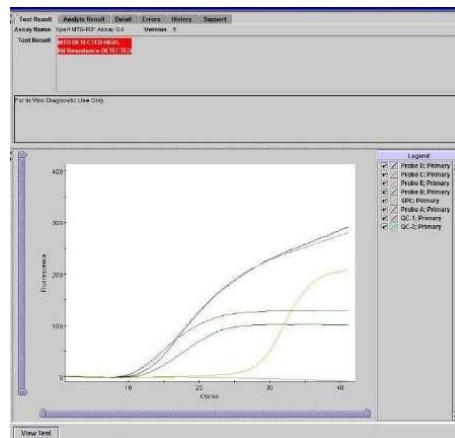
Mycobacterium tuberculosis kompleks dan mutasi penyandi resistensi rifampisin. Hasil juga akan menunjukkan jumlah basil semikuantitatif pada spesimen berdasarkan nilai Ct (tinggi, <16; medium, 16–22; rendah, 22–28; dan sangat rendah, >28). Semakin banyak basil dalam spesimen, semakin sedikit siklus PCR yang diperlukan untuk memberikan hasil. Tabel 2.2 menunjukkan interpretasi hasil.

Tabel 2.2. Interpretasi Hasil Pemeriksaan TCM MTB/RIF

Hasil	Interpretasi	Tindak Lanjut
MTB Detected; Rif Resistance Detected (Gambar 2.5)	<ul style="list-style-type: none"> • DNA MTB terdeteksi • Mutasi gen <i>rpoB</i> terdeteksi, kemungkinan besar resisten terhadap rifampisin 	Lanjutkan sesuai dengan alur diagnosis TBC resistan obat
MTB Detected;Rif Resistance Not Detected (Gambar 2.6)	<ul style="list-style-type: none"> • DNA MTB terdeteksi • Mutasi gen <i>rpoB</i> tidak terdeteksi. Kemungkinan besar sensitif terhadap rifampisin 	Lanjutkan sesuai dengan alur diagnosis TBC biasa
MTB Detected;Rif Resistance Indeterminate (Gambar 2.7)	<ul style="list-style-type: none"> • DNA MTB terdeteksi • Mutasi gen <i>rpoB</i> / resistansi rifampisin tidak dapat ditentukan karena sinyal penanda resistansi tidak cukup terdeteksi 	Ulangi pemeriksaan*) Secepatnya menggunakan spesimen dahak baru dengan kualitas yang baik
MTB Not Detected (Gambar 2.8)	DNA MTB tidak terdeteksi	Lanjutkan sesuai alur diagnosis TBC
Invalid (Gambar 2.9)	Keberadaan DNA MTB tidak dapat ditentukan karena kurva SPC tidak menunjukkan kenaikan jumlah amplikon, proses spesimen tidak benar, reaksi PCR terhambat	Ulangi pemeriksaan dengan kartrid dan spesimen dahak baru*), pastikan spesimen tidak terdapat bahan-bahan yang dapat menghambat PCR
Error (Gambar 2.10)	Keberadaan DNA MTB tidak dapat ditentukan, <i>quality control internal</i> gagal atau terjadi kegagalan sistem	Ulangi pemeriksaan dengan kartrid baru*), pastikan pengolahan spesimen sudah benar

Hasil	Interpretasi	Tindak Lanjut
No Result (Gambar 2.11)	Keberadaan DNA MTB tidak dapat ditentukan karena data reaksi PCR tidak mencukupi	Ulangi pemeriksaan dengan kartrid baru*)

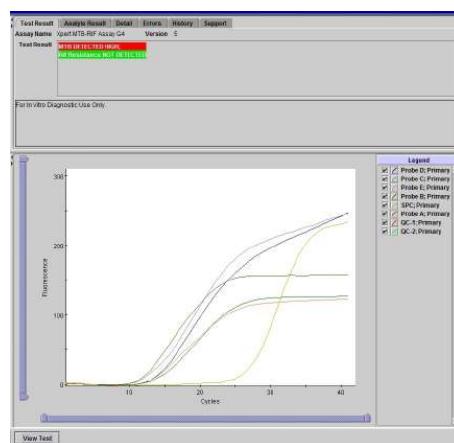
Keterangan: *) Apabila terjadi Indeterminate/Invalid/Error/No Result maka hanya diperbolehkan untuk mengulang proses pemeriksaan sebanyak **1 kali**.



Gambar 2.5 Contoh Hasil MTB Detected; Rif Resistance Detected

Keterangan:

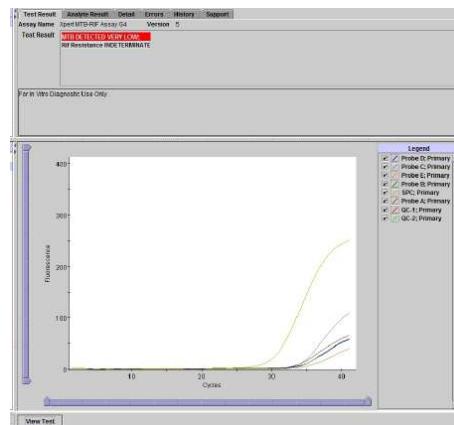
Gambar 2.5, menunjukkan kurva yang naik yang menunjukkan gen MTB yang teramplifikasi. Pada gambar di atas, kurva probe B tidak naik, yang menunjukkan bahwa terdapat mutasi pada gen rpoB di daerah probe B, yang menyebabkan probe B tidak dapat mengamplifikasi gen. Hal yang sama dapat terjadi pada probe A-E. (Sumber: GeneXpert® Training Package, Global Laboratory Initiative).



Gambar 2.6 Contoh Hasil MTB Detected; Rif Resistance Not Detected

Keterangan:

Semua kurva menunjukkan peningkatan pada Gambar 2.6, yang menunjukkan bahwa semua gen MTB teramplifikasi dan daerah gen rpoB tidak mengalami mutasi.(Sumber: GeneXpert® Training Package, Global Laboratory Initiative).

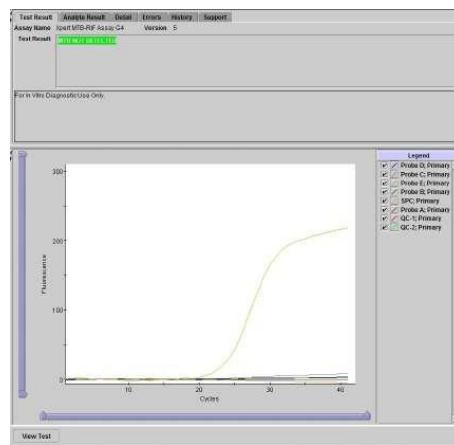


Gambar 2.7 Contoh hasil MTB Detected; Rif Resistance Indeterminate

Keterangan:

Karena sinyal penanda resistensi tidak cukup terdeteksi dan resistansi rifampisin tidak diketahui, kurva gen rpoB pada Gambar 2.7 menunjukkan peningkatan yang

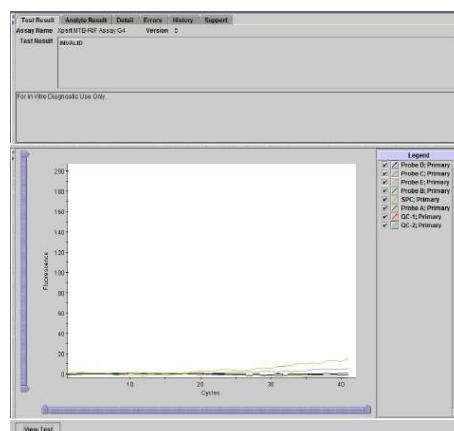
tidak signifikan. (Sumber: GeneXpert® Training Package, Global Laboratory Initiative)



Gambar 2.8 Contoh hasil MTB Not Detected.

Keterangan:

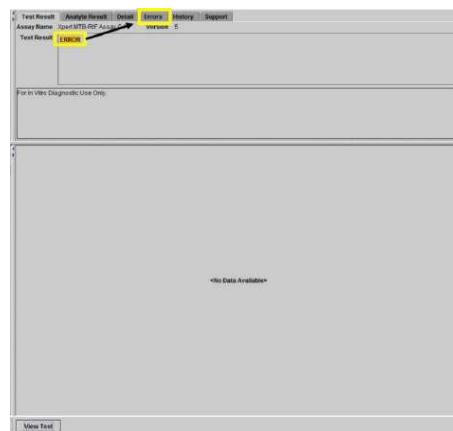
Pada Gambar 2.8, kurva SPC (kurva kuning) sebagai kontrol mengalami kenaikan yang menandakan reaksi PCR berjalan dengan baik. Probe A-E tidak mengalami kenaikan yang menandakan tidak terdapat DNA MTB di dalam spesimen (GeneXpert® Training Package, Global Laboratory Initiative).



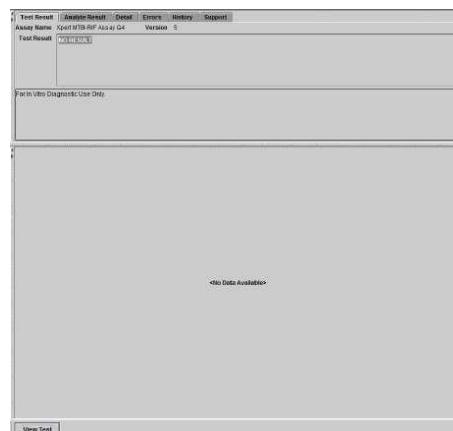
Gambar 2.9 Contoh Hasil Invalid

Keterangan:

Pada Gambar 2.9, tidak ada kurva yang meningkat pada probe A-E dan SPC sebagai kontrol; ini menunjukkan bahwa proses PCR tidak berjalan lancar. (Sumber: GeneXpert® Training Package, Global Laboratory Initiative).

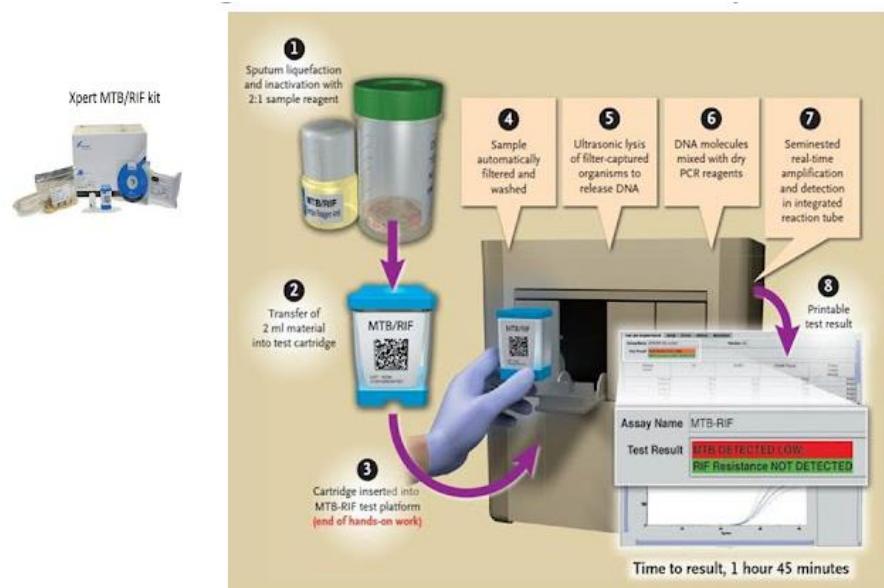


Gambar 2.10 Contoh Hasil Error



Gambar 2.11 Contoh Hasil No Result

Gambar 2.12 menunjukkan gambaran singkat dari proses identifikasi *Mycobacterium tuberculosis* menggunakan GeneXpert.



Gambar 2.12. Tahapan pemeriksaan menggunakan GeneXpert

2.3.2. Keunggulan Tes Cepat Molekuler

Tes cepat molekuler, seperti tes GeneXpert yang berbasis PCR, memiliki beberapa kelebihan yang menjadikannya sangat berguna dalam diagnosis cepat penyakit yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Tes ini dapat memberikan hasil dalam waktu singkat, biasanya dalam beberapa jam, yang memungkinkan diagnosis lebih cepat dibandingkan dengan metode mikroskopis seperti Basil Tahan Asam (BTA) ataupun kultur bakteri yang bisa memakan waktu beberapa minggu (Anggraeni et al., 2024).

Tes cepat molekuler sangat penting untuk menghentikan penyebaran tuberkulosis dan mempercepat pemulihan pasien karena sangat sensitif dan spesifis dalam menemukan *Mycobacterium tuberculosis*, termasuk varian yang resisten terhadap obat tertentu, seperti resistensi terhadap rifampisin dan isoniazid. (Anggraeni et al., 2024).

Tes ini dapat mendeteksi materi genetik dari *Mycobacterium tuberculosis*, yang membuatnya lebih akurat dalam mendeteksi bakteri meskipun jumlahnya sedikit dalam sampel. Tes ini biasanya hanya memerlukan sampel sputum/dahak atau cairan tubuh lainnya, sehingga tidak terlalu invasif dan bisa dilakukan di banyak fasilitas kesehatan dengan peralatan yang relatif sederhana (Jin, W., Wang, J., 2024).

2.3.3. Kekurangan Tes Cepat Molekuler

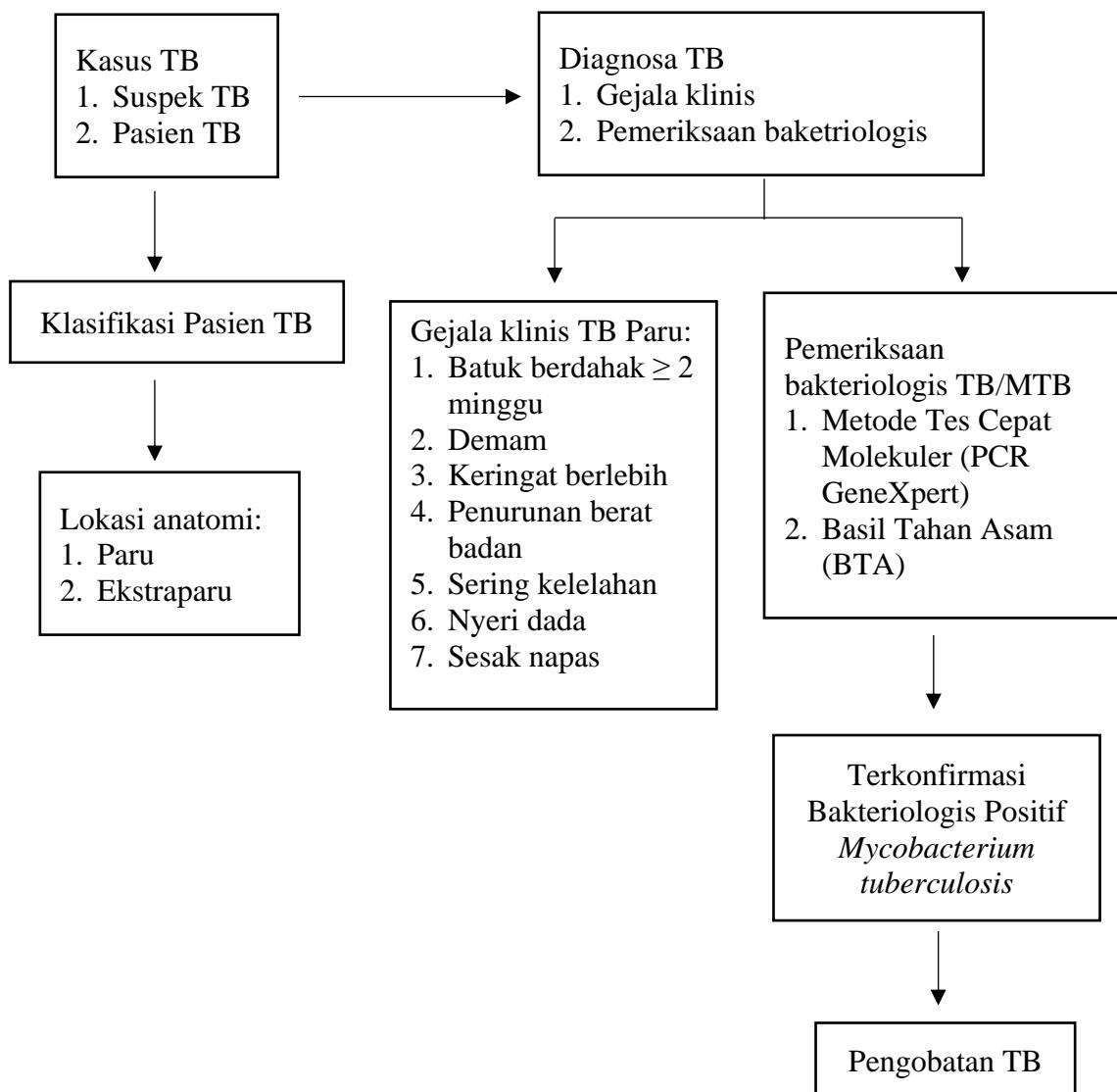
Tes cepat molekuler sering kali memerlukan peralatan khusus dan bahan kimia yang mahal, yang dapat membatasi aksesibilitasnya, terutama di fasilitas dengan anggaran terbatas. Tidak semua daerah, terutama yang terpencil atau kurang berkembang, memiliki fasilitas yang memadai untuk menjalankan tes molekuler, yang memerlukan laboratorium dengan peralatan dan tenaga terlatih (Fitriana, E. K., Sinuhaji, B., Sriyanti, 2021).

Keakuratan hasil tes molekuler sangat bergantung pada cara sampel diambil. Jika sampel tidak diambil dengan benar, bisa terjadi kesalahan deteksi. Meskipun disebut "cepat", beberapa metode tes molekuler tertentu masih membutuhkan waktu lebih lama daripada metode tes antigen cepat, seperti PCR, yang bisa memakan

waktu lebih dari satu jam untuk mendapatkan hasil (Fitriana, E. K., Sinuhaji, B., Sriyanti, 2021).

Pada individu dengan jumlah virus yang rendah (misalnya, pada fase awal infeksi atau orang tanpa gejala), tes molekuler bisa menghasilkan hasil negatif palsu. Tes molekuler memerlukan teknisi terlatih dan berpengalaman dalam melakukan prosedur dan interpretasi hasil, yang bisa menjadi kendala jika sumber daya manusia terbatas. Tes molekuler yang tidak diperbarui bisa jadi kurang efektif untuk mendeteksi varian baru dari suatu patogen, meskipun ada juga tes molekuler yang dirancang untuk mendeteksi berbagai varian (Indrayati et al., 2024).

2.4. Kerangka Teori



Gambar 2.13. Kerangka Teori

2.5. Hipotesis

a. Hipotesis Nol (H_0)

Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* dengan menggunakan metode mikroskopis dan hasil pemeriksaan infeksi tuberkulosis dengan metode tes cepat molekuler.

b. Hipotesis Alternatif (H_1)

Hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* dengan metode mikroskopis berbeda dengan hasil tes cepat molekuler untuk mengidentifikasi infeksi tuberkulosis.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis dan Desain Penelitian

a. Jenis Penelitian

Penelitian ini menganalisis data pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* menggunakan dua metode pemeriksaan: Bakteri Tahan Asam Mikroskopis (BTA) dan Tes Cepat Molekuler (GenXpert PCR).

b. Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan desain cross-sectional atau potong lintang. Sampel dikumpulkan pada satu titik waktu untuk diuji dengan metode BTA Miskrokopis dan metode Tes Cepat Molekuler. Kedua metode ini digunakan secara bersamaan atau bersamaan. Uji dignostik sensitivitas dan spesifisitas metode BTA mikroskopis terhadap Tes Molekuler Cepat digunakan sebagai standar emas.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium RSUD Abepura, Kota Jayapura.

b. Waktu Penelitian

Studi ini dilakukan dari 11 Mei 2025 hingga 23 Mei 2025. Sampel sputum hanya diambil pada pagi hari.

3.3. Populasi dan Sampel

a. Populasi

Dalam penelitianini, 57 pasien yang diduga menderita tuberkulosis di RSUD Abepura dalam tiga bulan terakhir digunakan. Dimana pasien-pasien tersebut tersebut memenuhi kriteria berikut untuk dimasukkan dan dikeluarkan:

1) Kriteria inklusi

- Responden yang memiliki gejala klinis yang mencurigakan infeksi tuberkulosis, seperti batuk berdahak yang berlangsung lama, demam, penurunan berat badan, dan riwayat hubungan dengan pasien tuberkulosis sebelumnya.
- Responden yang telah melakukan pemeriksaan mikroskopik (BTA) dan hasilnya negatif, namun masih memiliki kecurigaan TB.
- Responden yang memiliki hasil pemeriksaan tes cepat molekuler (TCM) resisten rifampisin atau sensitif rifampisin.
- Responden yang pernah memiliki hasil pemeriksaan darah, tes kulit, atau kultur yang positif untuk *Mycobacterium tuberculosis*.
- Responden yang bersedia memberikan persetujuan tertulis, atau persetujuan yang diinformasikan, untuk berpartisipasi dalam penelitian.

2) Kriteria eksklusi

- Responden yang tidak bersedia diambil sampel sputum/dahaknya.

- Responden dengan riwayat tuberkulosis yang sudah menjalani pengobatan TB lebih dari 2 bulan.
- Individu yang menderita pneumonia, HIV, kanker, asma, dan penyakit paru obstruktif kronis.

b. Sampel

Dalam penelitian ini, sputum pasien yang diduga menderita TB diambil secara acak, dan jumlah sampel dihitung dengan menggunakan rumus Slovin, sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

dimana:

n = jumlah sampel minimal

N = jumlah populasi

e = *margin of error* (biasanya ditetapkan sebesar 5% = 0,05)

sehingga:

$$n = \frac{57}{1 + (57 \times 0,05^2)}$$

$$n = \frac{57}{1 + (57 \times 0,0025)}$$

$$n = 49,89 \approx 50$$

Jadi, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 50 sampel.

3.4. Definisi Operasional

Menurut definisi operasional, batasan variabel yang dimaksud atau ukuran yang diukur oleh variabel tersebut dijelaskan.

Tabel 3.1. Definisi Operasional

Nama variabel	Definisi Operasional	Skala	Instrumen
Metode TCM GeneExpert	Metode diagnostik cepat yang berbasis PCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i>)	Nominal	Pemeriksaan PCR
Metode BTA	Cara mikroskopis untuk melihat apakah ada basil (bakteri) yang tahan terhadap pewarnaan asam (<i>acid-fast bacilli</i>)	Nominal	Pemeriksaan mikroskopis bakteri yang tahan terhadap pewarnaan asam

3.5. Variabel Penelitian

a. Variabel bebas

Mycobacterium tuberculosis adalah variabel bebas dalam penelitian ini.

b. Variabel terikat

Sensitivitas, spesifisitas, waktu, dan keakuratan hasil tes metode mikroskopis dibandingkan dengan metode tes cepat molekuler adalah variabel terikat dari penelitian ini.

3.6. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Pengambilan sampel sputum dari pasien.

b. Memasukkan sampel sputum ke dalam wadah khusus.

- c. Memisahkan sampel sputum dari setiap pasien untuk diperiksa dengan dua metode yaitu TCM (GenXpert) dan Mikroskopis (BTA).
- d. Untuk metode TCM diperlukan sampel lebih banyak dan akan dilakukan terlebih dahulu, karena memiliki waktu hasil yang lebih cepat dibandingkan metode mikroskopis.
- e. Untuk metode BTA dibuatkan preparat untuk dilakukan pemeriksaan mikroskopis.

3.7. Analisis Data

Data dari kedua metode tersebut (Mikroskopis BTA dan TCM GenXpertA) dianalisis untuk menghitung:

- a. Sensitivitas (kemampuan tes untuk mendeteksi kasus positif),
- b. Spesifisitas (kemampuan tes untuk mendeteksi kasus negatif),
- c. Akurasi (kesesuaian antara hasil tes dengan diagnosis klinis atau standar emas).

Nilai sensitivitas dan spesifisitas dihitung secara manual menggunakan rumus uji diagnostik, yang disusun menjadi tabel 2x2, seperti yang ditunjukkan dalam pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Bentuk dasar analisis uji diagnostik

Hasil tes	Kondisi penderita	
	Sakit	Tidak sakit
Positif	Positif benar (TP)	Postif palsu (FP)
Negatif	Negatif palsu (FN)	Negatif benar (TN)

Untuk memperoleh nilai persentase sensitivitas dan spesifisitas dari data yang dikumpulkan, maka dihitung dengan rumus berikut (Bigwan et al., 2014) :

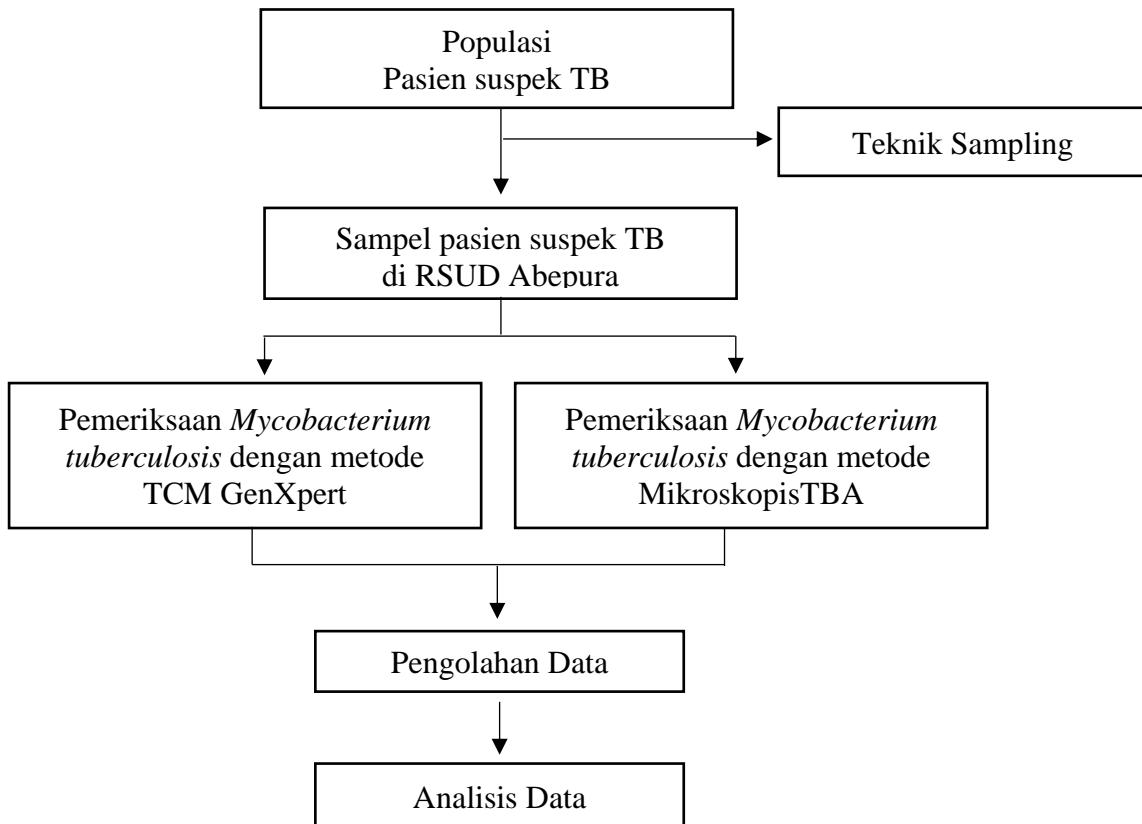
$$\text{Sensitivitas} = \frac{\text{hasil positif benar (TP)}}{\text{hasil positif benar (TP)} + \text{hasil negatif palsu (FN)}} \times 100 \%$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{\text{hasil negatif benar (TN)}}{\text{hasil positif palsu (FP)} + \text{hasil negatif benar (TN)}} \times 100 \%$$

Dan untuk menghitung akurasi digunakan rumus berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{hasil negatif benar (TN)} + \text{hasil positif benar (TP)}}{n} \times 100 \%$$

3.8. Kerangka Operasional



Gambar 3.1. Kerangka Operasional

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Hasil penelitian terhadap 51 sampel sputum pasien yang diduga menderita TB di RSUD Abepura didistribusikan sebagai berikut setelah menggunakan metode BTA Mikroskopis dan Tes Cepat Molekuler:

Tabel 4.1. Distribusi hasil pemeriksaan dengan metode BTA Mikroskopis

Hasil	Frekuensi	Persentase (%)
Negatif	34	66,7
Scanty	4	7,8
+1	9	17,6
+2	3	5,9
+3	1	2,0
Total	51	100

Tabel 4.2. Distribusi hasil pemeriksaan dengan metode TCM

Hasil	Frekuensi	Persentase (%)
MTB NOT DETECTED	22	43,1
MTB TRACE DETECTED	3	5,9
MTB DETECTED VERY LOW	2	3,9
MTB DETECTED LOW	4	7,8
MTB DETECTED MEDIUM	12	23,5
MTB DETECTED HIGH	8	15,7
Total	51	100

Hasil pemeriksaan dari kedua metode disederhanakan menjadi hasil positif dan negatif yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Distribusi hasil positif dan negatif secara BTA Mikroskopis dan TCM

Hasil	BTA	Persentase	TCM	Persentase
Positif	17	33,33%	29	56,86%
Negatif	34	66,67%	22	43,14%
Jumlah	51	100%	51	100%

Hasil positif TCM sebanyak 29 berasal dari jumlah kasus yang menunjukkan hasil Trace MTB, Very Low MTB, Medium MTB, dan High. Hasil positif BTA Mikroskopis sebanyak 17 berasal dari jumlah kasus yang menunjukkan hasil Scanty, +1, +2, dan +3.

Tabel 4.4. Sensitivitas dan spesifisitas metode BTA Mikroskopis terhadap TCM

	TCM (+)	TCM (-)	Jumlah
BTA (+)	17 (TP)	0 (FP)	17
BTA (-)	12 (FN)	22 (TN)	34
Jumlah	29	22	51

$$\text{Sensitivitas} = \frac{17}{29} \times 100 \% = 58,62 \%$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{22}{22} \times 100 \% = 100 \%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{17 + 22}{51} \times 100 \% = 76,47 \%$$

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa metode mikroskopis BTA mampu mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* 58,62% dengan benar pada pasien yang dinyatakan positif TB paru. Di sisi lain, dengan spesifisitas 100%, metode mikroskopis BTA mampu mendeteksi pasien yang tidak positif TB paru dengan benar.

4.2. Pembahasan

Dalam penelitian yang dilakukan pada 51 pasien yang diduga menderita TB paru di RSUD Abepura, ditemukan bahwa 17 kasus positif (33,33%) dan 34 kasus negatif (66,67%). Dengan metode BTA Mikroskopis, 29 kasus positif (56,86%) dan 22 kasus negatif (43,14%).

Hasil pemeriksaan TCM yang positif sebanyak 29 adalah akumulasi dari jumlah kasus dengan hasil Trace Detected MTB, Trace Detected MTB Very Low, Trace Detected MTB Medium, dan Trace Detected MTB High. Hasil pemeriksaan BTA Mikroskopis yang positif sebanyak 17 adalah akumulasi dari jumlah kasus dengan hasil Scanty, +1, +2, dan +3.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Murtafi'ah, N., Fadhilah, F. R., dan Krisdaryani, R. (2020), yang membandingkan hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* dengan GeneXpert dan pewarnaan Ziehl Neelsen di rumah sakit Mitra Anugrah Lestari, ditemukan bahwa sebanyak 10 kasus menunjukkan hasil positif TCM GeneXpert, dan sebanyak 10 kasus menunjukkan hasil negatif.

Hasil negatif palsu didapatkan karena pada hasil pemeriksaan BTA mikroskopis menunjukkan hasil negatif tetapi pada hasil pemeriksaan TCM menunjukkan hasil positif. Hal ini dapat terjadi karena volume sampel yang lebih besar karena banyaknya jaringan lendir, yang mengurangi kemungkinan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* ditemukan, dan sampel sputum harus mengandung minimal 5000 kuman/ml untuk mendapatkan hasil positif (Murtafi'ah et al., 2020).

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pemeriksaan dengan BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler dapat menemukan *Mycobacterium tuberculosis* dengan sensitivitas sebesar 58,62% spesifitas sebesar 100%.

Ini berarti metode BTA Mikroskopis memiliki sensitivitas dan nilai prediktif negatif yang rendah, artinya jika hasilnya negatif, masih ada kemungkinan besar pasien tetap menderita TB, hanya tidak terdeteksi oleh BTA. Ini menunjukkan

bahwa BTA cenderung *underdiagnosis* (banyak yang lolos deteksi), sementara TCM lebih sensitif untuk mendeteksi kasus positif TB. Untuk metode BTA Mikroskopis spesifitas dan nilai prediktif positifnya yang lebih tinggi, artinya jika hasilnya positif, hampir pasti pasien benar-benar TB.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Di RSUD Abepura penelitian yang membandingkan hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* dengan 50 sampel sputum menggunakan metode tes cepat molekuler dan BTA mikroskopis mencapai kesimpulan berikut:

1. Sensitivitas pemeriksaan dengan metode BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler yaitu sebesar 58,62%. Ini berarti pemeriksaan dengan Tes Cepat Molekuler lebih baik dalam mengidentifikasi dengan benar individu yang memiliki suatu penyakit (kemampuan untuk menghindari negatif palsu).
2. Spesifitas pemeriksaan dengan metode BTA Mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler yaitu sebesar 100%. Ini berarti pemeriksaan dengan BTA miskrokopis sangat baik dalam mengidentifikasi dengan benar individu yang tidak memiliki penyakit (kemampuan untuk menghindari positif palsu).
3. Pemeriksaan yang menggunakan metode BTA Mikroskopis dibandingkan dengan Tes Molekuler Cepat menemukan *Mycobacterium tuberculosis* dengan akurasi 76,47%.

5.2. Saran

Dengan membandingkan hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* dengan metode Tes Cepat Molekuler dan BTA Mikroskopis di RSUD Abepura tersebut, disarankan agar pemeriksaan sputum mikroskopis terus dilakukan untuk mengawasi pengobatan tuberkulosis.

Sensitivitas dan spesifisitas adalah dua konsep yang berbeda namun sama-sama penting dalam evaluasi uji diagnostik. Sehingga dalam pemeriksaan sputum, pilihan antara sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi tergantung pada tujuan tes dan konsekuensi dari hasil positif atau negatif yang palsu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A., Oktavia, J., Jumailina Rista, T., & Hidayah, T. (2021). Preventif TB Paru Melalui Pengobatan, Informasi dan Edukasi Kepada Masyarakat di Wilayah Kerja Puskesmas Rejosari. *Jurnal Pengabdian Kesehatan Komunitas*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.25311/jpkk.vol1.iss1.896>
- Anggraeni, R., Sijid, S. A., & Commeng, A. T. (2024). Deteksi Mycobacterium tuberculosis melalui pemeriksaan tes cepat molekuler (TCM) di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. *Teknosains: Media Informasi Dan Teknologi*, 18(1), 57–64.
- Arbaina, I., Sartika, F., Rahmah, W. N. (2022). Pengaruh Lama Penanganan Sampel Sputum Tuberkulosis Terhadap Pemeriksaann Mikroskopis Bakteri Basil Tahan Asam. *Borneo Journal Of Medical Laboratory Technology*.
- Bangun, S. R., Halawa, F. P.A., T. R. V. (2023). Perbandingan Skor Basil Tahan Asam Pewarnaan Ziehl Neelsen dan Ziehl Neelsen Bleach 2% Spesimen Sputum pada Penderita Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan. *MAHESA : Malahayati Health Student Journal*, 3(10), 3225–3233. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v3i10.11170>
- Butar-butar, M, L., & Sitepu, S, A. (2023). Pengaruh Inhalasi Sederhana Dengan Menggunakan Aromaterapi Daun Mint (Mentha Piperta) Terhadap Penurunan Sesak Napas Pada Pasien Tubercolosis Paru Di Puskesmas Desa Pon Kecematan Sei Bamnam Tahun 2019. *Kesehatan Deli Sumatera*, 1(1)(1), 1–7.

- Dewi, L. P. K. (2020). Pemeriksaan Basil Tahan Asam Untuk Membantu Menegakkan Diagnosis Penyakit Tuberkulosis. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.23887/ijacr.v1i1.28716>
- Febriani, A., Sijid, S. A., Hidayat, K. S., & Muthiadin, C. (2022). Gambaran Hasil Pemeriksaan Mikroskopik Basil Tahan Asam Pada Penderita Tuberkulosis Paru di BBKPM Makassar. *Jurnal Mahasiswa Biologi*, 2(1), 21–26.
- Fitriana, E. K., Sinuhaji, B., Sriyanti, M. (2021). Profil Hasil Pemeriksaan GeneXpert Real Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) Terhadap Mycobacterium tuberculosis pada Pasien Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Bhayangkara Polda Bengkulu Periode Januari-Desember 2018. *Jurnal Kedokteran Raflesia*, 7(2), 99–109. <https://doi.org/10.33369/juke.v7i2.15892>
- Hermawan, A., Amar, I. (2023). Pengaruh Penyuluhan Kesehatan Terhadap Kemandirian Keluarga Merawat Penderita Tuberculosis Paru Program DOTS di Wilayah Kerja Puskesmas Hamadi Kota Jayapura. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(4), 674–680. <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i4.3329>
- Husna, N., Dewi, N. U. (2020). Comparation of Decontaminated Acid-Fast Bacilli Smear. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 12(2), 316–323. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v12i2.894>
- Indrayati, S., Almurdi, Mustika, N., Natrio, Y., & Hasnidahlena. (2024). Uji Sensitivitas Dan Spesifisitas Hasil Pemeriksaan Mikroskopis Sputum Bta Terhadap Tes Cepat Molekuler (Tcm) Pada Suspek Tuberkulosis Paru Di

- Rsud Bangkinang. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 9(2), 30–38.
- Jin, W., Wang, J., Y. X. (2024). Analysis of three cases with false positive PCR results of non tuberculosis mycobacterium. *Respiratory Medicine Case Reports*, 47(March 2023), 101973.
<https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2023.101973>
- Kala Padang, I. (2023). *Hubungan Pemeriksaan Mycobacterium Tuberculosis Metode Real Time Polymerase Chain Reaction Assay (RT-PCR) Pada Tahap Inisiasi Dengan Pemeriksaan SGOT/SGPT Di RSUD Nabire*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, & Asiva Noor Rachmayani. (2023). *Petunjuk Teknis Pemeriksaan Tuberkulosis Menggunakan Tes Cepat Molekuler GeneXpert*. 6. https://tbindonesia.or.id/wp-content/uploads/2023/12/2023_Buku-Petunjuk-Teknis-Pemeriksaan-TBC-Menggunakan-Alat-TCM-GeneXpert_2023.pdf
- Kesuma, S., Abdullah, T. (2020). Uji Diagnostik GeneXpert MTB/RIF pada Pemeriksaan Mycobacterium Tuberculosis di RSUD R.Syamsudin SH Kota Sukabumi. *Jurnal Kesehatan*, 10(2), 94–101.
- Kristini, T. D., Hamidah, R. (2020). Potensi Penularan Tuberculosis Paru pada Anggota Keluarga Penderita. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 15(1), 24–28.
- Latifah, I., Zuraida, Z., Sulistiawati, R. D., & Susanti, E. (2022). Uji Sensitivitas dan Uji Spesifikasi Metode Mikroskopis Terhadap Tes Cepat Molekuler (TCM) dalam Diagnosis Mycobacterium tuberculosis. *Anakes: Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 8(2), 200–208.

- Masrizal, M., Fritiara, F., Salsabila, A., Lukman, E., Mardhiyah, I., & Al Ghani, M. P. (2023). Meta-Analysis: Risk Factor Analysis of Tuberculosis Incidence. *Contagion: Scientific Periodical Journal of Public Health and Coastal Health*, 5(2), 574. <https://doi.org/10.30829/contagion.v5i2.15078>
- Maulida, R., Sartika, F., H. (2024). Lama Pemanasan Carbol Fuchsin Pada Pewarnaan Preparat BTA. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 6(2), 608–613. <https://doi.org/10.33084/bjmlt.v6i2.7099>
- Misyani, Rizki, Z., Rahmayanti., S. (2024). Perbandingan Hasil BTA Metode Mikroskopis (Ziehl Neelsen) Dan Metode Tes Cepat Molekuler (Genexpert) Pada Pasien TB Paru. *Jurnal Of Medichal Laboratory*, 1(1), 11–17.
- Murtafi'ah, N., Fadhilah, F. R., & Krisdaryani, R. (2020). Perbandingan hasil pemeriksaan Mycobacterium tuberculosis dengan GeneXpert dan pewarnaan Ziehl Neelsen di rumah sakit Mitra Anugrah Lestari. *Riset Informasi Kesehatan*, 9(2), 188. <https://doi.org/10.30644/rik.v9i2.381>
- Rejito, A., Bintari, N. W. D., Indayani, S. (2024). *Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (GeneXpert) Pasien Suspek Tuberkulosis Paru di RSUD Kabupaten Buleleng. Jurnal Riset Kesehatan Nasional*. 8(2), 149–154.
- Relaksiskawati, 2020. (2020). Uji Kesesuaian Hasil Pemeriksaan Mikroskopis Basil Tahan Asam Metode Ziehl-Neelsen dengan Tes Cepat Molekuler (GeneXpert) pada Pemeriksaan Tuberculosis Paru dari Sampel Sputum. In *Padang: STIKES Perintis*.
- Rivani, E., Sabrina, T., & Patricia, V. P. (2019). Perbandingan uji diagnostik GeneXpert MTB/RIF untuk mendeteksi resistensi rifampicin Mycobacterium

- tuberculosis pada pasien Tb paru di RSUP dr. Moh. Hoesin Palembang.
- Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan : Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 6(1), 23–28. <https://doi.org/10.32539/jkk.v6i1.7236>
- Silva, H. R. D., Maulani, Y. (2024). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Mikroskopis Sputum BTA Terhadap Metode PCR (GeneXpert) pada Pasien Tuberculosis Paru. *Plenary Health : Jurnal Kesehatan Paripurna*, 1(3), 455–460.
- Widyawati, F., & S. F. D. J. (2025). Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal. *Jurnal Ilmiah SIKES Kendal*, 15(1), 75–82.
<https://journal2.stikeskendal.ac.id/index.php/PSKM/article/view/1979/1260>
- Zuraida, Z., Latifah, I., & Atikasari, Z. I. (2021). Studi Literatur Hasil Pemeriksaan Tcm (Tes Cepat Molekuler), Mikroskopik Bta Dan Kultur Pada Suspek Tb (Tuberkulosis). *Anakes : Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 7(1), 83–87.
<https://doi.org/10.37012/anakes.v7i1.517>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian di RSUD Abepura



Your Dream is Our Mission

Padang, 23 Juni 2025

No : 597/ FIKes-UPERTIS/III/2025
Perihal : Izin Penelitian

Kepada Yth,
Direktur RSUD ABEPURA
Di
Tempat

Bersama ini kami sampaikan kepada Bapak/Ibu bahwa dalam tahap penyelesaian Pendidikan di Program Studi D IV Analis Kesehatan /Teknologi Laboratorium Medik Universitas Perintis Indonesia, maka kepada mahasiswa diwajibkan untuk membuat skripsi dibidang kesehatan.

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan informasi data dari instansi Bapak/Ibu pimpinan. Adapun identitas mahasiswa kami yaitu :

Nama	:	Dolphina.Sinay
Nim	:	2410263651
Judul	:	Perbandingan Hasil Pemeriksaan Mycobacterium Tuberculosis Dengan Metode Tes Cepat Molekuler Dan Bta Mikroskop Di RSUD Abepura
Jadwal Penelitian	:	11 Mei 2025 - 05 Juni 2025
Tempat Penelitian	:	Laboratorium RSUD Abepura

Untuk kelancaran penelitian mahasiswa yang bersangkutan, maka kami mohon Bapak/Ibu agar dapat memberikan izin penelitian sesuai dengan topik di atas.

Demikianlah kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih.

A.n Dekan
Sekretaris Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan



Wilda Laila, SKM, M.Biomed
NIK : 10103583062

Tembusan:
1. Arsip

Kampus I - Kota Padang
Jl. Adinegoro KM 17 Simp. Kalumpang Padang
±200m ke arah ByPass Kampung Jambak,
Lubuk Biaya, Padang, Sumatera Barat - Indonesia
Telp : (0751) 481992 | Fax : (0751) 481962

Kampus II - Bukittinggi
Jl. Kusuma Bakhti
Kom. Pemda II Gulai Bancah
Bukittinggi, Sumatera Barat - Indonesia
Telp/Fax : (0752) 34613

universitas_perintis.indonesia
universitas_perintis_Indonesia
uperintispp@gmail.com
stikesperintis.ac.id
stifi-padang.ac.id

Lampiran 2. Surat Layak Penelitian dari KEPK Upertis



**UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK)**
No. Validasi dan Registrasi KEPPKN Kementerian Kesehatan RI: 0116221371

Kampus 1 Universitas Perintis Indonesia
Jl. Adinegoro KM 17 Lubuk Buaya, Padang
+62 81348 305867
ethics.upertis@gmail.com

Nomor : 1116/KEPK.F1/ETIK/2025

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK

ETHICAL APPROVAL

Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Perintis Indonesia dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subjek penelitian kedokteran, kesehatan, dan kefarmasian, telah mengkaji dengan teliti protocol berjudul:

The Ethics Committee of Universitas Perintis Indonesia, with regards of the protection of human rights and welfare in medical, health and pharmacies research, has carefully reviewed the research protocol entitled:

“Perbandingan Hasil Pemeriksaan Mycobacterium Tuberculosis dengan Metode Tes Cepat Molekuler dan BTA Mikroskopis Di RSUD Abepura“.

No. protocol : 25-04-1489

Peneliti Utama : DOLPHINA SINAY
Principal Investigator

Nama Institusi : Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Perintis Indonesia
Name of The Institution

dan telah menyetujui protocol tersebut diatas.
and approved the above mentioned protocol.



Padang, 30 April 2025

Ketua,

Chairman

Def Primali, M.Biomed, PA

*Ethical approval berlaku satu (1) tahun dari tanggal persetujuan.

**Peneliti berkewajiban:

1. Menjaga kerahasiaan identitas subjek penelitian.
 2. Memberitahukan status penelitian apabila,
 - a. Selama masa berlakunya keterangan lolos kaji etik, penelitian masih belum selesai, dalam hal ini *ethical approval* harus diperpanjang.
 - b. Penelitian berhenti ditengah jalan.
 3. Melaporkan kejadian serius yang tidak diinginkan (*serious adverse events*).
 4. Peneliti tidak boleh melakukan tindakan apapun pada subjek sebelum protocol penelitian mendapat lolos kaji etik dan sebelum memperoleh informed consent dari subjek penelitian.
 5. Menyampaikan laporan akhir, bila penelitian sudah selesai.
 6. Cantumkan nomor protocol ID pada setiap komunikasi dengan Lembaga KEPK Universitas Perintis Indonesia.
- 1.

Semua prosedur persetujuan etik penelitian dilakukan sesuai dengan standar CIOMS-WHO 2016.
All procedure of Ethical Approval are performed in accordance with CIOMS-WHO 2016 standard procedure.

Lampiran 3. Surat Telah Melaksanakan Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI PAPUA
BANDAN LAYANAN UMUM DAERAH
RUMAH SAKIT UMUM DAERAH ABEPURA
Jalan Kesehatan I Abepura, Jayapura 9935
Website : www.rsud-abepura.papua.go.id
Email : rsud.abe@gmail.com



Jayapura, 24 Juli 2025

Nomor : 800.1/ 752 /2025

Lampir : --
an

Perihal : Pengembalian Mahasiswa Penelitian

K e p a d a
Yth Dekan Fakultas Ilmu
Kesehatan
Universitas Perintis Indonesia
Di -
Tempat

Dengan hormat,

Menindaklanjuti surat masuk permohonan ijin penelitian dengan Nomor : 599/FIKes-UPERTIS/III/2025 atas nama,

Nama	:	Dolphina Sinay
NIM/Semester	:	2410263651
Judul	:	"Perbandingan Hasil Pemeriksaan Mycobacterium Tuberculosis Dengan Metode Tes Cepat Molekuler dan Bta Mikroskop di RSUD Abepura.
Program Studi	:	D IV Analis Kesehatan / Teknologi Laboratorium Medik Universitas Perintis Indonesia.
Lokasi	:	BLUD RSUD Abepura Provinsi Papua

Waktu Penelitian : 11 Mei 2025 – 05 Juni 2025

Disampaikan bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan kegiatan Penelitian di Bagian Laboratorium RSUD Abepura.

Demikian Surat Pengembalian ini dibuat, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.



Direktur BLUD RSUD ABEPURA

dr. DAISY C.URBINAS
PEMIMPINA UTAMA MUDA
NIP.19571231 200502 2 028

Lampiran 4. Data Hasil Pemeriksaan



PEMERINTAH PROVINSI PAPUA
BADAN LAYANAN UMUM DAERAH
RUMAH SAKIT UMUM DAERAH ABEPUKA
 Alamat: Jalan Kesehatan I Abepura, Jayapura 99351
 Telp. (0967) 581064 Fax. (0967) 581064. Email : rsud.abe@gmail.com



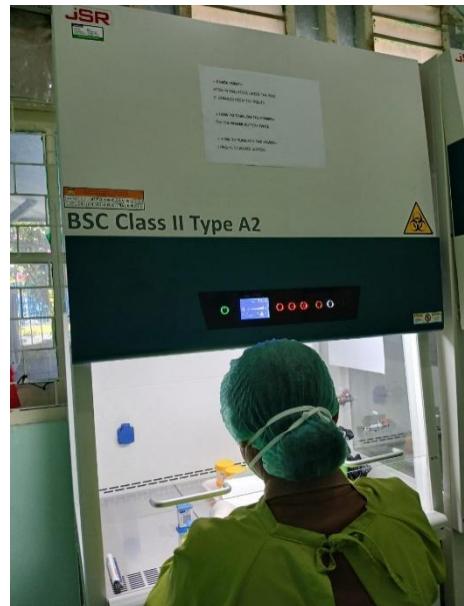
Nama : Dolphina Sinay
NIM : 2410263651
Judul : Perbandingan Hasil Pemeriksaan *Mycobacterium Tuberculosis* Dengan Metode Tes Cepat Molekuler dan BTA Mikroskopis Di RSUD Abepura

No	Nama (Inisial)	Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Hasil TCM	Mikroskopis
1	W	L	71	MTB DETECTED VERY LOW	Negatif
2	IN	P	36	MTB DETECTED MEDIUM	4 Basil
3	RA	P	14	MTB DETECTED HIGH	+1
4	HG	P	42	MTB NOT DETECTED	Negatif
5	KW	L	33	MTB NOT DETECTED	Negatif
6	JM	P	73	MTB NOT DETECTED	Negatif
7	TW	P	24	MTB DETECTED MEDIUM	Negatif
8	AY	L	58	MTB TRACE DETECTED	Negatif
9	LAS	P	36	MTB NOT DETECTED	Negatif
10	J	L	16	MTB DETECTED MEDIUM	+1
11	FS	P	26	MTB DETECTED HIGH	+2
12	SBH	L	58	MTB DETECTED HIGH	+2
13	M	L	44	MTB NOT DETECTED	Negatif
14	YD	L	37	MTB DETECTED HIGH	+1
15	RD	L	28	MTB DETECTED LOW	Negatif
16	DW	P	19	MTB NOT DETECTED	Negatif
17	HA	L	33	MTB DETECTED HIGH	+2
18	MA	L	16	MTB DETECTED HIGH	+1
19	RY	L	19	MTB DETECTED HIGH	+1
20	AH	L	27	MTB TRACE DETECTED	Negatif
21	LB	L	26	MTB DETECTED LOW	Negatif
22	EK	L	40	MTB NOT DETECTED	Negatif
23	BM	L	20	MTB DETECTED HIGH	+1
24	YA	P	44	MTB NOT DETECTED	Negatif
25	EY	P	48	MTB NOT DETECTED	Negatif
26	MS	P	28	MTB DETECTED VERY LOW	Negatif
27	TA	P	23	MTB DETECTED MEDIUM	9 Basil
28	MA	L	45	MTB DETECTED MEDIUM	Negatif
29	YM	L	21	MTB NOT DETECTED	Negatif
30	DO	P	22	MTB NOT DETECTED	Negatif
31	SK	P	20	MTB NOT DETECTED	Negatif
32	EG	L	15	MTB DETECTED MEDIUM	+1
33	HD	P	31	MTB NOT DETECTED	Negatif
34	IN	P	53	MTB DETECTED LOW	Negatif
35	SW	L	28	MTB NOT DETECTED	Negatif
36	AP	L	36	MTB DETECTED LOW	Negatif
37	YK	L	38	MTB DETECTED MEDIUM	+1
38	MO	P	54	MTB NOT DETECTED	Negatif
39	MA	L	54	MTB TRACE DETECTED	Negatif
40	AH	L	24	MTB NOT DETECTED	Negatif
41	MFP	L	36	MTB NOT DETECTED	Negatif
42	DR	L	22	MTB NOT DETECTED	Negatif
43	VK	L	22	MTB NOT DETECTED	Negatif
44	BDW	L	40	MTB DETECTED MEDIUM	+1
45	BB	L	49	MTB DETECTED MEDIUM	7 Basil
46	HK	P	24	MTB NOT DETECTED	Negatif
47	MK	L	27	MTB DETECTED MEDIUM	5 Basil
48	KW	L	45	MTB NOT DETECTED	Negatif
49	IW	L	44	MTB NOT DETECTED	Negatif
50	D	L	40	MTB DETECTED MEDIUM	+3
51	N	L	35	MTB DETECTED MEDIUM	Negatif

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian**Pemeriksaan dengan BTA Mikroskopis
(Pewarnaan Ziehl Neelsen)**



Pemeriksaan TCM GeneXpert





Lampiran 6. Hasil Cek Plagiasi Turnitin

60

Lampiran 6. Hasil Cek Plagiasi Turnitin

