SKRIPSI

KESESUAIAN HASIL PEMERIKSAAN TES CEPAT MOLEKULER (TCM) DAN MIKROSKOPIS BASIL TAHAN ASAM (BTA)

ZULFITRIANI ANNUR

B1D324038

Diajukan sebagai syarat dalam meraih Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes) pada Program Studi Diploma Empat (DIV) Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Teknologi Kesehanan Universitas Megarezky Makassar

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

KESESUAIAN HASIL PEMERIKSAAN TES CEPAT MOLEKULER (TCM) DAN MIKROSKOPIS BASIL TAHAN ASAM (BTA)

ACCORDANCE OF MOLECULAR RAPID TEST (TCM) AND ACID-FAST BACILLA (BTA) MICROSCOPIC EXAMINATION RESULTS

ZULFITRIANI ANNUR

B1D324038

Dibimbing Oleh

Nur Laela Alydrus, S.Si.,M.Kes

Pembimbing I

Dr.santi, S.Si.,M.Si

Pembimbing II

Indas wari Rahman,S.Si.,M.Kes

Penguji

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

KESESUAIAN HASIL PEMERIKSAAN TES CEPAT MOLEKULER (TCM) DAN MIKROSKOPIS BASIL TAHAN ASAM (BTA)

Disusun dan diajukan oleh :

ZULFITRIANI ANNUR

Nomor Induk Mahasiswa B1D324038

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi

Pada tanggal 19 Juli 2025

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Tim Penguji	**Tanda Tangan**
1. Nur Laela Alydrus, S.Si.,M.Kes	( )
2. Dr.Santi, S.Si.,M.Si	( )
3. Indas wari Rahman,S.Si.,M.Kes	( )

Mengetahui,

Dekan	Ketua Program Studi
Fakultas Teknologi Kesehatan	DIV Teknologi Laboratotium Medis
(Prof.Dr.Drs.apt.Hj.Asnah Marzuki, M.Si)	**(Dr. Nirmawati Angria, S.Si.,M.Kes)**
NUPTK: 1350727628230010	NUPTK :6950765666230332

Dipindai dengan CamScanner

ii

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)
UNIVERSITAS MEGAREZKY
SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/I/2018 Terakreditasi BAN PT
Kampus II : Jalan Antang Raya No. 43 Telp. 0411 - 492 401 - 496401 Fax. 496614 Website : http://universitasmegarezky.ac.id E.mail: info@universitasmegarezky.ac.id

KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN
No.739/T/07.091056/ VII/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syamsyuriyana Sabar, S.Kep., Ns., M.Kep

NIDN : 0915118602

Jabatan : Ketua LPPM

Menyatakan bahwa :

Nama : Zulfitriani Annur

NIM : B1D324038

Prodi : DIV Teknologi Laboratorium Medis

Judul Skripsi/KTI : "Validasi Diagnostik Tes Cepat Molekuler (TCM) sebagai Konfirmasi Pada Pasien Suspek Tuberkulosis dengan Hasil Mikroskopis Basil Tahan Asam"

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase** 24 % sesuai bukti terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 15 Juli 2025
Ketua,

Ns. Syamsyuriyana Sabar, M.Kep
NIDN: 09 151186 02

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat serta anugerah-Nya lah yang selalu memberikan kekuatan dan penyertaan sehingga dapat terselesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.

Skripsi ini akan penulis persembahkan kepada:

1. Ibu dan suami yang begitu saya sayangi dan saya cintai tiada kata selain terimakasih yang sangat amat dalam untuk segala do'a, usaha, semangat, material, dan dukungan dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.
2. Saudara, keluarga, dan teman temanku yang selalu mendukung dimasa study penulis.
3. Segenap civitas akademika kampus Universitas Megarezky Makassar yang kubanggakan.

MOTTO

"Sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan."
QS.Al-Insyirah: 6

"Tiada keberhasilan tanpa doa dan usaha yang sungguh-sungguh."
"Langkah kecil hari ini adalah awal dari pencapaian besar esok hari"
"Ilmu bukan untuk dibanggakan, tetapi untuk diamalkan."

CURRICULUM VITAE



ZULFITRIANI ANNUR

B1D324038

BIODATA

1.	Nama	: Zulfitriani annur
2.	Jenis Kelamin	: Perempuan
3.	Tempat tanggal lahir	: Bantaeng, 23 April 1990
4.	Kebangsaan	: Indonesia
5.	Status	: Menikah
6.	Agama	: Islam
7.	Alamat	: Jl. Elang No.20,Kabupaten Bantaeng
8.	No. HP	: 082349379279

Riwayat Pendidikan

1.	SD	: SD.Inp.Lembang Cina II 1995-2001
2.	SMP	: SLTP Negeri 2 Bantaeng 2001-2004
3.	SMA	: SMA Negeri 2 Bantaeng 2004-2007
4.	D-III	: Poltekkes Makassar 2007-2010
5.	D-IV	: Universitas Megarezky 2024-2025

Pesan : Semoga kampus Megarezky semakin berkembang dan menjadi Universitas yang terkemuka di sulawesi selatan.

Kesan: Alhamdulillah selama berkuliah dikampus megarezky saya mendapatkan pengalaman dan ilmu yang baru dan ditunjang dengan fasilitas yang lengkap dalam melaksanakan perkuliahan dan terima kasih kepada dosen dan pembimbing akademik selama proses perkuliahan hingga selesai atas segala ilmu dan bimbingan yang diberikan kepada saya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan **Skripsi** ini yang berjudul "**Kesesuaian Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) dan Mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA)**".

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan **Program Studi Diploma IV Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky Makassar**. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, karya tulis ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda dan Ibunda, yang senantiasa mendoakan, mendampingi, serta memberikan semangat, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil tanpa henti. Tanpa keikhlasan dan doa dari Ayah dan Ibu, penyusunan Skripsi ini tidak akan pernah terwujud.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada:

1. **Bapak Dr. H. Alimuddin, SH., MH., M.Kn.** sebagai **Pembina Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar**, atas arahan dan pembinaan yang senantiasa menjadi fondasi dalam pengembangan kepada institusi dan juga mahasiswa.
2. **Ibu Alm. Hj. Suryani, SH., MH.** sebagai **Pendiri Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar**, atas dedikasi dan kontribusi luar biasa dalam mendirikan lembaga pendidikan yang menjadi wadah pengembangan ilmu dan karakter.
3. **Bapak Moch. Noer Alim Qolby, S.H., LLM.** sebagai **Ketua Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar**, atas dukungan dan kebijakan strategis yang memfasilitasi proses pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan.

4. **Bapak Prof. Dr. Anwar Ramli, SE., M.Si.** sebagai **Rektor Universitas Megarezky**, atas motivasi dan arahannya dalam membangun budaya akademik yang unggul dan berdaya saing.
5. **Ibu Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si.** sebagai **Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan,** atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama masa studi.
6. **Ibu Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes.** sebagai **Ketua Prodi D-IV Teknologi Laboratorium Medis,** atas bimbingan akademik yang berkelanjutan dan inspiratif.
7. **Ibu Nur Laela Alydrus, S.Si., M.Kes.** selaku **Pembimbing I**, yang telah memberikan arahan, saran, dan evaluasi dalam penyusunan karya tulis ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
8. **Ibu Dr.Santi, S.Si., M.Kes.** selaku **Pembimbing II**, yang telah banyak memberikan bimbingan kepeda peneliti dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
9. **Ibu Indas wari Rahman, S.Si., M.Kes.** sebagai **Penguji** yang telah banyak memberikan bimbingan kepada peneliti dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
10. **Bapak Ka'bah, S.Si., M.Kes.** sebagai **Pembimbing Akademik (PA)**, atas pendampingan dan bimbingan akademik yang terarah dan penuh keikhlasa selama masa studi penulis.
11. **Segenap Dosen** dan **Staf Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky Makassar** yang telah membantu peneliti selama mengikuti pendidikan.
12. **Teman-teman alih jenjang** tanpa terkecuali memberikan bantuan dan kerjasama yang baik selama peneliti mengikuti proses pendidikan.
13. **Rekan-rekan mahasiswa** yang telah memberikan bantuan dan kerjasama yang baik selama peneliti mengikuti proses pendidikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 13 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
LEMBAR HASIL TURNITIN iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
MOTTO v
CURICULUM VITAE vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI x
ABSTRAK xiii
ABSTRAK BAHASA INGGRIS xiv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR SINGKATAN xvii
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
A.Latar Belakang 1
B.Rumusan Masalah 6
C.Tujuan Penelitian 7
D.Manfaat Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
A.Tinjauan Umum Tuberkulosis 8
B.Tinjauan Umum *Mycobacterium tuberculosis* 9
1.Epidemiologi 10
2.Patogenesis 11
3.Cara Penularan TB 13
C.Metode Pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* 14
1.Jenis Pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* 14
2.Prosedur Pemeriksaan 20
3.Pembacaan Hasil Pemeriksaan 21
D.Tinjauan Umum Mikroskopis 22

E.Tinjauan Umum TCM 23
1. Prinsip Kerja 25
2.Keunggulan dan Kekurangan Metode Mikroskopik dan GeneXpert. 27
F.Kerangka Teori 29
G.Kerangka Konsep 30
H.Defenisi Operasional 30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 31
A. Jenis Penelitian 31
B. Lokasi dan Waktu Penelitian 31
C. Populasi dan Sampel 31
D. Kriteria Sampel 32
E. Instrumen Penelitian 32
F. Prosedur Penelitian 33
1. Pengambilan dan Penanganan Sampel 33
2. Pemeriksaan BTA 33
3. Pemeriksaan TCM 35
4. Interpretasi Hasil 37
G. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data 38
H. Alur Penelitian 39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 40
A. Hasil Penelitian 40
1. Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin dan Umur 40
2. Distribusi Hasil Mikroskopik BTA dan TCM 41
3. Tingkat Kesesuaian Hasil Mikroskopik BTA dan TCM 42
B. Pembahasan 42
BAB V PENUTUP 49
A. Kesimpulan 49
B. Saran 49
DAFTRA PUSTAKA 51
LAMPIRAN 64

ABSTRAK

Zulfitriani Annur, B1D324038, Kesesuaian Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) Dan Mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA). Dibimbing oleh Nur Laela Alydrus dan Santi

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit infeksi menular yang masih menjadi masalah kesehatan global, dengan Indonesia sebagai salah satu negara dengan beban TB tertinggi. Pemeriksaan mikroskopis basil tahan asam (BTA) masih banyak digunakan di fasilitas kesehatan dasar karena murah dan sederhana, namun memiliki keterbatasan dalam hal sensitivitas dan tidak dapat mendeteksi resistansi obat. Tes Cepat Molekuler (TCM) seperti *GeneXpert* direkomendasikan WHO sebagai metode diagnostik yang lebih sensitif dan mampu mendeteksi resistansi terhadap rifampisin. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi validitas TCM sebagai konfirmasi pada pasien suspek TB dengan pemeriksaan mikroskopis BTA. Penelitian dilakukan di RSUD Prof. Dr. H. M. Anwar Makkatutu Bantaeng pada bulan Juni 2025 dengan desain *Cross-sectional*. Hasil pemeriksaan mikroskopis BTA dari 29 pasien suspek tuberkulosis, diperoleh hasil positif 10 pasien (34,5%) dan negatif 19 pasien (65,5%). Sementara itu, pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) menunjukkan 10 pasien (34,5%) dengan hasil MTB Detected dan 19 pasien (65,5%) dengan hasil MTB Not Detected. Analisis kesesuaian antara kedua metode menghasilkan nilai Kappa sebesar 1,000 ($p < 0,05$) yang menandakan tingkat kesesuaian sempurna. Temuan ini membuktikan bahwa TCM memiliki validitas tinggi sebagai alat diagnostik, pada pasien suspek tuberculosis.

Kata Kunci : Tuberkulosis,*GeneXpert*, Basil Tahan Asam (BTA),Sputum,

ABSTRACT

Zulfirtriani Annur, B1D324038. Concordance of Rapid Molecular Test (TCM) and Acid-Fast Bacilli (AFB) Microscopy Results. Supervised by Nur Laela Alydrus and Santi.

Tuberculosis (TB) is an infectious disease that remains a global health concern, with Indonesia being one of the countries with the highest TB burden. Acid-fast bacilli (AFB) microscopic examination is still widely used in primary healthcare facilities due to its affordability and simplicity. However, it has limitations in sensitivity and cannot detect drug resistance. The Rapid Molecular Test (TCM), such as GeneXpert, *is recommended by WHO as a more sensitive diagnostic method capable of detecting rifampicin resistance.*

This study aimed to evaluate the validity of TCM as a confirmatory tool for suspected TB patients compared to AFB microscopy. The research was conducted at RSUD Prof. Dr. H. M. Anwar Makkatutu, Bantaeng, in June 2025 using a cross-sectional design. The AFB microscopic examination of 29 suspected TB patients showed 10 positive cases (34.5%) and 19 negative cases (65.5%). Meanwhile, the TCM examination results indicated 10 patients (34.5%) with MTB Detected and 19 patients (65.5%) with MTB Not Detected.

The concordance analysis between the two methods produced a Kappa value of 1.000 ($p < 0.05$), indicating a perfect level of agreement. These findings demonstrate that TCM has high validity as a diagnostic tool for suspected TB patients.

Keywords: *Tuberculosis,* GeneXpert, *Acid-Fast Bacilli (AFB), Sputum*

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 *Mycobacterium tuberculosis* 10
Gambar 2 Cara Penularan TB..... 14
Gambar 3 Alat *GeneXpert* 24
Gambar 4 Catridge *GeneXpert* 26
Gambar 5 Bagan Kerangka Teori 28
Gambar 6 Kerangka Konsep 29
Gambar 7 Bagan Alur Penelitian 41

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kelebihan dan Kekurangan Metode Mikroskopik dan *GeneXpert* 27
Tabel 2 Interpretasi Hasil Mikroskopik 39
Tabel 3 Interpretasi Hasil TCM *GeneXpert* 40
Tabel 4 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin dan Umur 41
Tabel 5 Distribusi Hasil Pemeriksaan Mikroskopik BTA dan TCM 42
Tabel 6 Tingkat Kesesuaian Hasil Mikroskopik BTA dan TCM 42

DAFTAR SINGKATAN

TB	: Tuberkulosis
TCM	: Tes Cepat Molekuler
BTA	: Basil Tahan Asam
DNA	: *Deoxyribonucleic Acid*
AFB	: *Acid-Fast Bacilli* (istilah Bahasa Inggris untuk BTA)
PCR	: *Polymerase Chain Reaction*
WHO	: *World Health Organization*
MTB	: *Mycobacterium tuberculosis*
RO	: Resistan Obat
RSUD	: Rumah Sakit Umum Daerah
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
APD	: Alat Pelindung Diri
LED	: Laju Endap Darah
HCl	: Hidrogen Klorida
IUATLD	: *International Union Against Tuberculosis and Lung Disease*
KLB	: Kejadian Luar Biasa
Fasyankes	: Fasilitas Pelayanan Kesehatan
SOP	: Standar Operasional Prosedur
DNA-R	: DNA Resistant (merujuk pada deteksi mutasi gen resistansi)
DTPK	: Daerah Terpencil, Perbatasan dan Kepulauan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Subjek Penelitian 54
Lampiran 2 Alat dan Bahan Penelitian 55
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian..... 56
Lampiran 4 Plagiasi Scan Report 58
Lampiran 5 Surat Izin Penelitian 59
Lampiran 6 Surat Keterangan Selesai Penelitian 60
Lampiran 7 *Formulir Informed Consent*..... 61

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini menjadi salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di seluruh dunia. TB terutama menyerang paru-paru, namun dapat juga menyebar ke bagian tubuh lainnya (Diantara *et al*., 2022). Pada tahun 2023, WHO melaporkan bahwa TB kemungkinan akan kembali menjadi penyebab utama kematian global akibat agen infeksius, setelah selama tiga tahun terakhir posisinya diambil alih oleh COVID-19. Penyakit ini menyebabkan hampir dua kali lipat jumlah kematian dibandingkan HIV/AIDS. Setiap tahunnya, lebih dari 10 juta orang masih terinfeksi TB (WHO, 2024).

Tuberkulosis (TB) tetap menjadi tantangan signifikan dalam sektor kesehatan masyarakat di Indonesia. Berdasarkan Global TB Report 2024, Indonesia menduduki peringkat kedua tertinggi secara global dalam jumlah kasus TB, setelah India. Diperkirakan terdapat sekitar 1.090.000 kasus TB dan 125.000 kematian setiap tahunnya akibat penyakit ini, yang setara dengan sekitar 14 kematian setiap jam. Pada tahun 2024, tercatat sekitar 885 ribu kasus TB, dengan rincian 496 ribu kasus pada laki-laki, 359 ribu pada perempuan, dan 135 ribu kasus di anak-anak berusia 0 hingga 14 tahun. Data ini menunjukkan perlunya penguatan langkah-langkah pencegahan dan pengobatan TB di seluruh Indonesia (Ayosehat kemkes, 2025).

Dinas Kesehatan (Dinkes) Sulawesi Selatan melaporkan adanya peningkatan jumlah kasus Tuberkulosis (TB) baru di wilayah tersebut pada tahun 2024 dibandingkan tahun sebelumnya. Berbagai upaya pencegahan dan penanganan terus dilakukan untuk mengatasi penyebaran penyakit ini. Hingga 20 November 2024, tercatat 27.256 kasus baru. Sebagai perbandingan, pada tahun 2023, jumlah kasus TB yang terdeteksi mencapai 27.141 kasus (Junus, 2024). Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan telah melaksanakan kegiatan monitoring dan evaluasi terhadap Laboratorium Mikroskopis Tuberkulosis untuk menilai pencapaian indikator program TB di setiap kabupaten sepanjang tahun 2023, terutama dalam proses skrining penyakit TB. Hingga akhir Oktober 2023, sebanyak 21.667 kasus TB ditemukan di seluruh wilayah Sulawesi Selatan. Jumlah ini masih jauh dari target penemuan kasus aktif yang ditetapkan, yaitu 47.075 kasus. Oleh karena itu, seluruh puskesmas diharapkan lebih proaktif dalam melakukan skrining kasus TB di wilayah kerja masing-masing. Kegiatan ini juga diharapkan dapat menjadi sarana untuk konsultasi, perbaikan pelaksanaan program yang belum optimal, serta mencari solusi atas berbagai kendala yang muncul selama tahun 2023 (BBLKM, 2023).

Data dari Kabupaten Bantaeng tahun 2023 menunjukkan bahwa jumlah kasus TB di setiap kecamatan mencapai 342 kasus (Dinas Kesehatan Kabupaten Bantaeng, 2023). Saat ini, telah tersedia Tes Cepat Molekuler (TCM) yang direkomendasikan oleh WHO, termasuk *GeneXpert*®, Truenat, BDMAX, dan lainnya. Sejak tahun 2012, Program Nasional Penanggulangan TB telah mengintegrasikan penggunaan TCM *GeneXpert*® dengan kartrid

Xpert MTB/RIF, yang mampu mendeteksi keberadaan *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) serta resistansi terhadap rifampisin secara cepat dan bersamaan. Hal ini memungkinkan terapi yang tepat diberikan lebih awal. Berdasarkan penelitian berskala besar, pemeriksaan TCM *GeneXpert*® dengan kartrid Xpert MTB/RIF Ultra menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan mikroskopis, serta hampir setara dengan pemeriksaan kultur. Selain mampu mendeteksi resistansi terhadap rifampisin, *GeneXpert*® dengan teknologi 10 warna juga dapat mengidentifikasi resistansi terhadap isoniazid (INH), golongan fluorokuinolon, obat suntik lini kedua, serta ethionamide melalui penggunaan kartrid Xpert MTB/XDR (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Pemeriksaan TCM (untuk MTB/Rifampisin) adalah metode diagnostik yang menggunakan kartrid berbasis *Nucleic Acid Amplification Test* (NAAT) secara otomatis untuk mendeteksi bakteri penyebab TB serta resistensinya terhadap rifampisin. Pemeriksaan ini dapat dilakukan meskipun volume sampel dahak (sputum) hanya 1 ml. WHO merekomendasikan penggunaan *GeneXpert* dalam evaluasi pasien yang dicurigai menderita TB. *GeneXpert* memberikan manfaat signifikan bagi Tenaga Laboratorium Medik (TLM) dalam menegakkan diagnosis TB, dan penggunaan sistem diagnostik ini dapat meningkatkan akurasi serta kecepatan dalam memastikan diagnosis bagi seluruh pasien (Zuraida *et al*., 2021).

Pemeriksaan mikroskopis masih umum digunakan di Indonesia sebagai negara yang endemis TB. Hingga saat ini, pemeriksaan ini tetap memiliki

peran penting dalam menentukan pengobatan TB. Namun, metode ini memiliki sensitivitas yang rendah, tidak dapat mengidentifikasi resistensi obat, serta hasilnya bervariasi tergantung pada keterampilan teknisi. Untuk mendiagnosis TB yang resistan terhadap obat, pemeriksaan uji kepekaan obat secara fenotipik dapat digunakan. Meskipun demikian, metode ini memerlukan waktu yang cukup lama dan prosedur khusus untuk isolasi bakteri serta spesimen klinis guna mengidentifikasi *Mycobacterium tuberculosis complex* (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Pemeriksaan mikroskopis dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan morfologi atau bentuknya, dan memerlukan proses pewarnaan dengan menggunakan zat warna tertentu. Beberapa zat warna yang umum digunakan antara lain fuchsin karbol, alkohol asam, dan methylene blue. Sebelum proses pewarnaan, sampel harus disiapkan terlebih dahulu dalam bentuk sediaan di atas kaca objek. Sediaan tersebut dikeringkan pada suhu ruang, lalu dilakukan fiksasi terhadap bakteri. Setelah sediaan dingin, pewarnaan dilakukan menggunakan reagen khusus yang disesuaikan dengan jenis pemeriksaan (Zuraida *et al*., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Indrayati *et al*. (2024) menyimpulkan bahwa nilai sensitivitas dan spesifisitas dari pemeriksaan mikroskopis terhadap Tes Cepat Molekuler (TCM) pada individu yang dicurigai menderita tuberkulosis paru masing-masing adalah 80% dan 100%. Angka tersebut diperoleh melalui perhitungan manual menggunakan rumus uji diagnostik yang berdasarkan pada tabel 2x2. Nilai sensitivitas sebesar 80% menunjukkan

bahwa pemeriksaan mikroskopis mampu mendeteksi 80% dari individu yang benar-benar terinfeksi tuberkulosis paru. Di sisi lain, nilai spesifisitas 100% menandakan bahwa pemeriksaan ini dapat secara akurat mengidentifikasi semua individu yang tidak terinfeksi penyakit tersebut. Temuan ini menandakan bahwa pemeriksaan mikroskopis memiliki validitas yang baik dan dapat dijadikan sebagai metode diagnostik untuk mendeteksi tuberkulosis paru, khususnya di fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas (Indrayati *et al*., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman *et al*. (2023), pemeriksaan dahak pasien dengan kecurigaan TB yang dilakukan di Balai Kesehatan Paru Masyarakat (BBKPM) Makassar antara bulan Agustus hingga September 2021 dengan menggunakan metode TCM *GeneXpert* menunjukkan bahwa dari total 119 sampel, 84% pasien terdeteksi negatif terhadap *Mycobacterium tuberculosis* (MTB), 2% terdeteksi MTB dengan sensitivitas terhadap rifampisin, 14% terdeteksi MTB dengan resistansi terhadap rifampisin (TB MDR), dan tidak ada yang menunjukkan hasil MTB dengan rifampisin intermediet. Hasil ini menegaskan bahwa metode TCM *GeneXpert* memberikan hasil yang lebih cepat dan akurat, sehingga dapat menjadi pilihan penting dalam diagnosis infeksi TB pada pasien (Rahman *et al*., 2023).

Berdasarkan penelitian oleh Fitriani *et al*. (2024) yang dilakukan antara bulan Maret hingga Juli 2024 terhadap 26 pasien dengan kecurigaan TB paru di Puskesmas Selatbaru, ditemukan hasil validasi metode TCM terhadap hasil BTA negatif. Dari 26 pasien, 25 orang (96,15%) menunjukkan hasil Mtb *Not*

Detected, sedangkan 1 orang (3,85%) menunjukkan hasil Mtb *Detected* very low. Temuan ini menunjukkan bahwa pemeriksaan TCM dapat digunakan untuk memvalidasi hasil dari pemeriksaan BTA. Penggunaan alat TCM dinilai lebih efektif dibandingkan dengan metode mikroskopis BTA, karena pemeriksaan mikroskopis tidak mampu mendeteksi keberadaan bakteri dalam jumlah yang rendah. Oleh karena itu, pemanfaatan TCM sangat dianjurkan untuk memperoleh hasil diagnosis yang lebih valid, mengingat sensitivitasnya yang tinggi (Fitriani *et al*., 2024).

Dengan mempertimbangkan uraian di atas, peneliti berencana untuk mengajukan skripsi dengan judul "Kesesuaian Hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) Dan Mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA)."

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu

1. Bagaimana hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) pada pasien suspek tuberkulosis?
2. Bagaimana hasil pemeriksaan Mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA) pada pasien suspek tuberkulosis?
3. Apakah terdapat kesesuaian antara hasil pemeriksaan TCM dan BTA?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler ((TCM) pada pasien suspek tuberkulosis.

2. Untuk mengetahui hasil pemeriksaan Basil Tahan Asam (BTA) pada pasien suspek tuberculosis**.**
3. Untuk mengetahui kesesuaian hasil pemeriksaan TCM dan BTA.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

   Untuk menambah pengetahuan tentang pemeriksaan laboratorium yang berhubungan dengan TB dan sebagai pengetahuan yang menerapkan bidang yang diteliti untuk mengembangkan wawasan ilmiah peneliti.

2. Bagi Institusi

   Sebagai bahan referensi untuk akademisi dilingkup pendidikan program studi DIV Teknologi Laboratorium Medik Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky.

3. Bagi Tenaga Laboratorium

   Sebagai masukan bagi tenaga laboratorium khususnya tentang kesesuaian hasil TCM dan hasil mikroskopis BTA. .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit infeksi yang menular secara langsung, disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini umumnya menyerang paru-paru (TB paru), tetapi juga dapat mempengaruhi organ lain seperti kelenjar getah bening, tulang, otak, dan ginjal (TB ekstraparu). Penularan TB terjadi melalui udara, ketika individu dengan TB aktif batuk, bersin, atau berbicara, sehingga mengeluarkan droplet yang mengandung bakteri. TB dikenal sebagai penyakit yang dapat dicegah dan sebagian besar dapat disembuhkan dengan pengobatan yang tepat. Namun, hingga saat ini, TB tetap menjadi penyebab utama kematian akibat penyakit menular di seluruh dunia, mengalahkan HIV/AIDS. Perekrutan limfosit dan sel imun menyebabkan terbentuknya granuloma yang menjadi gambaran patologi khas pada infeksi TB. Apabila kondisi sistem imun dalam keadaan baik, infeksi TB dapat terkendali di dalam granuloma dan masuk ke dalam fase laten, sehingga inang tidak akan menunjukkan gejala klinis. Namun pada kondisi sistem imun tubuh yang menurun, granuloma yang sudah terbentuk dapat pecah dan menyebabkan bakteri TB dapat berkembang menjadi infeksi TB aktif dengan gejala klinis. TB aktif dapat bermanifestasi paling sering sebagai TB paru, namun dapat terjadi juga di organ ekstraparu, salah satu nya laring (Halawa *et al*., 2023).

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu masalah kesehatan terbesar di Indonesia. Berdasarkan Laporan TBC Global tahun 2022, angka kejadian TB

adalah 354 per 100.000 orang. Beban TB di Indonesia merupakan yang tertinggi kedua di antara negara-negara lain, dengan hanya India yang memiliki beban yang lebih tinggi. Angka kesakitan tuberkulosis meningkat sebesar 18 persen dan angka kematian meningkat sebesar 55 persen pada tahun 2021. Dari 969.000 kasus TB setiap tahunnya, hanya 30% yang dilaporkan, sedangkan sisanya tidak terdeteksi atau tidak dilaporkan. Diperkirakan MDR/RR-TB akan menyebabkan 28.000 kasus pada tahun 2021. Deteksi kasus TB oleh petugas kesehatan mencapai 12.531 dan cakupannya mencapai 51% . TB dikategorikan dalam beberapa bentuk klinis, yaitu TB aktif, infeksi TB laten (TBI), dan TB resisten obat. TB aktif ditandai dengan gejala klinis seperti batuk yang berkepanjangan, demam, keringat malam, dan penurunan berat badan, serta bersifat menular. Sebaliknya, infeksi TB laten terjadi ketika seseorang terinfeksi tetapi tidak menunjukkan gejala dan tidak menularkan penyakit, meskipun tetap berisiko untuk berkembang menjadi TB aktif, terutama jika sistem imun menurun. Bentuk lain yang semakin menjadi perhatian global adalah TB resisten obat, yang mencakup MDR-TB (*multidrug-resistant*) dan XDR-TB (*extensively drug-resistant*), yaitu TB yang tidak merespons pengobatan standar (Halawa *et al*., 2023).

Menurut WHO (2024), tanpa pengobatan, sekitar 50% pasien TB akan meninggal, tetapi dengan pengobatan standar WHO selama 4–6 bulan, tingkat kesembuhan dapat mencapai 85%. WHO juga menekankan bahwa TB bukan hanya masalah medis, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh faktor sosial seperti kemiskinan, malnutrisi, HIV, dan penyakit kronis seperti diabetes. Oleh karena

itu, pengendalian TB tidak cukup dilakukan hanya melalui intervensi medis, tetapi memerlukan pendekatan multisektor yang mencakup upaya pencegahan, diagnosis dini, pengobatan universal, serta pengurangan beban biaya pengobatan yang dapat menjadi bencana bagi rumah tangga yang terkena dampak (WHO, 2024). Tuberkulosis (TB) tetap menjadi tantangan signifikan dalam sektor kesehatan masyarakat di Indonesia. Berdasarkan Global TB Report 2024, Indonesia menduduki peringkat kedua tertinggi secara global dalam jumlah kasus TB, setelah India. Diperkirakan terdapat sekitar 1.090.000 kasus TB dan 125.000 kematian setiap tahunnya akibat penyakit ini, yang setara dengan sekitar 14 kematian setiap jam. Berdasarkan Strategi Nasional Pengendalian TB Indonesia 2020-2024, terdapat beberapa indikator dan target utama yang menekankan pentingnya penguatan skrining TB menggunakan metode yangdirekomendasikan oleh WHO, termasuk pemeriksaan mikroskopis untuk mengidentifikasi bakteri TB. Terkait dengan Strategi Nasional Pengendalian TB Indonesia 2020-2024, terdapat beberapa indikator dan target utama terkait penguatan penelitian TB melalui metode yang direkomendasikan WHO seperti rapid test (TCM) dan pemeriksaan mikroskopis BTA (Qurrohman, 2024).

Pasien TB paru dapat mengalami berbagai gejala, seperti batuk, batuk darah, nyeri dada, dan kelelahan tubuh, antara lain. Iritasi saluran napas menyebabkan batuk untuk mengeluarkan dahak. Secara umum, Batuk berdarah selama minimal dua minggu merupakan tanda utama TB paru. Dahak dan, dalam kasus yang jarang terjadi, darah, merupakan produk sampingan dari

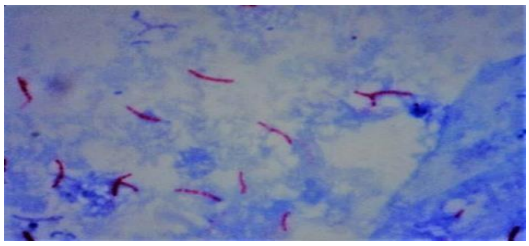
batuk ini. Gejala tambahan, seperti rasa tidak nyaman di dada dan kesulitan bernapas, seringkali menyertai gejala ini. Gejala sistemik seperti penurunan kesehatan secara umum, malaise, lesu ekstrem, kurang nafsu makan, menggigil, demam, dan keringat malam yang banyak dapat menyertai batuk selain gejala pernapasan.

B. Tinjauan Umum *Mycobacterium tuberculosis*

Mycobacterium tuberculosis adalah bakteri yang menjadi penyebab penyakit tuberkulosis (TB). Bakteri ini termasuk dalam kategori basil tahan asam (*Acid-Fast Bacilli*/AFB) karena memiliki struktur dinding sel yang khas dan kompleks. Karakteristik ini menjadikan bakteri tersebut sulit untuk dihancurkan oleh sistem imun tubuh maupun sebagian besar antibiotik yang umum digunakan, sehingga menghambat proses penyembuhan infeksi yang ditimbulkannya (Indonesia TB, 2025). *Mycobacterium tuberculosis* telah ada sepanjang sejarah, namun namanya sering berubah dari waktu ke waktu. Pada tahun 1720, sejarah tuberkulosis mulai terbentuk menjadi apa yang dikenal sekarang. Seperti yang dijelaskan oleh Benjamin Marten dalam *A Theory of Comsumption*, tuberkulosis disebabkan oleh makhluk hidup kecil yang ditularkan melalui udara ke pasien lain (Indonesia, 2025)

Penularan *Mycobacterium tuberculosis* terjadi melalui udara, yaitu ketika seseorang menghirup partikel droplet kecil yang mengandung kuman TB dari individu yang terinfeksi. Setelah bakteri masuk melalui saluran pernapasan, ia akan bergerak menuju paru-paru dan mulai berkembang biak, terutama di dalam sel-sel tubuh (intraseluler). Infeksi ini dapat menimbulkan

berbagai gejala sistemik pada pasien, seperti demam, keringat malam, penurunan nafsu makan, penurunan berat badan, serta kelelahan umum atau rasa lemah pada tubuh (Putri *et al*., 2025).



Gambar 1 *Mycobacterium tuberculosis*

Sumber : (Dubey *et al*., 2012)

Mycobacterium tuberculosis merupakan bakteri penyebab penyakit tuberkulosis dan termasuk dalam ordo Actinomycetales. Bakteri ini memiliki struktur dinding sel yang khas, yang berperan penting dalam tingkat virulensinya. Secara morfologi, bakteri ini berbentuk batang ramping berwarna merah dengan ujung membulat, berukuran panjang sekitar 1–4 µm dan lebar 0,3–0,6 µm. Bakteri ini bersifat tidak membentuk spora, tidak berkapsul, tidak memiliki alat gerak, serta dapat hidup secara soliter maupun berkelompok, Bakteri Mycobacterium tuberculosis adalah agen penyebab TB, penyakit infeksi kronis. Karena strukturnya yang berbentuk batang dan kemampuannya tahan asam, mikroba ini disebut basil tahan asam (BTA). Gejala TB paru disebabkan oleh infeksi tuberkulosis yang sering terdeteksi di parenkim paru. Pleura, kelenjar getah 9 bening, sistem rangka (tulang), dan organ lain di luar paru-paru berpotensi menjadi inang potensial bagi penyebaran bakteri ini (Wahdi & Puspitosari, 2021).

1. Epidemiologi

Tuberkulosis (TB) adalah salah satu penyakit menular yang telah dikenal sejak lama, namun tetap menjadi tantangan kesehatan masyarakat global hingga kini. Berdasarkan Laporan Global Tuberkulosis 2024 yang dirilis oleh WHO, diperkirakan ada sekitar 10,8 juta kasus TB baru di seluruh dunia pada tahun 2023, dengan lebih dari 1,25 juta kematian, menjadikan TB sebagai penyebab kematian tertinggi akibat penyakit menular, melebihi HIV/AIDS. Beban penyakit TB tidak merata di berbagai wilayah—lebih dari 56% kasus global terpusat di lima negara dengan beban tinggi: India, Indonesia, Tiongkok, Filipina, dan Pakistan. Selain itu, TB juga menjadi isu serius bagi kelompok rentan seperti anak-anak, orang yang terinfeksi HIV, dan populasi yang terpinggirkan. (WHO,2024).

Epidemiologi TB sangat dipengaruhi oleh faktor sosial yang menentukan seperti kemiskinan, malnutrisi, kepadatan penduduk, akses yang terbatas terhadap layanan kesehatan, serta komorbiditas seperti HIV dan diabetes. Penularan TB terjadi melalui udara dan sangat terkait dengan lingkungan hidup yang padat dan tidak sehat. WHO mengemukakan bahwa penanganan TB tidak hanya bergantung pada aspek medis, tetapi juga memerlukan pendekatan lintas sektor yang mencakup perbaikan faktor sosial, penguatan sistem kesehatan, dan penghapusan stigma. Dalam konteks ini, pemahaman mengenai penyebaran TB secara spasial dan temporal menjadi sangat penting untuk merancang strategi intervensi berbasis risiko yang efektif. Penyakit tuberkulosis paru yang berlangsung pada saat daya tahan tubuh dalam

kondisi menurun. Dalam perspektif epidemiologi melihat peristiwa penyakit sebagai hasil interaksi antara 3 komponen pejamu/host, pemicu/agent, serta area/ environment. Pada sisi pejamu/host, kerentanan terhadap infeksi kuman TB sangat dipengaruhi oleh daya tahan tubuh seorang. Penderita HIV AIDS ataupun orang dengan status gizi yang kurang baik lebih mudah terinfeksi TB (Diantara *et al*., 2022).

2. Patogenesis

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*), yaitu bakteri intraseluler obligat yang memiliki kemampuan istimewa untuk bertahan dan berkembang di dalam makrofag inang. Proses patogenesis TB dimulai dengan masuknya droplet yang mengandung basil TB ke saluran pernapasan dan alveoli, di mana bakteri ini dihadang oleh makrofag alveolar. Alih-alih dihancurkan, *M. tuberculosis* mampu menghindari proses fagositosis yang normal dan bertahan di dalam fagosom melalui mekanisme yang kompleks, termasuk penghambatan fusi fagosom-lisosom dan penekanan terhadap respons imun inang Patofisiologi penyakit ini dimulai ketika seseorang menghirupudara yang mengandung *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri akan masuk ke alveolus melalui saluran pernafasan dan akan menimbulkan respon nonspesifik terhadap bakteri. Jika bakteri mampu untuk bertahan dari mekanisme pertahanan awal tubuh, bakteri akan dapat berkembang biak didalam makrofag dengan waktu pembelahan setiap 23-32 jam. Tidak seperti jenis bakteri lainnya, *Mycobacterium tuberculosis* tidak memiliki endotoksin atau eksotoksin,

sehingga kekebalan tubuh tidak langsung merespon reaksi infeksi. Dalam 2-12 minggu, bakteri akan berkembang hingga mencapai jumlah 1.000-10.000, dengan jumlah tersebut akan cukup untuk memicu respon imun seluler. Setelah berkembang biak, bakteri akan merusak makrofag dan melepaskan tuberkel basilus serta kemokin yang akan merangsang respon imun dan menyebabkan inflamasi Peran sistem kekebalan tubuh sangat penting dalam menentukan progresivitas infeksi tuberkulosis. Pada sebagian besar individu yang terinfeksi, sistem imun mampu memberikan respons protektif yang efektif terhadap Mycobacterium tuberculosis, sehingga dapat menghambat proliferasi bakteri dan mencegah perkembangan penyakit. Namun demikian, justru respons imun inang yang berlebihan sering kali menjadi penyebab utama kerusakan jaringan pada kasus tuberkulosis (Zhao *et al*., 2024).

Setelah terjadi infeksi awal oleh tuberkel basili, bakteri ini dapat menyebar melalui sistem limfatik. Setelah menyebar melalui sistem limfatik, tuberkel basili dapat masuk ke dalam aliran darah. Ini berarti bakteri tersebut dapat beredar ke seluruh tubuh melalui aliran darah, yang dapat menyebabkan infeksi tuberculous pada organ-organ lain. Beberapa organ dan jaringan tampaknya lebih rentan terhadap infeksi tuberkel basili. Sumsum tulang, hati (hepar), dan limpa adalah organ yang sering terinfeksi. Selain itu, tuberkel basili memiliki kecenderungan untuk dideposit di bagian atas paru (apeks), ginjal, tulang, dan otak. Respon imun seluler spesifik adalah bagian dari sistem kekebalan tubuh yang melibatkan sel-sel kekebalan, seperti sel T, untuk melawan infeksi. Namun, sebelum respon imun seluler yang spesifik

berkembang, bakteri tuberkel basili dapat berkembang dengan cepat di dalam tubuh. Proses patogenesis TB terdiri dari tiga tahap, yaitu:

a. Tahap paparan terhadap *Mycobacterium tuberculosis*

Setelah menghirup droplet yang mengandung infeksi, *Mycobacterium tuberculosis* tiba di alveolus paru dan berinteraksi dengan makrofag alveolar, yang merupakan sel pertama yang merespons infeksi tersebut. Bakteri ini akan diambil oleh makrofag melalui proses fagositosis, tetapi tidak akan hancur. Sebaliknya, *Mycobacterium tuberculosis* memiliki kemampuan untuk menghambat fusi antara fagosom dan lisosom, sehingga dapat menghindari proses degradasi. Faktor-faktor virulensi seperti ESAT-6 dan CFP-10 memiliki peran krusial dalam proses pelepasan bakteri dari fagosom dan merusak membran intraseluler, yang memungkinkan bakteri untuk bertahan hidup di dalam sel inang. Anggota keluarga yang serumah dengan pasien tuberkulosis aktif mempunyai risiko mengalami kejadian infeksi tuberkulosis laten. Faktor paparan dan faktor lingkungan tempat tinggal yang menjadi tempat terjadinya kontak mempunyai peran terbesar dalam kejadian infeksi tuberkulosis laten.Pelacakan kontak dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor risiko kejadian infeksi tuberkulosis laten pada anggota keluarga serumah dengan pasien tuberkulosis aktif menjadi perioritas utama untuk dilakukan. Hal ini dapat bermanfaat bagi keluarga, masyarakat dan pengelola program tuberkulosis untuk melakukan pencegahan dan pengurangan serta dapat menekan kejadian kasus tuberkulosis aktif dimasa mendatang. Saat ini juga belum timbul adanya tanda maupun gejala

tuberkulosis, gambaran dari foto rontgen toraks juga masih normal dan tidak terdapat bukti konfirmasi bakteriologis karena jumlah bakteri yang masih sangat rendah. Fase ini pada sebagian besar individu ini bisa bertahan lama namun sewaktu- waktu bisa aktif menjadi infeksi TB (bahkan TB berat), tergantung dari daya tahan tubuh (Zhao *et al*., 2024).

b. Tahap infeksi

Sebagai reaksi terhadap infeksi yang berkepanjangan, tubuh mengembangkan granuloma, yaitu struktur yang terdiri dari makrofag, sel dendritik, sel T, dan jaringan fibrotik yang mengelilingi bakteri. Granuloma berfungsi untuk mencegah penyebaran bakteri, namun juga menjadi tempat di mana *Mycobacterium tuberculosis* dapat berdiam diri selama bertahun-tahun. Jumlah kasus terinfeksi di masyarakat, kemungkinan kontak dengan kasus terinfeksi, luasnya penularan sputum melalui sumber infeksi, dan luasnya batuk melalui sumber infeksi. Itu tergantung pada kekuatannya. Sumber infeksi, kedekatan dengan sumber infeksi, faktor lingkungan, yaitu 14 konsentrasi bakteri di udara, durasi infeksi, waktu kontak dengan sumber infeksi. Dalam kondisi laten ini, individu tidak menunjukkan gejala dan tidak menularkan TB, tetapi tetap berisiko mengalami reaktivasi jika sistem kekebalan tubuh melemah (contohnya akibat HIV, usia lanjut, atau malnutrisi) (Sari *et al*., 2024). Risiko tertinggi untuk terinfeksi kuman tuberkulosis adalah seseorang yang paling memiliki kedekatan dengan penderita tuberkulosis. Risiko juga akan meningkat apabila orang yang mengalami batuk tidak menutupi mulut menggunakan sapu tangan.

Hampir semua infeksi tuberkulosis lewat batuk, bersin, berbicara, atau menggunakan sapu tangan yang mengandung kuman tuberkulosis. Seorang ibu yang terpapar juga menjadi risiko bagi anak yang ada di sekitarnya terutama yang tinggal dan tidur bersama di ruangan yang sempit dan lembab. Kuman tuberkulosis dapat bertahan Melayang-layang di udara dalam waktu yang sangat lama sampai kemudian terhirup melalui pernapasan manusia dan hanya bisa mati dengan paparan sinar matahari langsung (Keperawatan et al., 2024).

c. Tahap sakit TB (TB aktif)

Saat sistem kekebalan tubuh terganggu, *Mycobacterium tuberculosis* yang sebelumnya dalam keadaan tidak aktif dapat mulai berkembang biak. Granuloma akan mengalami kerusakan, dan bakteri akan menyebar ke jaringan paru-paru atau organ lainnya. Ini menandakan dimulainya fase TB aktif, yang ditandai dengan gejala seperti batuk berkepanjangan, batuk darah, demam, berkeringat di malam hari, serta penurunan berat badan. Selain menyerang paru-paru, TB juga dapat menyebar melalui aliran darah ke organ lain (TB ekstraparu), seperti otak (meningitis TB), tulang, atau ginjal. Fase ini juga merupakan fase infeksius, di mana pasien dapat menularkan TB kepada orang lain melalui percikan udara Faktor risiko untuk mengembangkan tuberkulosis tergantung pada konsentrasi atau jumlah bakteri yang dihirup, waktu yang berlalu sejak infeksi, usia orang yang terinfeksi, dan kekuatan sistem kekebalan tubuh. Orang dengan kekebalan yang lemah, seperti infeksi HIV / AIDS dan kekurangan gizi 15

(pola makan yang buruk), sebenarnya mendorong perkembangan tuberkulosis aktif (tuberkulosis). Dengan meningkatnya jumlah orang yang terinfeksi HIV, demikian pula jumlah pasien tuberkulosis (Zhao *et al*., 2024).

3. Cara Penularan TB

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini terutama menyerang paru-paru, tetapi juga dapat mempengaruhi organ tubuh lainnya. Salah satu ciri khas penting dari TB adalah cara penularannya yang terjadi secara langsung melalui udara. Proses penularan TB dimulai ketika seorang individu yang menderita TB paru aktif mengeluarkan bakteri dari saluran pernapasannya. Ini terjadi saat ia batuk, bersin, tertawa, atau bahkan berbicara dengan suara keras. Dalam proses ini, bakteri TB terlepas bersama dengan percikan dahak atau air liur yang sangat halus. Percikan ini, yang dikenal sebagai droplet, dapat melayang di udara dalam jangka waktu tertentu, terutama di ruang tertutup yang minim ventilasi. Penularan TB tidak memerlukan kontak fisik secara langsung. Berbeda dengan penyakit lain yang menyebar melalui makanan atau air, TB tidak menular melalui sentuhan tangan, berbagi alat makan, atau duduk bersama di tempat umum. Hal ini menjadikan udara sebagai media utama penularan yang perlu diwaspadai (Pramono *et al*., 2022). Kesadaran masyarakat terhadap peningkatan kualitas hidup, melalui peningkatan daya tahan tubuh dan pengenalan dini gejala tuberkulosis, serta peningkatan pengetahuan tentang deteksi dini dan pencegahan tuberkulosis,

dapat mendorong masyarakat untuk memutus rantai penularan penyakit ini. Upaya dimulai dari diri sendiri, anggota keluarga, dan lingkungan terdekat (Qurrohman, 2024). Tuberkulosis biasa menular dari orang ke orang. Ketika seseorang yang terinfeksi TBC paru atau laring batuk, bersin, atau berbicara, penyakit ini menyebar melalui udara melalui tetesan kecil atau droplet nuklei (<5 mikron). Mikrodroplet juga dapat dilepaskan ketika pasien tuberkulosis paru menjalani prosedur yang menghasilkan produk aerosol, seperti saat induksi dahak, bronkoskopi, dan saat menangani lesi atau pemrosesan jaringan di laboratorium. Selain sumber infeksi, lama dan kualitas paparan, tidak ada korelasi antara infeksi dan faktor penjamu lainnya. Orang-orang yang berusia di bawah tiga tahun memiliki risiko berkembangnya penyakit tertinggi, meskipun risikonya rendah saat masih kecil dan meningkat seiring bertambahnya usia. Penyebaran bakteri Mycobacterium tuberculosis dapat terjadi melalui berbagai jalur, termasuk aliran darah, sistem limfatik, atau penyebaran langsung ke organ-organ di sekitarnya melalui saluran pernapasan. Pasien dengan hasil pemeriksaan BTA positif memiliki potensi penularan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasien BTA negatif. Seseorang dengan BTA positif diperkirakan dapat menularkan infeksi kepada sepuluh hingga lima belas individu lainnya, dengan peningkatan risiko penularan pada setiap kontak sebesar 17 persen. Individu yang tinggal serumah atau memiliki kontak erat dengan pasien tuberkulosis menunjukkan risiko terinfeksi dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang tidak melakukan kontak langsung. Oleh

karena itu, status BTA positif pada pasien merupakan indikator penting dalam menilai tingkat risiko penularan.



Gambar 2 Cara Penularan TB
Sumber:(Yayasan KNCV Indonesia, 2022)

C. Metode Pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis*

1. Jenis pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis*

a. Pemeriksaan mikroskopis bakteri tahan asam (BTA)

Pemeriksaan mikroskopis bakteri tahan asam (BTA) adalah salah satu metode diagnostik yang sangat vital dalam bidang kesehatan, khususnya untuk mendeteksi keberadaan *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab tuberkulosis (TB). Metode ini tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk mendiagnosis TB, tetapi juga memiliki dampak yang lebih luas dalam pengendalian penyakit menular ini. Dalam pembahasan kali ini, kita akan mengupas lebih dalam tentang proses pemeriksaan ini, teknik pewarnaan yang digunakan, serta signifikansi deteksi dini dalam penanganan TB (Sari *et al*., 2024). Salah satu prioritas dalam pengendalian tuberculosis (TB) adalah mampu mendeteksi kasus TB

secara dini. Pemeriksaan mikroskopis BTA merupakan metode pemeriksaan yang banyak digunakan. Kelebihan pemeriksaan mikroskopis BTA adalah biayanya murah. Namun masih ada kelemahannya karena dalam sputum harus terkandung minimal 5000 kuman/ml sputum untuk mendapatkan hasil positif. Kekurangan yang lain dalam interpretasi hasil laboratorium dimana para klinisi sering mengalami kesulitan menentukan diagnosis TB pada pasien dengan hasil mikroskopis scanty. Pemeriksaan penunjang yang dapat dilakukan dalam mendiagnosa penyakit tuberkulosis yaitu pemeriksaan Mikroskopis Bakteri Tahan Asam (BTA), Tes Cepat Molekuler (TCM), Foto Thorax, Tes Tuberkulin (Mantoux), dan Kultur Biakan. Pemeriksaan Mikroskopis BTA dengan pewarnaan metode Ziehl Neelsen (ZN) berfungsi untuk mengetahui morfologi/bentuk dan sifat fisiologis dari Mycobacterium tuberculosis. Struktur dinding sel yang kompleks menyebabkan bakteri Mycobacterium tuberculosis bersifat tahan asam yaitu bakteri dapat mempertahankan zat warna karbol fuchsin meskipun dicuci dengan larutan asam alkohol. Pewarnaan Ziehl Neelsen pada pemeriksaan BTA memiliki kelebihan yaitu cepat, murah, dan mudah. Akan tetapi, memiliki kekurangan yaitu sensitivitasnya yang rendah terutama pada kasus tuberkulosis rendah (Patonah, 2024).

b. Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM)

Tes Cepat Molekuler (TCM) merupakan metode diagnostik yang berbasis DNA untuk mendeteksi keberadaan *Mycobacterium tuberculosis*

serta resistansinya terhadap rifampisin, obat utama dalam pengobatan tuberkulosis (TB). Metode ini memanfaatkan teknologi amplifikasi asam nukleat, seperti *Polymerase Chain Reaction* (PCR), yang memberikan tingkat sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Sampel yang digunakan umumnya adalah dahak, tetapi juga dapat berupa cairan tubuh lain sesuai dengan indikasi klinis. Proses TCM dimulai dengan ekstraksi DNA dari sampel, di mana DNA tersebut kemudian dianalisis untuk mendeteksi gen spesifik *Mycobacterium tuberculosis* dan mutasi pada gen rpoB yang berkaitan dengan resistansi terhadap rifampisin. Pengujian dilakukan pada platform GeneXpert MTB/RIF, mengintegrasikan sampel yang akan diolah dalam cartridge plastic sekali pakai. Cartridge ini berisi semua reagen yang diperlukan untuk dapat melisiskan bakteri, ekstraksi asam nukleat, amplifikasi, dan deteksi gen yang sudah diamplifikasi. Hasil dari TCM dapat diperoleh dalam waktu sekitar dua jam, menjadikannya alat diagnostik yang sangat cepat dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional seperti kultur, yang memerlukan waktu berhari-hari hingga berminggu-minggu. Pemeriksaan ini sangat membantu dalam penegakan diagnosis TB, terutama dalam kasus yang menunjukkan gejala kuat tetapi hasil BTA negatif. Saat ini, TCM direkomendasikan oleh WHO sebagai alat skrining awal untuk TB, khususnya pada pasien yang berisiko tinggi terhadap TB resistan obat. Pemeriksaan ini berperan penting dalam memulai pengobatan yang tepat dan cepat, serta mendukung upaya pengendalian TB secara global (Sari *et al*., 2024). Saat menggunakan

pemeriksaan TCM (GeneXpert), kuman yang mati masih bisa diperiksa. Ini dikarenakan TCM (GeneXpert) menganalisis DNA kuman. Meskipun kumannya mati tetap terdeteksi, apakah kuman tersebut positif kuman TB atau tidak. Pemeriksaan TCM (untuk MTB/Rifampisin) adalah metode diagnostik yang menggunakan kartrid berbasis *Nucleic Acid Amplification Test* (NAAT) secara otomatis untuk mendeteksi bakteri penyebab TB serta resistensinya terhadap rifampisin. Pemeriksaan ini dapat dilakukan meskipun volume sampel dahak (sputum) hanya 1 ml. WHO merekomendasikan penggunaan *GeneXpert* dalam evaluasi pasien yang dicurigai menderita TB. *GeneXpert* memberikan manfaat signifikan bagi Tenaga Laboratorium Medik (TLM) dalam menegakkan diagnosis TB, dan penggunaan sistem diagnostik ini dapat meningkatkan akurasi serta kecepatan dalam memastikan diagnosis bagi seluruh pasien.

c. Pemeriksaan Biakan (Kultur)

Pemeriksaan kultur untuk tuberkulosis adalah metode diagnostik yang bertujuan untuk menumbuhkan dan mengidentifikasi *Mycobacterium tuberculosis* dari sampel klinis, seperti dahak, cairan pleura, urin, atau jaringan. Kultur dianggap sebagai standar emas dalam diagnosis TB karena kemampuannya mendeteksi jumlah bakteri yang sangat rendah, bahkan hingga 10–100 bakteri/mL, serta memungkinkan identifikasi spesies dan pengujian sensitivitas terhadap obat. Pemeriksaan kultur masih menjadi standar baku diagnosis berbagai penyakit infeksi. Pemeriksaan kultur dapat memberikan gambaran

karakteristik bakteri penyebab infeksi, sehingga dapat membantu pemahaman dan pengobatan. Selain itu, kultur juga memiliki spesifisitas tinggi hingga mencapai 100%, terutama jika mikroorganisme patogen yang didapat seharusnya tidak ditemukan pada individu sehat.

Proses kultur dilakukan dengan menanam sampel pada media khusus, seperti media padat *Lowenstein-Jensen* (LJ) atau media cair seperti *Mycobacteria Growth Indicator Tube* (MGIT). Pertumbuhan bakteri memerlukan waktu yang cukup lama karena *Mycobacterium tuberculosis* memiliki laju pertumbuhan yang lambat. Kultur pada media padat biasanya memerlukan waktu antara 3 hingga 8 minggu, sedangkan pada media cair dapat berlangsung lebih cepat, sekitar 1 hingga 3 minggu.Selain untuk konfirmasi diagnosis, kultur juga digunakan untuk pemeriksaan lanjutan seperti uji sensitivitas obat (*drug susceptibility testing/DST*) yang bertujuan untuk menentukan resistansi terhadap obat antituberkulosis. Ini sangat penting dalam pengelolaan kasus TB yang resistan terhadap obat (TB RO). Keunggulan dari kultur adalah sensitivitas yang tinggi serta kemampuannya dalam mengidentifikasi strain. Namun, ada beberapa keterbatasan, seperti waktu tunggu yang lama dan kebutuhan akan laboratorium dengan fasilitas biosafety yang memadai. Pemeriksaan ini sangat penting untuk diagnosis yang akurat serta pemantauan efektivitas terapi, Pemeriksaan kultur sebelum pemberian antibiotic dapat membantu klinisi mengidentifikasi

organisme penyebab penyakit, sehingga memungkinkan penurunan morbiditas penyakit melalui pengobatan yang tepat. Pemahaman terhadap pola kuman juga dapat memandu klinisi dalam memilih antibiotik yang tepat, atau mengubah antibiotik yang sudah diberikan (Sari *et al*., 2024).

d. Pemeriksaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Pemeriksaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk tuberkulosis merupakan metode diagnostik molekuler yang dirancang untuk secara cepat dan tepat mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis*. Teknik ini beroperasi dengan menggandakan (amplifikasi) segmen DNA spesifik dari bakteri TB melalui proses berulang yang melibatkan enzim DNA polimerase, primer yang sesuai, serta siklus suhu yang ditentukan.

PCR menawarkan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi, sehingga mampu mengidentifikasi jumlah bakteri yang sangat kecil dalam sampel klinis, seperti dahak, cairan serebrospinal, atau jaringan biopsi. Metode ini sangat bermanfaat, terutama dalam kasus TB ekstrapulmoner atau pada pasien yang menunjukkan hasil BTA negatif. Salah satu keunggulan PCR adalah kecepatan hasilnya, yang biasanya tersedia dalam waktu kurang dari satu hari, serta kemampuannya untuk mendeteksi bakteri secara spesifik. Selain itu, PCR juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi gen yang terkait dengan resistansi terhadap obat, seperti gen rpoB yang berhubungan dengan resistansi rifampisin.

Namun, PCR juga memiliki beberapa keterbatasan. Biaya yang relatif tinggi, kebutuhan akan peralatan canggih, dan tenaga yang terlatih menjadi tantangan tersendiri. Di samping itu, PCR tidak dapat membedakan antara bakteri yang hidup dan mati, sehingga kurang cocok untuk memantau efektivitas terapi. Meskipun demikian, PCR memainkan peran penting dalam mempercepat proses diagnosis TB dan mendukung pengambilan keputusan pengobatan yang tepat, terutama dalam situasi yang mendesak atau kompleks. Metode TCM GeneXpert untuk deteksi adanya bakteri Mycobacterium tuberculosis pada tubuh seseorang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan metode TCM GeneXpert dalam diagnosis penyakit TB (Ginting & Krisdianilo, 2021).

e. Pemeriksaan Radiologi

Pemeriksaan radiologi untuk tuberkulosis (TB) adalah metode pendukung yang sangat penting dalam mengevaluasi keterlibatan paru-paru atau organ lainnya akibat infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Metode yang paling sering digunakan adalah foto toraks (rontgen dada), yang berfungsi untuk mendeteksi adanya kelainan seperti infiltrat, kavitas, fibrosis, kalsifikasi, atau limfadenopati.

Pada TB paru, gambaran radiologis dapat menunjukkan infiltrat di lobus atas, konsolidasi, atau kavitas sebagai indikasi kerusakan jaringan. Dalam kasus TB laten atau dini, hasil rontgen mungkin tampak normal, sehingga tidak dapat dijadikan satu-satunya alat untuk diagnosis. Untuk TB ekstrapulmoner, teknik radiologi seperti CT-scan, MRI, atau USG

digunakan sesuai dengan lokasi lesi, contohnya pada TB tulang, otak, atau abdomen. Walaupun tidak bersifat spesifik, radiologi sangat bermanfaat dalam proses skrining, evaluasi penyebaran penyakit, dan pemantauan respons terhadap pengobatan. Namun, hasil yang diperoleh harus dikonfirmasi melalui pemeriksaan laboratorium seperti BTA, TCM, atau kultur (Dwipayana, 2022).

f. Pemeriksaan Darah

Pemeriksaan darah untuk tuberkulosis (TB) adalah metode tambahan yang membantu dalam mengevaluasi keadaan sistemik pasien serta respons imun terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Meskipun tidak menjadi metode diagnostik utama, pemeriksaan darah dapat memberikan informasi yang signifikan dalam proses diagnosis dan pemantauan terapi. Salah satu jenis pemeriksaan darah yang spesifik adalah IGRA *(Interferon Gamma Release Assay)*, seperti *QuantiFERON-TB Gold*, yang berfungsi untuk mendeteksi respons imun terhadap antigen M. tuberculosis dalam darah. Tes ini sangat berguna untuk mengidentifikasi TB laten, terutama pada individu yang tidak menunjukkan gejala tetapi memiliki faktor risiko. Di samping itu, pemeriksaan darah rutin seperti jumlah leukosit, laju endap darah (LED), dan *C-Reactive Protein* (CRP) dapat mengindikasikan adanya proses inflamasi atau infeksi aktif. Pada kasus TB aktif, biasanya LED dan CRP menunjukkan peningkatan, dan anemia ringan juga dapat terdeteksi.

Penyakit tuberkulosis dapat menyebabkan peradangan sistemik

yang berlangsung lama. Keadaan inflamasi dapat menyebabkan stres fisiologis sekunder yang memiliki efek metabolik negatif seperti hiperglikemia stres. Pro- inflamasi dan sitokin anti-inflamasi yang dilepaskan selama penyakit tuberkulosis aktif dapat merangsang peningkatan produksi kortisol, ACTH, prolaktin, dan pertumbuhan yang dapat meningkatkan glukoneogenesis dan glikolisis di hati, yang dapat menyebabkan resistensi insulin

Tes serologi antibodi untuk TB tidak dianjurkan karena tingkat akurasinya yang rendah. Selain itu, pemeriksaan darah juga digunakan untuk mengevaluasi fungsi hati, ginjal, dan efek samping dari obat antituberkulosis selama masa pengobatan. Dengan demikian, pemeriksaan darah berfungsi sebagai pelengkap dalam diagnosis TB, bukan sebagai alat utama, tetapi tetap memiliki peranan penting dalam pemantauan dan penilaian kondisi klinis pasien secara keseluruhan (Bangun *et al*., 2023).

2. Prosedur Pemeriksaan

Prosedur pemeriksaan mikroskopik Bakteri Tahan Asam (BTA) terdiri dari tiga tahap utama: pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik, yang masing-masing memiliki peranan penting dalam memastikan akurasi hasil pemeriksaan.

a. Tahap Pra-Analitik

Tahap ini meliputi persiapan serta pengambilan spesimen. Spesimen yang biasa digunakan adalah dahak, yang dikumpulkan

sebanyak 2–3 kali, sebaiknya di pagi hari karena konsentrasi bakteri lebih tinggi pada saat itu. Pasien diberikan petunjuk untuk mengeluarkan dahak dari saluran pernapasan bagian dalam, bukan dari air liur. Spesimen dikumpulkan dalam wadah steril, dilabeli dengan jelas (nama, tanggal), dan segera dikirim ke laboratorium. Penyimpanan sementara dilakukan di tempat yang sejuk untuk menghindari pertumbuhan mikroorganisme lain.

b. Tahap Analitik

Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan mikroskopis. Dahak dibuat menjadi apusan tipis di atas kaca objek, kemudian didiamkan dan dikeringkan, kemudian difiksasi dengan pemanasan yang lembut. Pewarnaan dilakukan menggunakan metode Ziehl-Neelsen (ZN): pewarnaan dengan *fuchsin* karbol panas, pemucatan menggunakan asam alkohol, dan pewarnaan latar belakang dengan biru metilen. Setelah kering, sediaan diperiksa di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 100x menggunakan minyak imersi. BTA akan terlihat sebagai batang merah terang di latar belakang biru.

c. Tahap Pasca-Analitik

Setelah pemeriksaan, hasil dikategorikan berdasarkan jumlah BTA yang terlihat per lapangan pandang. Hasil dicatat dan dilaporkan secara sistematis. Jika hasilnya positif, segera dilaporkan kepada unit pengendalian TB untuk tindakan lanjut dalam pengobatan. Dokumentasi dan penyimpanan data harus dilakukan dengan akurat,

serta sisa spesimen harus dibuang sesuai dengan prosedur biosafety. Prosedur yang komprehensif ini sangat penting untuk memastikan diagnosis TB yang cepat, tepat, dan aman (Anam & Rahmawati, 2022).

3. Pembacaan Hasil Pemeriksaan

Rekomendasi WHO, Interpretasi Mikroskopi, dapat dibaca dalam skala internasional oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (IUATLD) untuk tuberkulosis dan penyakit paru, yaitu:

a. Bernilai +3, jika lebih dari 10 BTA terdeteksi dalam 1 lapang pandang (diharuskan memeriksa setidaknya 20 lapang pandang).
b. Bernilai +2, jika 1 sampai 10 BTA terdeteksi dalam 1 lapang pandang (diharuskan memeriksa setidaknya 50 lapang pandang).
c. Bernilai +1, jika 10 sampai 99 BTA terdeteksi dalam 100 lapang pandang.
d. Scanty, jika 1 sampai 9 BTA terdeteksi dalam 100 lapang pandang dan akumulasi kuman yang terdeteksi.
e. Negatif, jika tidak ada BTA (Bakteri Tahan Asam) yang terdeteksi dalam 100 lapang pandang.

Pembacaan 100 lapang pandang yang dimaksud adalah membaca spesimen dahak menggunakan mikroskop dengan objektif 10 kali untuk menentukan fokus. Kemudian, baca dengan objektif 100 kali sepanjang horizon terpanjang dari tepi kiri ke tepi kanan atau sebaliknya.

D. Tinjauan Umum Mikroskopis

Pemeriksaan mikroskopis Bakteri Tahan Asam (BTA) merupakan salah satu metode diagnostik utama dalam penanganan tuberkulosis (TB) di Indonesia, seperti yang dijelaskan dalam Petunjuk Teknis Pemeriksaan Mikroskopis TB yang diterbitkan oleh Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2022–2023. Walaupun pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) semakin diutamakan, metode mikroskopis masih banyak digunakan, terutama di fasilitas pelayanan kesehatan dasar yang belum memiliki akses terhadap alat molekuler. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan metode pewarnaan *Ziehl-Neelsen* (ZN), yang memungkinkan identifikasi langsung bakteri *Mycobacterium tuberculosis* melalui pengamatan mikroskopis dengan pembesaran 1000x menggunakan minyak imersi. Prosedur yang dilakukan meliputi pengambilan spesimen dahak, pembuatan dan fiksasi sediaan, pewarnaan, serta interpretasi hasil berdasarkan standar internasional IUATLD. Kementerian Kesehatan juga menekankan pentingnya kualitas pemeriksaan melalui sistem kontrol kualitas internal dan eksternal, termasuk uji silang antar laboratorium. Selain itu, pemeriksaan mikroskopis memiliki peranan penting dalam pemantauan keberhasilan pengobatan, khususnya untuk mengevaluasi konversi BTA selama proses terapi (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Pemeriksaan diagnosis TB dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah pemeriksaan bakteriologi. Metode Ziehl Neelsen (ZN) masih digunakan hingga kini untuk mencari kuman BTA. Sputum, spesimen

klinis umum yang berwarna basil tahan asam (BTA), mengandung banyak puing mikroskopis yang dapat mengurangi kualitas hasil. Namun, pemeriksaan sputum sediaan langsung memiliki keterbatasan karena hanya dapat mengidentifikasi kuman TB dan tidak mendeteksi resistensi obat, serta tingkat sensitivitasnya rendah karena bergantung pada ketelitian dan keahlian petugas. Pemeriksaan mikroskopis BTA dengan pewarnaan *Ziehl-Neelsen* (ZN) bertujuan untuk mengamati morfologi dan karakter fisiologis *Mycobacterium tuberculosis*. Struktur kompleks dinding sel bakteri ini membuatnya tahan terhadap asam, yang berarti bakteri dapat mempertahankan pewarna karbol fuchsin meskipun telah dicuci dengan larutan asam alkohol (Patonah, 2024).

E. Tinjauan Umum TCM

Tes Cepat Molekuler (TCM) *GeneXpert* merupakan metode diagnostik berbasis molekuler yang dirancang untuk mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* serta resistensi terhadap rifampisin, obat utama dalam pengobatan TB. Alat ini beroperasi dengan memanfaatkan teknik real-time PCR (*Polymerase Chain Reaction*) untuk memperbanyak dan mengidentifikasi materi genetik bakteri dengan cepat dan akurat langsung dari spesimen, biasanya berupa dahak. GeneXpert Rapid Molecular Test (TCM) adalah tes molekuler otomatis yang menggabungkan semua langkah reaksi berantai polimerase (PCR) untuk mendeteksi bakteri tuberkulosis dan resistensi mereka terhadap rifampisin.

Prosedur TCM *GeneXpert* cukup mudah. Sampel dicampurkan dengan reagen khusus, lalu dimasukkan ke dalam kartrid tertutup yang kemudian diletakkan dalam alat *GeneXpert*. Semua tahapan, mulai dari ekstraksi DNA hingga amplifikasi dan deteksi, dilakukan secara otomatis dalam waktu sekitar dua jam. Keunggulan *GeneXpert* terletak pada sensitivitas dan spesifisitasnya yang tinggi, serta kemampuannya untuk mendeteksi TB meskipun jumlah bakteri yang ada sangat sedikit. Selain itu, tes ini juga mampu mengidentifikasi resistansi terhadap rifampisin melalui analisis gen rpoB, yang sangat penting untuk diagnosis awal TB resistan obat (TB RO).

GeneXpert sangat dianjurkan oleh WHO dan banyak digunakan di Indonesia sebagai alat diagnostik utama dalam program eliminasi TB. Meskipun biayanya lebih tinggi dibandingkan dengan metode mikroskopis, kecepatan dan akurasi yang ditawarkan menjadikan TCM *GeneXpert* sebagai alat yang vital dalam penegakan diagnosis dan penentuan terapi yang tepat secara cepat (Kementerian Kesehatan RI, 2023).



Gambar 3 Alat *GeneXpert*

Sumber : (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Keterangan gambar:

a.Penutup slot cartridge

b.Slot Cartridge

c.Lampu indikator cartridge

d.Switch On Off

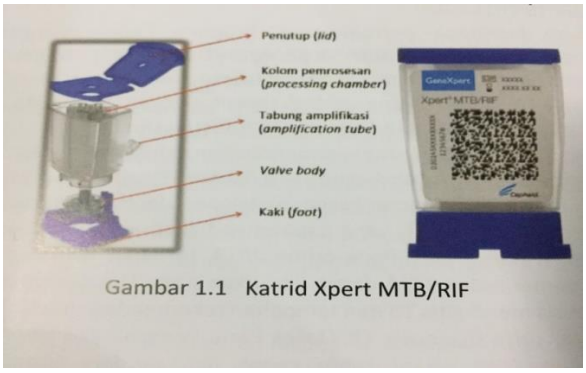
1. Prinsip Kerja

Prinsip kerja Tes Cepat Molekuler (TCM), seperti *GeneXpert*, berlandaskan pada teknologi amplifikasi asam nukleat, yakni *Polymerase Chain Reaction* (PCR) secara real-time. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mendeteksi secara langsung DNA spesifik dari *Mycobacterium tuberculosis* serta mutasi genetik yang menunjukkan resistensi terhadap obat rifampisin.

Proses dimulai dengan mencampurkan spesimen (biasanya dahak) dengan larutan buffer yang berfungsi untuk merusak sel bakteri dan melepaskan DNA. Campuran ini kemudian dimasukkan ke dalam kartrid tertutup khusus yang sudah dilengkapi dengan semua reagen yang diperlukan untuk ekstraksi DNA, amplifikasi, dan deteksi. Kartrid tersebut kemudian dimasukkan ke dalam mesin *GeneXpert*, yang akan secara otomatis menjalankan seluruh proses tanpa perlu campur tangan manual.

Amplifikasi DNA dilakukan melalui siklus pemanasan dan pendinginan untuk menggandakan segmen DNA yang menjadi target. Deteksi berlangsung secara real-time dengan menggunakan probe fluoresen yang akan menyala saat berikatan dengan DNA target. Apabila terdapat

DNA M. tuberculosis, sistem akan mengenali dan memberikan hasil positif. Jika ada mutasi pada gen rpoB, maka akan terdeteksi sebagai resistensi terhadap rifampisin. Karena proses ini dilakukan secara tertutup dan otomatis, risiko kontaminasi menjadi rendah, hasil yang diperoleh cepat (±2 jam), dan akurasi yang tinggi. Inilah yang menjadikan TCM sangat efektif dalam diagnosis awal TB, terutama untuk kasus TB yang resistan terhadap obat (Kementerian Kesehatan RI, 2023).



Gambar 4.*Catridge GeneXpert*

Sumber : (Kementerian Kesehatan RI, 2023)

Keterangan Gambar:

a. Penutup (Lid)

   Bagian atas cartridge yang dapat dibuka untuk memasukkan specimen sputum yang telah dicampur dengan reagen pelarut.

b. Kolom Pemrosesan (Processing Chamber)

   Tempat di mana proses ekstraksi DNA dari spesimen sputum berlangsung. Di sini, sel bakteri dihancurkan dan DNA dilepaskan.

c. Tabung Amplifikasi (Amplification Tube)

Ruang di mana DNA yang telah diekstraksi diperbanyak (amplifikasi) dengan menggunakan teknologi PCR real-time.

d. Valve Body

Komponen yang mengatur aliran cairan antar ruang dalam cartridge, memastikan setiap tahapan proses berjalan sesuai dengan urutan yang benar.

e. Kaki (Foot)

Bagian dasar cartridge yang berfungsi menjaga kestabilan saat cartridge dipasang ke dalam mesin *GeneXpert*.

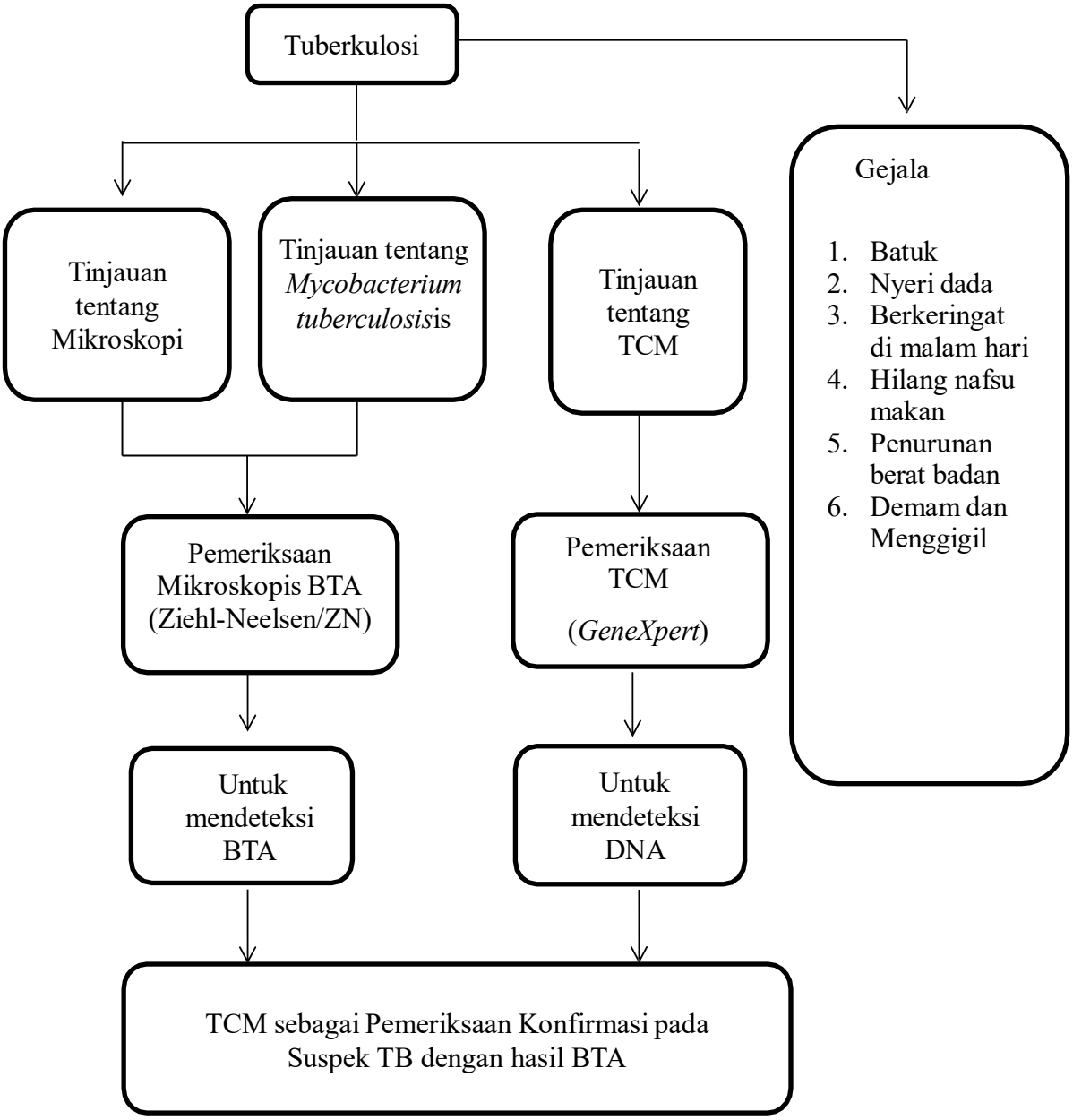
2. Keunggulan dan kekurangan metode mikroskopik dan *GeneXpert*

Tabel 1 Kelebihan dan kekurangan metode mikroskopik dan *GeneXpert*

Pemeriksaan	Keunggulan	Kekurangan
Mikroskopik BTA	1. Waktu pemeriksaan cepat (hasil dalam 1 hari)	1. Sensitivitas rendah, terutama pada kasus dengan jumlah bakteri sedikit
	2. Biaya murah dan mudah diakses	2. Tidak dapat mendeteksi resistansi terhadap obat
	3. Peralatan sederhana, cocok untuk fasilitas kesehatan primer	3. Tidak membedakan antara bakteri hidup atau mati
	4. Berguna untuk pemantauan pengobatan (konversi BTA)	4. Membutuhkan tenaga terampil untuk interpretasi hasil
	5. Sudah banyak tersedia di puskesmas dan jejaring laboratorium	5. Rentan hasil negatif palsu jika kualitas spesimen buruk
Tes Cepat Molekuler (TCM)	1. Hasil sangat cepat (±2 jam)	1. Biaya pemeriksaan relatif mahal
	2. Sensitivitas dan spesifisitas tinggi	2. Memerlukan peralatan khusus dan listrik stabil

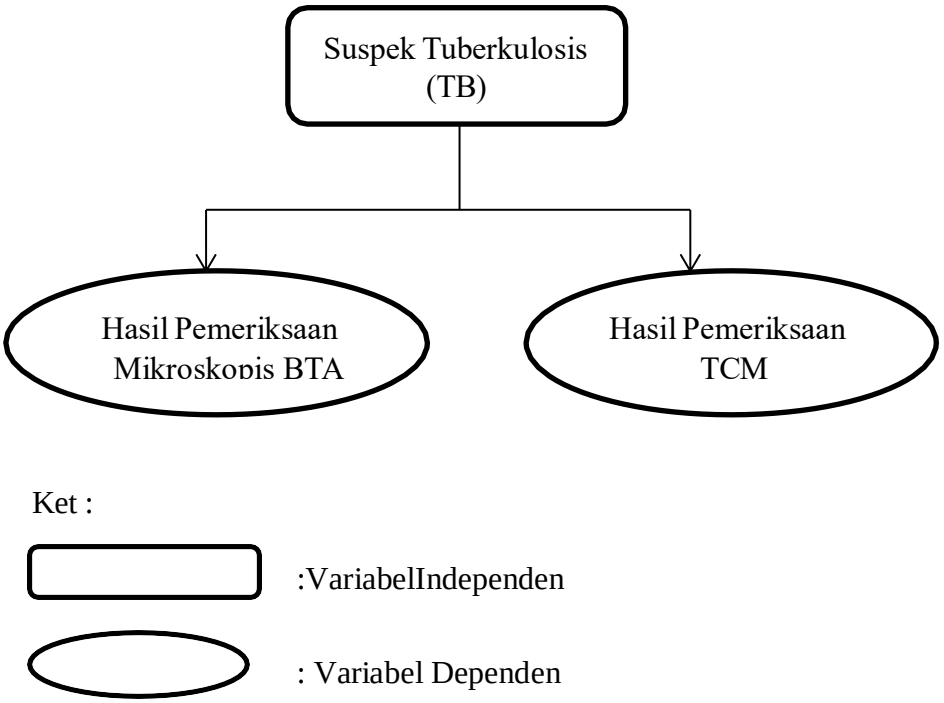
	3. Mendeteksi *M. tuberculosis* sekaligus resistansi rifampisin	3. Tidak dapat membedakan bakteri hidup atau mati (kurang cocok untuk evaluasi terapi)
	4. Prosedur otomatis dan tertutup, minim risiko kontaminasi	4. Belum tersedia secara merata di semua fasilitas kesehatan
	5. Rekomendasi WHO untuk diagnosis awal TB dan TB resistan obat	5. Kebutuhan kartrid dan reagen tinggi serta kadang sulit didistribusikan ke daerah terpencil

F. Kerangka Teori



Gambar 5. Bagan Kerangka Teori

G. Kerangka Konsep



Gambar 6. Bagan Kerangka Konsep

H. Defenisi Operasional

a. Tes Cepat Molekuler (*GeneXpert* MTB/RIF) untuk mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* dan resistensi terhadap rifampisin pada sampel sputum pasien.

b. Pemeriksaan mikroskopis sputum dengan metode pewarnaan Ziehl-Neelsen untuk mendeteksi keberadaan basil tahan asam (BTA).

c. Pasien dengan gejala yang mengarah ke TB paru (misalnya: batuk ≥ 2 minggu, demam, keringat malam, penurunan berat badan).

d. Proses evaluasi kesesuaian hasil TCM terhadap hasil pemeriksaan BTA dalam mendeteksi TB. .

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi diagnostik (*diagnostik test study*) penelitian ini menggunakan desain croos-sectional, yang bertujuan untuk mengevaluasi Kesesuaian hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) dan mikroskopis BTA.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Pelitian

Tempat pengambilan sampel di lakukan di PKM Bissappu, dan tempat pemeriksaan sampel BTA di pkm bissappu dan pemeriksaan TCM di RSUD. Prof.dr.H.M.Anwar Makkatutu Bantaeng.

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian pada bulan Mei-Juni 2025.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah semua pasien suspek TB di bulan Juni yang periksa di pkm bissappu.

2. Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah Sputum.

D. Kriteria Sampel

1. Kriteria Inklusi

a. Suspek TB Paru

b. Sputum Pagi / Sewaktu

c. Pasien yang mengalami demam dimalam hari

2. Kriteria Eksklusi

a. Tidak mampu memberikan sampel sputum yang baik

b. Pasien sudah mendapatkan pengobatan TB

c. Pasien sudah terdiagnosa TB sebelumnya

3. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah Purposive sampling karna sampel yang diambil berdasrkan kriteria sampel yang telah ditentukan.

E. Instrumen Penelitian

a. Alat Penelitian

Alat *GeneXpert*, mikroskop (olimpus), timer, penjepit kayu, lampu spiritus, spidol/label. korek api, rak pewarnaan, dan alat pelindung diri (jas laboratorium).

b. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah sputum, carbol fuchsin 1%, asam alkohol 3%, methylene blue 0,1%, cartridge *GeneXpert*, reagen *GeneXpert*, pot dahak, objek glass, lidi, masker, *hand scoen.*

F. Prosedur Penelitian

1. **Pengambilan dan Penanganan Sampel**

Dahak sebaiknya dikumpulkan pada pagi hari, segera setelah bangun tidur, karena pada waktu tersebut dahak paling banyak terkumpul di saluran pernapasan. Pasien disarankan untuk berkumur terlebih dahulu dengan air bersih guna menghilangkan sisa makanan atau air liur, kemudian melakukan napas dalam 2–3 kali dan batuk kuat dari dalam dada, bukan hanya dari tenggorokan. Dahak yang ideal adalah lendir kental atau berwarna kekuningan/hijau, bukan air liur atau lendir dari hidung.

Spesimen harus dikumpulkan dalam wadah dahak steril transparan dengan penutup yang rapat dan tahan bocor. Volume minimal yang diperlukan sekitar 3–5 mL. Wadah tersebut harus diberi label yang mencantumkan identitas pasien, tanggal, dan waktu pengambilan. Apabila pasien mengalami kesulitan dalam mengeluarkan dahak, petugas dapat memberikan bantuan dengan teknik nebulisasi atau fisioterapi dada sesuai dengan protokol yang berlaku. Spesimen sebaiknya segera dikirim ke laboratorium, atau disimpan di tempat yang sejuk jika ada penundaan.

1. Pemeriksaan BTA Mikroskopis

a. Pengumpulan Sputum

Prosedur pengumpulan sputum (dahak) yang tepat sangat krusial dalam diagnosis tuberkulosis, terutama untuk pemeriksaan mikroskopis BTA, TCM, atau kultur. Pengambilan dahak harus dilakukan dengan cara yang benar agar spesimen yang dihasilkan berkualitas tinggi dan hasil pemeriksaan menjadi akurat.

Prosedur ini harus dilaksanakan di area terbuka atau ruangan yang

memiliki ventilasi baik, serta oleh petugas yang mengenakan alat pelindung diri (APD) untuk mencegah penularan TB.

b. Cara Kerja

1) Pembuatan Sediaan

Pembuatan preparat dilakukan dengan pemilihan sputum yang berkualitas, yaitu dahak kental berwarna kuning atau hijau, bukan air liur.

Satu tetes sputum diambil menggunakan alat steril yaitu lidi dan diletakkan di tengah kaca objek yang bersih. Dahak tersebut kemudian diratakan untuk membentuk lapisan tipis dan merata dengan ukuran sekitar 2 x 3 cm. Preparat dibiarkan mengering di udara tanpa pemanasan langsung, kemudian dilakukan fiksasi dengan cara memanaskan kaca objek secara perlahan (tiga kali melewati api) dengan sisi preparat menghadap ke atas. Fiksasi bertujuan untuk menempelkan bahan pada kaca dan membunuh bakteri.

Setelah itu, preparat siap untuk proses pewarnaan, umumnya menggunakan metode *Ziehl-Neelsen*. Preparat yang baik akan memudahkan pewarnaan yang merata dan pengamatan mikroskopis yang tepat. Kebersihan kaca, ketebalan apusan, dan teknik fiksasi sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil pemeriksaan.

2) Pewarnaan Ziehl – Neelsen

Prosedur pengecatan Ziehl-Neelsen adalah metode khusus yang digunakan untuk mendeteksi Bakteri Tahan Asam (BTA), seperti

Mycobacterium tuberculosis.

Pertama letakkan sediaan/slide yang telah difiksasi diatas tempat pengecetan/pewarnaan, kemudian teteskan larutan carbol fuchsin 0.3 % pada apusan sampai meniutupi permukaan sediaan, lalu panaskan diatas api spirtus, kemudian bilas air mengalir pelan sampai zat warna terbuang, lalu teteskan alkohol 3% sampai warna carbol fuchsin hilang, bilas dengan air mengalir pelan, teteskan larutan metylen blue 0.3 % pada sediaan sampai seluruh permukaan tertutupi, diamkan selama 10-20 detik, kemudian bilas dengan air mengalir kemudian keringkan.

2. Pemeriksaan TCM

a. Persiapan Specimen Sputum

Persiapa Spesimen sputum yang digunakan harus berasal dari pasien yang sudah bersedia menandatangani info konsen. Kemudian Volume sampel yang ideal berkisar antara 1–4 mL. Setelah sputum berhasil dikumpulkan dalam wadah steril, langkah berikutnya adalah mencampurkannya dengan reagen buffer khusus yang disediakan oleh alat *GeneXpert*. Reagen ini berfungsi untuk melisiskan bakteri, menonaktifkan patogen, dan melepaskan DNA. Perbandingan pencampuran yang umum digunakan adalah 2 bagian reagen untuk 1 bagian sputum.

Campuran selanjutnya dikocok dengan kuat selama 10–20 detik, kemudian dibiarkan selama 10 menit, setelah itu dikocok kembali dan

didiamkan selama 5 menit untuk memastikan proses dekontaminasi dan pencairan sputum telah selesai.

Setelah itu, sebanyak 2 mL campuran diambil menggunakan pipet steril dan dimasukkan ke dalam kartrid *GeneXpert*. Kartrid tersebut kemudian ditutup rapat dan dimasukkan ke dalam alat TCM untuk menjalani proses otomatis. Seluruh prosedur ini harus dilakukan di ruang yang memiliki ventilasi baik, dan petugas diwajibkan untuk mengenakan alat pelindung diri (APD) guna mencegah risiko penularan.

b. Prosedur Penggunaan Alat *GeneXpert*

Prosedur penggunaan alat *GeneXpert* dimulai setelah spesimen sputum yang telah dicampur dengan reagen dimasukkan ke dalam kartrid *GeneXpert*. Setelah kartrid terisi, tutupnya dikunci dengan rapat untuk menghindari kebocoran atau kontaminasi. Kartrid kemudian dimasukkan ke dalam alat *GeneXpert*, dan data pasien diinput ke dalam sistem melalui komputer yang terhubung. Alat *GeneXpert* secara otomatis menjalankan proses ekstraksi DNA, amplifikasi menggunakan real-time PCR, dan deteksi genetik termasuk gen rpoB untuk mengidentifikasi resistansi rifampisin. Proses ini berlangsung sekitar 2 jam tanpa memerlukan intervensi manual.

Setelah proses selesai, hasil akan muncul secara otomatis di layar komputer dengan tiga komponen utama: deteksi TB (positif/negatif), jumlah bakteri (rendah hingga tinggi), dan status resistansi rifampisin. Hasil ini selanjutnya dicetak atau dilaporkan melalui sistem pelaporan

yang terintegrasi.

3. Interpretasi Hasil

a. Interpretasi Hasil Mikroskopis

Interpretasi hasil mikroskopis menggunakan skala IUATLD (*United Nations for tuberculosis and lung disease*).

Tabel 2 Interpretasi hasil mikroskopis dengan skala IUATLD.

Jumlah BTA yang Terlihat	Jumlah Lapangan Pandang (LP)	Interpretasi IUATLD	Keterangan
Tidak ditemukan BTA	100 LP	Negatif	Tidak ada BTA dalam 100 lapangan mikroskop
1–9 BTA per 100 LP	100 LP	Positif scanty (+)	Dihitung dan dicatat jumlah pastinya (mis. 4 BTA)
10–99 BTA per 100 LP	100 LP	1+	Infeksi ringan
1–10 BTA per LP rata-rata	50 LP	2+	Infeksi sedang
>10 BTA per LP rata-rata	20 LP	3+	Infeksi berat

b. Interpretasi Hasil TCM *GeneXpert*

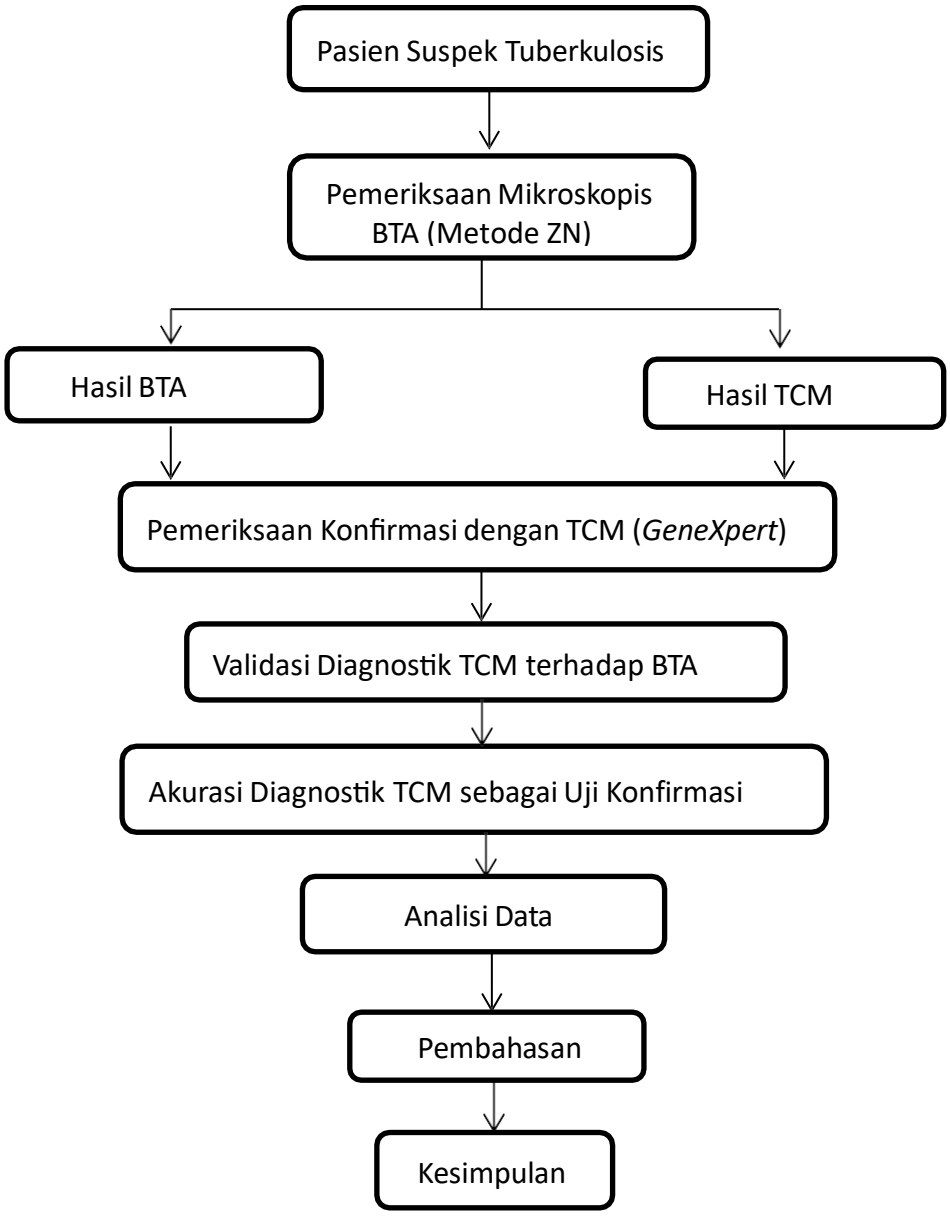
Tabel 3 Interpretasi Hasil Pemeriksaan alat *GeneXpert*

Komponen Hasil	Nilai Hasil	Interpretasi
Deteksi TB	TB *Detected*	*Mycobacterium tuberculosis* terdeteksi dalam spesimen
	TB *Not Detected*	*Mycobacterium tuberculosis* tidak terdeteksi
	Invalid / *No Result*	Pemeriksaan gagal, perlu diulang
Jumlah Bakteri (*Bacterial load*)	*High, Medium, Low, Very Low*	Perkiraan konsentrasi DNA bakteri; semakin tinggi, kemungkinan infeksi aktif
	UnDetected	Tidak ada DNA *M. tuberculosis* yang terdeteksi
Error / *Invalid Test*	*Error* / *Invalid*	Terjadi kesalahan teknis (kartrid rusak, reagen tidak stabil, dsb); perlu ulang

G. Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer yaitu diperoleh dengan cara wawancara (Kuesioner) dan melakukan pemeriksaan sampel secara mikroskopis dan tes cepat molekuler pada pasien suspek TB yang memenuhi kriteria inklusi. Data yang di peroleh kemudian dianalisis dengan statistik uji Kappa cohen dan menggunakan program SPSS.

H. Alur Penelitian



Gambar 7. Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang validasi diagnostik tes cepat molekuler (TCM) sebagai konfirmasi pada pasien suspek tuberkulosis dengan hasil mikroskopis basil tahan asam, setelah diperoleh hasil, maka sesuai analisa data, langkah berikutnya adalah menganalisis data hasil penelitian kedalam analisis univariat dan analisis bivariat. Adapun hasil secara keseluruhan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin dan Umur

Jenis Kelamin dan Umur								
			Umur					Total
			20-29	30-39	40-49	50-60	>60	
	laki laki	Count	2	1	5	2	5	15
		Percent	6.9	3.4	17.2	6.9	17.2	51.7
	perempuan	Count	2	4	3	3	2	14
		Percent	6.9	13.8	10.3	10.3	6.9	48.3
Total		Count	4	5	8	5	7	29
		Percent	13.8	17.2	27.6	17.2	24.1	100.0

(Sumber: Data Primer, 2025)

Berdasarkan Tabel 4.1, dari total 29 responden penelitian, mayoritas berjenis kelamin laki-laki yaitu 15 orang (51,7%) dan perempuan sebanyak 14 orang (48,3%). Distribusi umur menunjukkan bahwa responden terbanyak berada pada kelompok usia 40–49 tahun sebanyak 8 orang (27,6%), diikuti kelompok usia >60 tahun sebanyak 7 orang (24,1%), serta masing-masing 5 orang (17,2%) pada kelompok usia 30–39 tahun dan 50–60 tahun, sedangkan

kelompok usia 20–29 tahun merupakan yang paling sedikit yaitu 4 orang (13,8%). Hasil ini menggambarkan bahwa kasus suspek tuberkulosis dalam penelitian ini lebih banyak ditemukan pada usia produktif akhir hingga lanjut usia, dengan proporsi laki-laki sedikit lebih tinggi dibandingkan perempuan.

Tabel 5 Distribusi Hasil Mikroskopik BTA dan TCM

Hasil Mikroskopik BTA dan TCM					
			TCM		Total
			-	+	
BTA	-	Count	19	0	19
		Percent	65.5	0.0	65.5
	+	Count	0	10	10
		Percent	0.0	34.5	34.5
Total		Count	19	10	29
		Percent	65.5	34.5	100.0

(Sumber: Data Primer, 2025)

Berdasarkan Tabel 4.2, dari total 29 responden penelitian, sebanyak 19 orang (65,5%) menunjukkan hasil negatif baik pada pemeriksaan mikroskopis BTA maupun Tes Cepat Molekuler (TCM). Sementara itu, 10 responden (34,5%) terdeteksi positif pada kedua metode pemeriksaan tersebut. Tidak ditemukan adanya hasil silang antara BTA dan TCM (BTA negatif tetapi TCM positif atau sebaliknya). Hal ini menunjukkan adanya kesesuaian penuh antara pemeriksaan mikroskopis BTA dan TCM dalam mendeteksi keberadaan Mycobacterium tuberculosis pada sampel penelitian ini.

Tabel 6. Tingkat Kesesuaian Hasil Mikroskopik BTA dan TCM

Symmetric Measures					
		Value	*Asymptotic Standard Error*[a]	*Approximate T*[b]	*Approximate Significance*
Measure of Agreement	Kappa	**1.000**	.000	8.164	.000
N of Valid Cases		29			

(Sumber: Data Primer, 2025)

Tabel 4.3 menunjukkan uji Tingkat kesesuaian hasil mikroskopik BTA dan TCM. Dari hasil uji kesesuaian di atas diperoleh nilai Kappa = 1.000, yang menunjukkan tingkat kesesuaian sempurna antara hasil pemeriksaan mikroskopik BTA dan hasil TCM. Nilai signifikansi (p-value = 0.000) < 0.05, yang berarti hasil kesesuaian ini signifikan secara statistik.

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total 29 responden, sebanyak 15 orang (51,7%) merupakan laki-laki, dan 14 orang (48,3%) merupakan perempuan. Proporsi ini menunjukkan distribusi yang hampir seimbang, meskipun terdapat sedikit keunggulan jumlah pada kelompok laki-laki. Distribusi ini sesuai dengan data epidemiologi tuberkulosis secara nasional dan global yang menunjukkan bahwa kasus TB lebih banyak terjadi pada laki-laki dibandingkan perempuan. Laporan WHO (2024) menyebutkan bahwa sekitar 67% dari seluruh kasus TB dunia terjadi pada laki-laki, dan pola ini juga terlihat di Indonesia.

Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Konde *et al*. (2020) di Puskesmas Tuminting, Kota Manado, yang menemukan bahwa 57,1% penderita TB paru adalah laki-laki, sementara perempuan berjumlah

42,9%. Ini menunjukkan bahwa jenis kelamin merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan kejadian tuberkulosis.

Meskipun demikian, proporsi yang hampir seimbang pada penelitian ini menunjukkan bahwa baik laki-laki maupun perempuan memiliki risiko terpapar TB, terutama bila terdapat faktor lingkungan dan sosial yang mendukung penularan. Oleh karena itu, pendekatan pencegahan dan promosi kesehatan harus ditujukan pada kedua jenis kelamin, dengan mempertimbangkan perbedaan faktor risiko dan hambatan akses layanan kesehatan yang mungkin berbeda antara laki-laki dan perempuan.

Berdasarkan hasil penelitian, distribusi responden menunjukkan bahwa kelompok umur 40–49 tahun merupakan kelompok terbanyak, yaitu sebanyak 8 orang (27,6%), diikuti oleh kelompok >60 tahun sebanyak 7 orang (24,1%). Hal ini mengindikasikan bahwa usia dewasa madya hingga lanjut usia merupakan kelompok umur yang paling banyak menjadi suspek tuberkulosis di wilayah penelitian ini.

Temuan ini sejalan dengan hasil Riset Noviyani *et al*. (2021) yang menunjukkan bahwa prevalensi TB meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia, dengan angka tertinggi ditemukan pada kelompok umur ≥65 tahun, yaitu sebesar 1.581,7 per 100.000 penduduk. Ini menunjukkan bahwa kelompok usia lanjut memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap infeksi TB karena penurunan imunitas tubuh, adanya penyakit penyerta, serta keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan

Penelitian Fitriani (2020) juga menemukan hubungan yang signifikan antara usia dan kejadian TB, di mana kelompok umur dewasa (26–45 tahun) lebih berisiko karena tingkat mobilitas dan interaksi sosial yang tinggi, yang meningkatkan kemungkinan terpapar bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Faktor sosial dan lingkungan juga memainkan peran. Banyak individu usia produktif bekerja dalam kondisi lingkungan yang tidak higienis, memiliki paparan tinggi terhadap penderita TB aktif, atau tinggal di lingkungan padat penduduk. Oleh karena itu, kelompok usia ini tidak hanya rentan terhadap penularan, tetapi juga berpotensi menjadi sumber penularan bagi orang di sekitarnya.

Distribusi umur responden dalam penelitian ini mendukung temuan sebelumnya bahwa TB merupakan penyakit yang terutama menyerang kelompok usia dewasa hingga lansia, sehingga intervensi pencegahan, deteksi dini, dan edukasi kesehatan harus difokuskan pada kelompok-kelompok umur ini, baik di komunitas maupun di fasilitas pelayanan kesehatan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 29 responden, sebanyak 9 orang (31,0%) menunjukkan hasil pemeriksaan mikroskopis BTA positif, sedangkan 20 orang (69,0%) menunjukkan hasil BTA negatif. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien suspek tuberkulosis dalam penelitian ini tidak terdeteksi bakteri tahan asam (BTA) melalui pemeriksaan mikroskopis.

Menurut Konde *et al*. (2020), penggunaan pemeriksaan mikroskopis BTA memang masih memiliki peran penting, tetapi hasil negatif tidak selalu menyingkirkan kemungkinan TB. Penelitian tersebut menemukan bahwa

sebagian besar kasus TB paru justru berada pada kategori usia produktif dengan aktivitas tinggi, yang terkadang tidak menunjukkan hasil BTA positif meskipun mengalami gejala.

Sebagian besar pasien suspek tuberkulosis dalam penelitian ini memiliki hasil mikroskopik BTA negatif, yaitu sebanyak 19 orang (65,5%). Sedangkan sisanya menunjukkan hasil positif, dengan rincian: Positif 1 sebanyak 4 orang (13,8%), Positif 2 sebanyak 4 orang (13,8%), dan Positif 3 sebanyak 2 orang (6,9%). Distribusi ini menunjukkan bahwa walaupun sebagian besar hasil BTA adalah negatif, tetap terdapat proporsi yang signifikan (34,5%) pasien dengan hasil BTA positif, yang menjadi kelompok penting untuk ditindaklanjuti dengan pemeriksaan konfirmasi seperti TCM.

Rendahnya hasil BTA positif dalam penelitian ini juga mengindikasikan bahwa sebagian besar pasien memerlukan konfirmasi diagnosis lebih lanjut melalui TCM. Hal ini sangat penting karena hasil negatif pada BTA dapat memberikan rasa aman yang keliru, dan jika tidak ditindaklanjuti, dapat menyebabkan keterlambatan diagnosis serta meningkatkan risiko penularan di masyarakat.

Distribusi hasil BTA dalam penelitian ini menegaskan bahwa pemeriksaan mikroskopis BTA belum cukup memadai sebagai alat tunggal untuk menegakkan diagnosis TB, terutama dalam kasus suspek TB dengan gejala aktif namun hasil BTA negatif.

Berdasarkan hasil penelitian, dari 29 responden, sebanyak 14 orang (48,3%) menunjukkan hasil TCM positif, sedangkan 15 orang (51,7%)

menunjukkan hasil TCM negatif. Hal ini menunjukkan bahwa hampir separuh responden suspek TB dalam penelitian ini terkonfirmasi positif *Mycobacterium tuberculosis* melalui metode TCM.

Temuan ini menunjukkan bahwa pemeriksaan TCM memiliki daya deteksi yang lebih tinggi dibandingkan mikroskopis BTA. Seperti yang ditunjukkan pada hasil sebelumnya, hanya 9 dari 29 responden yang BTA positif, sedangkan TCM mampu mendeteksi lebih banyak kasus, yaitu 14 responden. Dengan demikian, terdapat 5 responden tambahan yang terdeteksi positif TB oleh TCM meskipun BTA mereka negatif, menegaskan keunggulan diagnostik TCM dalam mendeteksi kasus TB laten atau dengan beban bakteri rendah.

Menurut WHO (2024), TCM khususnya metode *GeneXpert* MTB/RIF memiliki sensitivitas sekitar 89% dan spesifisitas lebih dari 98% untuk mendeteksi TB paru, bahkan pada pasien dengan beban bakteri yang rendah atau HIV-positif. Alat ini juga memiliki keunggulan dalam hal kecepatan (hasil keluar dalam waktu 2 jam) dan kemampuan mendeteksi resistansi terhadap rifampisin, yang merupakan indikator awal TB resisten obat (TB-RO). Lebih lanjut, penelitian oleh Noviyani *et al*. (2021) dalam kajiannya terhadap variasi prevalensi TB di Indonesia menegaskan bahwa TCM mampu mengungkap lebih banyak kasus TB dibandingkan metode konvensional, termasuk pada wilayah dengan keterbatasan akses layanan kesehatan. Hal ini menunjukkan bahwa TCM sangat krusial dalam menutup gap diagnosis TB yang sering terjadi pada populasi rawan.

Penggunaan TCM sebagai alat konfirmasi dalam penelitian ini memperkuat pentingnya strategi integratif dalam diagnosis TB, terutama bagi pasien dengan hasil BTA negatif namun menunjukkan gejala klinis kuat. Hasil ini sekaligus mendukung kebijakan program nasional TB di Indonesia yang merekomendasikan TCM sebagai pemeriksaan lanjutan pada kasus suspek TB, serta sebagai pemeriksaan awal pada kelompok risiko tinggi.

Distribusi hasil TCM pada penelitian ini membuktikan bahwa alat ini memberikan kontribusi signifikan dalam menegakkan diagnosis TB, memperbaiki kecepatan deteksi, dan mengurangi keterlambatan pengobatan yang semuanya penting untuk pengendalian TB secara luas.

Dalam penelitian ini, uji tingkat kesesuaian antara hasil pemeriksaan mikroskopis BTA dan Tes Cepat Molekuler (TCM) dilakukan menggunakan uji *Cohen's Kappa*, dengan hasil nilai Kappa = 1,000 dan nilai p = 0,000. Nilai ini termasuk dalam kategori tingkat kesesuaian "sedang hingga kuat" (substantial agreement) menurut interpretasi Landis dan Koch, yang mengkategorikan nilai Kappa antara 0,61–0,80 sebagai kesesuaian substansial.

Dari hasil analisis juga diketahui bahwa sebagian besar kasus BTA positif juga terdeteksi positif oleh TCM, yang menunjukkan spesifisitas tinggi dari BTA dalam kasus positif. Namun, terdapat sejumlah kasus BTA negatif namun TCM positif, yang menunjukkan sensitivitas BTA lebih rendah, terutama pada pasien dengan beban basil rendah. Hasil ini memperkuat pernyataan WHO (2024) bahwa pemeriksaan mikroskopis BTA, meskipun berguna sebagai metode skrining, tidak cukup sensitif sebagai alat konfirmasi diagnosis TB,

khususnya pada kelompok tertentu seperti, pasien HIV positif, anak-anak, penderita TB ekstraparu, dan pasien pada fase awal infeksi.

Penelitian Konde *et al*. (2020) di Puskesmas Tuminting juga menunjukkan pola serupa, di mana sebagian penderita TB dengan hasil BTA negatif dikonfirmasi positif melalui metode lanjutan. Hal ini memperlihatkan pentingnya pendekatan kombinasi dalam strategi diagnosis TB. Lebih lanjut, menurut studi Noviyani *et al*. (2021), variasi dalam metode diagnostik secara langsung mempengaruhi estimasi prevalensi TB, dan metode molekuler seperti TCM mampu meningkatkan deteksi kasus laten yang tidak tertangkap oleh mikroskopis konvensional.

Tingkat kesesuaian yang ditemukan dalam penelitian ini menegaskan bahwa mikroskopis BTA tetap berguna sebagai alat skrining awal karena cepat dan murah. Namun, TCM sebaiknya digunakan sebagai alat konfirmasi, terutama pada kasus BTA negatif dengan gejala TB kuat. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa integrasi kedua metode memberikan kombinasi kekuatan antara aksesibilitas dan akurasi, yang sangat penting untuk mendukung deteksi dini dan pemutusan rantai penularan TB.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Kesesuaian hasil antara kedua metode ini menegaskan bahwa TCM memiliki konsistensi diagnostik yang sangat baik dengan pemeriksaan mikroskopis BTA, sehingga dapat diandalkan sebagai uji konfirmasi pada pasien suspek tuberkulosis.
2. Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (GeneXpert/TCM) terbukti memiliki validitas tinggi sebagai metode diagnostik untuk pasien suspek tuberkulosis. Nilai Kappa = 1,000 ($p < 0,05$) menunjukkan tingkat kesesuaian sempurna antara hasil mikroskopis BTA dan TCM.
3. Dengan kemampuan mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* sekaligus resistansi terhadap rifampisin, TCM lebih unggul dibanding BTA yang terbatas sensitivitasnya. Hasil penelitian menegaskan bahwa TCM layak dijadikan alat konfirmasi standar pada kasus TB, terutama untuk hasil mikroskopis yang meragukan.

B. Saran

1. TCM sebaiknya diprioritaskan sebagai uji konfirmasi pada pasien suspek TB, khususnya jika hasil BTA tidak jelas. Hal ini penting untuk mempercepat diagnosis dan penatalaksanaan, serta mendukung program nasional penanggulangan TB.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar jumlah sampel diperluas sehingga hasil yang diperoleh dapat lebih representatif dan menggambarkan

kondisi populasi yang lebih luas. Selain itu, penting untuk meneliti lebih lanjut efektivitas Tes Cepat Molekuler (TCM) dalam mendeteksi kasus tuberkulosis resistan obat, mengingat salah satu keunggulan metode ini adalah kemampuannya mendeteksi resistansi terhadap rifampisin.

3. Sosialisasi tentang keunggulan TCM dibanding BTA perlu ditingkatkan agar masyarakat lebih sadar pentingnya pemeriksaan lanjutan, sehingga diagnosis TB lebih cepat dan tepat.

.

DAFTAR PUSTAKA

Alodokter. (2020). *Pengertian TB (Tuberkulosis) Artikel Terkait Dokter Terkait*.

Anam, K., & Rahmawati, E. (2022). Pemeriksaan Mikroskopis BTA Menggunakan Metode Pewarnaan Ziehl- Neeslen di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda. *Jurnal Teknologi Laboratorium Medik Borneo*, *2*(1), 54–61.

Asare, K. K., Azumah, D. E., Adu-Gyamfi, C. O., Opoku, Y. K., Adela, E. M., Afful, P., Abotsi, G. K., Abban, E. A., Duntu, P. E., Anyamful, A., Moses, A. B., Botchway, E., Mwintige, P., Kyei, S., Amoah, L. E., & Ekuman, E. O. (2024). Comparison of microscopic and Xpert MTB diagnoses of presumptive mycobacteria tuberculosis infection: Retrospective analysis of routine diagnosis at Cape Coast Teaching Hospital. BMC Infectious Diseases, 24(660).

Ayo sehat, kemenkes R. (2024). *Tujuan dan Target Penanggulangan TB*. 1–6. https://ayosehat.kemkes.go.id/topik-penyakit/pencegahan-infeksi-bagi-bayi- dan-balita/tuberkulosis

Ayosehat kemkes.(2025).*Gerakan Indonesia Akhiri*.25–27. ayosehat.kemkes.go.id

Bangun, S. R., Yawok, S. S., & Napitupulu, D. S. (2023). Analisis Kadar Hemoglobin Dan Laju Endap Darah Pada Pasien Tuberkulosis Paru Di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan Tahun 2023. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *4*(3), 2278–2284.

BBLKM. (2023). Monitoring dan Evaluasi Program TB di Sulawesi Selatan. *KemenkesLabkesmasMakassarI,November*,1-9.https://bblabkesmasmakassar.go.id/monitoring-dan-evaluasi-program-TB-di- sulawesi-selatan/?share=linkedin&nb=1

Bogiel, T., Dolska, E., Zimna, M., Nakonowska, K., Krawiecka, D., Żebracka, R., Pochowski, M., & Krawczyk, A. (2025). The usefulness of the BD MAX MDR-TB molecular test in the rapid diagnosis of multidrug-resistant

tuberculosis. Pathogens, 14(6), 602.

Diantara, L. B., Hasyim, H., Septeria, I. P., Sari, D. T., Wahyuni, G. T., & Anliyanita, R. (2022). Tuberkulosis Masalah Kesehatan Dunia Tinjauan Literatur. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, *7*(2).

Dinas Kesehatan Kabupaten Bantaeng. (2023). *Jumlah kasus hiv aids , ims , dbd , diare , tb , malaria dan covid menuru…*. 11–12. https://satudata.bantaengkab.go.id/ne/

Dubey, D., Rath, S., Sahu, M. C., Debata, N. K., & Padhy, R. N. (2012). Antimicrobials of plant origin against TB and other infections and economics of plant drugs -Introspection. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, *11*(2), 225–233.

Dwipayana, I. M. G. (2022). Mengenali Gambaran Penyakit Tuberkulosis Paru Dan Cara Penanganannya. *Widya Kesehatan*, *4*(1), 1–14.

Fitriani, R. N. I. A., Studi, P., Terapan, S., Laboratorium, T., Ilmu, F., Universitas, K., & Indonesia, P. (2024). *Validasi metode tes cepat molekuler bta negatif pada suspek tb dipuskesmas selatbaru*.http://repo.upertis.ac.id/4210/1/Artikel_RahmaNia Fitriani_2310263506.pdf

Ginting, S. S., & Krisdianilo, V. (2021). Seminar Pemeriksaan Dengan Metode Real Time *Polymerase Chain Reaction* Assay (Rt-Pcr) Sebagai Tes Cepat *Mycobacterium tuberculosis* Dari Sampel Dahak Pasien *Tuberculosis* Di Puskesmas Lubuk Pakam. *Jurnal Pengmas Kestra*, *1*(2), 441–445. Global%20*Tuberculosis*%20report%202024.pdf

Halawa, F. P. A., Bangun, S. R., & Taringan, R. V. B. (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.

Indonesia, T. (2025). *Mengenal Apa Itu Mycobacterium tuberculosis Apa Itu Mycobacterium tuberculosis Sifat Bakteri Mycobacterium tuberculosis*. https://www.tbindonesia.or.id/

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.

Junus, A. J. (2024). *Dinkes Sulsel Catat Peningkatan Kasus Baru TB pada*.Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Informasi Dasar Seputar TB - TB Indonesia. *Kementrian Kesehatan Indonesia*, 26–29. https://tbindonesia.or.id/pustaka_TB/informasi-dasar-seputar-TB/

Kementerian Kesehatan RI. (2023). *Petunjuk Teknis Pemeriksaan Tuberkulosis Menggunakan Tes Cepat Molekuler GeneXpert*. 241. diterbitkan oleh Kementrian Kesehatan RI, edisi: ke-3 cetak.

Konde, C. P., Asrifuddin, A., & Langi, F. L. F. G. (2020). Hubungan antara umur, status gizi dan kepadatan hunian dengan tuberkulosis paru di Puskesmas Tuminting Kota Manado. Jurnal Kesmas, 9(1), 106–109. *November*, 2023–2024. https://koransulsel.com/author/kantor/

Mohammadnabi, N., Shamseddin, J., Emadi, M., Bodaghi, A. B., Varseh, M., Shariati, A., Rezaei, M., Dastranj, M., & Farahani, A. (2024). Mycobacterium tuberculosis: The mechanism of pathogenicity, immune responses, and diagnostic challenges. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 38, e25122.

Noviyani, A., Nopsopon, T., & Pongpirul, K. (2021). Variation of tuberculosis prevalence across diagnostic approaches and geographical areas of Indonesia. PLOS ONE, 16(10), e0258809

Patonah, nurul siti. (2024). *Perbedaan Hasil Deteksi Mycobacterium tuberculosis Antara Pemeriksaan Mikroskopis Bakteri Tahan Asam (BTA) Dan Tes Nurul Siti Patonah Sekolah Tinngi Ilmu Kesehatan Karsa Husada Garut ProgramStudi D-IIIAnalisKesehatan* .

http://repository.lp4mstikeskhg.org/219/1/MANUSCRIFT NURUL SITI PATONAH.pdf

Pramono, J. S., Wiyadi, W., Purwanto, E., & Bernadheta, B. (2022). Pencegahan Penularan Tuberkulosis pada Keluarga dan Masyarakat Melalui Strategi Promosi Kesehatan di Puskesmas Wonorejo, Puskesmas Karang Asam, danPuskesmas Loa Bakung, Kota Samarinda. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, *3*(1), 87–96.

Putri, A., Anisya, N., Tampubolon, M. A., & Melati, T. (2025). *Tinjauan Artikel : Deteksi dan Diagnosis Tuberkulosis Laring di seluruh dunia setelah COVID- 19 pada tahun 2023 . (1) Jurnal Akta Trimedika (JAT), T. 2*, 601–614.

Rahman, S. M. D., Sijid, S. A., & Hidayat, K. S. (2023). Pemanfaatan tes cepat molekuler (TCM) *GeneXpert* sebagai alat diagnostik TB paru di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar (BBKPM). *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, *3*(1), 55–59.

Sari, M., Fairuza, F., Setiati, D., Ningrum, N., & Aziza, N. N. (2024). Menuju Eliminasi Tuberkulosis Anak Diindonesia Pada Tahun 2030. *Jurnal Akta Trimedika(JAT)*, *1*, 298–315.

Sistyaningsih, M., Hendrati, L. Y., Hadi, S. S., & Farakhin, N. (2023). Analisis Penemuan Suspek Tb Di Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur Tahun 2021. *Jurnal Ners*, *7*(1), 325–332.

Wahdi, A., & Puspitosari, D. R. (2021). Mengenal Tuberkulosis. *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*

Wang, D., Zhang, L., Song, C., Sun, S., Liu, X., Zhang, J., Li, J., Wang, K., & Qian, Y. (2025). Epidemic-guided deep learning for spatiotemporal forecasting of tuberculosis outbreak. Patterns, 6(6), 100942.

WHO. (2024). *Global Tuberculosis report.*

Zhao, Y., Lu, J., Zhang, Y., & Yuan, Y. (2024). Mycobacterium tuberculosis: The mechanism of pathogenicity. Journal of Clinical Laboratory Analysis,

38(6), e25122.

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.

Data Penelitian

Lampiran 1. Data Subjek Penelitian

No.Sampel	ID Pasien	JK	K.O	Umur	K.O	Hasil BTA	K.O	MTB Detected	K.0	Rifampicin Resistance	Kesesuaian
1	S 001	L	1	49	2	Positif 1	1	Low	1	not	Sesuai
2	S 002	P	2	49	2	Negatif	0	Not	0		Sesuai
3	S 003	P	2	34	1	Negatif	0	Not	0		Sesuai
4	S 004	L	1	71	4	Positif 3	3	High	3	not	Sesuai
5	S 005	P	2	38	1	Negatif	0	Not	0		Sesuai
6	S 006	P	2	42	2	Negatif	0	Not	0		Sesuai
7	S 007	P	2	26	0	Negatif	0	Not	0		Sesuai
8	S 008	P	2	81	4	Positif 2	2	Medium	2	not	Sesuai
9	S 009	P	2	50	3	Negatif	0	Not	0		Sesuai
10	S 010	P	2	53	3	Negatif	0	Not	0		Sesuai
11	S 011	L	1	26	0	Negatif	0	Not	0		Sesuai
12	S 012	L	1	29	0	Positif 1	1	Low	1	not	Sesuai
13	S 013	L	1	45	2	Negatif	0	Not	0		Sesuai
14	S 014	P	2	67	4	Negatif	0	Not	0		Sesuai
15	S 015	L	1	65	4	Negatif	0	Not	0		Sesuai
16	S 016	L	1	65	4	Negatif	0	Not	0		Sesuai
17	S 017	P	2	21	0	Positif 2	2	Medium	2	not	Sesuai
18	S 018	P	2	54	3	Negatif	0	Not	0		Sesuai
19	S 019	L	1	71	4	Negatif	0	Not	0		Sesuai
20	S 020	L	1	32	1	Positif 2	2	Medium	2	not	Sesuai
21	S 021	P	2	39	1	Negatif	0	Not	0		Sesuai
22	S 022	L	1	52	3	Positif 1	1	Low	1	not	Sesuai
23	S 023	P	2	28	1	Negatif	0	Not	0		Sesuai
24	S 024	L	1	43	2	Negatif	0	Not	0		Sesuai
25	S 025	P	2	42	2	Positif 2	2	Medium	2	not	Sesuai
26	S 026	L	1	70	4	Positif 1	1	Low	1	not	Sesuai
27	S 027	L	1	48	2	Negatif	0	Not	0		Sesuai
28	S 028	L	1	43	2	Negatif	0	Not	0		Sesuai
29	S 029	L	1	50	3	Positif 3	3	High	3	not	Sesuai

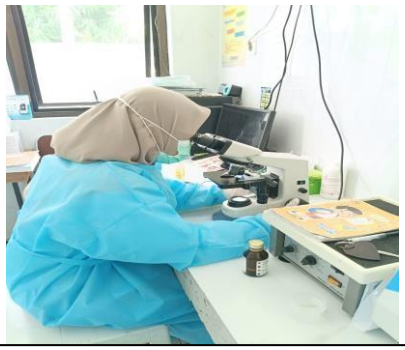
Lampiran 2. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Gambar Alat/Bahan	Nama Alat (Merek)
1.		Mikroskop Olympus SC30
2.		*GeneXpert*
3.		Catridge *GeneXpert*
4.		Reagen *GeneXpert*

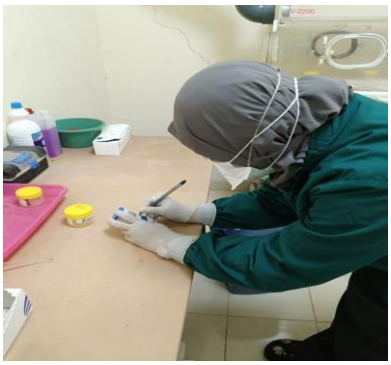
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Pewarnaan BTA



Pembacaan mikroskopis



Pelabelan sampel TCM



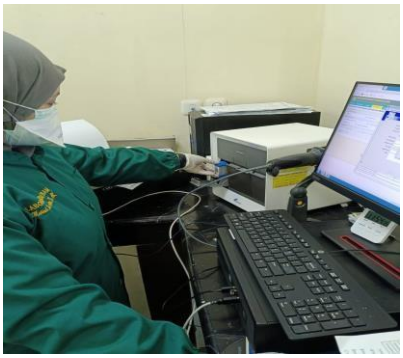
Pencampuran sampel dan reagen



Proses Pemipetan sampel ke catridge



Proses scan catridge

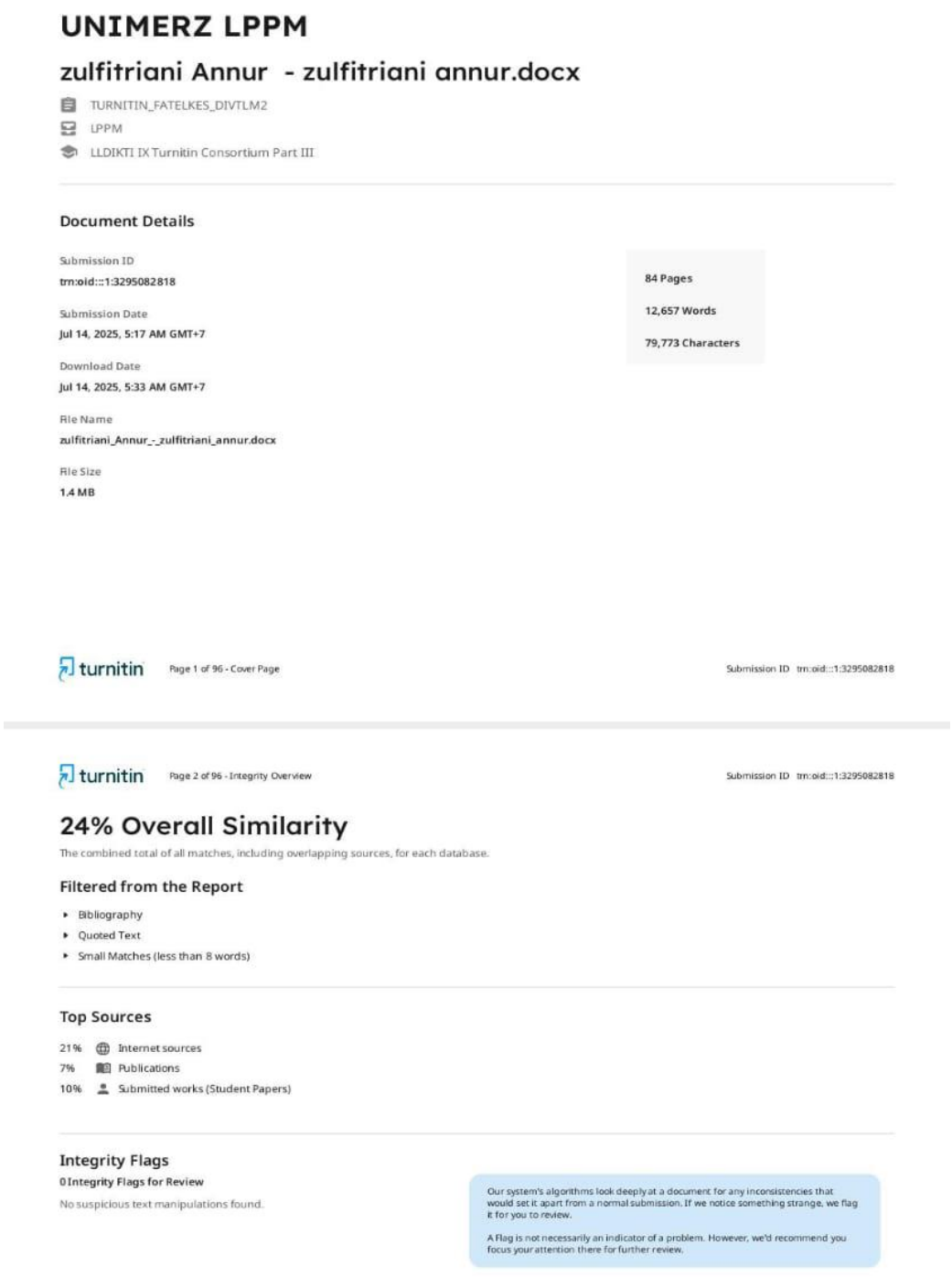


Proses Pembacaan



Proses Pengimputan identitas

Lampiran 4. Plagiasi Scan Report



UNIMERZ LPPM

zulfitriani Annur - zulfitriani annur.docx

TURNITIN_FATELKES_DIVTLM2
LPPM
LLDIKTI IX Turnitin Consortium Part III

Document Details

Submission ID
trn:oid:::1:3295082818

Submission Date
Jul 14, 2025, 5:17 AM GMT+7

Download Date
Jul 14, 2025, 5:33 AM GMT+7

File Name
zulfitriani_Annur_-_zulfitriani_annur.docx

File Size
1.4 MB

84 Pages
12,657 Words
79,773 Characters

turnitin Page 1 of 96 - Cover Page Submission ID trn:oid:::1:3295082818

turnitin Page 2 of 96 - Integrity Overview Submission ID trn:oid:::1:3295082818

24% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

21% Internet sources
7% Publications
10% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Lampiran 5. Surat Izin Penelitian

PEMERINTAH KABUPATEN BANTAENG
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
Jalan Kartini Nomor 2 Bantaeng, Kode Pos 92411
Email: kptspbantaeng@gmail.com Website: www.dpmptsp.bantaengkab.go.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
NOMOR : 000.9.2/96/SKP/DPM-PTSP

DASAR HUKUM :
1. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi;
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 3 Tahun 2018 tentang Penerbitan Surat Keterangan Penelitian;
3. Peraturan Bupati Bantaeng Nomor 22 Tahun 2022 tentang Pendelegasian Kewenangan Penyelenggaraan Perizinan Berusaha dan Non Berusaha Kepada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Bantaeng.
4. Surat rekomendasi Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Nomor: 000.9.2/96/KESBANGPOL tanggal 3 Juni 2025.

MEMBERIKAN IZIN KEPADA

Nama	: **ZULFITRIANI ANNUR**
Jenis Kelamin	: Perempuan
N I M	: B1D324038
No. KTP	: 7303026304900001
Program Studi	: D.IV Teknologi Laboratorium Medis
Pekerjaan	: Mahasiswa Universitas Megarezky Makassar
Alamat	: Jl. Elang Kel. Pallantikang Kec. Bantaeng Kab. Bantaeng

Bermaksud mengadakan Penelitian dalam rangka penulisan skripsi dengan Judul :

" Validasi Diagnostik Tes Cepat Molekuler (TCM) Sebagai Konfirmasi pada Pasien Suspek Tuberkulosis dengan Hsil Mikroskopis BTA "

Lokasi Penelitian	: RSUD Prof.Dr.H.M.Anwar Makkatutu Bantaeng
Lama Penelitian	: 03 Juni 2025 s.d. 30 Juni 2025

Sehubungan dengan hal tersebut diatas pada prinsipnya kami dapat ***menyetujui*** kegiatan dimaksud dengan ketentuan :
1. Sebelum dan sesudahnya melaksanakan kegiatan, yang bersangkutan harus melapor kepada Pemerintah setempat;
2. Penelitian tidak menyimpang dari Izin yang diberikan;
3. Mentaati semua peraturan Perundang-undangan yang berlaku dan mengindahkan adat - istiadat Daerah setempat;
4. Menyerahkan 1 (satu) examplar copy hasil Penelitian kepada Bupati Bantaeng Cq. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kab. Bantaeng;
5. Surat Izin akan dicabut kembali dan dinyatakan tidak berlaku apabila ternyata pemegang Surat Izin tidak mentaati ketentuan-ketentuan tersebut di atas.

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Diterbitkan di Kabupaten Bantaeng
Pada tanggal : 3 Juni 2025

a.n. BUPATI BANTAENG
Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu

YOHANIS PHR ROMUTI, S.IP
Pangkat : Pembina Utama Muda
NIP. 197507101993111001

Lampiran 6. Surat Keterangan Selesai Penelitian

PEMERINTAH KABUPATEN BANTAENG
RSUD PROF.Dr.H.M.ANWAR MAKKATUTU
Jl. Teratai No.20 Telp (0413) 21004 Fax (0413) 21786
Email. rsud.anwar.makkatutu.bantaeng@gmail.com

SURAT KETERANGAN
Nomor : 400.7.22.1/1280/RSUD-AM

Yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa :

Nama	: **ZULFITRIANI ANNUR**
Tempat / TanggalLahir	: Bantaeng, 23 April 1990
Nim	: B1D324038
Jenis Kelamin	: Perempuan
Pekerjaan	: PNS
Agama	: Islam
Alamat	: Jl. Elang,Kel.Pallantikang, Kec. Bantaeng, Kab. Bantaeng

Telah Melaksanakan Penelitian di RSUD Prof. Dr. H. M. Anwar Makkatutu Bantaeng Pada tanggal 02 Juni 2025 s/d 30 Juni 2025

Judul Penelitian : ***"Validasi Diagnostik Tes Cepat Molekuler (TCM) Sebagai Komfirmasi Pada Pasien Suspek Tuberkulosis dengan Hasil Mikroskopis BTA.***

Surat Keterangan ini berlaku sebagai bukti bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan Penelitian

Demikian surat keterangan ini kami berikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bantaeng, 03 Juli 2025

DIREKTUR

dr. H. SULTAN, M.Kes
Pangkat : Pembina Utama Muda
Nip : 19710206 200312 1 011

Tembusan :
1. Ketua Universitas Megarezky Makassar
2. Yang Bersangkutan Saudari **ZULFITRIANI ANNUR**
3. Pertinggal.

Lampiran 7. Formulir Informed consent

FORMULIR INFORMED CONSENT

(Pernyataan Kesediaan Menjadi Responden)

Dengan ini saya :

Nama : Basia

Umur : 81 thn

Alamat : Tanka lojong

Menyatakan bersedia menjadi responden dan berpartisipasi dalam penelitian , yang akan dilakukan oleh mahasiswi (Zulfitriani Annur) DIV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky tentang Validasi diagnostik Tes Cepat molekuler (TCm) sebagai Konfirmasi pada pasien suspek tuberkulosis dengan hasil mikroskopis BTA

Saya mengerti bahwa data mengenai penelitian ini akan dijamin kerahasiaanya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Demikian persetujuan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa unsur paksaan dari siapapun, saya bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini.

Bantaeng, 5 Juni 2025

Responden

Dipindai dengan CamScanner