Skripsi

DETEKSI *Mycobakterium tuberculosis* (MTB) PADA KONTAK ERAT TB POSITIF DENGAN MENGGUNAKAN METODE TES CEPAT MOLEKULER (TCM) DI RUMAH SAKIT IBNU SINA MAKASSAR

Diajukan sebagai syarat dalam meraih Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes) Pada Program Studi Diploma Empat (D-IV) Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezkt Makassar

NUR HANDAYANI
B1D324015

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN
UNIVERSITAS MEGAREZKY MAKASSAR
2025

HALAMAN JUDUL

DETEKSI *Mycobakterium tuberculosis* (MTB) PADA KONTAK ERAT TB POSITIF DENGAN MENGGUNAKAN METODE TES CEPAT MOLEKULER (TCM) DI RUMAH SAKIT IBNU SINA MAKASSAR

Nur Handayani
B1D324015

Di bimbing oleh :

Kasmuddin, S.Si., M.Kes
Pembimbing I

Sulfiani, S.Si.,M.Pd
Pembimbing II

Nurlaela Alydrus, S.Si.,M.Kes
Penguji

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN
UNIVERSITAS MEGAREZKY
MAKASSAR
2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

DETEKSI *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) PADA KONTAK ERAT TB POSITIF DENGAN MENGGUNAKAN METODE TES CEPAT MOLEKULER (TCM) DI RUMAH SAKIT IBNU SINA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

NURHANDAYANI

Nomor Induk Mahasiswa B1D324015

Telah di pertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Pada Tanggal 17 Juli 2025

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Tim Penguji	**Tanda Tangan**
1. Nurlaela Alydrus, S.Si.,M.kes	( )
2. Kasmuddin, S.Si.,M.kes	( )
3. Sulfiani, S.Si.,M.Pd	( )

Mengetahui,

Dekan	**Ketua Program Studi**
Fakultas Teknologi Kesehatan	**DIV Teknologi Laboratorium Medis**
Prof.Dr.Dra.apt.Hj.Asnah Marzuki, M.Si	**Dr., Nemawati Angria, S.Si., M.Kes**
NUPTK. 1350727628230010	**NUPTK. 6950765666230332**

HALAMAN MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."
(QS. Al-Insyirah: 6)

"Usaha tidak akan mengkhianati hasil."

"Ilmu tanpa amal adalah sia-sia, amal tanpa ilmu adalah kesesatan."
Imam Al-Ghazali

"Jangan takut mencoba dan gagal, takutlah jika tidak pernah mencoba sama sekali."

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kedua orang tuaku tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta semangat yang tiada henti. Terima kasih atas segala pengorbanan dan cinta yang tulus.

Saudara-saudaraku tersayang, yang senantiasa menjadi penyemangat dan tempat berbagi dalam setiap langkah perjuangan ini.

Dosen pembimbing dan seluruh dosen di Fakultas Teknologi Kesehatan Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan arahan selama masa studi.

Teman-teman seperjuangan, yang telah menjadi bagian dari perjalanan penuh suka dan duka ini. Terima kasih atas kebersamaan, tawa, dan dukungan yang luar biasa.

Almamater tercinta,di UNIMERZ, tempat saya menimba ilmu dan membentuk pribadi yang lebih baik.

CURRICULUM VITAE



Nurhandayani

B1D324015

Tempat &Tanggal Lahir	: Makassar, 08 Nov 1989
Program Studi	: D IV Teknologi Laboratorium Medis
Alamat domisili Makassar	: Jl. Pongtiku Lr.04 No.09
Alamat	: Jl. Teuku Umar 13 Lr.10 Makassar
Orang Tua	
Ayah	: H.Daming
Ibu	: Hj.Norma
Riwayat Pendidikan	
SD	: SD Inpres Layang Tua II
SMP	: Pon-Pes Annahdlah Layang
SMA	: Pon-Pes Annahdlah Layang
D III	: Universitas Indonesia Timur
Prinsip Hidup	: "Hidup adalah ibadah. Selama masih diberi napas, selama itu pula aku akan terus belajar, berjuang, dan bermanfaat bagi sesama."

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puja dan puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena hanya dengan limpahan Rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam tidak lupa kita haturkan kepada junjungan kita baginda Rasulullah SAW beserta keluarga maupun para sahabat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"DETEKSI *Mycobakterium tuberculosis* (MTB) PADA KONTAK ERAT TB POSITIF DENGAN MENGGUNAKAN METODE TES CEPAT MOLEKULER (TCM) DI RUMAH SAKIT IBNU SINA MAKASSAR".**

Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Sains Terapan pada Program Diploma IV Tenaga Laboratorium Medis Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky Makassar**

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan **ucapan terimakasih kepada kedua orang tua dan suami tercinta serta anak-anak penulis**. **Ayahanda H.Daming Ummi Hj Norma** dan **Suami Ilham Tahir** serta **Anak- anakku Ahmad Thaha Arrafif dan Ahmad Qianu Sajid** atas segala pengorbanan, keikhlasan, cinta kasih, dukungan, serta doanya yang tak terhingga pada kehidupan penulis, penyusnan **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. selaku Pembina Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar**, atas arahan dan pembinaan yang senantiasa menjadi fondasi dalam pengembangan institusi dan 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 Qalby, S.H., LL.M. 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, S.E., M.Si selaku 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 selaku Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky**.
6. **Ibu Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes selaku Ketua Prodi D-IV Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky**.
7. **Bapak Kasmuddin, S.Si., M.Kes** selaku Pembimbing Pertama yang banyak memberikan ilmu dan arahan serta sangat sabar membimbing penulis dalam proses penyusunan proposal ini.
8. **Ibu Sulfiani, S.Si.,M.Pd** selaku Pembimbing Kedua, serta selaku Pembimbing akademik yang selalu memberikan motivasi dan dorongan kepada penulis selama perkuliahan. Disela-sela kesibukannya selalu meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan bimbingan bagi peneliti dalam menyusun proposal ini.
9. **Ibu Nurlaela Alydrus, S.Si.,M.Kes** selaku penguji utama yang telah memberikan banyak masukan, saran, arahan, dan kritikan kepada peneliti guna menyempurnakan proposal ini.
10. **Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Universitas Megarezky** yang telah memberikan kemudahan bagi penulis dalam menempuh pendidikan selama delapan semester ini.
11. **Rekan-rekan mahasiswa Alih jenjang program studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Teknologi Kesehatan Kelas RPL B** yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama perkuliahan sampai saat ini.

Pada penyusunan proposal penelitian ini peneliti menyadari masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, baik dari segi penulisan maupun penyajiannya. Oleh karena itu peneliti berharap masukan, kritikan, serta saran yang

membangun, sangat dibutuhkan guna memperbaiki kekurangan dan kesalahan yang ada pada proposal penelitian ini.

Makassar, 21 April 2025

Nur Handayani

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
MOTTO ..... **iv**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **v**
CURRICULUM VITAE ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xiii**
ABSTRACT ..... **xiiv**
ABSTRAK ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 12
C. Tujuan Penelitian 12
D. Manfaat Penelitian 13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **14**
A. Tinjauan Umum Tuberkulosis 14
B. Tinjauan Umum Tentang *Mycobacterium tuberculosis* 16
C. Tinjauan Umum Tentang *Ciri-ciri Mycobacterium tuberculosis* 17
D. Tinjauan Umum Penularan dan Resiko pada kontak erat 20
E. Tinjauan Umum Basil Tahan Asam 31
F. Tinjauan Umum Tes Uji Molekuler (TCM) 31
G. Kerangka Teori 42
H. Kerangka konsep 43
I. Variabel Penelitian 43
J. Defenisi *Oprasional* 43
BAB III METODE PENELITIAN **44**
A. Jenis Penelitian 44
B. Waktu dan Tempat Penelitian 44

C. Populasi dan Sampel 44
D. Instrumen Penelitian 46
E. Prosedur kerja penelitian 47
F. Alur kerja 54
G. Teknik Pengumpulan Data 55
H. Analisis Data 55
I. Etika Penelitian 55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 57
A. Hasil 57
B. Pembahasan 65
BAB V PENUTUP 70
A. Kesimpulan 70
B. Saran 70
DAFTAR PUSTAKA 71
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*.....19
Gambar 2.3 Bagan Kerangka Teori.....41
Gambar 2.4 Bagan Kerangka konsep.....42
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....42
Gambar 3.2 Bagan Alur Kerja.....54
Gambar 4.1 Hasil Positif.....56

DAFTAR SINGKATAN

WHO	*World Health Organization*
TCM	Tes Uji Molekuler
MTB	*Mycobacterium tuberculosis*
DNA	*Asam deoksiribonukleat*
PCR	*Polymerase Chain Reaction*
SPC	*Sample Processing Control (SPC)*
PCC	*Probe Check Control*
PMO	Pengawas Menelan Obat
OAT	Obat Anti Tuberkulosis
AIDS	*Acquired Immune Deficiency Syndrome*
BTA	Basil Tahan Asam
BSC	*Biosafety cabinet*
MDR TB	*Mycobacterium tuberculosis resisten*
TPT	Terapi pencegahan TB
BCG	*Bacillus Calmette-Guérin*

ABSTRACT

Nur Handayani. BID324015. *Detection of Mycobacterium tuberculosis (MTB) in Close Contacts of TB-Positive Patients Using the Molecular Rapid Test (TCM) at Ibnu Sina Hospital Makassar. Supervised by Kasmuddin and Sulfiani.*

Tuberculosis (TB) is an infectious disease that remains a major public health problem in Indonesia. Early detection among close contacts of active TB patients is crucial to interrupt transmission chains. This study aimed to determine the results of Mycobacterium tuberculosis (MTB) examination in close contacts of TB-positive patients using the Molecular Rapid Test (TCM) at Ibnu Sina Hospital Makassar. The research was conducted in June 2025 using a quantitative descriptive design. The subjects were 16 close contacts of six active TB patients referred from the primary healthcare facilities to the Microbiology Laboratory of Ibnu Sina Hospital Makassar. Sputum samples were collected directly from the homes of the close contacts, stored in a cool box, and examined using TCM at the Microbiology Laboratory of Ibnu Sina Hospital Makassar. Of the 16 samples examined, one individual (6.25%) tested positive for MTB, while 15 individuals (93.75%) tested negative. The positive case was a close contact of the index patient Th. B (23 years old). These findings indicate the potential for TB transmission within household settings, although the proportion of positive cases was relatively low. Detection of MTB using TCM among close contacts of TB-positive patients shows that a small proportion may already be in the active infection stage. Continuous screening and education for close contacts are essential as preventive and control measures against TB in the community.

Keywords: *Tuberculosis, close contacts, Molecular Rapid Test (TCM)*

ABSTRAK

Nur Handayani. B1D324015. Deteksi *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) pada kontak erat TB positif dengan menggunakan metode tes cepat molekuler (TCM) di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. Dibimbing oleh Kasmuddin dan Sulfiani.

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang masih masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Deteksi dini pada kontak erat pasien TB aktif sangat penting untuk memutus rantai penularan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) pada kontak erat TB positif menggunakan Tes Cepat Molekuler (TCM) di RS Ibnu Sina Makassar. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2025 dengan desain deskriptif kuantitatif. Subjek penelitian adalah 16 orang kontak erat dari enam pasien TB aktif yang berasal dari wilayah faskes rujukan Laboratorium Mikrobiologi RS Ibnu Sina Makassar. Sampel sputum diambil langsung dari rumah kontak erat, disimpan dalam coolbox, dan diperiksa menggunakan TCM di Laboratorium Mikrobiologi RS Ibnu Sina Makassar. Dari 16 sampel yang diperiksa, ditemukan 1 orang (6,25%) kontak erat dengan hasil MTB positif, dan 15 orang (93,75%) hasil MTB negatif. Kasus positif berasal dari kontak erat pasien indeks Tn. B (23 tahun). Hasil ini menunjukkan adanya potensi penularan TB dalam lingkungan rumah tangga, meskipun angka kasus positif tergolong rendah. Deteksi MTB menggunakan TCM pada kontak erat TB positif menunjukkan bahwa sebagian kecil kontak erat sudah berada dalam tahap infeksi aktif. Skrining dan edukasi pada kontak erat tetap diperlukan sebagai langkah pencegahan dan pengendalian TB di masyarakat

Kata kunci: **Tuberkulosis, kontak erat, Tes Cepat Molekuler (TCM)**

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) merupakan infeksi menahun yang disebabkan oleh bakteri Mycobacterium tuberculosis. Bakteri ini umumnya menyerang organ tubuh dengan kadar oksigen tinggi, khususnya paru-paru. Meski demikian, infeksi TB juga dapat menjalar ke organ lain seperti ginjal, tulang, persendian, kelenjar getah bening, bahkan selaput otak kondisi ini dikenal sebagai tuberkulosis ekstra paru. Penyakit ini dapat menyerang individu dari segala kelompok usia, dengan manifestasi klinis yang beragam, mulai dari tanpa gejala hingga menimbulkan gangguan yang serius. (Rini & Rochmah, 2020).

Menurut Global Tuberculosis Report 2021 yang dirilis oleh World Health Organization (WHO), diperkirakan terdapat 10,6 juta kasus tuberkulosis di seluruh dunia. Delapan negara dengan jumlah penderita TB terbanyak meliputi India, Indonesia, Tiongkok, Filipina, Pakistan, Nigeria, Bangladesh, dan Afrika Selatan. Di Indonesia, tercatat sekitar 969.000 kasus TB, setara dengan 354 kasus per 100.000 penduduk. Angka kematian akibat TB di Indonesia mencapai 144.000 jiwa, atau sekitar 52 kematian per 100.000 penduduk. Tingginya jumlah kasus menunjukkan bahwa penyebaran TB di Indonesia masih mengkhawatirkan dan belum menunjukkan tren penurunan yang berarti. Sebagian besar kasus TB belum berhasil terdeteksi, yang

menjadikan Indonesia menempati peringkat kedua sebagai negara dengan beban tuberkulosis tertinggi di dunia, yakni sebesar 9,2%. (Kemenkes RI, 2022).

Berdasarkan Global TB Report 2021, diperkirakan sekitar 25% populasi dunia telah terinfeksi tuberkulosis (TBC). Penyakit ini umumnya menyerang paru-paru (TB paru), meskipun tidak menutup kemungkinan menyebar ke organ tubuh lainnya. Sekitar 90% kasus TB terjadi pada kelompok usia dewasa, dengan angka kejadian yang lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan. Upaya global dalam mengendalikan TB telah dimulai sejak tahun 1995, dengan pengumpulan data dari 215 negara, termasuk 194 negara anggota World Health Organization (WHO). Secara keseluruhan, jumlah kasus TB baru di seluruh dunia diperkirakan mencapai 9,9 juta, dengan 6,1 juta kasus di antaranya terjadi pada laki-laki.

Untuk kelompok usia anak-anak (0–14 tahun), tercatat sekitar 1,1 juta kasus, sementara pada orang dewasa (di atas 15 tahun), angkanya mencapai 8,8 juta kasus. Dari keseluruhan kasus TB yang berhubungan dengan infeksi HIV, terdapat sekitar 214.000 kematian dari total 787.000 kasus, yang setara dengan 10% dari total tersebut. (WHO,2021). Pada tahun 2019, World Health Organization (WHO) mencatat bahwa tuberkulosis (TBC) menjadi penyebab sekitar 1,4 juta kematian di seluruh dunia. Dari total kasus tersebut, sekitar 5,6

juta penderita adalah laki-laki dan 3,2 juta lainnya perempuan, dengan tingkat insidensi mencapai kurang lebih 130 kasus per 100.000 penduduk. Pada tahun yang sama, diperkirakan terdapat 5,9 juta kasus TBC yang terdiagnosis secara global, dan sekitar 57% di antaranya telah dikonfirmasi melalui pemeriksaan bakteriologis.

Indonesia menduduki peringkat kedua sebagai negara dengan jumlah kasus TBC terbanyak di dunia pada tahun 2020, tepat di bawah India dan di atas Tiongkok. Berdasarkan data tahun 2019, Indonesia melaporkan sebanyak 562.049 kasus TBC, menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, yakni 331.703 kasus pada 2015 dan 420.994 kasus pada 2017. Dalam Global Tuberculosis Report 2020 yang diterbitkan WHO, prevalensi TBC di Indonesia tahun 2019 diperkirakan mencapai 312 kasus per 100.000 penduduk, dengan tingkat kematian sebesar 34 per 100.000 penduduk. (Rimayah S., 2022)

Provinsi Sulawesi Selatan termasuk dalam wilayah dengan tingkat kontribusi tinggi terhadap jumlah kasus tuberkulosis (TB) di Indonesia. Pada tahun 2019, tercatat sebanyak 19.071 kasus TB, terdiri atas 11.226 kasus pada laki-laki dan 7.845 kasus pada perempuan. Dari total tersebut, sebanyak 11.476 pasien (60,17%) merupakan kasus TB dengan hasil BTA positif yang telah terdata dan menjalani proses pengobatan, dengan jumlah pasien yang

dinyatakan sembuh mencapai 5.366 orang (46,75%). Pada tahun berikutnya, yaitu 2020, jumlah estimasi kasus TB di Sulawesi Selatan mengalami peningkatan menjadi 31.022 kasus. Namun demikian, dari jumlah tersebut baru 14.808 kasus yang berhasil ditemukan dan tercatat. Angka tersebut mencerminkan peningkatan sebesar 22,5% dibandingkan dengan tahun 2019. (Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, 2020)

Sebagai pusat pemerintahan Provinsi Sulawesi Selatan, Kota Makassar berada di bawah koordinasi Dinas Kesehatan Provinsi Sulsel dan tercatat sebagai daerah dengan jumlah kasus tuberkulosis (TB) tertinggi dibandingkan kabupaten/kota lain di wilayah tersebut. Berdasarkan data dari Program Pengendalian Tuberkulosis (P2TB), pada tahun 2019 dilaporkan sebanyak 5.412 kasus TB, dengan tingkat kesembuhan mencapai 83%. Pada tahun 2020, jumlah kasus menurun menjadi 3.250 orang, namun tingkat kesembuhan justru meningkat menjadi 85%. Kemudian pada tahun 2021, kasus TB kembali mengalami kenaikan menjadi 3.911, meskipun tingkat kesembuhan tetap berada di angka 85%. Adapun angka kematian akibat TB menunjukkan tren penurunan dari tahun ke tahun, yakni dari 231 kasus pada 2019 menjadi 156 kasus di tahun 2020, dan kembali menurun menjadi 126 kasus pada 2021. (P2TB Dinas Kesehatan Kota Makassar, 2021).

Pelaksanaan upaya pencapaian target dalam penemuan dan pengobatan kasus tuberkulosis (TB) di Kota Makassar mengacu pada ketentuan yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2018 tentang Standar Pelayanan Minimal, serta Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2019 mengenai Standar Teknis Pemenuhan Mutu Pelayanan Dasar pada Standar Pelayanan Minimal di sektor kesehatan. Penemuan kasus TB dilakukan secara terstruktur melalui jaringan fasilitas pelayanan kesehatan, terutama puskesmas dan rumah sakit. Proses ini mengadopsi strategi DOTS (Directly Observed Treatment Short-course) yang diintegrasikan dengan pendekatan PPM (Public–Private Mix) serta didukung melalui kampanye TOSS TB (Temukan, Obati Sampai Sembuh). (Dinas Kesehatan Kota Makassar, 2022).

Klasifikasi pasien tuberkulosis (TB) juga dapat ditentukan berdasarkan riwayat pengobatan sebelumnya. Pasien TB baru merujuk pada individu yang belum pernah menjalani pengobatan TB, atau pernah mengonsumsi obat anti-TB (OAT) namun dalam jangka waktu kurang dari satu bulan, atau belum mencapai 28 dosis. Sebaliknya, pasien yang sudah pernah menjalani terapi TB adalah mereka yang telah menerima OAT selama satu bulan atau lebih (≥28 dosis). Lebih lanjut, pasien dengan riwayat pengobatan akan dikategorikan sesuai dengan hasil terapi terakhir yang dijalani. Sebagai

contoh, pasien kambuh merupakan individu yang sebelumnya telah dinyatakan sembuh atau telah menyelesaikan pengobatan, namun kini kembali terdiagnosis TB berdasarkan pemeriksaan klinis maupun bakteriologis. Kekambuhan ini dapat disebabkan oleh reaktivasi penyakit atau reinfeksi. Di samping itu, ada pula pasien yang kembali menjalani pengobatan setelah sebelumnya menghentikan terapi, yang diklasifikasikan sebagai pasien lost to follow-up. (Seed et al., 2017)

Strategi investigasi kontak merupakan pendekatan yang terbukti efektif dalam upaya menemukan kasus tuberkulosis (TB), karena bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi individu yang memiliki riwayat kontak erat dengan pasien TB. Pasien yang pertama kali didiagnosis TB dalam satu rumah tangga atau lingkungan tertentu disebut sebagai kasus indeks. Melalui metode ini, deteksi dini terhadap kasus TB yang belum terungkap di sekitar kasus indeks dapat dilakukan, sehingga penularan penyakit dapat dicegah sedini mungkin. (Kemenkes RI, 2017)

Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah minimnya keterbukaan masyarakat terhadap kondisi kesehatannya sendiri. Tidak sedikit pasien yang memilih tetap berada di rumah meskipun telah menunjukkan gejala awal TB, dan baru mencari pertolongan medis ketika penyakit sudah dalam tahap yang lebih parah, sehingga meningkatkan potensi penularan kepada orang lain.

Kondisi ini semakin diperburuk oleh munculnya pandemi Covid-19, di mana stigma terhadap virus tersebut menyebabkan sebagian masyarakat enggan mendatangi fasilitas pelayanan kesehatan, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya cakupan layanan kesehatan dasar.

Laporan Akuntabilitas Kinerja Kementerian Kesehatan RI tahun 2020 turut mencatat sejumlah kendala yang menghambat pencapaian target layanan tuberkulosis (TB). Beberapa di antaranya meliputi pengalihan sumber daya program TB untuk penanganan Covid-19, serta pemanfaatan alat Tes Cepat Molekuler (TCM) yang awalnya difokuskan untuk diagnosis TB namun kemudian digunakan juga untuk pemeriksaan Covid-19. Selain itu, target penemuan kasus dan perluasan jangkauan layanan TB belum berhasil dicapai secara optimal. Pelaksanaan investigasi kontak juga mengalami hambatan, salah satunya disebabkan oleh kekhawatiran petugas dalam melakukan pelacakan. Pemberian terapi pencegahan TB masih belum berjalan secara maksimal, sementara sebagian pasien tidak secara rutin mengambil obat. Di sisi lain, beberapa layanan laboratorium TB sempat dihentikan sementara karena dialihkan untuk mendukung pemeriksaan Covid-19. Dampak pandemi ini juga dirasakan dalam menurunnya peran Pengawas Minum Obat (PMO), yang pada akhirnya turut memengaruhi efektivitas pengendalian TB secara menyeluruh. (Kemenkes RI, 2020)

Dalam situasi seperti ini, risiko penularan tuberkulosis (TB) dapat meningkat secara signifikan apabila upaya pencegahan, penemuan kasus secara aktif, pengobatan, serta pemantauan terhadap kasus tidak dilaksanakan secara maksimal oleh tenaga kesehatan, terutama di fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama. Beberapa kelompok individu yang tergolong berisiko tinggi terpapar TB antara lain adalah penderita HIV atau individu dengan kondisi imunokompromais lainnya, orang yang mengonsumsi obat imunosupresan dalam jangka waktu lama, perokok aktif, peminum alkohol berat, anak-anak usia di bawah lima tahun, serta lanjut usia yang memiliki riwayat kontak erat dengan pasien TB aktif. (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Kemudian terdapat berbagai faktor risiko lain yang saling berkaitan dan dapat meningkatkan kemungkinan seseorang terinfeksi Mycobacterium tuberculosis. Faktor-faktor tersebut antara lain meliputi kondisi gizi yang tidak memadai, tidak menerima vaksinasi BCG, usia, riwayat kontak erat dengan penderita TB, serta lingkungan tempat tinggal yang tidak memenuhi standar kesehatan. Penularan bakteri dari pasien TB ke orang lain umumnya terjadi melalui droplet, terutama ketika etika batuk tidak diterapkan dengan baik seperti batuk atau bersin tanpa menutup mulut, tidak menggunakan masker, atau meludah sembarangan. Risiko ini semakin tinggi jika terjadi di lingkungan

umum yang padat penduduk, minim pencahayaan alami, dan memiliki ventilasi yang buruk.

Perilaku pasien TB mencerminkan sejauh mana pemahaman mereka terhadap penyakit ini dan mekanisme penularannya, yang sangat berpengaruh dalam upaya pencegahan. Salah satu aspek yang dapat dijadikan indikator untuk menilai tingkat pemahaman tersebut adalah perilaku kebersihan pribadi atau personal hygiene. Aspek ini mencakup berbagai kebiasaan menjaga kebersihan tubuh, seperti memotong kuku secara teratur, merawat kebersihan rambut dan tangan, serta mengenakan pakaian yang bersih dan layak. Di lingkungan umum, penting juga untuk memperhatikan apakah pasien menerapkan perilaku hidup sehat, misalnya dengan tidak batuk atau bersin sembarangan, dan menggunakan masker secara benar.

Penelitian yang dilakukan oleh Novrika (2021) menunjukkan bahwa sekitar 70% pasien tuberkulosis (TB) memiliki kebiasaan menjaga kebersihan diri yang kurang memadai, seperti membuang dahak sembarangan dan tidak menutup mulut saat batuk. Selain itu, kebiasaan merokok juga diidentifikasi sebagai salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko terpapar TB (Silalahi, 2021). Salah satu metode bakteriologis yang digunakan untuk mendiagnosis TB adalah pemeriksaan dahak secara mikroskopis langsung. Pemeriksaan ini tidak hanya berfungsi untuk mengonfirmasi adanya infeksi Mycobacterium

tuberculosis, tetapi juga bermanfaat dalam menilai potensi penularan serta mengevaluasi keberhasilan pengobatan. Di samping itu, terdapat pula metode Tes Cepat Molekuler (TCM) menggunakan teknik Xpert MTB/RIF. TCM menawarkan diagnosis yang cepat dan presisi, namun metode ini belum dapat dimanfaatkan untuk menilai respons pasien terhadap pengobatan atau menentukan keberhasilan terapi. (Kemenkes RI, 2016).

Tes Cepat Molekuler (TCM) merupakan inovasi terbaru dalam metode diagnosis tuberkulosis yang berbasis pendekatan molekuler. Teknik ini bekerja dengan menargetkan wilayah genetik spesifik, yakni gen rpoB pada Mycobacterium tuberculosis, melalui metode real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) semi-kuantitatif. Prosedur ini memanfaatkan kartrid DNA sekali pakai yang secara otomatis menggabungkan proses preparasi sampel. Salah satu keunggulan utama dari TCM adalah kemampuannya memberikan hasil dalam waktu kurang dari dua jam, sehingga memungkinkan penegakan diagnosis secara cepat dan akurat. (Nur Salsabilla & Bimantara, n.d., 2021)

Kasus tuberkulosis (TB) dapat dibedakan ke dalam dua jenis utama, yakni TB yang dikonfirmasi secara bakteriologis dan TB yang didiagnosis berdasarkan pertimbangan klinis. Pasien dengan hasil konfirmasi bakteriologis adalah individu yang melalui pemeriksaan biologis baik dari sampel dahak (sputum) maupun jaringan tubuh menunjukkan adanya infeksi Mycobacterium

tuberculosis. Bukti bakteriologis ini dapat diperoleh melalui pemeriksaan mikroskopis, Tes Cepat Molekuler (TCM), maupun kultur biakan. Di sisi lain, pasien yang belum memiliki hasil laboratorium sebagai bukti infeksi bakteri, namun menunjukkan gejala klinis khas tuberkulosis dan telah ditegakkan diagnosis TB aktif oleh dokter, tetap dapat diklasifikasikan sebagai kasus TB dan diberikan terapi sesuai pedoman pengobatan yang berlaku. (Waworuntu, 2019)

Tes Cepat Molekuler (TCM) didesain dalam sistem tertutup guna mengurangi risiko kontaminasi amplikon. Setelah kartrid ditutup, sebaiknya tidak dibuka kembali kecuali jika alat GeneXpert MTB/RIF telah siap digunakan untuk proses pemeriksaan (Susanty et al., 2015). Di samping itu, terdapat sejumlah faktor lain yang dapat memengaruhi keakuratan hasil deteksi Mycobacterium tuberculosis melalui GeneXpert MTB/RIF. Faktor-faktor tersebut mencakup kesalahan dalam teknik pemipetan sampel, kondisi buffer dan cara penambahannya ke dalam spesimen dahak, proses homogenisasi yang kurang optimal, keberadaan aerosol dalam kartrid, serta waktu inkubasi yang tidak sesuai saat pencampuran sputum (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

Skrining gejala telah dilakukan terhadap 339.451 individu. Dari jumlah tersebut, ditemukan 31.829 orang yang diduga menderita TBC, dan sebanyak 8.350 orang (2,4%) terkonfirmasi positif TB. Proporsi temuan kasus pada tahun

2021 dan 2022 tercatat lebih tinggi dibandingkan hasil upaya yang dilakukan pada tahun 2020. Perbandingan data selama tiga tahun terakhir (2020, 2021, dan 2022) menunjukkan bahwa penemuan kasus melalui investigasi kontak menghasilkan proporsi lebih besar dibandingkan dengan skrining di masyarakat umum, meskipun metode skrining gejalanya serupa.

Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan investigasi kontak berpotensi mempercepat penemuan kasus secara lebih dini dan dalam jumlah yang lebih banyak, yang pada gilirannya dapat menurunkan tingkat penularan. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk mengangkat topik penelitian dengan judul: " Deteksi Mycobacterium tuberculosis (MTB) pada kontak erat TB positif dengan menggunakan metode Tes Cepat Molekuler (TCM) di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar".

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah terdapat *Mycobacterium tuberkulosis* pada kontak erat dengan TB positif dengan menggunakan metode Tes cepat Molekuler (TCM)?

C. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui deteksi Mycobacterium tuberkulosis (MTB) pada individu yang merupakan kontak erat pasien TB positif menggunakan metode Tes Cepat Molukuler (TCM) di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah terkait pemanfaatan metode Tes Cepat Molekuler (TCM) dalam skrining tuberkulosis pada kontak erat, serta menjadi rujukan bagi studi-studi selanjutnya yang membahas deteksi dini TB di lingkungan rumah tangga pasien.

2. Manfaat bagi Institusi

   Hasil penelitian ini dapat memperluas pengetahuan dan pengalaman institusi terkait deteksi Mycobacterium tuberculosis, sekaligus menjadi dasar dalam penerapan metode pemeriksaan molekuler, khususnya penggunaan TCM, dalam mendiagnosis penyakit tuberkulosis.

3. Manfaat Praktis

   Studi ini memberikan data empiris yang dapat dimanfaatkan oleh Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar dalam merumuskan kebijakan skrining TB terhadap kontak erat secara lebih optimal. Selain itu, temuan ini dapat mendukung pengambilan keputusan dini oleh petugas kesehatan dalam upaya penanganan dan pencegahan penularan TB di lingkungan tempat tinggal pasien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Umum *Tuberculosis* (TB)

Tuberkulosis adalah penyakit menular kronis yang disebabkan oleh bakteri Mycobacterium tuberculosis. Bakteri berbentuk batang ini dikenal memiliki ketahanan terhadap zat asam, sehingga disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Infeksi TB pada umumnya menyerang jaringan parenkim paru yang menyebabkan terjadinya TB paru. Namun, bakteri ini juga berpotensi menyebar ke organ tubuh lainnya di luar paru (TB ekstra paru), seperti pleura, kelenjar getah bening, tulang, serta berbagai organ lain dalam tubuh. (Kemenkes RI, 2020)

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit yang disebabkan oleh Mycobacterium tuberculosis, yaitu sejenis basil tahan asam yang dapat menyebar melalui udara. Penularan terjadi ketika penderita TBC batuk atau bersin, melepaskan droplet yang mengandung bakteri ke udara dan kemudian terhirup oleh orang lain di sekitarnya. Secara global, pada tahun 2016 dilaporkan terdapat sekitar 10,4 juta kasus baru TB, atau sekitar 120 kasus per 100.000 penduduk. Negara-negara dengan beban kasus tertinggi antara lain India, Indonesia, Tiongkok, Filipina, dan Pakistan (WHO, 2022). Upaya pencegahan penyebaran serta pelacakan kasus tuberkulosis paru di lingkungan rumah tangga menghadapi berbagai hambatan, khususnya di daerah dengan

kepadatan hunian tinggi (*Tesfaye et al*., 2020). Sejumlah faktor turut memperbesar risiko penularan, seperti sistem kekebalan tubuh yang lemah, gizi yang kurang, keberadaan penyakit kronis, serta intensitas dan lamanya kontak dalam ruang tinggal yang terbatas (Bustamante Rengifo et al., 2020).

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan pelaksanaan skrining terhadap individu yang memiliki riwayat kontak erat sebagai langkah penting dalam mempercepat deteksi kasus tuberkulosis yang dicurigai. Setelah kasus teridentifikasi, segera diperlukan intervensi melalui pengobatan serta tindakan pencegahan penularan. Strategi ini merupakan bagian integral dari kebijakan nasional dalam pengendalian TB yang ditujukan untuk mengakhiri epidemi secara global (WHO, 2020). Selain itu, penemuan kasus TB juga dilakukan secara proaktif melalui pelacakan terhadap orang-orang yang pernah menjalin kontak dekat dengan pasien TB, sehingga individu dengan dugaan TB dapat segera diidentifikasi dan dirujuk ke fasilitas kesehatan guna menjalani pemeriksaan lebih lanjut (Kemenkes RI, 2019).

Salah satu bentuk teknologi yang dimanfaatkan dalam dunia kesehatan adalah aplikasi digital berbasis mobile health. Inovasi ini telah terbukti mampu meningkatkan mutu dan jangkauan pelayanan kesehatan secara signifikan (WHO, 2017). Ketika seorang penderita tuberkulosis batuk atau bersin, mikroorganisme yang terdapat dalam dahaknya dapat tersebar ke udara di sekitarnya. Dalam satu kali batuk, seorang pasien TB dapat melepaskan hingga

sekitar 3.000 percikan dahak. Bakteri TB yang terlepas tersebut dapat bertahan hidup di udara dalam waktu cukup lama, terutama di lingkungan yang lembap dan minim pencahayaan, sehingga berisiko tinggi terhirup oleh individu lain. Penularan umumnya terjadi di ruang tertutup, di mana droplet tidak cepat menghilang dari udara. (Rima Dwi Yanantika, 2023).

Individu yang berada dalam jarak dekat dengan penderita tuberkulosis, seperti anak-anak, lanjut usia, orang dengan status gizi buruk, serta mereka yang memiliki daya tahan tubuh rendah, memiliki risiko tinggi tertular bakteri penyebab TB. (Adhasari G., 2024).

B. *Mycobacterium Tuberculosis*

1. Uraian

Mycobacterium adalah genus bakteri gram-positif yang memiliki ciri khas berupa dinding sel yang unik, karena mengandung kadar asam mikolat yang tinggi. Genus ini mencakup sejumlah spesies patogen penting, seperti Mycobacterium tuberculosis, penyebab penyakit tuberkulosis, dan Mycobacterium leprae, penyebab lepra. Penelitian mengenai Mycobacterium memiliki peran krusial dalam bidang mikrobiologi medis, mengingat dampaknya yang luas terhadap kesehatan masyarakat secara global. (Tortora, 2018).

Bakteri penyebab tuberkulosis berbentuk batang dengan ukuran sekitar 0,4 x 3 mikrometer, tidak membentuk spora, dan memiliki karakteristik khas berupa ketahanannya terhadap zat asam selama proses

pewarnaan, sehingga disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Mikroorganisme ini peka terhadap suhu tinggi dan dapat mati ketika dipanaskan pada suhu 60℃ selama 5 hingga 20 menit. Jika terpapar langsung oleh sinar matahari, bakteri ini akan mati dalam waktu sekitar 2 jam. Dalam kondisi tertentu, bakteri TB dapat bertahan hidup selama 20 hingga 30 jam dalam dahak, serta 8 hingga 10 hari dalam percikan dahak. Di suhu kamar, daya tahannya bisa mencapai 6 hingga 8 bulan, dan apabila disimpan dalam lemari pendingin bersuhu 20℃, bakteri ini dapat tetap hidup hingga dua tahun. Selain itu, di tempat yang gelap dan lembap, kuman ini masih bisa bertahan selama beberapa jam.

Bakteri Mycobacterium tuberculosis juga menunjukkan resistensi terhadap sejumlah larutan kimia seperti fenol 5%, asam sulfat (H_2SO_4) 15%, natrium hidroksida (NaOH) 4%, dan sitrat 3%. Meskipun begitu, bakteri ini dapat dimusnahkan dengan larutan iodin tincture dalam waktu lima menit atau alkohol 80% dalam kurun waktu 2 hingga 10 menit. Di dalam tubuh manusia, bakteri ini dapat memasuki fase dorman dan bertahan dalam keadaan tidak aktif selama bertahun-tahun. (Kuswiyanto, 2017)

C. Ciri- Ciri *Mycobacterium*

Berikut adalah ciri-ciri utama bakteri genus *Mycobacterium* :

a. Morfologi dan Struktur

b. Memiliki bentuk batang (basil), berukuran panjang dan ramping, serta tidak membentuk spora.
c. Bersifat non-motil atau tidak memiliki kemampuan untuk bergerak.
d. Dilengkapi dengan struktur dinding sel yang tebal dan kompleks, kaya akan kandungan lipid, terutama asam mikolat.
e. Meskipun tidak dapat diwarnai secara optimal menggunakan metode pewarnaan Gram konvensional, bakteri ini diklasifikasikan sebagai gram-positif karena struktur dinding selnya yang sesuai dengan karakteristik tersebut (WHO, 2023).

Berikut ini taksonomi dari *M.tuberculosis*

Kingdom : *Bacteria*

PHYLUM : *Actinobacteria*

Class : *Actinobacteridae*

Order : *Actinomycetales*

Suborder : *Corynebacterineacessss*

Family : *Mycobactericeace*

Genus : *Mycobacterium*

Spesies : *Mycobacterium tuberculosis* (dibakukan sejak Zopf 1883 dan diperbarui oleh Lehmann & Neumann 1896).

Morfologi *Mycobacterium tuberculosis* (literatur setelah 2000)

1. Bentuk dan Ukuran Sel

   Basil lurus atau sedikit melengkung, non-spora, non-motil, tidak berkapsul. Rod-shaped spindles, panjang sekitar *2–3 μm × 0.3–0.4 μm*

   Kadang muncul filamen atau bentuk bercabang pada beberapa spesies dalam kompleks, meskipun MTB sendiri cenderung tunggal atau dalam kelompok pendek.

2. Pewarnaan dan Sifat Asid-tahan (Acid-Fastness)

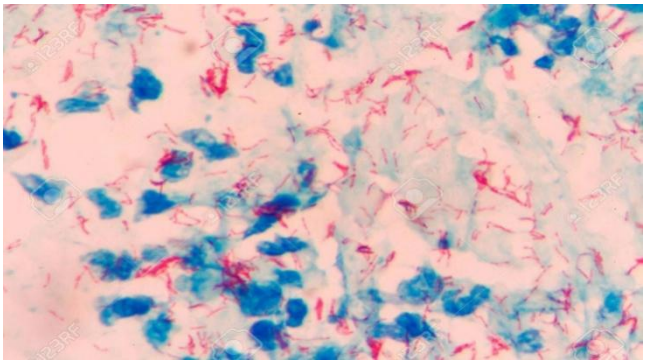
   Sel tahan asam akibat kandungan asam mikolat di dinding sel, sehingga setelah pewarnaan Ziehl-Neelsen tetap merah meski disikat dengan alkohol asam

   Pewarnaan fluorescent (auramine-rhodamine) menunjukkan bacilli berwarna kuning keemasan pada latar gelap, lebih sensitif daripada pewarnaan konvensional.

3. Dinding Sel dan Komposisi Lipid

   Memiliki dinding sel multilapis (~20 nm) terdiri dari peptidoglikan, arabinogalaktan, dan asam mikolat — menjadikannya sangat tahan terhadap desinfektan dan antimikroba

   Kandungan lipid tinggi (~60%), menciptakan penghalang hidrofobik yang membatasi penetrasi nutrisi dan obat.



Gambar 2.1 *Mycobacterium tuberculosis* (Sumber : Kuswiyanto, 2017)

D. Penularan dan Resiko pada Kontak Erat

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit yang disebabkan oleh Mycobacterium tuberculosis, yaitu basil tahan asam yang menular melalui udara saat penderita batuk atau bersin (WHO, 2022). Upaya untuk mencegah penularan serta melakukan pelacakan kasus TB paru dalam lingkup kontak serumah sering kali mengalami hambatan, terutama di wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi (Tesfaye et al., 2020). Tingkat penularan TB sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lemahnya sistem kekebalan tubuh, status gizi yang kurang, adanya penyakit kronis yang menyertai, serta frekuensi dan durasi interaksi yang tinggi dengan penderita dalam ruang tertutup (Bustamante Rengifo et al., 2020).

Sebagai penyakit yang sangat mudah menular antarindividu, TB memiliki risiko penularan lebih tinggi pada kelompok tertentu, misalnya pria usia produktif, orang dengan kondisi kekurangan gizi, sistem imun yang terganggu, serta penderita penyakit penyerta seperti diabetes melitus. Selain

itu, perilaku seperti merokok dan konsumsi alkohol, serta kondisi lingkungan yang tidak mendukung kesehatan—misalnya ventilasi buruk, pencahayaan minim, dan kepadatan tempat tinggal—juga menjadi faktor yang memperbesar kemungkinan seseorang terinfeksi Mycobacterium tuberculosis (Wang et al., 2020).

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2017), yang dimaksud dengan kontak erat adalah individu yang tinggal serumah dengan pasien dewasa yang menderita TB aktif (disebut sebagai kontak serumah), atau seseorang yang berada dalam satu ruangan bersama pasien tersebut selama setidaknya 8 jam per hari secara terus-menerus selama satu bulan. Risiko penularan TB paling tinggi terjadi pada mereka yang memiliki hubungan kontak serumah serta individu yang bekerja di lingkungan yang sama dengan pasien TB. Selain itu, interaksi sosial di lokasi lain juga turut berperan dalam meningkatkan risiko penularan (Ragonnet et al., 2019).

Penyebaran TB terjadi melalui droplet, yaitu percikan cairan dari penderita TB aktif saat batuk, bersin, atau meludah yang mencemari udara dan lingkungan sekitarnya. Kuman penyebab TB dapat bertahan lebih lama di tempat yang gelap dan lembap. Apabila seseorang yang sehat menghirup udara yang mengandung Mycobacterium tuberculosis, maka bakteri tersebut dapat masuk dan berkembang biak di dalam paru-paru. Ventilasi yang baik dapat membantu mengurangi konsentrasi droplet di udara, sementara paparan sinar

matahari langsung efektif dalam membunuh bakteri penyebab TB (Pramono, 2021). Seseorang yang terinfeksi tuberkulosis umumnya mengalami gejala utama berupa batuk berdahak yang berlangsung lebih dari dua minggu. Gejala ini sering kali disertai keluhan tambahan seperti demam yang datang disertai menggigil selama lebih dari satu bulan, dahak yang mengandung darah, rasa lelah berkepanjangan, hilangnya nafsu makan, perasaan tidak nyaman secara umum (malaise), kesulitan bernapas, penurunan berat badan, serta keluarnya keringat pada malam hari tanpa aktivitas fisik (WHO, 2019).

Penegakan diagnosis TB dilakukan melalui pemeriksaan laboratorium terhadap sampel dahak menggunakan metode bakteriologis. Salah satu strategi kunci dalam upaya pengendalian tuberkulosis adalah pelacakan aktif terhadap kasus, khususnya pada individu yang memiliki riwayat kontak erat dengan penderita TB, guna mempercepat deteksi dini dan memperkuat upaya pencegahan penularan (Baliashvili et al., 2018).

Faktor risiko merujuk pada suatu kondisi atau variabel yang dikaitkan dengan meningkatnya peluang seseorang untuk mengalami suatu penyakit. Istilah ini juga sering disebut sebagai faktor penentu, karena memiliki peran penting dalam menentukan seberapa besar kemungkinan individu yang awalnya sehat akan jatuh sakit. Di samping itu, faktor penentu ini dapat memengaruhi baik peningkatan maupun penurunan risiko terhadap suatu penyakit tertentu. Secara umum, faktor risiko meliputi ciri-ciri, perilaku, atau

tanda-tanda yang muncul pada individu atau kelompok sebelum timbulnya penyakit. Dalam ranah ilmiah, faktor risiko didefinisikan sebagai karakteristik, indikator, atau kumpulan gejala yang ditemukan pada individu yang telah terdiagnosis suatu penyakit, dan yang secara statistik berkorelasi dengan peningkatan kemungkinan munculnya kasus baru pada individu lain dalam populasi yang sama.

1. Faktor resiko dan gejala klinis TB paru

    a. Faktor resiko Tb Paru

        Terdapat beberapa kelompok orang yang memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami penyakit TB, kelompok tersebut adalah :

        1) Batuk parah yang berlangsung setidaknya tiga minggu atau lebih
        2) Keringat di malam hari
        3) Batuk darah atau dahak
        4) Sakit pada bagian dada
        5) Kelelahan
        6) Penurunan berat badan tanpa nafsu makan
        7) Demam dan menggigil (Farmaku, 2020).

2. Patogenesis Tuberkulosis Paru

    Tuberkulosis adalah penyakit infeksius yang ditularkan melalui udara dan disebabkan oleh bakteri Mycobacterium tuberculosis. Infeksi ini umumnya menyerang organ paru-paru, meskipun tidak menutup

kemungkinan penyebarannya ke organ tubuh lainnya. Hal ini terjadi karena ukuran bakteri yang sangat mikroskopis, sehingga ketika seseorang menghirup percikan droplet yang mengandung kuman TB, bakteri tersebut dapat mencapai alveolus paru. Di tempat ini, sistem imun non-spesifik tubuh mulai bereaksi. Sel makrofag alveolar akan berusaha memfagositosis atau "memakan" kuman, dan dalam banyak kasus kuman berhasil dihancurkan. Namun, ada kondisi di mana bakteri mampu bertahan dan justru berkembang biak di dalam makrofag tersebut. Perkembangan koloni ini akan membentuk suatu area infeksi awal di jaringan paru-paru yang dikenal sebagai Fokus Primer Ghon (Depkes, 2007 dalam Leni Marlinae, 2019).

Dari fokus infeksi primer tersebut, bakteri dapat menyebar melalui saluran limfatik menuju kelenjar getah bening regional yang terhubung langsung dengan lokasi awal infeksi. Proses ini menimbulkan inflamasi pada saluran limfatik (limfangitis) dan pembesaran kelenjar getah bening (limfadenitis). Apabila fokus infeksi berada di lobus tengah atau bawah paru, maka kelenjar getah bening yang sering terpengaruh adalah kelenjar parahilus. Sebaliknya, jika infeksi primer terletak di bagian atas paru (apeks), maka kelenjar paratrakeal lebih cenderung mengalami pembesaran. Gabungan dari fokus primer, peradangan limfatik, dan pembesaran kelenjar getah bening inilah yang dikenal sebagai kompleks primer (Depkes, 2007 dalam Leni Marlinae, 2019).

Rentang waktu sejak bakteri tuberkulosis (TB) pertama kali menginfeksi tubuh hingga terbentuknya kompleks primer disebut sebagai masa inkubasi TB. Istilah ini memiliki pengertian yang berbeda dari masa inkubasi pada penyakit infeksi lain, yang umumnya merujuk pada waktu antara paparan patogen hingga munculnya gejala klinis. Masa inkubasi TB berkisar antara 4 sampai 8 minggu, dengan rentang yang dapat bervariasi dari 2 hingga 12 minggu. Selama periode ini, bakteri akan memperbanyak diri hingga mencapai populasi sekitar 10^3 hingga 10^4, jumlah yang cukup untuk memicu aktivasi sistem imun seluler tubuh (Depkes, 2007 dalam Leni Marlinae, 2019).

Dalam keadaan tertentu, area jaringan yang mengalami nekrosis akibat infeksi dapat melunak dan membentuk rongga (kavitas) yang memiliki koneksi dengan saluran bronkus. Isi kavitas yang bersifat infeksius dapat tersebar melalui jalur pernapasan ke bagian paru-paru lain, bahkan menjangkau organ seperti laring, telinga tengah, atau saluran pencernaan. Lesi yang terbentuk di tahap awal dapat berkembang menjadi rongga-rongga yang mengandung jaringan mati (nekrotik), yang kemudian tereliminasi dari tubuh melalui proses batuk. Apabila lesi tersebut meluas hingga menembus selaput paru (pleura), maka kondisi ini dapat menyebabkan efusi pleura tuberkulosa.

Kavitas dengan ukuran kecil kadang-kadang dapat menutup secara alami dan menyisakan jaringan parut sebagai bekasnya. Bila proses inflamasi berangsur menurun, penyempitan pada lumen bronkus bisa

terjadi akibat pembentukan jaringan ikat fibrotik di area sekitarnya. Dalam beberapa situasi, materi inflamasi yang mengalami pengentalan dapat terjebak di dalam rongga tersebut dan membentuk struktur menyerupai kista tertutup. Kondisi ini berpotensi menimbulkan gejala kronis, atau dapat kembali membuka hubungan dengan bronkus, sehingga memicu kembali peradangan yang aktif. Selama masa inkubasi, sebelum sistem imun seluler terbentuk, Mycobacterium tuberculosis masih memiliki kesempatan untuk menyebar melalui sistem limfatik maupun peredaran darah. Jika penyebaran terjadi melalui limfe, maka akan terbentuk kompleks primer, sedangkan penyebaran melalui aliran darah (hematogen) memungkinkan bakteri berpindah ke berbagai organ tubuh lainnya. Mekanisme inilah yang menjadikan tuberkulosis tergolong sebagai penyakit sistemik (Depkes, 2007 dalam Leni Marlinae, 2019).

3. Jenis Pemeriksaan TB

Berdasarkan pedoman diagnostik tuberkulosis yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada tahun 2019, deteksi infeksi TB melalui pemeriksaan dahak dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yakni metode mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA) atau menggunakan Tes Cepat Molekuler (TCM). Kedua teknik ini memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing. Metode BTA dikenal sebagai prosedur yang relatif murah, mudah diakses, efisien, serta cukup spesifik, sehingga memungkinkan untuk digunakan di berbagai jenis

laboratorium. Meskipun demikian, metode ini memiliki kelemahan, antara lain sensitivitas yang masih tergolong rendah, ketidakmampuannya dalam mendeteksi resistensi terhadap obat, serta ketergantungan tinggi pada keterampilan dan ketelitian petugas laboratorium dalam membaca hasil.

Sebaliknya, Tes Cepat Molekuler (TCM) memiliki keunggulan dalam hal kecepatan serta ketepatan hasil. Metode ini mampu menghasilkan diagnosis dalam waktu kurang lebih dua jam, dengan tingkat sensitivitas yang lebih tinggi, risiko biohazard yang rendah, serta kemampuan untuk mendeteksi resistensi terhadap antibiotik Rifampisin. Namun, TCM juga memiliki sejumlah keterbatasan, seperti ketidakmampuannya dalam menilai keberhasilan pengobatan maupun efektivitas terapi yang sedang berlangsung.

Selain itu, hasil negatif dari TCM belum sepenuhnya dapat menyingkirkan kemungkinan adanya infeksi TB. Oleh sebab itu, apabila sarana laboratorium memadai, penggunaan TCM lebih direkomendasikan daripada pemeriksaan BTA dalam menegakkan diagnosis tuberkulosis (Rimayah S., 2022). Pemeriksaan Penunjang Pada Tuberkulosis Paru antara lain :

a. Pemeriksaan baktereriologis

1) Pemeriksaan Mikroskopis Dahak/Basil Tahan Asam (BTA)

Analisis dahak secara mikroskopis tidak hanya digunakan untuk memastikan diagnosis tuberkulosis, tetapi juga berperan dalam menilai tingkat potensi penularan serta mengevaluasi keberhasilan terapi yang telah dijalani pasien.

2) Pemeriksaan Kultur/Biakan

Uji kultur dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan Mycobacterium tuberculosis, baik menggunakan media padat seperti Lowenstein-Jensen maupun media cair seperti Mycobacteria Growth Indicator Tube (MGIT).

3) Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM)

Pemeriksaan molekuler cepat dengan metode Xpert MTB/RIF merupakan alat diagnostik yang efektif untuk mendeteksi infeksi TB dan resistensi Rifampisin, namun belum dapat digunakan untuk memantau keberhasilan pengobatan dari waktu ke waktu.

b. Pemeriksaan Uji kepekaan obat

Bertujuan untuk menentukan ada atau tidaknya kuman MTB yang resisten terhadap OAT (Kemenkes RI, 2016).

c. Pemeriksaan serologis

Pemeriksaan deteksi antibodi serologis lainnya memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tidak konsisten, sehingga tidak direkomendasikan oleh WHO untuk mendiagnosis TB (Alisjahbana,2020).

d. Pemeriksaan lainnya

1) Pemeriksaan histopatologi dilakukan pada kasus yang diduga sebagai tuberkulosis ekstraparu, guna memastikan adanya gambaran jaringan khas infeksi TB.

2) Pemeriksaan radiologi toraks (rontgen dada), Foto toraks digunakan sebagai alat bantu untuk mengevaluasi pasien suspek TB yang menunjukkan hasil negatif pada pemeriksaan BTA dan/atau TCM. Selain itu, radiografi dada juga berfungsi sebagai metode skrining awal terhadap TB. Namun demikian, diagnosis pasti tuberkulosis tidak dapat ditegakkan hanya berdasarkan hasil foto toraks, mengingat metode ini memiliki sensitivitas yang tinggi tetapi spesifisitas yang rendah, sehingga berisiko menyebabkan overdiagnosis (Kementerian Kesehatan RI, 2016).

4. Pengobatan

Pengobatan TB harus selalu meliputi pengobatan tahap awal dan tahap lanjutkan dengan maksud :

a. Tahap Permulaan:

Pada fase ini, pengobatan diberikan setiap hari dengan tujuan utama menekan jumlah bakteri TB dalam tubuh pasien secara efektif. Selain itu, terapi ini juga bertujuan mengurangi dampak dari kemungkinan adanya kuman yang telah mengalami resistensi sebelum pengobatan dimulai. Seluruh pasien TB baru wajib menjalani pengobatan tahap awal ini selama dua bulan penuh. Umumnya, jika pengobatan dijalankan secara rutin dan tidak mengalami komplikasi, potensi penularan penyakit akan menurun drastis dalam dua minggu pertama terapi.

b. Tahap Lanjutan:

Tahapan ini difokuskan pada pemberantasan sisa kuman yang mungkin masih bertahan dalam tubuh, terutama kuman persisten, guna memastikan pasien benar-benar sembuh dan menghindari kekambuhan di kemudian hari (Kementerian Kesehatan RI, 2016).

Pengobatan tuberkulosis menggunakan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) terdiri dari dua tahapan utama. Tahap pertama, dikenal sebagai fase intensif, berlangsung selama dua bulan dan bertujuan untuk menghambat aktivitas bakteri penyebab TB. Setelah itu, dilanjutkan dengan fase kedua, yaitu fase lanjutan selama empat bulan yang difokuskan untuk mengeliminasi sisa

bakteri yang masih tertinggal dalam tubuh. Secara keseluruhan, durasi minimal pengobatan berlangsung selama enam bulan, namun pada kasus tertentu dapat diperpanjang hingga satu tahun. Lama terapi sangat ditentukan oleh tingkat keparahan infeksi TB yang dialami oleh pasien. Penentuan durasi pengobatan ini sepenuhnya menjadi kewenangan tenaga kesehatan berdasarkan hasil evaluasi klinis dan pemeriksaan medis pasien (Yayasan KNCV Indonesia, 2022).

E. Metode Pemeriksaan Basil Tahan Asam (BTA)

Pemeriksaan BTA dilakukan dengan menggunakan sampel dahak, yang diambil dalam dua kali pengambilan, yakni saat itu juga (sewaktu) dan pada pagi hari berikutnya. Sampel dahak tersebut kemudian diwarnai menggunakan metode Ziehl-Neelsen, lalu diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran objektif 1000 kali.

Hasil pemeriksaan dinyatakan positif apabila ditemukan 10–99 basil tahan asam dalam 100 lapang pandang (kategori +1), 1–10 kuman dalam setiap lapang pandang (kategori +2), atau lebih dari 10 kuman dalam satu lapang pandang (kategori +3) (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

F. Tes Cepat Molekuler (TCM)

Deteksi penyakit tuberkulosis dapat dilakukan melalui metode Tes Cepat Molekuler (TCM) atau GeneXpert, dengan menggunakan sampel sputum atau dahak. Metode ini memiliki tingkat sensitivitas yang jauh lebih

tinggi dibandingkan pemeriksaan mikroskopis BTA pada dahak. Keunggulan TCM lainnya adalah kemampuannya memberikan hasil yang cepat dan tetap dapat mendeteksi keberadaan bakteri TB meskipun dalam jumlah yang sangat sedikit, yang sering kali luput terdeteksi oleh metode BTA konvensional (Karta Sembiring, 2019).

Sebagai inovasi diagnostik yang relatif baru dalam penegakan diagnosis TB paru, penggunaan TCM GeneXpert menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu kendala utamanya adalah masih adanya keraguan di kalangan tenaga medis—terutama dokter dan praktisi klinik—yang telah terbiasa menggunakan metode mikroskopis tradisional, terhadap akurasi dan keandalan sensitivitas serta spesifisitas TCM GeneXpert. Keraguan ini berdampak pada pemanfaatan metode tersebut yang masih rendah pada awal penerapannya, meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan adanya kondisi mendesak, terutama dalam kasus TB resistan terhadap obat. Bila situasi ini tidak segera ditangani, maka akan menghambat proses penyembuhan pasien dan meningkatkan risiko penularan Mycobacterium tuberculosis resistan (MDR-TB) kepada orang lain (N. Aini, R. Ramadiani, dan H. R. Hatta, 2017).

Berbagai penelitian yang dilakukan di sejumlah negara mengungkapkan bahwa metode TCM GeneXpert menunjukkan sensitivitas yang lebih unggul dibandingkan dengan pemeriksaan mikroskopis dalam menegakkan diagnosis tuberkulosis. (A. S. Khan et al., 2019).

Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) memanfaatkan sistem Xpert MTB/RIF yang berbasis nested real-time PCR untuk menegakkan diagnosis tuberkulosis. Teknologi ini bekerja secara otomatis dengan mengintegrasikan proses pemurnian spesimen, amplifikasi asam nukleat, serta pendeteksian sekuens DNA target. Peralatan yang digunakan meliputi perangkat GeneXpert, komputer, dan perangkat lunak khusus yang mendukung operasional sistem.

Setiap pemeriksaan dilakukan menggunakan kartrid sekali pakai yang dirancang khusus untuk meminimalkan risiko kontaminasi silang. Kartrid ini dilengkapi dengan dua sistem kontrol internal, yakni Sample Processing Control (SPC) dan Probe Check Control (PCC). Fungsi SPC adalah memastikan bahwa proses ekstraksi DNA dari bakteri target berjalan optimal dan mendeteksi keberadaan inhibitor yang dapat mengganggu reaksi PCR. Sementara itu, PCC bertugas menjamin hidrasi reagen yang tepat, pengisian tabung PCR dalam kartrid yang sesuai, kestabilan pewarna (dye), serta menjaga integritas probe.

Hasil dari pemeriksaan TCM memberikan informasi terkait keberadaan DNA kompleks Mycobacterium tuberculosis serta mendeteksi mutasi genetik yang menunjukkan resistensi terhadap rifampisin. Di samping itu, TCM juga menyajikan estimasi semi-kuantitatif terhadap jumlah basil yang terdapat dalam spesimen berdasarkan nilai cycle threshold (Ct), dengan kategori: tinggi (Ct <16), sedang (16–22), rendah (22–28), dan sangat rendah (>28). Hasil

"MTB terdeteksi" dinyatakan valid apabila minimal dua probe menghasilkan nilai Ct dalam rentang yang sah dengan perbedaan nilai delta Ct antar probe tidak melebihi 2,0.

1. 'Rifampisin Resisten tidak terdeteksi' apabila delta Ct maks (selisih/perbedaan antara probe yang paling awal muncul dengan paling akhir muncul) ≤ 4.0
2. 'Rifampisin Resisten terdeteksi' apabila delta Ct maks >4.0
3. 'Rifampisin Resisten indeterminate' apabila ditemukan dua kondisi sebagai berikut :
   a. Nilai Ct pada probe melebihi nilai valid maksimal (atau nilai 0)
   b. Nilai Ct pada probe yang paling awal muncul > (nilai Ct valid maksimal-delta Ct maksimal cut-off 4.0)
4. 'MTB Trace Detected Rifampisin Resistance Indeterminate
5. 'Tidak terdeteksi MTB' apabila hanya terdapat satu atau tidak terdapat probe yang positif

Pengoperasian pemeriksaan Xpert MTB/RIF telah diprogram secara otomatis mengikuti protokol standar yang berlaku, dan tidak dapat diubah oleh pengguna (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Setiap metode diagnosis TB memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing. Namun, saat ini metode Tes Cepat Molekuler (TCM) menjadi pilihan utama dalam pemeriksaan TB karena menawarkan sejumlah kelebihan, antara lain:

1. Sensitivitas tinggi
2. Hasil pemeriksaan dapat diketahui dalam waktu kurang lebih 2 jam
3. Dapat digunakan untuk mengetahui hasil resistansi terhadap Rifampisin
4. Tingkat biosafety rendah (Kemenkes RI, 2017)

Adapun Keterbatasan alat TCM :

1. Pemeriksaan TCM dengan metode Xpert MTB/RIF tidak diperuntukkan sebagai alat untuk mengevaluasi keberhasilan terapi atau pemantauan jalannya pengobatan.
2. Hasil negatif tidak dapat sepenuhnya menyingkirkan kemungkinan adanya infeksi TB. Oleh karena itu, pemeriksaan ini sebaiknya dilakukan bersamaan dengan kultur biakan MTB guna meminimalkan risiko hasil negatif palsu serta memperoleh isolat MTB yang diperlukan untuk identifikasi dan pengujian sensitivitas terhadap obat.
3. Hasil positif dari pemeriksaan tidak selalu menunjukkan keberadaan mikroorganisme yang masih hidup atau aktif.
4. Keberhasilan deteksi kompleks MTB sangat bergantung pada jumlah kuman dalam sampel, dan hal ini dapat dipengaruhi oleh proses pengambilan, penanganan, serta penyimpanan spesimen yang digunakan.

a. a. Kinerja dari pemeriksaan Xpert MTB/RIF sangat bergantung pada keterampilan petugas laboratorium serta kepatuhan terhadap prosedur

operasional standar, sehingga seluruh petugas laboratorium wajib mengikuti pelatihan terlebih dahulu sebelum melakukan pemeriksaan.

b. b. Interpretasi hasil uji Xpert MTB/RIF oleh dokter harus mempertimbangkan riwayat kesehatan pasien, gejala klinis, tanda-tanda fisik yang ditemukan, serta hasil pemeriksaan diagnostik lainnya untuk memastikan keputusan medis yang tepat.

c. c. Gangguan atau interferensi dalam pemeriksaan dapat disebabkan oleh adanya zat tertentu dalam spesimen, seperti lidokain (lebih dari 20% v/v), musin (di atas 1,5% w/v), etambutol (lebih dari 5 µg/mL), guaifenesin (lebih dari 2,5 mg/mL), fenilefrin (di atas 25% v/v), atau minyak pohon teh (lebih dari 0,008% v/v) (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

Tes cepat molekuler (TCM) merupakan teknologi terkini dalam diagnosis tuberkulosis (TB). Metode ini menggunakan uji Reaksi Rantai Polimerase Semi-Kuantitatif berbasis Real-Time PCR (RT-PCR) untuk mendeteksi daerah gen rpoB pada Mycobacterium tuberculosis. Prosesnya mengotomatisasi dan mengintegrasikan tahapan persiapan serta ekstraksi sampel, sehingga mempermudah identifikasi TB. Penyakit tuberkulosis ini melibatkan deteksi DNA bakteri yang dilakukan dalam cartridge sekali pakai. Studi invitro menunjukkan bahwa teknologi GeneXpert RT-PCR mampu mendeteksi keberadaan bakteri TB pada sampel dahak dengan ambang batas

sensitivitas sekitar 131 bakteri per mililiter. Waktu pemeriksaan berlangsung kurang dari dua jam, dan perangkat dapat dioperasikan dengan panduan minimal (Naim N, Dewi NU., 2018). Diagnosis TB pada pasien yang dicurigai dapat dipastikan melalui tes molekuler cepat, yang lebih dikenal sebagai TCM (Rahmawati BA, Lestari R., 2024).

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan signifikan antara jarak kedekatan dengan kasus tuberkulosis paru. Individu yang berinteraksi dekat dengan pasien tuberkulosis paru memiliki risiko 6,6 kali lebih besar untuk terkena penyakit tersebut dibandingkan dengan mereka yang tidak pernah dicurigai mengalami tuberkulosis paru. Disarankan agar kelompok berisiko ini segera menjalani pemeriksaan dengan mengambil tiga sampel dahak berturut-turut dalam dua hari, khususnya pada pagi hari. Pasien tuberkulosis paru dengan hasil positif cenderung memiliki potensi penularan yang lebih tinggi kepada orang lain jika kadar positifnya tinggi. Sebaliknya, pasien tuberkulosis paru (PT) tidak menularkan infeksi kepada orang lain. Di Amerika Serikat, insiden infeksi TB tercatat sekitar 10 per 100.000 penduduk, sementara di Indonesia risikonya berkisar antara 1-3%, artinya satu hingga tiga orang dari setiap 100 penduduk berpotensi terkena TB paru.

Dari angka tersebut, sekitar 50% akan menunjukkan hasil positif pada pemeriksaan BTA (0,5%). Setiap pasien positif BTA berpotensi menularkan infeksi kepada 10 hingga 15 orang lainnya. Oleh karena itu,

kemungkinan tertular bagi seseorang yang berdekatan dengan penderita tuberkulosis paru mencapai 17%. Studi tambahan juga mengungkapkan bahwa kontak dekat dalam keluarga dapat meningkatkan risiko penularan TB hingga lima kali lipat dibandingkan dengan individu yang tidak memiliki kontak keluarga langsung (Riyanto A., 2021). Risiko tersebut akan semakin tinggi apabila pasien indeks adalah ibu atau orang tua yang bertanggung jawab atas perawatan anak. Pengobatan yang kurang tepat pada anak dengan TB dapat menyebabkan berkembangnya kasus TB dewasa pada anak-anak dengan infeksi laten yang terdeteksi selama investigasi kontak (Da KA, Hargono A, Ratgono A., 2023).

Diagnosis konvensional untuk mendeteksi bakteri penyebab tuberkulosis sekaligus resistensi terhadap rifampisin dapat dilakukan melalui metode Tes Cepat Molekuler (TCM) menggunakan teknologi GeneXpert. TCM merupakan pemeriksaan molekuler otomatis yang mengintegrasikan seluruh tahapan Polymerase Chain Reaction (PCR) berdasarkan analisis DNA (deoxyribonucleic acid). Proses pemeriksaan ini diklaim hanya membutuhkan waktu sekitar 2 jam, mulai dari memasukkan sampel ke dalam katrid sekali pakai hingga keluarnya hasil dan cetakannya. Langkah manual yang diperlukan hanya saat pencampuran buffer bakterisidal dengan sampel sebelum dimasukkan ke dalam katrid (Novianti dkk, 2020).

Skrining kontak direkomendasikan oleh WHO sebagai langkah penting untuk mempercepat identifikasi kasus suspek tuberkulosis (TB). Setelah ditemukan, pasien harus segera mendapatkan pengobatan dan tindakan pencegahan penularan. Pendekatan ini merupakan bagian dari strategi pengendalian nasional guna mengakhiri penyebaran TB secara global (WHO, 2020). Strategi penemuan kasus TB secara aktif dilakukan dengan melacak individu yang memiliki kontak erat dengan pasien TB, kemudian mengarahkan mereka ke fasilitas kesehatan untuk pemeriksaan lebih lanjut (Kemenkes RI, 2019). Kelompok dengan risiko tertular paling tinggi adalah kontak serumah dan kontak dekat di tempat kerja, sementara kontak sosial di lokasi lain juga berperan dalam penularan (*Ragonnet et al*., 2019).

Indonesia termasuk negara yang menyumbang dua pertiga dari total kasus TB dunia. Sumber utama penularan berasal dari pasien TB positif yang mengeluarkan percikan dahak berisi bakteri saat batuk atau bersin. Infeksi terjadi ketika orang lain menghirup udara yang mengandung percikan dahak tersebut.

Beberapa kelompok individu memiliki risiko lebih tinggi untuk terkena penyakit tuberkulosis (TB), antara lain anak-anak, penderita HIV/AIDS, lansia, pasien dengan diabetes mellitus, perokok, serta mereka yang memiliki kontak erat atau serumah dengan pasien TB. Gejala umum TB meliputi batuk berat yang berlangsung minimal tiga minggu, keringat malam, batuk berdarah atau

dahak, nyeri dada, kelelahan, penurunan berat badan tanpa nafsu makan, serta demam disertai menggigil.

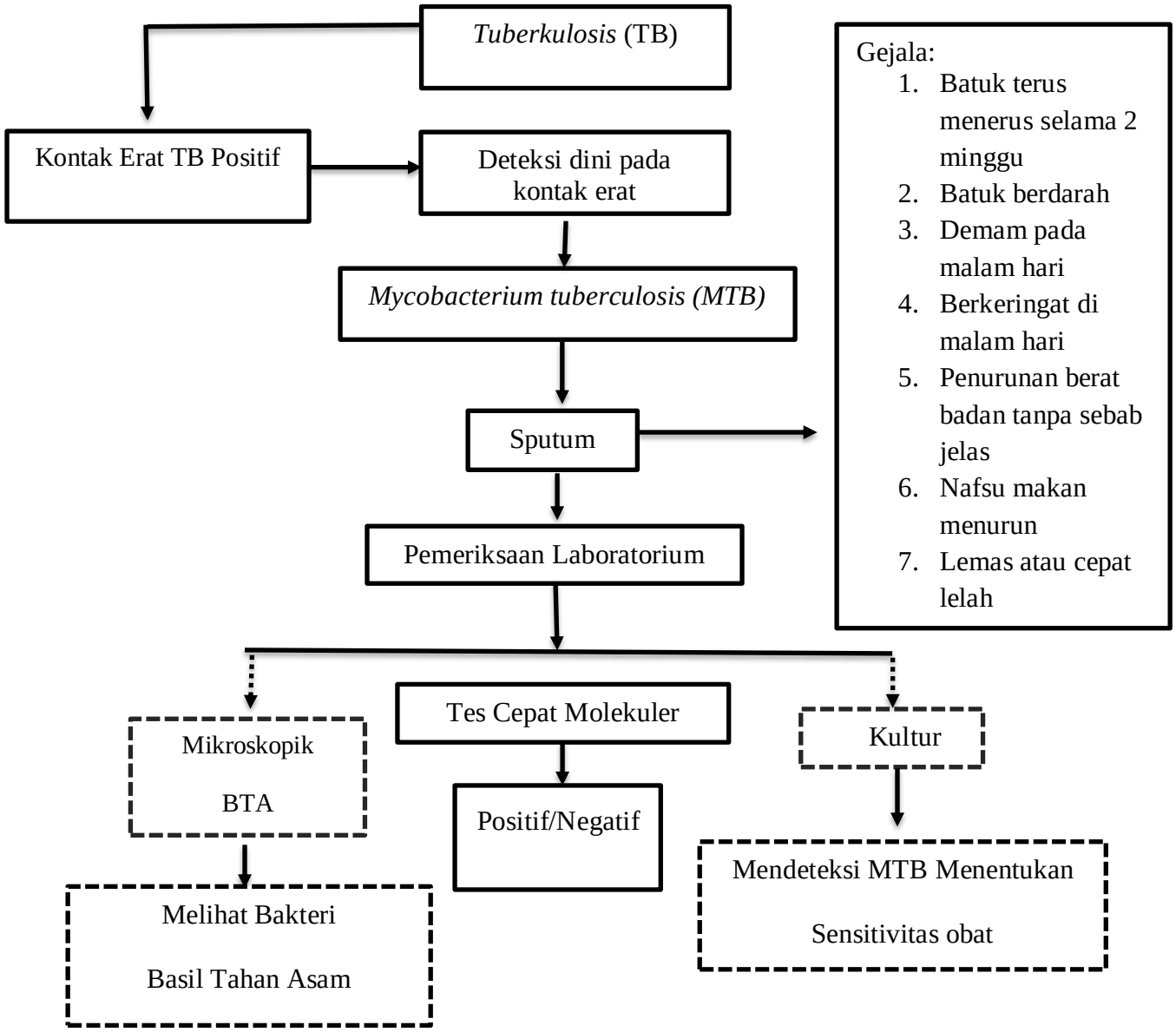
Pemeriksaan kultur menggunakan media padat atau cair masih menjadi standar emas dalam diagnosis TB, namun proses ini memerlukan waktu yang relatif lama, yaitu sekitar 6 hingga 8 minggu. Selama masa tunggu hasil tersebut, pasien seringkali menerima pengobatan yang kurang tepat, yang berpotensi meningkatkan risiko munculnya strain TB yang resisten terhadap obat serta kejadian resistensi.

Pemeriksaan mikroskopis merupakan metode yang paling umum digunakan dalam mendeteksi tuberkulosis. Namun, teknik pembuatan preparat dan interpretasi hasil pada pemeriksaan BTA memiliki kelemahan yang sangat bergantung pada keterampilan petugas laboratorium. Jumlah bakteri yang diperlukan relatif besar, yaitu sekitar 10^4 hingga 10^5 bakteri per mililiter sputum agar hasil positif dapat diperoleh, sehingga metode ini biasanya hanya efektif untuk pasien dengan manifestasi klinis yang sudah jelas. Meski pemeriksaan mikroskopis ini lebih ekonomis, metode ini rentan kehilangan banyak kasus TB, karena hanya mampu mendeteksi penyakit pada tahap lanjut. Keterlambatan dalam diagnosis TB berpotensi meningkatkan angka kesakitan, kematian, serta memperbesar risiko penyebaran penyakit di masyarakat.

Saat ini, deteksi tuberkulosis dapat dilakukan melalui Tes Cepat Molekuler (TCM) dengan menggunakan alat Xpert MTB/RIF, yang

memanfaatkan sampel dahak atau sputum. Metode TCM memiliki keunggulan signifikan dibandingkan pemeriksaan mikroskopis BTA, terutama dari segi waktu pemeriksaan yang lebih singkat serta sensitivitas yang jauh lebih tinggi. TCM mampu mendeteksi keberadaan bakteri TB dalam jumlah sangat kecil, bahkan ketika metode BTA gagal mengidentifikasinya. Penelitian in vitro menunjukkan bahwa batas deteksi minimal bakteri TB dengan teknologi RT-PCR GeneXpert adalah sekitar 131 kuman per mililiter sputum (WHO, 2021).

G. Kerangka Teori



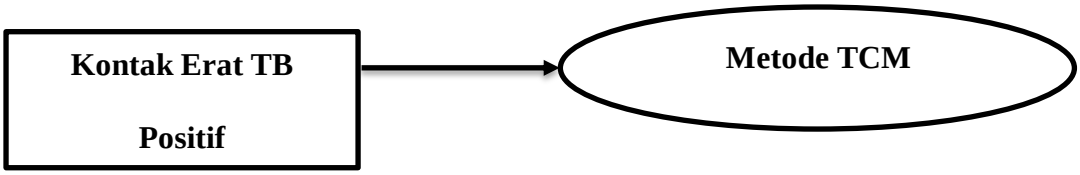
Gambar 2.3 Bagan Kerangka Teori

Keterangan:

: Diteliti

: Tidak diteliti

H. Kerangka konsep



Gambar : 2.4 Bagan kerangka konsep

Keterangan:

: **variabel Independen**

: **variabel Dependen**

Gambar 3.1 Kerangka Konsep

I. Variabel Penelitian

1. Variabel Independen : Riwayat kontak erat dengan pasien TB aktif (misalnya : hubungan keluarga serumah, frekuensi paparan, durasi paparan.
2. Variabel Dependen : Deteksi MTB menggunakan TCM (Positif/Negatif).

J. Defenisi Oprasional

1. Kontak erat TB positif merujuk pada individu yang tinggal dalam satu rumah atau memiliki riwayat paparan langsung dengan pasien TB aktif dalam kurun waktu enam bulan terakhir.
2. Bakteri penyebab tuberkulosis, yaitu Mycobacterium tuberculosis, dapat dideteksi melalui pemeriksaan menggunakan metode Tes Cepat Molekuler (TCM) dari sampel dahak.
3. Tes Cepat Molekuler (TCM) GeneXpert merupakan metode deteksi DNA bakteri TB yang cepat dan akurat dengan menggunakan teknologi PCR (Polymerase Chain Reaction) berbasis katrid (GeneXpert MTB/RIF Ultra).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain cross-sectional, yang bertujuan untuk mendeteksi keberadaan Mycobacterium tuberculosis pada kontak erat pasien TB melalui metode Tes Cepat Molekuler (TCM) pada satu titik waktu tertentu.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Penelitian ini di laksanakan pada tanggal 11 sampai 25 bulan Juni 2025.

2. Tempat

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di daerah lokalisasi rujukan faskes Rumah Sakit Ibnu Sina Kota Makassar, pemeriksaan ini di Laboratorim Mikrobiologi Ibnu Sina Makassar .

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Seluruh individu yang tergolong kontak erat dengan pasien TB paru yang sedang dirawat atau menjalani pemeriksaan TCM di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar.

2. Sampel

Sampel sputum yang memenuhi kriteria inklusi, diambil langsung oleh petugas di rumah pasien sesuai prosedur standar pengambilan dahak.

Pengambilan dilakukan sebanyak satu botol pada pagi hari sebelum makan, kemudian sampel tersebut dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Klinik Rumah Sakit Ibnu Sina YW-UMI Makassar untuk analisis lebih lanjut.

3. Kriteria sampel
    a. Kriteria Inklusi
        1) Memiliki kontak dekat dengan pasien TB paru yang sudah terkonfirmasi secara bakteriologis atau klinis dalam kurun waktu 6 bulan terakhir.
        2) Belum pernah menerima pengobatan TB sebelumnya atau belum menjalani terapi pencegahan TB (TPT).
        3) Bersedia untuk menandatangani formulir persetujuan (informed consent).
        4) Bersedia memberikan sampel dahak untuk pemeriksaan menggunakan metode Tes Cepat Molekuler (TCM).
    b. Kriteria Eksklusi
        1) Pasien yang sedang menjalani atau pernah menerima pengobatan tuberkulosis dalam kurun waktu 6 bulan terakhir.
        2) Pasien yang memiliki kondisi medis yang menghalangi pelaksanaan pemeriksaan TCM, misalnya tidak mampu menghasilkan dahak dan tidak ada spesimen alternatif.

3) Pasien dengan penyakit penyerta yang berat, seperti gangguan pernapasan serius, gagal napas, atau dalam kondisi terminal.
4) Pasien atau wali yang menolak memberikan persetujuan untuk menjalani pemeriksaan.
5) Pasien dengan riwayat kontak yang tidak jelas atau paparan yang tidak dapat dipastikan kebenarannya.

D. Instrumen Penelitian

1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Mesin TCM GeneXpert dengan 4 modul (Cepheid GeneXpert® System 4 Modul), pipet ukur berkapasitas 2 ml (Eppendorf Research Plus), komputer lengkap dengan perangkat lunak GeneXpert (DELL beserta Software GeneXpert DX), vortex mixer (Thermo Scientific™ K 1514624), serta biosafety cabinet tipe Esco Class II Type A2.

2. Bahan

Bahan-bahan yang dipakai antara lain cartridge GeneXpert MTB/RIF Ultra (Cepheid® Xpert MTB/RIF Ultra Cartridge), buffer sample reagent (Cepheid® Sample Reagent SR), wadah sputum steril (OneMed), sputum pasien, tisu medis (OneMed), label dan spidol permanen (Snowman), formulir pengisian data, kantong plastik biohazard (OneMed), masker

medis (Sensi), sarung tangan medis (Nipro), serta cairan desinfektan berkualitas medis (Dettol Medical Grade).

E. Prosedur kerja penelitian

1. Pengambilan sampel

   Petugas melakukan koordinasi terlebih dahulu dengan penanggung jawab program TB di fasilitas kesehatan rujukan, yakni Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. Selanjutnya, jadwal kunjungan disusun berdasarkan data kontak erat yang diperoleh dari Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB) di Laboratorium Mikrobiologi Rumah Sakit tersebut. Setelah itu, petugas menyiapkan perlengkapan seperti formulir informed consent, formulir skrining gejala, pot dahak steril (satu pot per sampel), kotak atau media transportasi biohazard untuk membawa sampel, serta alat pelindung diri (APD) meliputi masker dan sarung tangan.

2. Proses Kunjungan ke Rumah

   Saat kunjungan, petugas memperkenalkan diri dan memberikan penjelasan mengenai tujuan kunjungan kepada keluarga. Informasi tentang tuberkulosis, risiko penularannya, dan pentingnya deteksi dini disampaikan dengan jelas. Kemudian, petugas meminta persetujuan tertulis (informed consent) dari kontak erat dan melakukan skrining gejala TB menggunakan formulir yang telah disediakan.

3. Pengambilan Sampel Dahak

   Petugas memberikan edukasi mengenai cara pengambilan dahak yang tepat dan benar, dengan pengambilan dilakukan pada pagi hari atau saat

pasien mengalami batuk produktif. Proses ini sebaiknya dilakukan di area terbuka atau ruangan dengan ventilasi baik, jauh dari anggota keluarga lain. Petugas juga menyediakan pot dahak steril serta mengarahkan pasien untuk batuk dengan teknik yang benar, bukan sekadar meludah.

4. Penanganan dan Transportasi Sampel

   Setelah pengambilan, pot dahak ditutup rapat dan dimasukkan ke dalam kantong biohazard, kemudian diberi kode identitas sesuai formulir pasien tanpa mencantumkan nama lengkap demi menjaga kerahasiaan. Sampel selanjutnya segera dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Rumah Sakit Ibnu Sina. Petugas juga mencatat waktu pengantaran serta kondisi sampel saat tiba di laboratorium.

5. Pemeriksaan TCM

   Setiap katrid diberi label identitas. Identitas spesimen dapat ditempelkan atau ditulis pada sisi katrid, namun tidak boleh menempelkan label pada bagian barcode. Penutup pot dahak dibuka, kemudian ditambahkan Sample Reagent yang tersedia sebanyak dua kali volume spesimen.

   Catatan:

   Sample Reagent untuk pengolahan 1 spesimen dahak. Apabila volume dahak >4 ml, maka disarankan untuk membagi spesimen menjadi 2 bagian dan harus dilakukan dalam BSC. Satu bagian digunakan untuk pemeriksaan TCM, satu bagian lainnya disimpan dalam pot

dahak baru sebagai cadangan. Tutup kembali pot dahak, lalu lakukan vortex dengan kuat hingga campuran antara dahak, sampel, dan buffer menjadi homogen. Biarkan campuran tersebut selama 10 menit pada suhu ruang. Vortex ulang campuran, kemudian diamkan kembali selama 5 menit (untuk sampel yang mengandung darah, inkubasi dilakukan selama 30 menit). Jika masih terdapat gumpalan, vortex kembali agar campuran dahak dan reagent menjadi homogen secara sempurna, lalu diamkan selama 5 menit pada suhu kamar.

Buka penutup katrid, lalu buka tempat penampung spesimen. Gunakan pipet yang telah disediakan untuk memindahkan 2 ml spesimen dahak yang telah diolah (hingga batas garis pada pipet) ke dalam katrid secara perlahan agar tidak terjadi gelembung yang dapat menyebabkan kesalahan. Tutup katrid dengan hati-hati, kemudian masukkan katrid ke dalam alat TCM. Bila gumpalan masih terlihat, kocok kembali agar campuran dahak dan reagent menjadi homogen sempurna, lalu biarkan selama 5 menit pada suhu kamar. Buka kembali penutup katrid dan tempat penampung spesimen, gunakan pipet untuk memindahkan 2 ml spesimen yang telah diolah ke dalam katrid dengan perlahan agar menghindari gelembung udara. Tutup katrid secara perlahan dan masukkan ke alat TCM.

Tutup pot dahak kembali dan vortex kuat hingga campuran menjadi homogen. Diamkan selama 10 menit pada suhu kamar. Vortex ulang campuran, kemudian biarkan selama 5 menit (jika sampel mengandung darah, inkubasi dilakukan selama 30 menit). Jika gumpalan masih ada, lakukan vortex ulang agar campuran sempurna homogen, lalu diamkan selama 5 menit pada suhu ruang. Buka penutup katrid dan tempat penampung spesimen, gunakan pipet untuk memindahkan 2 ml spesimen dahak yang telah diolah dengan hati-hati agar tidak terbentuk gelembung.

Tutup katrid perlahan dan masukkan ke dalam alat TCM. Jika terdapat gumpalan, kocok kembali campuran hingga homogen sempurna, dan biarkan selama 5 menit pada suhu kamar. Buka tutup katrid dan tempat penampung spesimen, kemudian gunakan pipet untuk memindahkan 2 ml spesimen yang telah diolah secara perlahan untuk menghindari gelembung udara yang dapat mengakibatkan error. Tutup pot dahak kembali dan vortex kuat sampai campuran homogen. Biarkan selama 10 menit pada suhu ruang.

Vortex ulang dan diamkan selama 5 menit (jika terdapat darah dalam sampel, inkubasi 30 menit). Apabila masih terdapat gumpalan, vortex ulang agar campuran menjadi homogen sempurna,

kemudian diamkan selama 5 menit pada suhu ruang. Buka penutup katrid dan tempat penampung spesimen, lalu gunakan pipet yang tersedia untuk memindahkan 2 ml spesimen yang telah diolah ke dalam katrid dengan perlahan agar tidak terjadi gelembung.

Tutup katrid dengan hati-hati dan masukkan ke dalam alat TCM. Bila masih ada gumpalan, kocok lagi agar campuran dahak dan reagent homogen, lalu biarkan selama 5 menit pada suhu kamar. Buka kembali penutup katrid dan tempat penampung spesimen, lalu gunakan pipet untuk memindahkan 2 ml spesimen yang sudah diolah secara perlahan agar menghindari gelembung yang bisa menyebabkan kesalahan. Tutup katrid dengan lembut dan masukkan ke dalam alat TCM.

Catatan:

Setelah spesimen diolah dan dimasukkan ke dalam katrid, katrid harus langsung dipasang ke dalam alat TCM. Apabila sedang mengolah beberapa spesimen sekaligus, pengisian katrid dilakukan satu per satu dengan menutup katrid yang pertama sebelum mengisi katrid berikutnya. Spesimen yang sudah diolah dan tidak langsung digunakan dapat disimpan hingga 5 jam jika diperlukan untuk pemeriksaan ulang (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

6. Prosedur penggunaan alat GeneXpert MTB/RIF:

Setelah spesimen diolah dan dimasukkan ke dalam katrid, pemeriksaan harus segera dilakukan dalam waktu maksimal 4 jam. Ketika mengolah beberapa spesimen sekaligus, pengisian katrid dilakukan secara bertahap satu per satu, dengan menutup katrid yang telah diisi sebelum melanjutkan ke katrid berikutnya. Berikut adalah prosedur pengoperasian alat GeneXpert MTB/RIF:

Pastikan bahwa komputer dan perangkat TCM sudah dalam keadaan menyala. Pada tampilan utama GeneXpert® Dx System, klik opsi "Create Test" sehingga akan muncul jendela dialog bertuliskan "Please scan katrid barcode". Gunakan barcode scanner untuk memindai barcode katrid dengan menekan tombol kuning pada alat pemindai, atau pilih opsi 'Manual Entry' untuk memasukkan nomor seri katrid sebanyak 16 digit secara manual. Setelah nomor seri katrid terinput, isi kolom Patient ID dengan NIK pasien; jika tidak tersedia, gunakan nomor identitas spesimen. Pada kolom Sample ID, masukkan nomor urut register TB dengan format 04_Nama_Umur. Pada bagian "Select Module" akan terisi otomatis sehingga petugas laboratorium tidak perlu mengubahnya. Selanjutnya, klik "Start Test".

Lampu hijau pada alat TCM akan berkedip di modul yang terpilih secara otomatis. Buka pintu modul tersebut dan letakkan katrid TCM

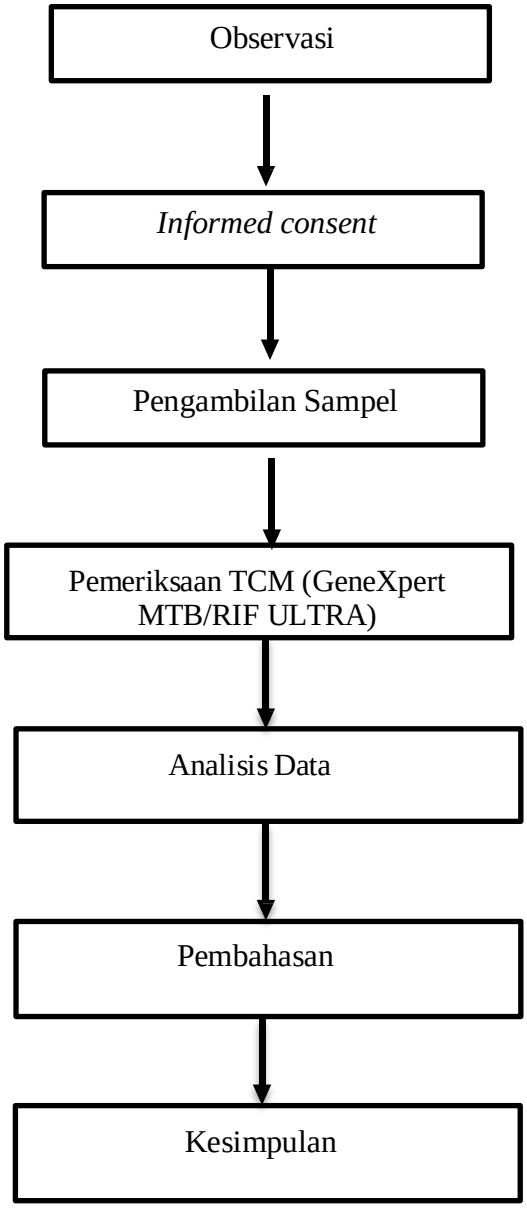
ke dalamnya. Tutup pintu modul dengan rapat sampai terdengar bunyi klik. Proses pemeriksaan akan dimulai, dan lampu hijau akan menyala terus tanpa berkedip. Pemeriksaan berlangsung sekitar 2 jam. Setelah selesai, lampu akan mati secara otomatis dan pintu modul akan terbuka sendiri. Buka pintu modul dan keluarkan katrid. Katird bekas pakai harus dibuang ke tempat sampah infeksius sesuai dengan prosedur operasi standar (SOP) yang berlaku di institusi.

Lakukan pembacaan hasil pemeriksaan.

Pembacaan hasil

Petugas dapat mengakses hasil pemeriksaan dengan mengklik menu "View Result" pada aplikasi GeneXpert Dx. Secara umum, jendela seperti pada Gambar 4.8 akan tampil. Untuk menampilkan hasil pemeriksaan tertentu, klik tombol "View Test". Setelah menekan "View Test", sebuah kotak dialog berjudul "Select Test To Be Viewed" akan muncul. Pilih nama pasien yang ingin dilihat hasilnya, kemudian tekan "OK" agar hasil pemeriksaan tersebut tampil di layar.

G. Alur kerja



Gambar 3.2 : Bagan alur kerja

H. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari sumber aslinya melalui pengumpulan secara langsung oleh peneliti. Sementara itu, data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung, yaitu melalui pihak atau sumber lain yang sudah ada sebelumnya.

I. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui hasil deteksi Mycobacterium tuberculosis pada kontak erat pasien TB positif menggunakan Tes Cepat Molekuler (TCM). Selain itu, dilakukan pula analisis hubungan antara variabel lain seperti usia, jenis kelamin, status gejala, dan variabel terkait dengan hasil deteksi MTB.

J. Etika Penelitian

Karena penelitian ini melibatkan manusia sebagai subjek, pelaksanaannya harus mematuhi prinsip-prinsip etika penelitian. Oleh sebab itu, sebelum pelaksanaan, peneliti menetapkan beberapa ketentuan etika penelitian yang harus dipatuhi, antara lain:

a. *Informed* Consent Sebelum mengisi lembar persetujuan, calon responden akan terlebih dahulu diberikan penjelasan oleh peneliti mengenai tujuan dan maksud dari penelitian. Setelah memahami penjelasan tersebut, calon responden kemudian diminta untuk memberikan persetujuan dengan menandatangani lembar informed consent.

b. *Anonimitasm,* Untuk menjaga kerahasiaan identitas calon responden, peneliti tidak mencantumkan nama asli, melainkan menggunakan kode atau inisial unik yang berbeda untuk setiap responden.
c. Kerahasiaan (Confidentiality), Seluruh data dan informasi yang diperoleh dari calon responden dijamin akan dipergunakan secara eksklusif untuk keperluan penelitian dan tidak akan disebarkan kepada pihak lain.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Telah dilakukan pemeriksaan Tes Cepat Molekuler pada 16 sampel sputum pada kontak erat TB positif di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar di dapatkan hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Karekteristik Jenis kelamin pasien kontak erat Tb positif

Karakteristik	Frekuensi (N)	Persentase
Jenis Kelamin		
Perempuan	10	62,5%
Laki-Laki	6	37,5%
Total	16	100%

Berdasarkan tabel 4.1 tentang karakteristik responden m enunjukkan responden jumlah perempuan 10 responden (62,5%), responden laki-laki 6 (37,5%).

Tabel 4.2 Karakteristik Usia pasien kontak erat Tb positif

Karakteristik	Frekuensi (N)	Persentase
Usia		
20-30	1	6,25%
30-40	15	93,75%
Total	**16**	**100%**

Berdasarkan tabel 4.2 tentang karakteristik usia responden menunjukkan pada responden berusia 20-30 tahun dengan jumlah 1 responden (6,25%) responden berusia 30-40 tahun dengan jumlah responden 15 (93,75%)

Tabel 4.3 Karakteristik Lingkungan tempat tinggal (rumah) pasien kontak erat Tb positif

Karakteristik	Frekuensi (N)	Persentase
Tidak ada ventilasi	13	81,25%
Menggunakan ventilasi	3	18,75%
Total	**16**	**100%**

Berdasarkan tabel 4.3 Penggunaan ventilasi pada lingkungan tempat tinggal menunjukan responden yang tidak menggunakan ventilasi sebanyak 13 (81,25%) dan menggunakan ventilasi sebanyak 3 (18,75%).

Tabel 4.5 hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM)

Kode Sampel	Identitas Responden	Hasil
1	Ny. N	**-**
2	Ny. ST HMH	**-**
3	Ny HJ J	**+**
4	Ny ST A	**-**
5	Tn DHL	**-**
6	Tn D	**-**
7	Ny F.M.A	**-**
8	Ny R.S	**-**
9	A.M.D.PJS	**-**
10	Ny SLM DG B	**-**
11	Ny Dg A	**-**
12	Tn M. M AR	**-**
13	Ny P.B	**-**
14	Ny M J I	**-**

Kode Sampel	Identitas Responden	Hasil
15	Tn. S	**-**
16	TN. S.P	**-**
Total	**16**	**1**

Berdasarkan pada tabel 4.5 tentang hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler pada sampel kontak erat TB positif di daerah Makassar menggunakan metode TCM di ketahui bahwa sampel dengan kode 3 (Ny HJ.J) hasil positif (+) MTB DETECTED MEDIUM; RIF Resistance NOT DETECTED terdeteksi *Mycobacterium tuberculosis*.

B. Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2025, tepatnya dari tanggal 11 hingga 25 Juni, dengan melibatkan 16 orang yang merupakan kontak erat dari pasien TB positif. Seluruh peserta berada di fasilitas pelayanan kesehatan rujukan TCM di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. Kegiatan pengamatan dan analisis sampel sputum dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar, yang juga menjadi lokasi pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM).

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sputum dari individu yang memiliki riwayat kontak erat dengan pasien TB positif. Seluruh proses, mulai dari pengolahan sampel sputum hingga analisis hasil menggunakan metode TCM, dilaksanakan di laboratorium tersebut.

Tahapan awal penelitian mencakup pengambilan sampel sputum dari para kontak erat. Tim peneliti mendatangi kediaman masing-masing peserta dan menyerahkan botol sputum untuk digunakan pada pengumpulan dahak di pagi hari. Setelah itu, sampel dikumpulkan dan disimpan dalam coolbox berisi ice pack gel agar suhu dan kondisi tetap stabil selama pengangkutan menuju Laboratorium Mikrobiologi RS Ibnu Sina Makassar.

Pot sampel ditutup rapat dan disegel menggunakan bahan pelindung elastis dan semi-transparan yang sering digunakan di laboratorium untuk menutup atau membungkus mulut botol agar tetap steril atau mencegah kontaminasi dan penguapan (parfilm) setelah sebelumnya diberi label yang mencantumkan nama serta tanggal lahir pasien. Selanjutnya, pot spesimen dimasukkan ke

dalam kantong plastik klip yang telah dilengkapi selembar tisu dan diikat menggunakan karet gelang untuk mencegah kemungkinan kebocoran. Setelah itu, pot dimasukkan ke dalam coolbox yang berisi ice pack gel guna menjaga suhu sampel tetap stabil selama proses pengangkutan.

Setibanya di Laboratorium Mikrobiologi Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar, sampel langsung menjalani pemeriksaan menggunakan metode Tes Cepat Molekuler (TCM).

Pada tahap pemeriksaan TCM, terlebih dahulu dilakukan pelabelan pada katrid TCM. Kemudian, pot sputum dibuka dan dicampur dengan larutan buffer dalam rasio 2:1 misalnya, 2 ml sampel dicampur dengan 4 ml larutan penyangga (buffer), tergantung pada tingkat kekentalannya. Campuran tersebut dihomogenkan dengan alat vortex, lalu didiamkan selama lima menit. Setelah tercampur sempurna, tutup katrid dibuka dan sampel sebanyak 2 ml diambil dengan pipet secara hati-hati, memastikan tidak terdapat gelembung udara atau gumpalan yang dapat mengganggu proses analisis. Setelah itu, katrid ditutup kembali secara perlahan dan dimasukkan ke dalam alat TCM untuk dilakukan pemeriksaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keberadaan Mycobacterium tuberculosis (MTB) pada individu yang memiliki riwayat kontak erat dengan pasien TB aktif, dengan menggunakan metode Tes Cepat Molekuler (TCM). Pemeriksaan ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. Upaya deteksi TB secara dini, khususnya pada kelompok kontak erat, merupakan bagian krusial dalam

strategi pencegahan penularan serta mendukung program eliminasi TB di tingkat komunitas.

Karakteristik Populasi dan Hasil TCM

Dari 16 individu yang termasuk dalam kelompok kontak erat dan menjalani pemeriksaan, hanya satu orang (6,25%) yang terkonfirmasi positif Mycobacterium tuberculosis (MTB) berdasarkan hasil Tes Cepat Molekuler (TCM). Temuan ini mengindikasikan bahwa proporsi kasus MTB positif di antara kontak erat yang diteliti tergolong rendah. Namun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa sebagian individu dengan hasil TCM negatif dapat mengalami infeksi TB laten.

Pemeriksaan ini mencakup kontak erat dari enam pasien indeks yang terdiagnosis TB positif. Para kontak erat tersebut berasal dari beberapa wilayah kerja puskesmas yang dikenal memiliki kepadatan penduduk tinggi serta lingkungan yang berpotensi besar terhadap penularan TB. Kondisi ini memperkuat urgensi pelaksanaan pengawasan ketat dan upaya deteksi dini, terutama di kawasan dengan tingkat risiko penularan yang tinggi.

Analisis Prosedur dan Keandalan Metode TCM

Pengambilan serta pengangkutan sampel sputum dilaksanakan mengikuti prosedur standar operasional, dengan memastikan kestabilan suhu dan keamanan biologis melalui penggunaan coolbox yang dilengkapi ice pack gel. Penanganan yang tepat sejak proses pengambilan hingga analisis di laboratorium sangat krusial untuk mempertahankan kualitas sampel serta mencegah terjadinya kontaminasi atau kerusakan bakteri.

Meski begitu, hasil negatif pada pemeriksaan TCM tidak dapat sepenuhnya mengesampingkan kemungkinan adanya infeksi TB laten. Hal ini disebabkan karena TCM hanya dapat mendeteksi MTB aktif yang terdapat dalam sputum, sementara individu yang mengalami infeksi laten tidak memiliki MTB aktif dalam sampelnya, sehingga pemeriksaan TCM dapat menghasilkan hasil negatif meskipun infeksi telah terjadi.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Rendahnya Deteksi MTB

Beberapa kemungkinan yang dapat menjelaskan rendahnya hasil MTB positif pada kontak erat antara lain:

1) Lamanya serta kedekatan interaksi dengan pasien TB aktif kemungkinan belum mencukupi untuk terjadinya proses penularan secara efektif.
2) Kondisi sistem imun yang kuat pada individu kontak erat memungkinkan tubuh untuk menekan perkembangan bakteri sebelum menjadi infeksi aktif.
3) Tingkat kesadaran yang tinggi terhadap kebersihan serta tersedianya ventilasi udara yang baik di lingkungan tempat tinggal turut menurunkan kemungkinan terpapar basil TB.
4) Adanya kemungkinan infeksi masih berada dalam fase laten, sehingga tidak dapat teridentifikasi melalui pemeriksaan TCM yang hanya mendeteksi bakteri aktif.

Rekomendasi Tindak Lanjut

Walaupun hanya satu individu dari kelompok kontak erat yang

terkonfirmasi positif MTB, pengawasan secara berkelanjutan tetap sangat dibutuhkan. Hal ini dikarenakan mayoritas kasus TB berawal dari infeksi laten yang dapat berkembang menjadi bentuk aktif di kemudian hari. Oleh sebab itu, disarankan untuk dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Melakukan pemeriksaan lanjutan terhadap kontak erat melalui uji tuberkulin (TST) atau Interferon Gamma Release Assay (IGRA) guna mengidentifikasi kemungkinan infeksi TB laten.
b. Memberikan terapi pencegahan tuberkulosis (TPT) kepada individu dengan hasil TST atau IGRA positif yang tidak menunjukkan tanda-tanda klinis TB aktif.
c. Menyampaikan edukasi kesehatan kepada keluarga pasien TB untuk meningkatkan pemahaman mengenai pentingnya menyelesaikan pengobatan, menjaga sirkulasi udara di rumah, serta melakukan isolasi sementara selama fase awal pengobatan.

Hasil pemeriksaan TCM menunjukkan bahwa 1 dari 16 kontak erat pasien TB aktif terdeteksi positif MTB, yaitu kontak erat dari Tn. Pasien B (23 tahun). Ada beberapa kemungkinan penyebab atau faktor pendukung mengapa satu orang ini terinfeksi TB aktif:

1. Intensitas dan Durasi Kontak yang Tinggi

Orang yang tinggal satu rumah, tidur di ruangan yang sama, atau berada dalam satu lingkungan tertutup dengan pasien TB aktif dalam waktu lama, memiliki risiko yang jauh lebih tinggi untuk tertular TB. Kemungkinan besar, kontak erat dari Tn. B ini:

a. Sering berinteraksi langsung tanpa alat pelindung.
b. Berada di ruang tertutup dan kurang ventilasi.
c. Tidak menjaga etika batuk atau kebersihan lingkungan.

2. Status Imun Individu Kontak

Infeksi TB berkembang menjadi penyakit aktif jika sistem imun seseorang tidak mampu menahan bakteri. Bisa jadi, individu yang positif tersebut:

a. Memiliki daya tahan tubuh rendah (misalnya karena stres, malnutrisi, atau kondisi medis seperti diabetes).
b. Belum pernah menerima vaksin BCG atau belum menjalani terapi pencegahan.

3. Tahapan Infeksi Sudah Aktif saat Pemeriksaan

Kontak erat tersebut mungkin sudah terinfeksi MTB dan bakteri sudah berkembang menjadi TB aktif, sehingga bakteri dapat terdeteksi dalam dahaknya melalui pemeriksaan TCM. Ini menjelaskan kenapa hasil TCM-nya positif, berbeda dengan yang lain.

4. Faktor Pasien Indeks (Tn. Pasien B)

Pasien indeks juga berperan besar dalam tingkat penularan:

a. Jika Tn. B memiliki bakteriologis positif tinggi, maka tingkat infektivitasnya sangat tinggi.

b. Usia pasien indeks yang masih muda (23 tahun) bisa jadi memiliki mobilitas dan interaksi sosial yang lebih tinggi dibanding pasien indeks lain yang lebih tua.
c. Pasien indeks yang telah dua kali dinyatakan TB positif tahun 2022 dan 2025 kemungkinan memiliki kesadaran lebih tinggi terkait penularan. Bila pasien sudah menjalani pengobatan sebelumnya dan menerapkan etika batuk, menggunakan masker, serta menjaga kebersihan diri dan lingkungan, maka risiko penularan ke orang lain termasuk anggota keluarga menjadi lebih kecil.

Kontak erat yang terdeteksi positif kemungkinan:

a. Merupakan anggota rumah tangga inti (Orang tua)
b. Berada dalam ruangan tertutup tanpa ventilasi bersama pasien indeks,
c. Sering terpapar percikan batuk atau napas pasien TB aktif,
d. Tidak mendapat vaksin BCG atau memiliki faktor risiko imunologis lain seperti gizi buruk atau penyakit penyerta.

5. Faktor Keberuntungan dan Variasi Biologis

Penularan tuberkulosis tidak selalu menyebar secara merata. Bahkan dalam satu rumah tangga, ada kemungkinan hanya satu anggota keluarga yang terinfeksi sementara yang lainnya tidak, karena hal ini dipengaruhi oleh perpaduan faktor biologis, perilaku, dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, tidak mengherankan apabila hanya satu dari 16 orang kontak erat yang terdeteksi positif

MTB.

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa dari total 16 individu yang memiliki riwayat kontak erat dengan pasien TB dan menjalani pemeriksaan menggunakan metode Tes Cepat Molekuler (TCM), hanya satu orang (6,25%) yang terkonfirmasi positif MTB, sedangkan 15 orang lainnya (93,75%) menunjukkan hasil negatif. Hasil ini mengindikasikan bahwa tingkat deteksi MTB aktif di antara kelompok kontak erat yang diteliti tergolong rendah.

1. Hubungan Hasil dengan Risiko Penularan TB

Secara epidemiologis, kontak erat dari pasien TB aktif merupakan kelompok dengan risiko tinggi terhadap penularan TB, terutama jika paparan berlangsung lama dalam ruangan tertutup dan berventilasi buruk. Namun, hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa hanya satu kasus MTB positif yang terdeteksi, yakni dari kontak erat pasien indeks Tn. Pasien B.

Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua kontak erat langsung terinfeksi atau berkembang menjadi TB aktif, yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

a. Daya tahan tubuh individu kontak erat.
b. Lama dan intensitas paparan dengan pasien indeks.
c. Kualitas udara atau ventilasi di lingkungan rumah.
d. Adanya infeksi TB laten yang tidak terdeteksi dengan TCM.

2. Validasi Proses Pemeriksaan

Pemeriksaan TCM di Laboratorium Mikrobiologi RS Ibnu Sina Makassar terbukti akurat dalam mengidentifikasi kasus aktif. Keandalan hasil tersebut didukung oleh prosedur pengambilan sampel yang sesuai standar, penyimpanan sampel pada suhu terkendali, serta proses pemrosesan yang dilakukan dengan cermat, meliputi homogenisasi dan pengolahan katrid.

3. Interpretasi Hasil Negatif pada 15 Kontak Erat

Walaupun 15 dari 16 kontak erat memberikan hasil negatif untuk MTB, kemungkinan adanya infeksi TB laten masih harus diperhitungkan. TCM hanya dapat mengidentifikasi keberadaan MTB yang aktif dalam sputum. Apabila seseorang terinfeksi tetapi bakterinya dalam kondisi tidak aktif (laten), maka hasil pemeriksaan TCM akan tetap menunjukkan negatif. Hasil ini memiliki implikasi penting terhadap program penanggulangan TB, yaitu:

a. Kebutuhan akan skrining lanjutan untuk mendeteksi TB laten menjadi sangat penting, khususnya pada kontak erat yang belum memperlihatkan tanda-tanda penyakit.
b. Pemberian edukasi kepada keluarga pasien TB mengenai pentingnya pemantauan jangka panjang serta pelaksanaan pengobatan pencegahan (TPT) sangat diperlukan.
c. Penelitian ini juga menegaskan bahwa strategi “aktif mencari

kasus TB" melalui pelacakan kontak erat memiliki peran krusial dalam mengungkap kasus-kasus TB yang tersembunyi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar, dapat disimpulkan bahwa sebanyak 1 dari 16 kontak erat pasien TBC (6,25%) menunjukkan hasil pemeriksaan TCM positif. Tidak semua kontak erat dengan pasien TBC akan terinfeksi, karena faktor-faktor seperti kondisi fisiologis, lingkungan, dan status gizi sangat berperan dalam memengaruhi penularan Mycobacterium tuberculosis pada individu yang berdekatan dengan pasien TB.

B. Saran

Untuk penelitian berikutnya, disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak dan lebih spesifik agar hasil yang diperoleh menjadi lebih representatif serta dapat diaplikasikan secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

Alisjahbana B, Hadisoemarto P, Lestari B W. 2020. *Diagnosis Dan Pengelolaan Tuberkulosis Untuk Dokter Praktik Swasta*. eds. Heda Melinda et al. Unpad Press.

A. S. Khan et al., "Comparison of GeneXpert MTB/RIF assay and LED-FM microscopy for the diagnosis of extra pulmonary tuberculosis in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan," Brazilian J. Microbiol., vol. 49, pp. 909–913, 2018, doi: 10.1016/j.bjm.2018.02.011.

Baliashvili, D.et.al. (2018)'A population-based tuberculosis contact investigation in the country of Georgia', Public Health Action, 8(3), PP. 110-117.

Bustamante-Rengifo, J.A.et al. (2020)'Prevalence of and risk factors associated with latent tuberculosis infection in a Latin American region',PeerJ, (12 August 2020), pp. 1-22.

Farmaku. 2020. "Cara Penularan TBC, Pengobatan, Dan Pencegahannya." *Farmaku.com*: 1–10.

Feroz,A., Jabeen,R. and Saleem,S.(2020)'Using mobile phones to improve community health workers performance in low-and-middle-income countries', BMC public Health.Available at: https//doi.org/10.1186/s12889-020-8173-3.

Karta sembiring, dr.samuel. 2019. *Indonesia Bebas Tuberkolusis*. CV Jejak (Jejak Publisher). https://books.google.co.id/books?id=BLXPDwAAQBAJ (April 20, 2022).

Kesehatan RI. Petunjuk Teknis Pemeriksaan Tuberkulosis Menggunakan Alat Genexpert. Jakarta: Bakti Husada, 2015.

Kementerian Kesehatan RI. (2016). *Info Data Tuberkulosis Indonesia. Retrieved Desember14,2017,fromwww.depkes.go.id/download.php?file=download/.../infodatin/InfoDatin-2016-TB.pdf.*

Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Petunjuk Teknis Pemeriksaan TB menggunakan Tes Cepat Molekuler*. Jakarta : Kemenkes RI.

Kemenkes RI (2019) Petunjuk Teknis Investiga Kontak Pasien TBC bagi Petugas Kesehatan dan Kader. Jakarta: Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular.

Kementerian Kesehatan RI. (2020).*Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana Tuberkulosis.* Jakarta : Kemenkes RI.

Kemenkes RI. 2023. "*Petunjuk teknis pemeriksaan Tuberkulosis Menggunakan Tes Cepat 6Molekuler GeneXpert*." Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis. Jakarta: Kementrian Kesehatan RI

Kuswiyanto. 2017. "Bakteriologi 3: Buku Ajar Analis Kesehatan". Jakarta: EGC.

Naim N, Dewi NU. Performa Tes Cepat Molekuler Dalam Diagnosa Tuberkulosis Di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar. J Media Anal Keshat.2018;9(2):113-22.

N. Aini, R. Ramadiani, and H. R. Hatta, "Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Tuberkulosis," J. Inform. Mulawarman, vol. 12, no. 1, pp. 56–63, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i1.224.

Nur Salsabilla, M., & Bimantara, A. (n.d.). SENSITIVITAS DAN SPESIFISITAS PEWARNAAN ZIEHL NEELSEN TERHADAP TES CEPAT MOLEKULER PENDERITA SUSPEK TUBERKULOSIS DI RSUD WATES KULON PROGO.

Novianti, Novianti, Oster Suriani Simarmata, and Dina Bisara Lolong. 2020. "Pemanfaatan Tes Cepat Molekuler (Tcm) Genexpert Sebagai Alat Diagnostik Tb Paru Di Rsud Wangaya Kota Denpasar." *Jurnal Ekologi Kesehatan* 18(3): 135–48.

Osei, E.and Mashamba-thompson, T.P.(2021) 'Mobile health applications for disease screening and treatment support in low-and middle-incomecountries: A narrative review',Heliyon, 7(September 2020),p.e06639.Available at:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06639.

Pramono, J.S.(2021) 'Tinjauan literatur : Faktor risiko peningkatan angka Insidensi tuberkulosis', jurnal Ilmiah Pannmed, 16(1),pp. 106-113.

Ragonnet, R. et.al.(2019) 'Profiling Mycobacterium tuberculosis transmission and the resulting disease burden in the five highest tuberculosis burden countries', BMC Madicine, 17(1),pp. 1-12

Rahmawati BA,Lestari R. LMJ 3(2) (2024) Lombok Medical Journal Tuberculosis Multidrug-Resistant(TB-MDR): Diagnosis and Treatment. 2024;3(2).

Rini, C,S. dan Rochmah, J. (2020). *Bakteriologi Dasar,* Sidoarjo, Jawa Timur: UMSIDA Press.

Tesfaye, L. et al.(2020) 'Exploration of barriers and facilitators to household contact tracing of index tuberculosis cases in Anlemo district, Hadiya zone, Sauthern Ethiopia: Qualitative study;, PLoS ONE, 15(5),pp.1-16.

Wang, L. et al. (2020)'Modeling tuberculosis transmission flow in China', Research square, pp. 1-23.

Tortora, G.J., Funke, B.R., & Case, C.L. (2018). Microbiology: An Intruduction. 13th Ed. Pearson.

Wang, L. et al. (2020)'Modeling tuberculosis transmission flow in China', Research square, pp. 1-23.

WHO (2019) WHO guidelines on tuberculosis infection prevention and control 2019, WHO guidelines on tuberculosis infection prevention ang control 2019. Geneva: World Health Organization (WHO).

WHO (2020) Global TB report 2022. Geneva: World Health Organization (WHO).

WHO. (2020). *Global Tuberculosis Report*, Washington WHO : World Bank

WHO. 2021. *Global Tuberculosis Report 2021*. Geneva: World Health Organization.

World Health Organizatin (WHO). (2023). Global Tuberculosis Report 2023.

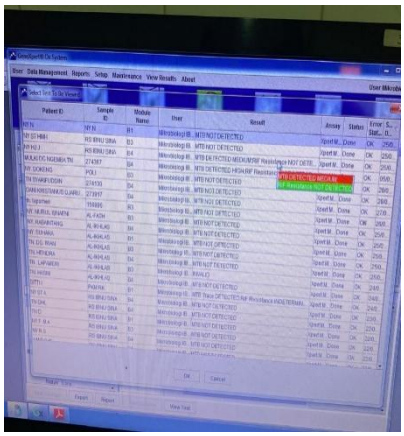
Lampiran 1. Data Karakteristik hasil responden

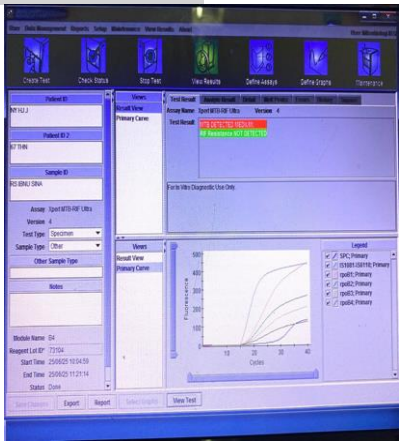
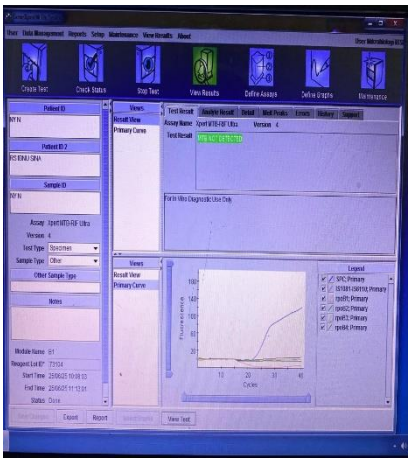
Kode sampel	Inisial nama	Umur	Jenis kelamin	Lama Kontak Pasien TB	Memakai Ventilasi	Tinggal serumah dengan pasien
1	Ny N	36	P	>3 bulan	Tidak	Ya
2	Ny ST HMH	48	P	>3 bulan	Tidak	Ya
3	NY HJ J	67	P	>3 bulan	Tidak	Ya
4	Ny ST A	63	P	>3 bulan	Tidak	Ya
5	Tn DHL	36	L	>3 bulan	Tidak	Ya
6	Tn D	46	L	>3 bulan	Tidak	Ya
7	Ny F.MA	39	P	>3 bulan	Ya	Ya
8	Ny R.S	43	P	>3 bulan	Ya	Ya
9	A.M.D.PJS	19	L	>3 bulan	Ya	Ya
10	Ny SLM DG A	67	P	>3 bulan	Tidak	Ya
11	Ny DG A	59	P	>3 bulan	Tidak	Ya
12	Tn M.M AR	71	L	>3 bulan	Tidak	Ya
13	Ny P.B	65	P	>3 bulan	Tidak	Ya
14	Ny M J I	58	P	>3 bulan	Tidak	Ya
15	Tn S	68	L	>3 bulan	Tidak	Ya
16	Tn S. P	41	L	>3 bulan	Tidak	Ya

Lampiran Dokumentasi

Gambar	Keterangan
	Kunjungan ke rumah kontak erat pasien TB positif dan pemberian pot dahak ke pada keluarga kontak erat TB positif bersama dengan pengelola faskes Puskesmas Tamamaung
	Kunjungan ke rumah kontak erat pasien TB positif dan pemberian pot dahak ke pada keluarga kontak erat TB positif bersama dengan pengelola faskes Puskesmas Rappokalling
	Dahak yang terkumpul dari pasien kontak erat TB positif

Gambar	Keterangan
	Pencampuran sampel dan buffer dengan perbandingan 2:1 didalam BSC
	Kemudian dilakukan Vortex untuk homogenisasi antara buffer dan dahak dan membantu memecah lendir dan gumpalan pada dahak agar mudah larut dan masukkan kedalam Katrid Xpert sebanyak 2 ml dengan pipet tetes
	Barcode KatridXpert ke alat TCM dan masukkan identitas pasien

Gambar	Keterangan
	Setelah data lengkap pilih module yang ingin dipakai tekan Start dan otomatis pintu module berkedip dan masukkan Katrid Xpert running selama 2 jam
	Menu hasil
	Menu hasil

Gambar	Keterangan
	Hasil Positif kurva rpoB1, rpoB2, rpoB3, rpoB4 naik.
	Hasil negatif kurva tetap

IBNU SINA HOSPITAL
YAYASAN WAKAF
UNIVERSITAS MUSLIM INDONESIA

مستشفى ابن سينا
مؤسسة الأوقاف
لجامعة المسلمين الإندونيسية

RUMAH SAKIT "IBNU SINA" YW-UMI MAKASSAR
Jl. Urip Sumoharjo km.5 no. 264 Telp (0411) 452917.Email: ibnusinahosp@yahoo.co.id

No : 247/B.09/III.2/RS.IBNUSINA/VII/2025
Lamp :
Hal : Izin Penelitian

Kepada Yth.
Direktur Pelayanan Medik
Di -
Rumah Sakit "Ibnu Sina" YW-UMI Makassar

Assalamu Alaikum Wr. Wb

Dengan Rahmat Allah SWT, sehubungan dengan surat dari Ketua Prodi Fakultas Teknologi Kesehatan Unit No: 187.02.13353.091056/SPRP/V/2025 perihal : Permohonan Izin Penelitian, maka dengan ini kami sampaikan bahwa:

Nama	:	Nur Handayani
Stambuk	:	B1D324015
Judul	:	Deteksi Mycobacterium (MTB) Pada Kontak Erat TB Positif Dengan Menggunakan Metode Tes Cepat Molekuler (TCM) Di RS Ibnu Sina Makassar

Mohon kiranya dibantu untuk kegiatan tersebut, dan akan dilaksanakan 15 Juli = 29 Juli 2025

Demikian surat ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 14 Juli 2025

Mengetahui,

Direktur Pendidikan dan SDM, Penelitian & Pengabdian	Kabid Penelitian dan Publikasi
dr. H. Syamsu Rizal, M.Kes., Sp.P	**Amaliah Faradibah, S.Kom., M.Kom., MTA., MCF**

Cc. Arsip

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-Email: info@universitasmegarezky.ac.id

KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN
No. 451 /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 : Nur Handayani

NIM : B1D324015

Prodi : DIV Teknologi Laboratorium Medik

Judul Skripsi/KTI : Deteksi Mycobacterium tuberculosis (MTB) pada kontak erat TB positif dengan Menggunakan metode tes cepat molekuler TCM) di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar.

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 22%** 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